

ZDENĚK WEBER—LUBOMÍR ŠEBELA, KATEDRA FYZIKY
FAST VUT, BRNO—KATEDRA PREHISTORIE FF UJEP, BRNO

NĚKTERÉ FYZIKÁLNÍ PARAMETRY NEOLITICKÉ KERAMIKY

Význam keramiky,¹ jako jedné z kategorií archeologických pramenů, spočívá převážně v jejím hromadném výskytu. Zvláště v neolitu je hlavním odrazem soudobého stavu výrobních zkušeností, různých hospodářských jevů a je i nedílnou součástí kulturního života (náboženské představy, estetické citění a pod.).

Přes nespornou důležitost keramiky v prehistorii, není dosud stanovena ani jednotná metodika primárního zpracování tohoto cenného pramene informací, ani není obecně přijata jednoznačná terminologie a jednotná klasifikace.² Rovněž o technologii a výrobě neolitické keramiky nemáme dostatek ověřených informací.³ Badatelé se většinou zabývají typologií a morfologií keramiky, aby tak postihli vývoj a chronologii. Opomíjejí důležitou vypovídací schopnost látkového složení a technologie keramiky, spolu s jejími fyzikálními vlastnostmi. Přitom technologie výroby keramiky není nikterak jednoduchá, naopak vyžaduje značnou zručnost a dobré technické znalosti.⁴ Látkový rozbor keramiky umožňuje stanovit surovinové

¹ Keramikou rozumíme tvarované předměty (keramické výrobky) a fragmenty z nich, které své vlastnosti získaly sušením, resp. pálením. Surovinové složky keramiky tvoří plastické součásti (jíly, hlíny, kaoliny), ostřiva organická (tráva, plevy) či neorganická (písek, lupky, šamotová nebo keramická drť) a taviva (živec, vápenec, magnezit, kostní popel aj.). Podle složení výchozích surovin a technologie výroby nabývá keramika různých fyzikálních vlastností: mechanickou pevnost v tahu i tlaku, průlinčivost, nasákavost, žáruvzdornost, izolační vlastnosti tepelné, zvukové, elektrické aj.

² M. Buchvaldek, ZČSA VI-4, 1964, 28; V. F. Gening, SA 1973, č. 1, 114.

³ R. Pleitner, ZČSA VI-4, 1964, 32; J. Štelcl—J. Malina, Základy petroarcheologie, Brno, 1975, 88—92.

⁴ Problémy pravěké keramiky z tohoto aspektu se u nás prakticky nikdo soustavně nezabýval. Výjimku tvoří práce R. Tichého (PA LII, 1961, 76) a K. Luďikovského (AR XII, 1960, 75). Ani v zahraniční literatuře není situace lepší; většina prací je zaměřena na chemicko-technologické otázky středověké keramiky. Technologii se zabývá A. O. Shepard, *Ceramics for the Archeologist*, Washington 1957; Ch. Sin-

zdroje a může ukázat směry směn a jejich rozsah.⁵ Teprve v poslední době se objevují názory, že některé vlastnosti keramické látky, petrograficky identifikované, bude možno využít ke stanovení relativní nebo i absolutní chronologie výrobku.⁶

V souvislosti se státním výzkumem neolitické osady v Těšeticích-Kyjovicích (okres Znojmo), který provádí katedra prehistorie FF UJEP Brno v součinnosti s JMM Znojmo, vystoupila otázka fyzikálních vlastností pravěké keramiky zvláště do popředí. Při numerické deskripci nálezu⁷ se zaznamenává řada fyzikálních parametrů různých keramických výrobků širokého časového rozpětí (od lineární keramiky po halštát). Předkládaná stať se zabývá neolitickou keramikou převážně z Těšetic-Kyjovic, částečně doplněnou o materiál z Hrádku u Kramolína a z Jaroměřic nad Rokytnou.⁸ Jako studované fyzikální parametry byly vybrány následující znaky, obsažené v Numerickém kódu moravské malované keramiky: tloušťka (d) střepu, jeho hustota (ρ), tvrdost (T) a nasákavost (η).

Tloušťka střepu byla měřena vždy na třech místech speciálně upraveným mikrometrem SOMET (s obými dotyky) a ze získaných hodnot byl vypočítán průměr. Hustota byla stanovena v souladu s požadavky státní normy ČSN 72 1154, a počítala se podle vztahu

$$\rho = m/V, \text{ (kg} \cdot \text{m}^{-3}\text{)} \quad (1)$$

kde m — označuje hmotnost, V — objem měřeného střepu. Hmotnost se zjišťovala vážením na rychlováhách P2/200 se stupnicí dělenou na 0,1 g. Objem se odměřoval v kalibrované nádobě s průměrem 10 cm a dělením po 10 cm³. Užitá metodika zajišťuje velikost relativní chyby hustoty v rozmezí 1,1–1,5 ‰.

Tvrdost střepu byla zjišťována podle zásad uvedených v Numerickém kódu moravské malované keramiky: stupeň 1 — velmi měkký střep (otěr prsty), 2 — měkký (lze rýpat nehtem), 3 — normální (lze rýpat měděným plíškem), 4 — tvrdý (lze rýpat ocelovým nožem), 5 — velmi tvrdý (stopa po ocelovém noži je vlasová).

Nasákavost střepu byla v principu určována podle zásad státních norem (viz např. ČSN 72 1122, ČSN 72 1154, ČSN 73 1327 aj.) pouze čas nasycování vodou byl snížen na 0,5 hodiny s ohledem na možnost poškození malby. Nasákavost v ‰ se vypočítala podle vztahu

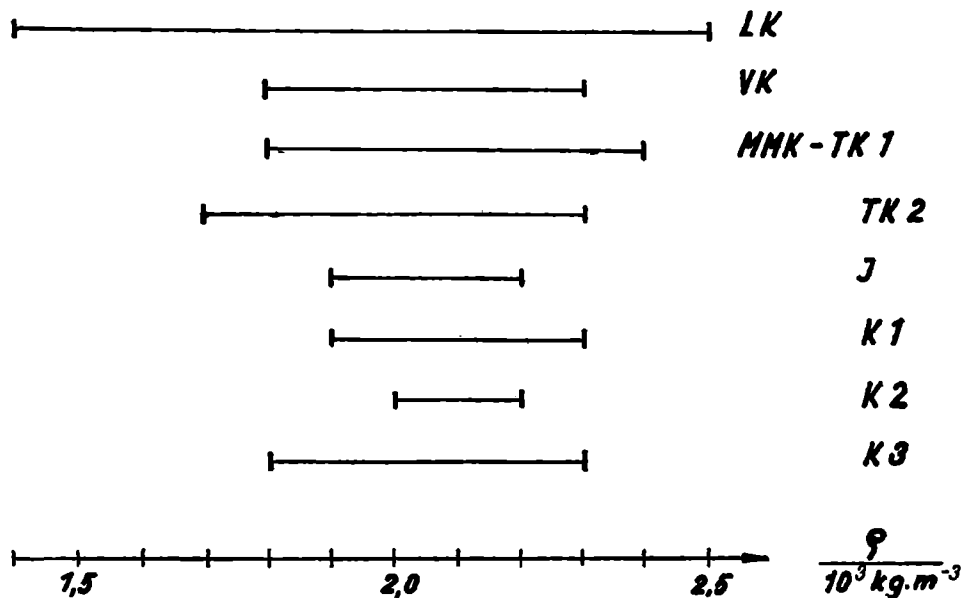
ger—E. J. Holmgard—A. R. Hall—T. I. Williams, A History of Technology, vo. I, Oxford 1967, 376–412; B. Almgren, TOR XI, 1965–66, 230–251; lineární keramikou K. Obenauer, NfDV 9, 1933, 188–190; mikroskopický rozbor lengyelských střepů podává M. Wirska-Parachoniak, Materiały archeologiczne Nowej Huty II, Kraków 1969, 125–130 (zabývá se také barvivem); halštatskou keramikou se zabývá A. Köhler—F. Morton, Germania 32, 1954, 66–72.

⁵ K. Obenauer, NfDV 9, 1933, 188–190, uvádí, že z látkového rozboru lineární keramiky sídliště Köln-Lindenthal určené surovinové součásti pocházejí až ze vzdálenosti 70–100 km.

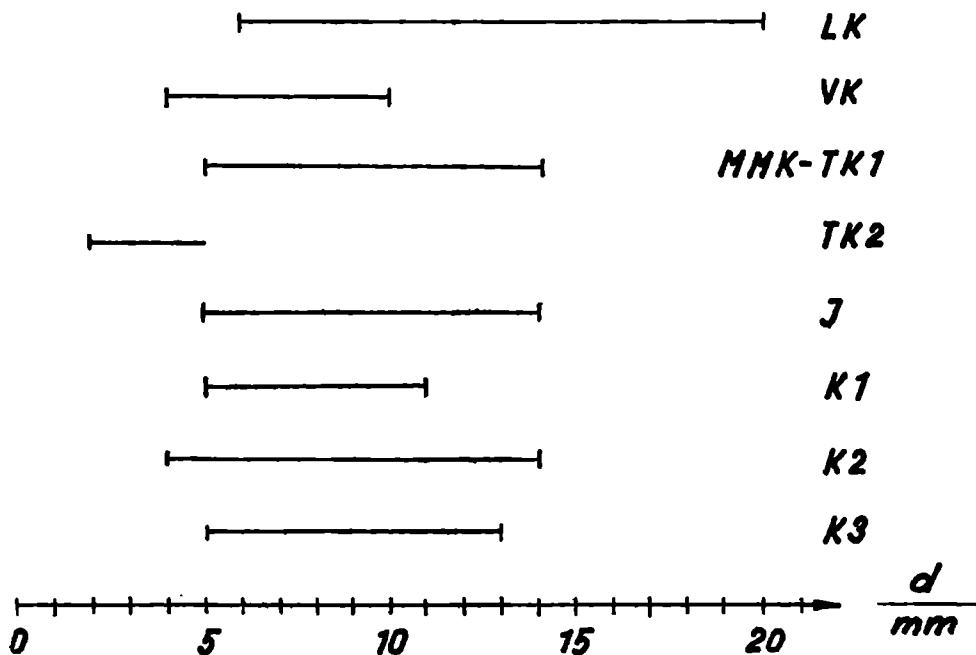
⁶ Ju. O. Krug, SA 1972, č. 2, 193–198.

⁷ V. Podborský—E. Kazdová—Z. Weber—P. Košťůfk, Numerický kód moravské malované keramiky, Brno 1977.

⁸ Autoři děkují doc. dr. V. Podborskému, CSc. a dr. P. Košťůřikovi za poskytnutí dosud nepublikovaného materiálu.



Obr. 1. Rozpětí hustot pravěké keramiky. (LK – lineární keramika; VK – vypichaná keramika; MMK – moravská malovaná keramika; TK 1 – tlustostěnná keramika z Těšetic-Kyjovic; TK 2 – tenkostěnná keramika z Těšetic-Kyjovic; J – keramika z Jaroměřic n. R.; K 1 – obyčejná keramika z Hrádku u Kramolína; K 2 – „terra sigillata“ z Hrádku u Kramolína; K 3 – „terra nigra“ z Hrádku u Kramolína.)

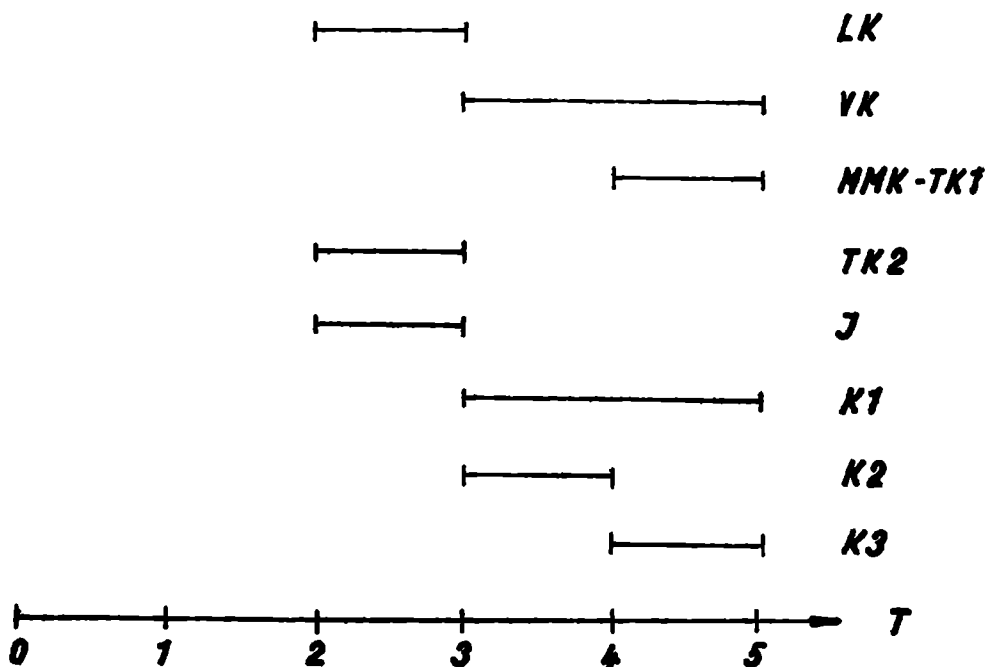


Obr. 2. Rozpětí tloušťky střepeu pravěké keramiky (označení keramik je stejné jako u obr. 1).

$$\rho = (m_v - m_s)/m_s \quad (2)$$

kde m_v je hmotnost střepu nasyceného vodou (kg), m_s – hmotnost suchého střepu (kg).

Volba uvedených fyzikálních parametrů není náhodná. Tloušťka střepu spolu s jeho hustotou charakterizují do určité míry úroveň technologie výroby keramiky, zatímco stupeň tvrdosti spolu s nasákavostí charakterizují zhutnění střepu při jeho formování a nepřímou pak jakost výpalu.

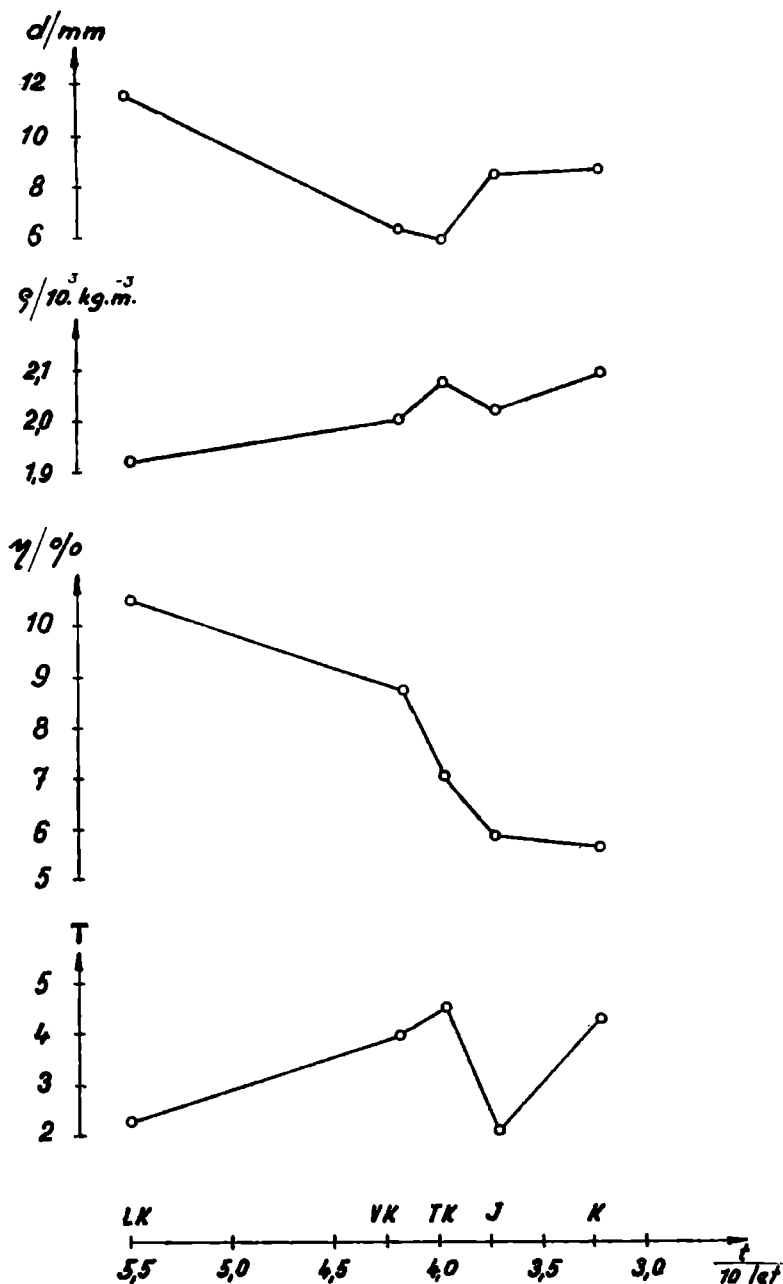


Obr. 3. Rozpětí tvrdosti pravěké keramiky (označení keramik je stejné jako u obr. 1).

Celkem bylo proměřeno 750 ks keramických fragmentů, z toho 96 vzorků lineární keramiky (LnK), 38 vzorků vypíchané keramiky (VK), 100 ks silnostěnné a 200 ks tenkostěnné moravské malované keramiky (MMK) – vesměs materiál z objektu č. 4 lokality Těšetice-Kyjovice, dále 276 ks fragmentů z Hrádku u Kramolína (90 vzorků obyčejné keramiky, 90 vzorků nepravé „terra nigra“ a 86 vzorků „terra sigillata“) a 80 vzorků hrubší užitkové keramiky z Jaroměřic nad Rokytnou.

Naměřené hodnoty vybraných fyzikálních parametrů jsou shrnuty do tabulky (tab. 1) a grafů (obr. 1–4). Analýza výsledků svědčí o tom, že:

a) existuje korelace mezi stupněm tvrdosti (T) a nasákavostí střepu (η) viz obr. 4. Stačí měřit pouze jeden z těchto parametrů a to tvrdost, která je snadněji a rychleji zjistitelná,



Obr. 4. Grafický průběh některých fyzikálních parametrů pravěké keramiky v závislosti na čase. (LK – lineární keramika; VK – vypíchaná keramika; TK – Těšetice-Kyjovice; J – Jaroměřice n. R.; K – Hrádek u Kramolína.)

b) obecně je patrný časový trend růstu hustoty a stupně tvrdosti, při současném poklesu tloušťky stěn fragmentů a jejich nasákavosti (obr. 4),

c) průběžně se zdokonaluje technologie výroby keramiky. Jestliže LK vykazuje předimenzovanou tloušťku střepeu při nízké hustotě materiálu a nízkém stupni výpalu, pak VK a MMK radikálně snižují tloušťku střepeu, zvyšují jeho hustotu a stupeň výpalu. Je to logické — zmenšení tloušťky střepeu je podmíněno jednak lepší kvalitou materiálu (hutnější střepeu) a jednak lepší technologií výroby — tvrdším výpalem a slinutějším střepeu s menší nasákavostí,

d) není korelace mezi tloušťkou střepeu a jeho hustotou, nelze tedy mechanicky směřovat jemnozrnný či hrubozrnný materiál s představou tenkostěnných či tlustostěnných střepeu.

Výjimečnost hodnot fyzikálních parametrů, naměřených na materiálu z Jaroměřic nad Rokytnou, nemusí souviset s dočasným technologickým úpadkem ve fázi Ib MMK (podle Palliardiho), potvrzuje třeba pouze lokální zvláštnosti hrubé, nemalované a vysloveně užitkové keramiky, netypické pro MMK.

Tab. I. Fyzikální parametry neolitičké keramiky

Keramiky	Hustota ρ , $10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$	Tloušťka d, mm	Tvrdost T	Nasákavost η , %	Poznámka
Lineární	1,92	11,64	2,25	10,5	Těšetice-Kyjovice
Vypíchaná	2,05	6,35	3,97	8,7	Těšetice-Kyjovice
Moravská malovaná	2,15	8,36	4,66	5,3	tlustostěnná
	2,00	3,68	2,40	8,8	tenkostěnná
	2,07	6,02	4,00	7,1	průměr směsi fragmentů z Těšetice- Kyjovic
	2,02	8,50	2,16	5,9	hrubá, užitková z Jaroměřic n.R.
	2,05	9,23	4,22	5,9	obyčejný střepeu
	2,10	8,81	3,55	5,8	„terra sigillata“
	2,09	9,70	4,31	5,3	„terra nigra“
	2,08	8,95	4,03	5,7	průměr směsi fragmentů z Hrádku u Kramolína

НЕКОТОРЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ НЕОЛИТИЧЕСКОЙ КЕРАМИКИ

Несмотря на бесспорное значение керамики, в археологии не имеется достаточного количества проверенных информации о ее физических параметрах, производстве и технологии. В связи с государственным планом исследований неолитического поселения в Тешетицах—Киевицах (район Зноймо) проверялись 4 основных параметра доисторической керамики. Плотность (ρ) — определяемая отношением (1), влагосмкость (η), по отношению (2), твердость (T) по шкале в Числовом коде моравской расписной керамики и толщина (d), измеряемая специальным микрометром. Выбор

этих физических величин не случаен. Толщина обломка вместе с его плотностью характеризует уровень керамической технологии, твердость же вместе с влагоемкостью степень и качество обжига.

В общем было измерено 750 керамических фрагментов: 334 образца сплошь из объекта четвертого местонахождения Тешетице—Киевице (накольчато-ленточной, линейно-ленточной и расписной керамики — стадия Ia по Паллиарди), далее 80 образцов нерасписанной грубой керамики (стадия Ib) из Яромержиц над Рокитной и 276 обломков (обыкновенной керамики, ненастоящей „terra nigra“ и „terra sigillata“) из Градка вблизи Крамолина (стадия IIa моравской расписной керамики). Результаты резюмируются в табл. 1 и в графиках (рис. 1—4). Их анализ свидетельствует о корреляции между твердостью и влагоемкостью: достаточно измерить твердость, которую можно легко определить. Не была определена корреляция толщины обломка с посредством его плотности; следовательно нельзя смешивать толщину обломка со структурой керамики. В общем можно говорить о заметном хронологическом тренде роста плотности и твердости обломка при одновременном понижении его толщины и влагоемкости. Это явление свидетельствует об усовершенствовании технологии производства керамики в период неолита. Необходимые величины физических параметров керамики из Яромержиц не должны находиться в связи с временным ухудшением состояния технологии в стадии Ib моравской расписной керамики; оно, может быть, подтверждает только местный характер кухонной керамики, нетипичной для моравской расписной керамики.

Перевел Алеш Бранднер

EINIGE PHYSIKALISCHE PARAMETER DER NEOLITHISCHEN KERAMIK

Trotz der unbestreitbaren Bedeutung der Keramik in der Urgeschichte gibt es nicht genug beglaubigte Informationen über ihre physikalischen Parameter, ihre Produktion und Technologie. Im Zusammenhang mit dem staatlichen Plan zur Erforschung der neolithischen Siedlung in Těšetice-Kyjovice (Kr. Znojmo) wurden 4 grundlegende Parameter urzeitlicher Keramik ermittelt. Dichte (ρ) — definiert durch die Beziehung (1), Saugfähigkeit (η) aufgrund der Beziehung (2), Härte (T) nach Skala im Nummerischen Code der MBK und Dicke (d), gemessen mittels Spezial-Mikrometer. Die Auswahl dieser physikalischen Größen ist nicht zufällig. Die Dicke des Scherbens sowie dessen Dichte charakterisieren das Niveau der keramischen Technologie, die Härte und die Saugfähigkeit sodann Grad und Qualität der Ausbrennung.

Insgesamt wurden 750 keramische Fragmente einer Messung unterzogen: 334 Proben durchweg aus Objekt 4 der Lokalität Těšetice-Kyjovice (Stichband-, Linearbandkeramik und bemalte Keramik — Phase Ia nach Palliardi) ferner 80 Proben unbemalter grober Keramik (Phase Ib) aus Jaroměrice nad Rokytnou und 276 Fragmente (gewöhnliche Keramik, unechte „terra nigra“ und „terra sigillata“) aus Hrádek bei Kramolín (Phase IIa MBK). Die Ergebnisse sind in Taf. 1 und in den Diagrammen (Abb. 1—4) zusammengefaßt. Ihre Analyse spricht für eine Korrelation zwischen Härte und Saugfähigkeit; es genügt eine Messung der Härte, die leicht feststellbar ist. Nicht nachweisbar war eine Korrelation zwischen Dicke und Dichte des Scherbens; man darf demnach nicht Stärke des Scherbens mit Zusammensetzung und Struktur der Keramik verwechseln. Allgemein offenkundig ist der chronologische Trend steigender Dichte und Härte des Scherbens bei gleichzeitig sinkender Dicke und Saugfähigkeit. Dies ist ein Beweis für die Vervollkommnung der Technologie der keramischen Produktion im Neolithikum. Der Ausnahmcharakter der Werte der physikalischen Parameter der Keramik aus Jaroměrice muß nicht mit einem zeitweiligen Verfall der Technologie in der Phase Ib der MBK zusammenhängen; sie mag gegebenenfalls lediglich den Lokalcharakter der für die MBK atypischen Gebrauchskeramik bestätigen.

Übersetzt von Dr. Alfons Hubala

