

GOTTFRIED DREWS

GEOCHEMISCHE KLASSIFIZIERUNG UND LOKALISIERUNG KERAMISCHER BODENFUNDE

*Ein Beitrag zur Problematik der Klassifizierung keramischer Bodenfunde und der Bestimmung ihrer Rohstofflager mit geochemischen Methoden am Beispiel der neolithischen Keramik der Siedlung Hüde I am Dümmer See**

Bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts spielten Tonwaren, die sog. „Irden-Ware“, im täglichen Leben des Menschen eine bedeutende Rolle. Koch- und Eßgeschirr, Vorrats- und Transportgefäße waren aus Ton. Die gute Verfügbarkeit des Rohstoffes Ton, seine leichte Verarbeitung und die Zerbrechlichkeit der gebrannten Tonware trugen dazu bei, daß der keramische Scherben heute eines der bedeutendsten Hilfsmittel zur Datierung archäologischer Bodenfunde darstellt. Doch darüber hinaus kann er auch Hinweise auf alte Handels- und Kulturbeziehungen geben. Da die Keramik einerseits Transportgefäß für Handelsgüter, andererseits aber auch selbst Handelsobjekt war, fand sie oft weite Verbreitung. Wenn es daher gelingt, den keramischen Scherben auf einen bestimmten Herstellungsort zurückzuführen, lassen sich aus „fremden“ und „einheimischen“ Scherben einer Fundstelle Aussagen über Art und Umfang des Handels und – bei Beachtung des Vorkommens gleichartiger Scherben in anderen Fundorten – auch über die Handelswege machen.

Die klassische Methode des Vergleichs phänomenologischer Eigenschaften wie Farbe, Form und Verzierung des Scherbens muß allerdings dann bei der Trennung fremden und einheimischen Materials versagen, wenn z. B. infolge einer Mode ein bestimmter Formen- und Verzierungsschatz weiträumig verbreitet war. Auch die Farbe des keramischen Scherbens gibt dann kaum einen brauchbaren Anhaltspunkt. In den einfachen Brennöfen der Frühzeit wurde die Keramik innerhalb eines weiten Temperaturfeldes und häufig unter unkontrollierten Redoxbedingungen gebrannt.

Reduktion, Oxydation und die unterschiedlichen Brenntemperaturen bedingen aber u. a. die Farbe des frisch gebrannten Scherbens. Gelangt der Scherben dann in das Erdreich, mit dem er physikalisch und chemisch reagiert, sei es, daß er ausgelaugt oder daß ihm Fremdmaterial – wie die sehr häufigen Eisenoxydhydrate – zugeführt wird, so verändert sich seine Farbe weiter. Ein und derselbe Scherben kann also je nach Bodenlagerung sehr unterschiedlich aussehen.

*) Die Untersuchungen zu dieser Arbeit wurden 1969/70 am Mineralogischen Institut der Technischen Universität Hannover durchgeführt; Herrn Prof. Dr. E. Eberhard sei für die tatkräftige Unterstützung herzlich gedankt. Die untersuchten Scherben entstammen den Archiven

des Niedersächsischen Landesamtes für Bodendenkmalpflege in Hannover. Herr Dr. Deichmüller traf unter dem umfangreichen Fundmaterial die Auswahl der Proben; auch ihm sei für seine Hilfe herzlich gedankt.

In solchen Fällen ist gelegentlich die Mikroskopie in der Lage, mit einer Untersuchung von Scherbandünnschliffen noch die Identität zweier unterschiedlich aussehender Scherben zu erweisen. Da ein Ton nur selten direkt aus dem Tonlager zu Keramik verarbeitet wurde, sondern meistens mit besonderen Zuschlagstoffen versetzt wurde, kann deren Bestimmung Hinweise auf das Herkunftsgebiet geben. In besonders günstigen Fällen, wie bei der finnischen Asbestkeramik oder der frühmittelalterlichen rheinischen Keramik können solche Zuschläge charakteristisch sein.

Wird jedoch als Zuschlagstoff nur einfacher Sand oder zermahlene Scherben aus demselben Material verwendet, so können bestenfalls, je nach Zuschlagstoff oder -menge, verschiedene Keramikgruppen definiert werden, eine genaue Ortszuweisung ist aber nicht möglich.

Hier hilft dann nur noch die chemische Analyse weiter. Aber die Interpretation ihrer Ergebnisse ist kompliziert. Da es häufig unmöglich ist, in einer gebrannten Keramik die Grundsubstanz Ton – im folgenden Tonmatrix genannt – von den Zuschlagstoffen mechanisch zu trennen, gibt die Analyse nur eine Pauschalzusammensetzung des gesamten Scherbens wieder.

Bei einer nur mit Quarzsand gemagerten Keramik wäre es denkbar, daß die SiO_2 -Werte in Größenordnungen liegen, die von Rohtonen nicht erreicht werden können. In einem so einfach gelagerten Fall ließen sich durch Bestimmung des Quarzanteils im Dünnschliff noch relativ leicht Korrekturen anbringen, die ein Bestimmen der chemischen Bestandteile der Magerung ermöglichen. Wurde als Zuschlagstoff jedoch zermahlene Gestein in wechselnder Menge verwendet, so ist eine Korrektur der chemischen Pauschanalyse mit Hilfe petrographischer Methoden kaum noch möglich, so daß die chemische Zusammensetzung der Tonmatrix unbestimmt bleibt.

Da der keramische Scherben zudem noch lange im Boden gelegen hat, mit dem er entsprechend seiner Brenntemperatur in unterschiedlichem Maße reagiert, sind die Analysenwerte zusätzlich verfälscht. Insbesondere steinzeitliche, niedrig gebrannte Scherben sind oft in erheblichem Maße verwittert. Mit der Verwitterung geht eine Mineralumbildung und oft auch eine Veränderung der chemischen Zusammensetzung – des Chemismus – einher. Aggressive Lösungen, wie stark humussäurehaltige oder alkalische Wässer, greifen den Scherben an, entziehen ihm Bestandteile oder fügen neue hinzu. Bedenkt man, daß ein erheblicher Anteil der Scherbenfunde aus Abfallgruben stammt, so wird der Umfang der Problematik in der Interpretation chemischer Pauschanalysen von Keramiken deutlich.

Auch die Bemühungen, den zur Herstellung der Keramik verwendeten Ton durch die Analyse kleiner Bereiche in der Tonmatrix zu bestimmen, führt häufig nicht sehr viel weiter, da sich nun die Frage erhebt, inwieweit der zur Analyse ausgesuchte Bereich für den gesamten Scherben charakteristisch ist. Betrachtet man Tonlagerstätten mit ihren häufigen Einschaltungen von Kalk-Dolomit- oder Sandsteinlagen, so wird die Fragwürdigkeit derartiger – zumeist sehr kostspieliger – Analysen deutlich.

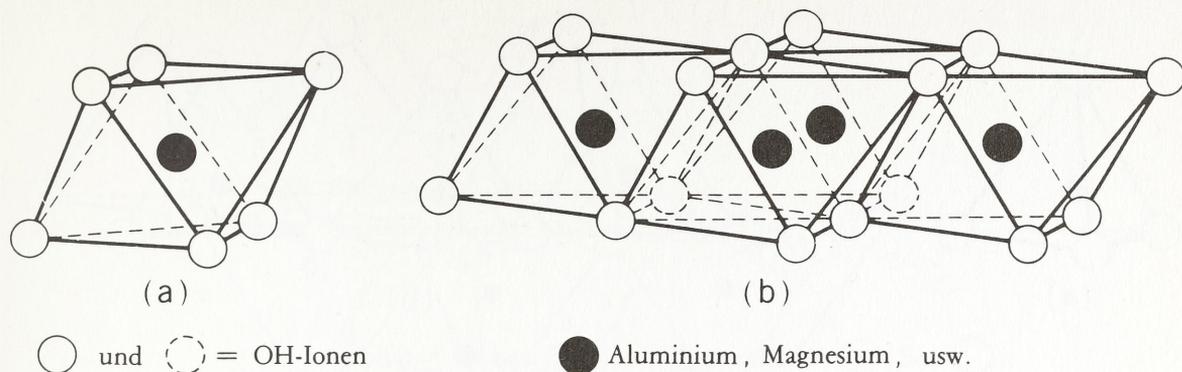


Abb. 1 Oktaederschicht, Grundbaustein der Tonminerale (nach Grim).

Die bisherigen Ausführungen weisen darauf hin, daß es wenig erfolgversprechend ist, einen keramischen Scherben aus einem Bodenfund voll quantitativ zu analysieren und aus den Absolutgehalten der Elemente auf bestimmte Lagerstätten zu schließen. Sinnvoller erscheint die Analyse nur weniger, eine Tonlagerstätte in ihrer Verteilung zueinander jedoch charakterisierender Elemente. Diese Elemente sollten in den üblicherweise verwendeten Zuschlagstoffen entweder nur untergeordnet vorkommen oder sie aber so stark charakterisieren, daß sie sich in einer Pauschalanalyse des Scherbens deutlich durchprägen. Zusätzlich sollten die ausgewählten Elemente sich geochemisch so ähnlich verhalten, daß – wenn auch nicht ihre Absolutgehalte – so doch ihr Verteilungsmuster – d. h. ihre prozentualen Bezüge zueinander – weder durch eine Tonaufbereitung, den keramischen Brand noch durch die lange Bodenlagerung wesentlich verändert wird. Diese Bedingungen werden nur von wenigen Elementen erfüllt, die in Tönen nur in Spuren, d. h. in wenigen zehntausendstel Prozenten enthalten sind.

Zur rechten Auswahl dieser Spurenelemente und zum Verständnis ihres Verhaltens sowohl im Rohton wie auch in der gebrannten Keramik während der Bodenlagerung ist eine kurze Betrachtung der Tonminerale, ihres Aufbaues, ihrer Zusammensetzung und ihrer Entstehung sowie der Bildung von Tonlagerstätten notwendig.

Der Rohstoff „Ton“

Die Bezeichnung „Ton“ ist mineralogisch mehrdeutig; einerseits wird sie als Gesteinsname, andererseits auch zur Bezeichnung eines silikatischen Materials bestimmter Korngröße ($\leq 2 \mu$) und der Eigenschaft, mit Wasser plastisch – d. h. verformbar – zu reagieren, benutzt.

In der Tonlagerstätte findet sich der Ton zumeist als ein Gemisch plastisch reagierender feinkörniger Mineralien mit nichtplastischen Bestandteilen. Ein Ton ist daher in der Regel

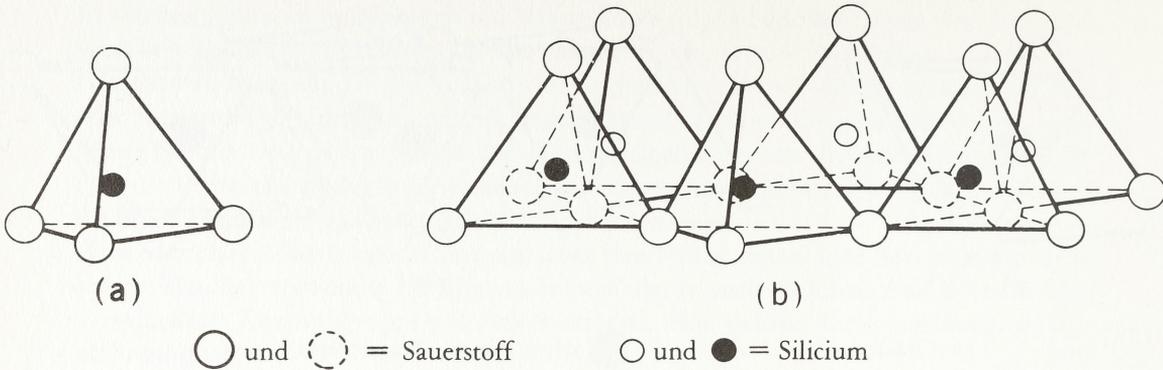


Abb. 2 Tetraederschicht, Grundbaustein der Tonminerale (nach Grim).

ein heterogenes Gemenge mit bestimmten Eigenschaften, dem keine einheitliche chemische Definition zukommt; sein Chemismus schwankt in weiten Grenzen.

Allen Tönen gemeinsam ist das bei den einzelnen Tonsorten unterschiedlich stark ausgeprägte Verhalten, mit Wasser zu einer plastisch verformbaren Masse aufzuquellen und nach dem Austrocknen des Wassers unter Schrumpfung einen festen Körper zu bilden. Dieses Quellvermögen liegt im atomaren Aufbau der einzelnen Tonminerale begründet, in dem 2 Grundbaueinheiten verwirklicht sind: die sog. *Oktaederschicht* (Abb. 1) und die sog. *Tetraederschicht* (Abb. 2).

Die Oktaederschicht wird, wie ihr Name sagt, aus in Oktaedern angeordneten Atomgruppen aufgebaut, in deren Mitte sich ein Aluminium- oder Magnesiumatom befindet, und deren Ecken mit Sauerstoff- oder Hydroxylionen besetzt sind.

Diese Oktaeder lagern sich, wie Abbildung 1 zeigt, in einer blattförmigen Struktur aneinander.

In der Tetraederschicht (Abb. 2) lagern sich flächig SiO_2 -Tetraeder aneinander, in deren Zentrum sich ein Siliciumatom befindet, das in gleichem Abstand von Sauerstoff- und Hydroxylionen umgeben ist.

Durch eine einfache Kombination dieser beiden Struktureinheiten, durch teilweisen Ersatz der Zentralatome mit anderen Elementen und durch Hinzufügen von Magnesiumhydroxid und/oder Wasserschichten lassen sich die blattförmigen Strukturen fast aller Tonminerale aufbauen. So baut sich z. B. die Struktur des *Kaolinit*s, des wohl bekanntesten Tonminerals, allein aus der Kombination der Oktaederschicht und der Tetraederschicht auf (Abb. 3).

Die OH-Ionen im oberen Teil der Darstellung in Abb. 3 sind mit denen an der Basis identisch; sie gehören aber bereits zu einem neuen Schichtpaket aus Oktaeder- und Tetraederschicht. Zwischen den Schichtpaketen bestehen nur sehr schwache Bindungskräfte, so

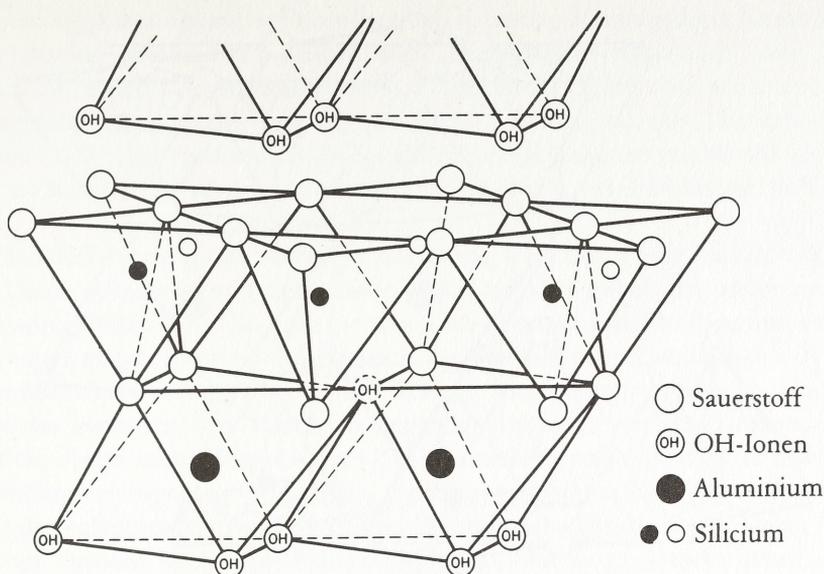


Abb. 3 Struktur des Kaolinitis (nach Grim).

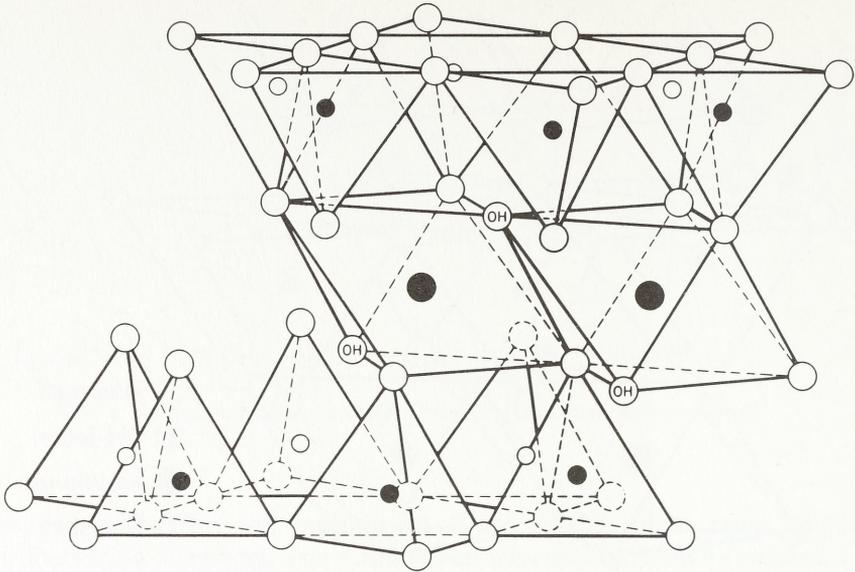
daß die Minerale entlang dieser Flächen sehr leicht aufspalten können; es entstehen blättchenförmige Aggregate, wie sie auf Taf. 48, 1.2, einer elektronenmikroskopischen Aufnahme, gut zu erkennen sind.

Entlang der Schichtfugen kann nun auch das Wasser, beladen mit vielen Spurenelementen, in die Minerale eindringen und sie dadurch aufquellen.

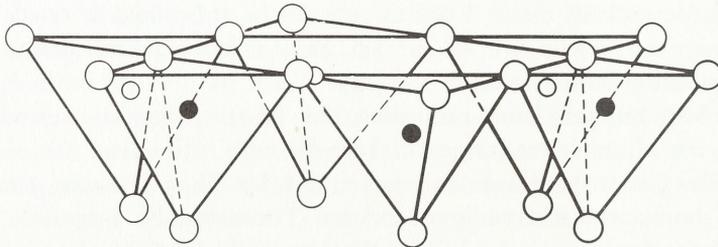
Ähnlich wie das Gitter des Kaolinitis ist auch das des *Montmorillonits*, eines sehr quellfähigen und ionenaustauschfreudigen anderen Tonmaterials, aufgebaut. Nur gehört hier zu einer Struktureinheit auch eine Wasserschicht, entlang der auch organische Moleküle in die Struktur eintreten können (Abb. 4). Dies bedingt eine stärkere Ionenaustauschfähigkeit des Montmorillonits gegenüber der des Kaolinitis. Sie entspricht etwa dem Verhältnis 1:10. Stark montmorillonithaltige Tone sind daher besonders geeignet, Spurenelemente abzugeben bzw. neu aufzunehmen.

Kaum ein Tonmineral ist ideal aufgebaut; in den weiten, sperrigen und blattförmigen Strukturen sind vielfach Fremdatome eingebaut und die ideale Schichtenfolge gestört. Es entstehen so ladungsmäßig unausgeglichene Schichtpakete, die an ihren Oberflächen überschüssige elektrische Ladungen tragen, die nun durch adsorptiv gebundene, d.h. oberflächlich angelagerte Ionen ausgeglichen werden.

Der Wassergehalt, die durch Ionenaustausch oder Adsorption gebundenen Elemente und/oder organischen Moleküle beeinflussen stark das mechanische Verhalten des Roh-



Austauschbare Ionen mit $n\text{H}_2\text{O}$



- Sauerstoff (OH) OH-Ionen ● Aluminium, Eisen
Magnesium
○ und ● Sauerstoff, gelegentlich Aluminium

Abb. 4 Struktur des Montmorillonits (nach Grim).

tones. Diese Eigenschaft des Materials war auch den frühen Keramikern schon bekannt; sie verbesserten durch langzeitiges Lagern des rohen Tones in besonderen Gruben, teilweise unter Zusatz von Chemikalien (= Fäkalien), dem sog. „Mauken“, die Plastizität des Rohstoffes. Der Zusatz von Fäkalien beim Mauken läßt sich gelegentlich noch heute

durch einen signifikant höheren Phosphatanteil in feiner, dünnwandiger Keramik gegenüber gleichzeitig produzierter grober Ware nachweisen. Auch heute sind die beim Mauken ablaufenden Vorgänge noch nicht voll erklärbar. Wesentlich scheinen dabei von Mikroorganismen ausgeschiedene organische Bestandteile zu sein, die mit den Tonmineralien im Wechselspiel stehen. Wenn die frühen Keramiker von diesen Zusammenhängen auch nichts wußten, so verstanden sie doch aus Erfahrung sich ihrer zu bedienen.

Bei der Tonaufbereitung und seiner Verarbeitung wird der Masse reichlich Wasser zugesetzt. Dieses Wasser ist nun einerseits in den Mineralien gebunden, andererseits – und das zum allergrößten Teil – liegt es zwischen den Tonmineralblättchen und ermöglicht deren Gleiten gegeneinander und dadurch die plastische Verformung der Rohmasse. Nach dem Formen eines Gefäßes schließt sich der Trocknungsvorgang an. Hierbei wird zunächst das zwischen den Mineralen liegende Wasser durch Verdunstung entfernt, teilweise entweicht auch etwas von dem Zwischenschichtwasser. Damit ist eine beträchtliche Volumenverringering verbunden, die bei ungünstigen Massen zu Trockenrissen schon in den luftgetrockneten lederharten Erzeugnissen führen kann. Daher wird den Tonmassen zumeist nicht quellfähiges Material, der sog. Zuschlagstoff oder die Magerung, zugesetzt. In dem anschließenden Brand entweicht auch das restliche adsorptiv oder in Gitterzwischenräumen gebundene Wasser, bis schließlich unter teilweisem Zusammenbruch der Strukturen das in den Hydroxylgruppen enthaltene Wasser ausgetrieben wird. Die mit der Magerung oder durch das Mauken in den Ton eingebrachten Fremdbestandteile bleiben dabei zurück.

Bei weiterer Temperatursteigerung brechen schließlich die Strukturen der Tonminerale völlig zusammen, und unter Reaktion mit den nichtplastischen Bestandteilen der Masse werden neue stabile Verbindungen aufgebaut. Der Temperaturbereich, in dem sich diese Vorgänge abspielen, liegt etwas oberhalb 850°C , die genaueren Temperaturen werden aber weitgehend durch die Art der Zuschläge, der durch Ionenaustausch und/oder adsorptiv gebundenen Spurenelemente und der Belüftung des Ofens bestimmt. Bilden nun die Spurenelemente auch bei hohen Temperaturen beständige Verbindungen, so kann man sie auch nach dem Brand im keramischen Scherben wiederfinden.

Daher bietet die Analyse bestimmter Elementgruppen des gebrannten keramischen Scherbens grundsätzlich eine Möglichkeit, aus demselben Rohstoff hergestellte Ware verschiedenster Formen als zusammengehörig zu identifizieren. Sofern sich die zur Analyse ausgewählten Elemente auch noch zur Identifizierung verschiedener Tonlagerstätten eignen, ist auch die Bestimmung des Herstellungsgebietes einer Keramik möglich.

Dieses so einfach klingende Konzept wird aber durch die Eigenschaft der Tonminerale, mit ihrer Umgebung Ionen auszutauschen, leider empfindlich gestört. Der endgültige Strukturzusammenbruch und die Mineralneubildung beim Brand finden erst bei Temperaturen oberhalb ca. 850°C statt. Viele archäologisch interessante Keramiken sind

z. B. bei Temperaturen unterhalb dieses Wertes gebrannt. Bei niedrigeren Brenntemperaturen bleiben die Strukturen noch teilweise erhalten und können sich bei entsprechenden Bedingungen, d. h. bei langer Feuchtlagerung, wieder regenerieren. Tonmineralien sind ihrerseits selbst weitgehend Verwitterungsneubildungen. Gelangt ein nur schwach gebrannter Scherben ins Erdreich, so wird einerseits eine teilweise Regeneration der alten Strukturen, andererseits eine Verwitterung mit entsprechender Tonmineralneubildung stattfinden. Damit kann aber ein erneuter Ionenaustausch mit der Umgebung eintreten. Das heißt, daß vor allen Dingen das Spurenelementverteilungsmuster des keramischen Bodenfundes gegenüber dem des frisch gebrannten Scherbens vom Bodenmuster überprägt sein kann.

Dieser Aspekt ist für die Auswahl der zu bestimmenden Elemente äußerst wichtig. Denn es hat daher keinen Sinn, geochemisch äußerst mobile, in den Böden und Oberflächenwässern allgegenwärtige Elemente auszuwählen. Andererseits dürfen die zur Charakterisierung des Scherbens herangezogenen Elemente geochemisch auch nicht allzu selten sein, da sie sich bei der Tonlagerstättenbildung dem abgelagerten Ton in ausreichender Menge anlagern sollten. Als weitere Kriterien für die Auswahl sind geochemisch gleichartiges Verhalten während der Verwitterungsprozesse und das Vorkommen in anthropogenen Schichten heranzuziehen. Das geochemisch gleichartige Verhalten ist notwendig, damit bei Lösungserscheinungen am Bodenfund, wenn auch nicht die Absolutgehalte an Spurenelementen, so doch wenigstens deren Verteilungsmuster erhalten bleiben. Das Vorkommen der Elemente in anthropogenen Schichten sollte so gering wie möglich sein, damit nicht durch starken Ionenaustausch das Verteilungsmuster völlig verändert wird; Kupfer, Zinn und Zink, die sich zur Unterscheidung verschiedener Tonlagerstätten ansonsten gut eignen würden, müssen daher von der Betrachtung ausgeschlossen bleiben.

Unter Beachtung aller erwähnten Kriterien bieten sich zur chemischen Charakterisierung von Rohtonen und keramischen Bodenfunden vor allem die Elemente Chrom, Nickel und Vanadium an. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Gehalte dieser Elemente in verschiedenen Gesteinstypen, die als Ausgangsmaterialien für die Bildung von sekundären Tonlagerstätten dienen können. Da Tonlagerstätten oft aus dem Verwitterungsschutt geologischer Einheiten gebildet werden, in denen der eine oder andere Gesteinstyp vorherrscht, ist zu erwarten, daß sich auch in den Lagerstätten die verschiedenen Verteilungsmuster – d. h. die Prozentsätze zueinander – widerspiegeln.

Wie man sieht, sind in den Tonen gegenüber den Ausgangsgesteinen – mit Ausnahme der Ultrabasite und der Basalte – die Chrom-, Nickel- und Vanadiumgehalte stark erhöht. Hierin spiegelt sich das starke Absorptionsvermögen der Tone für diese Spurenelemente wider.

Allerdings ist auch bei der Verwendung der Chrom-, Nickel- und Vanadium-Werte zur Klassifizierung von Keramiken Vorsicht geboten. Auf das Ionenaustauschvermögen nach dem Brand regenerierter Tonmineralien ist bereits hingewiesen worden; dieses

Durchschnittliche Gehalte in ppm (1 ppm = $\frac{1}{10000}$ %)

Gesteinstyp	Chrom	Nickel	Vanadium
Ultrabasite	1600–2000	2000	40
Basalte	170–200	130–160	200–250
Syenite	2	4	30
Diorite	50	55	100
saure Gesteine			
SiO ₂ -Ca-reich	22	15	88
SiO ₂ -reich, Ca-arm	4,1	4,5	44
Granite	25	8	40
Schiefer	90	68	130
Sandstein	35	2	20
Karbonate	11	20–30	20
Im Vergleich dazu enthalten Tone durchschnittlich fol- gende Werte dieser Spuren- elemente	90	225	120

Tabelle 1 Durchschnittsgehalte an Chrom, Nickel und Vanadium in den Hauptgesteinsarten der Lithosphäre (nach Rössler-Lange).

Verhalten ist besonders bei Funden aus Böden zu berücksichtigen, die mit modernen Kunstdüngern behandelt wurden, da diese Dünger die aufgeführten Elemente in beträchtlichem Umfang enthalten. Auch Funde aus Fäkaliengruben sind kritisch zu betrachten, da bei ihnen die Gefahr erhöhter Vanadiumwerte besteht. Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß u. U. die Bestimmung der Chrom-, Nickel- und Vanadiumgehalte keramischer Scherben und von Tonlagerstätten eine Korrelation von Scherben und Rohstoffquellen ermöglichen kann. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist jedoch wegen der Komplexität des Rohstoffes Ton Zurückhaltung geboten.

Da sich der Einfluß der Bodenlagerung auf den Scherben experimentell nur sehr schwer oder gar nicht nachahmen läßt, bietet die Untersuchung archäologischen Fundmaterials aus einer über längere Zeit kontinuierlich bewohnten prähistorischen Siedlung, das unter ungünstigen Bedingungen – wie z. B. in Moorböden – gelegen hat, eine ausgezeichnete Gelegenheit, das aufgezeigte Konzept der Korrelierung von keramischen Scherben und Rohstoffquellen zu überprüfen.

Denn bei einer kontinuierlich bewohnten prähistorischen Siedlung ist es als sehr wahrscheinlich anzusehen, daß der Rohstoff zu der hier vorgefundenen Keramik in der näheren Umgebung zu finden ist. Befinden sich in dem zu erwartenden Lebensraum der Siedler zudem noch die verschiedenartigsten Tonlagerstätten aus unterschiedlichen geologischen Formationen, so kann der Fundkomplex zum idealen Testfall für das

aufgezeigte Konzept werden. Derartig ideale Voraussetzungen sind bei dem Fundmaterial aus der neolithischen Siedlung Hüde I am Dümmer See in Nordwestdeutschland gegeben. Hier bieten sich in einem Umkreis mit dem Radius von ca. 30 km um den Fundplatz herum quellfähige, zur Verarbeitung geeignete Tone vom Oberen Keuper bis zum Alluvium als mögliche Rohstoffe für die in der Siedlung gefundene Keramik an.

Die neolithische Siedlung Hüde I

Nördlich der Höhenzüge des Teutoburger Waldes und des Wiehengebirges liegt, eingebettet in eine der typischen Talsandebenen Nordwestdeutschlands, der heute ca. 16 km², ehemals 45 km² große Schmelzwassersee des Dümmer. Nordwestlich des Sees erheben sich aus der Ebene die Hügel der Dammer Berge, einer Stauchendmoräne mit eingeschuppten tertiären Tonschollen, die auch weiter westlich in den Ankumer Bergen anstehen. Südwestlich des Sees treten aus dem mit Grundmoränenschutt überdeckten Gelände der Stemweder Berge mit ihren Wealden- und Unterkreide-Tonen hervor, während weiter südlich, hervorgehoben durch die Flexur des Wiehengebirges die mesozoischen Schichten des Juras mit fetten Klinkertonen anstehen.

Ausgehend von den Höhenzügen des Wiehengebirges durchfließt die Hunte die Talsandebene in süd-nördlicher Richtung (Beilage 6). Nur ca. 1,5 km südlich des heutigen Eintritts der Hunte in den Dümmer See wurden 1956 im Ochsenmoor nahe Hüde neolithische Funde gemacht. 1961 durchgeführte Probebohrungen wiesen durch einen erhöhten Phosphatgehalt im Boden auf einen größeren Siedlungsplatz hin, der in den Jahren 1962–1967 systematisch ergraben wurde (Abb. 5).

Rekonstruiert man die Landschaftsverhältnisse zu Beginn der Besiedlung, so lag der Platz in einem weiten Bruchwaldgebiet, das im Süden dem See vorgelagert war. Ein Gewirr aus umgestürzten Stämmen und wild wucherndem Jungholz bildete neben zahllosen kleinen Wasserflächen ein schwer durchdringbares Gelände und einen eigentlich wenig einladenden Untergrund für eine Siedlung.

Um eine bessere Vorstellung von den Bodenverhältnissen im näheren Umkreis der Siedlung zu erhalten, wurde darum vom Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung ein größerer Bereich um die Siedlung – bis zum heutigen Ufer des Dümmer hin – mit Hilfe eines dichten Netzes flacher Bohrungen näher untersucht. Vor allem sollte dabei die Höhenlage des Siedlungsplatzes gegenüber seiner Umgebung festgestellt werden.

Da die Siedlung Hüde I in einem Gebiet liegt, das der See zur Zeit seiner größten Ausdehnung bedeckt hatte (Dahms 1972), wird der Untergrund der Siedlung aus verschiedenen Mudden als Sedimenten des Sees gebildet, über denen Schilf- und Seggentorfe der Verlandungszeit und als oberstes Bruchwald-Torf lagert. Die Mudden, die hier vom Präboreal bis zum frühen Atlantikum gebildet wurden, haben im Bereich der Siedlung Hüde I eine Mächtigkeit von 1,2 bis 1,5 m. Sie sind durchweg wassergesättigt und weich.

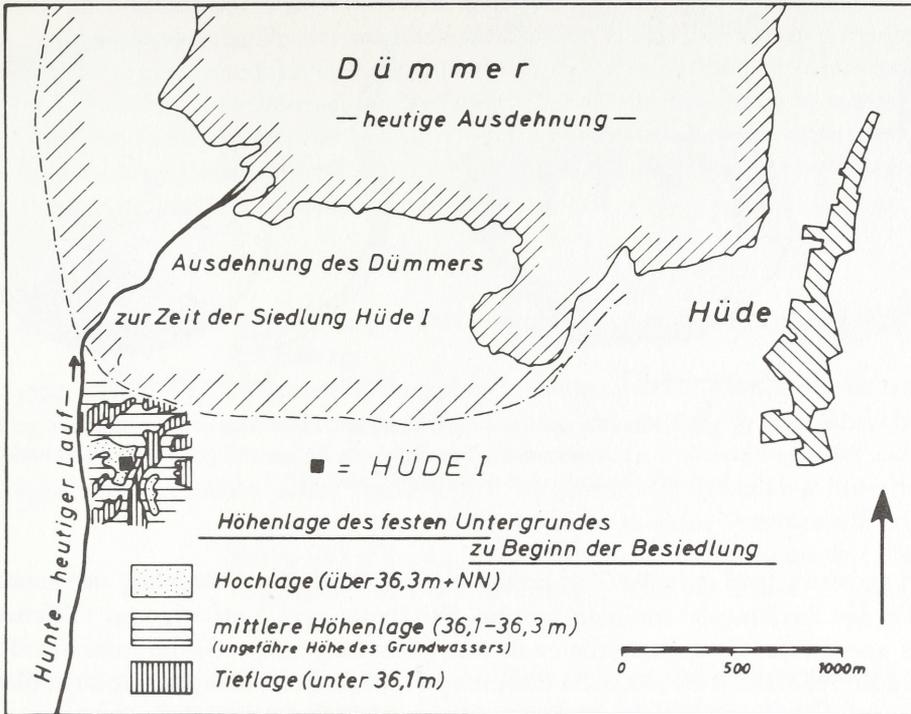


Abb. 5 Lage der Moorsiedlung Hüde I zum damaligen Ufer des Dümmer Sees und mögliche Wasserwege (nach Deichmüller 1974).

Die Schilf- und Seggentorfe besitzen eine Mächtigkeit bis 0,6 m, häufig sind sie jedoch nur als dünne Lage zwischen die Mudden und den Bruchwaldtorf eingeschaltet. Der Bruchwaldtorf, der sich auch während der Zeit der Besiedlung noch weiterhin bildete, hat dort heute eine Gesamtmächtigkeit von 0,6 bis 0,8 m, zu Beginn der Besiedlung stellenweise nur von 1 cm. Der Bruchwaldtorf besteht vor allem aus stark zersetzten Pflanzenresten mit reichlichem Anteil von gut erhaltenem Holz, von dem teilweise noch Baumstämme mit Durchmessern von über 0,5 m zu erkennen sind. Linsenförmige Einschaltungen von Feindetritus-Mudde zeigen an, daß der Bruchwald viele kleine offene Wasserflächen enthielt. Die Konsistenz des Bruchwaldtorfes ist wie die der Mudden durch den großen Wassergehalt sehr weich, nur der hohe Anteil des widerstandsfähigeren Holzes verleiht ihm als Untergrund eine gewisse Stabilität.

Die Vermessung der Oberflächen der verschiedenen Ablagerungen im Untergrund ergab nun, daß der Siedlungsplatz zu Beginn nur etwa 10 bis 30 cm über die Umgebung herausragt haben kann. Bei dem weichen, nassen Boden ist das sicher kein idealer Bau-

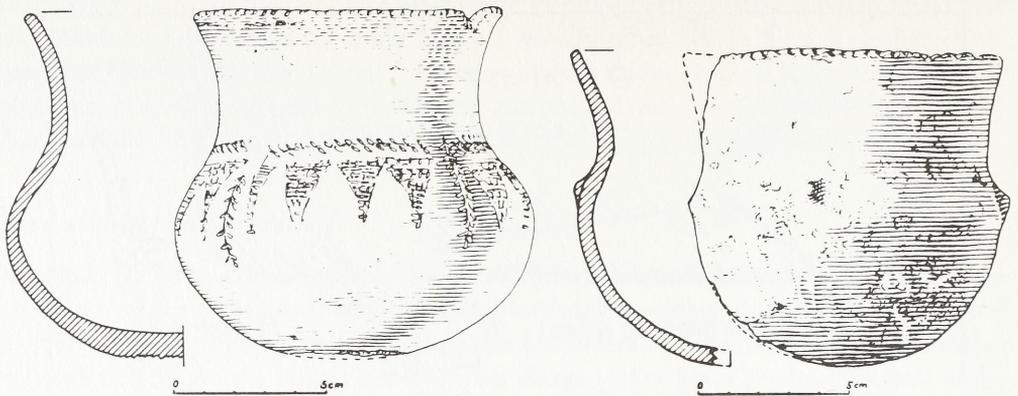


Abb. 6. 1 Verzierter Rundbodenbecher mit gekerbtem Rand und einem Dekor aus hängenden gefüllten Dreiecken, Rössener Keramik. – 2 Kleiner rundbodiger Dümmer-Becher mit gekerbtem Rand und trichterförmig ausladendem Hals (nach Deichmüller 1974).

grund gewesen. Im Laufe der Zeit erfuhr er zwar durch die Anhäufung der gesamten Abfälle des Siedlungslebens eine gewisse Erhöhung und Verfestigung. Gleichzeitig wuchs aber in der Umgebung (bei wahrscheinlich steigendem Grundwasserstand) der Bruchwald ebenfalls in die Höhe, bis er dann später auch die Siedlung, als sie im Subboreal aufgegeben wurde, überwucherte und mit einer Torfschicht zudeckte.

Ob der Siedlungsplatz in diesem unwirtlichen Bruchwald für die damaligen Bewohner durch seine Unzugänglichkeit bei Bedrohungen von außen vorteilhaft war, oder wegen seiner zentralen Lage in einem sehr wildreichen Gebiet gewählt wurde, können wir nicht sagen. Immerhin ist er mehrere Jahrhunderte hindurch ohne deutliche Unterbrechungen bewohnt worden.

Von Bedeutung für die Auswahl des Siedlungsplatzes ist aber sicher gewesen, daß am Siedlungsplatz entlang, wie die Untersuchungen des Untergrundes ergeben haben, eine offene Wasserrinne bestanden hat, die mit Booten – wie einem am Rande der Siedlung gefundenen Einbaum – befahrbar war und einen Zugang zum See ermöglichte (Abb. 5). Wenn auch das Ufer des Sees zu der Zeit nur wenig nördlich des Siedlungsplatzes gelegen haben muß, so war es doch sicher wegen des vorgelagerten weiten Verlandungsstreifens zu Fuß nicht erreichbar. Nur ein Wasserweg kann eine ständige sichere Verbindung gewährleistet haben. Wahrscheinlich stand die zum See führende Wasserrinne auch in Verbindung mit der Hunte, die heute wenig westlich des Siedlungsplatzes vorbeifließt, oder einem der auf alten Karten noch angegebenen Bäche, etwa der Twistlake (Dahms 1972). Damit könnte in der Nutzung der Wasserwege durch die ehemaligen Bewohner der Siedlung Hüde I der Schlüssel für die Wahl des Siedlungsplatzes im Moor liegen.

Da sich im Niedermoor sehr viel bearbeitetes Holz, Holzpfähle, Holzgegenstände, ja sogar eine Holzschale außer der reichlich anfallenden Holzkohle von den Feuerstellen erhalten hatte, und da auch an Gefäßen anhaftende Speisereste, vielfach aus Getreidebrei in der Grundsubstanz bestehend, für Radiokarbon-Datierungen geeignet waren, konnten zahlreiche Fundgegenstände zeitlich eingestuft werden. Darüber hinaus war sogar eine statistische Auswertung aller ^{14}C -Proben nach der Ermittlung von Häufigkeitsverteilungen möglich (Dr. Geyh, Hannover).

Es ergaben sich folgende Besiedlungszeiten:

- I. 4200–3700 v. Chr. Während dieser Zeit erfolgte die erste, noch zahlenmäßig geringe Besiedlung.
- II. 3700–3180 v. Chr. Hauptbesiedlungsphase mit einer großen Anzahl bearbeiteter und radiokarbondatierter Hölzer, die außerhalb des Bereiches der oberen Kulturschicht auftraten.
- III. 2950–2700 v. Chr. Zwischen Phase II und III scheint die Besiedlung unterbrochen worden zu sein. Hierfür könnten auch die Unterschiede im Fundgut sprechen (s. u.). Die Funde deuten aber zumindest die Möglichkeit an, daß der Wohnplatz auch im frühen 3. Jahrtausend besiedelt war.

Die Besiedlung des Wohnplatzes begann also bereits Ende des 5. Jahrtausends v. Chr. und es scheint, daß mit den ersten Siedlern, zu deren Hinterlassenschaft Spitzbodengefäße und teilweise noch mesolithisch anmutendes Flintgerät gehört, das Neolithikum am Dümmer begonnen hat. Altersmäßig entspricht jedenfalls diese Zeit etwa der Ellerbek-Ertebölle-Kultur des frühen nordischen Neolithikums. Mit einem Alter von 4110 ± 115 v. Chr. (^{14}C -Labor, Nr. Hv 1220, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover) gehört auch ein Bogenstab aus Eibe zum Gerät der frühesten Siedler. Dabei handelt es sich um einen Werkbogen, mit dem man im Sinne des Fiedelbohrers Feuer bohrte, oder den man auch zum Bohren eines Loches in ein Steinbeil verwendete.

In der zweiten Phase der Besiedlung, der Hauptbesiedlungszeit, finden wir große Mengen einer Keramik, die entweder unmittelbar dem Formengut der mittelneolithischen Rössener Kultur entspricht (Abb. 6,1) oder aber, und das ist die weitaus größere Menge, Rössener Stileinfluß verrät. Es handelt sich hierbei um Bechergefäße mit runden Böden, trichterförmigen Halsteilen und gekerbten Rändern (Abb. 6,2), um Kugelbecher mit oftmals reichem Dekor und um rundbodige Vorratsgefäße. In verschiedenen Größen kommen auch rundbodige Schalen vor. Nur selten sind die typischen Rössener Kugeltöpfe vorhanden. Eine fast völlige Übereinstimmung mit dem Rössener Formenschatz zeigt sich bei zwei Kugelbechern, die mit Furchenstichreihen und -mustern reich verziert sind. Aber auch Steingeräte, wie z. B. einige typische sog. Rössener Keile,

machen den Rössener Kultureinfluß deutlich. Demnach kann kein Zweifel darüber bestehen, daß während des 4. Jahrtausends v. Chr. eine Menschengruppe aus dem Kreise der Rössener Kultur den Wohnplatz im Ochsenmoor innehatte. Ob die Siedler aus Mitteldeutschland oder aus West- bzw. Südwestdeutschland stammten, läßt sich nicht näher bestimmen.

Die dritte und jüngste Besiedlungsphase, stratigraphisch gekennzeichnet durch die obere, feste Kulturschicht, und schon in die Periode des Subboreal hineinreichend, hat ein anders geartetes keramisches Fundgut hinterlassen. Hier seien nur zwei Fundstücke erwähnt: ein Trichterbecher mit geradem Boden und einer Winkelleiste unterhalb des Schulterumbruches, dessen Form mit dem Trichterbechertyp der Baalberger Gruppe Mitteldeutschlands vergleichbar ist und das Bruchstück einer Schale mit kleiner Schnuröse und tiefstichkeramischen Verzierungselementen unter dem Rand. Ein Tannenzweigmuster ist durch eine Stichreihe begrenzt, die in der Technik des Rössener Doppelstiches ausgeführt ist (Deichmüller 1965 b). Andererseits treten Verzierungstechniken wie Wickelschnur- und Flechtschnurabdrücke, die nicht Rössener Ursprungs sind, im Zusammenhang mit Rössener Gefäßformen auf.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß am Südrand des Dümmer Sees über ca. 1500 Jahre eine Siedlung bestand, in der sich eine eigene Spielart der Rössener Keramik, die sog. Dümmer-Keramik entwickelte.

Die oberflächlich abgelagerten Gefäßscherben aus der Siedlung lagen zunächst in gut durchwässerten, oxydierenden Bruchwaldschichten, wurden jedoch später von Torf überdeckt, in dem sie unter reduzierendem Milieu die Jahrtausende überdauerten. Der sie umgebende Boden zeichnet sich durch extrem hohe Phosphatgehalte, hervorgerufen durch große Knochenansammlungen, aus. Die Scherben lagen also unter schlechten, für die Erhaltung ihres Originalzustandes ungünstigen Bedingungen in stark anthropogen geprägten Schichten.

Da die Siedlung nahezu kontinuierlich bewohnt war und sich keine Anzeichen für einen abrupten Wechsel in der Bevölkerung finden, ist es naheliegend, die Rohstoffquellen für die vorgefundene Keramik in der unmittelbaren Umgebung der Siedlung zu suchen. Da in dem unmittelbaren Lebensraum der Siedler, einem Gelände im Umkreis von ca. 30 km um die Fundstelle, gute, zur Verarbeitung geeignete Tone unterschiedlichen geologischen Alters zu finden sind, kann man anhand der Dümmer-Keramik prüfen, ob es möglich ist, mit Hilfe der Chrom-Nickel-Vanadiumverteilung in den Scherben die Rohstoffquellen einer Keramik zu finden.

Die Analyse der Keramik: 1. Mikroskopische Untersuchung

Aus dem umfangreichen, ca. 4500 kg umfassenden Scherbenmaterial wurden insgesamt 47 stratigraphisch gut einzuordnende Einzelscherben ausgewählt und im Anschluß und im Dünnschliff untersucht. Von den 47 Scherben gehören 23 den Siedlungsperioden I

und II und 21 der Siedlungsperiode III an; drei Scherben ließen sich stratigraphisch nicht eindeutig einordnen.

Die aus den Magazinen des Landesamtes für Bodendenkmalpflege in Hannover stammenden Scherben waren durchweg oberflächlich gereinigt.

Ihre Farbe ist im allgemeinen schwarzbraun-schwarz; einige sind jedoch auch weißlich-gelb. Die Gefäßaußenseiten sind teils glatt, teils durch herausragende Gesteins- oder Mineralsplitter rau. Die – ehemaligen – Gefäßinnenseiten tragen häufig bis zu 3 mm starke Krusten inkohlter Speisereste (?). Die so inkrustierten Scherben sind unter den organischen Resten stets schwarz gefärbt. Sie haben im allgemeinen einen stark muscheligen Bruch; an den Bruchkanten bröckeln sie leicht ab und sind ansonsten zumeist mit dem Fingernagel ritzbar.

Der Mittelteil des Tonkörpers ist durchweg gröber als die oberflächennahen Zonen. Dies kann teils beabsichtigt, teils auch durch einfaches Einebnen und Glätten der die Scherben aufbauenden Tonwülste hervorgerufen worden sein.

An mehreren Scherben ist ein deutlicher Schichtaufbau erkennbar; über relativ groben Kernzonen liegen an Gefäßinnen- und -außenseite feiner geschlammte Tonüberzüge, die sich zumeist auch farblich von der Kernpartie abheben.

Ein farblicher Unterschied zwischen Innen- und Außenbezirken allein weist jedoch nicht zwingend auf bewußt angelegte Engoben hin, da durch Bodenwässer die Scherben vielfach oberflächlich angelöst und farblich verändert worden sind. Die manchmal auftretenden inkohlten Krusten aus Speiseresten (?) haben offensichtlich die Scherben vor allzu starker Auslaugung geschützt, denn die – ehemals – unbedeckten Gefäßaußenseiten sind stets stärker angegriffen als die Innenseiten.

Eine Entscheidung, ob über einen Gefäßkern bewußt ein feingeschlammter Überzug gelegt worden ist, kann nur durch die mikroskopische Untersuchung im Anschliff und im Dünnschliff erfolgen. Die dabei zu beachtenden Kriterien sind:

1. Die Farbe von Kern- und Oberflächenzonen,
2. die Korngrößenverteilung in Kern- und Oberflächenzonen,
3. der Abrollungsgrad der beigemengten Grobkomponente,
4. die Verteilung der organischen Bestandteile einer Scherbe,
5. der Verlauf von Trocken- und Brennrissen,
6. die Ausbildung einer Trennlinie zwischen Kern- und Oberflächenlagen.

Da bei der Herstellung der Gefäße mit größter Wahrscheinlichkeit „Naß in Naß“ gearbeitet wurde, sind saubere Grenzflächen nur bedingt zu erwarten. Einen besseren Hinweis geben zonale Anreicherungen inkohlter organischer Substanz, die sich bevorzugt im feingeschlammten Ton ansammelt. Diese organischen Bestandteile liegen zum größten Teil in kleinen kugeligen Aggregaten vor; es dürfte sich dabei um schon im Rohton inkohlte Reste handeln. Stellenweise deutet die Form der Inkohlungen jedoch auch auf Wurzelreste hin; dann dürfte oberflächennaher, stark durchwurzelter Ton verwendet worden sein. Dabei gibt es alle Übergänge und Kombinationen. Gelegentlich kommen

auch bis zu 4 mm große Ton-Kohle-Klumpchen vor. Eine Erklärung hierfür kann die Verwendung schlecht aufgearbeiteter angequollener Schiefertone geben.

Da sich fette – ebenfalls in der Umgebung der Fundstelle anstehende – Tone wegen ihrer großen Brennschwindung im Rohzustand sehr schlecht zum Töpfeln eignen, wird der Ton eines Teiles der Scherben wahrscheinlich bewußt gemagert worden sein; die Entscheidung darüber ist allerdings häufig unsicher.

Die rings um den Dümmer weit verbreiteten Flugsande können sich in Bachbetten und stark durchwässerten Böden sehr gut mit einem primär fetten Ton vermischt haben. Diesen Vorgang kann man eine „natürliche Magerung“ nennen.

Eindeutige Hinweise auf beabsichtigte Magerungen geben nur schlierenförmige Einlagerungen stark sandiger Massen in einem fetten Ton, deren Korngrößenverteilung und Abrollungsgrad sich wesentlich von denen der Tonmatrix unterscheiden. Solche Erscheinungen sind im Anschliff besser zu erkennen als im Dünnschliff.

Wegen der Möglichkeit einer „natürlichen Magerung“ und den Schwierigkeiten, natürliche und künstliche Magerung eines Tones zu trennen, ist eine exakte petrographische Untersuchung der Scherben zur Klärung der Herkunft ihrer Rohstoffe in unserem Falle wenig sinnvoll.

Eine grobe Durchsicht der Dünnschliffe ergibt aber dennoch eine Einteilungsmöglichkeit in drei Gruppen:

1. Der Scherben besitzt einen dichten, feinkörnigen Tonkörper; die Grobkomponente besteht zumeist aus relativ gut abgerolltem Quarz (Taf. 49, 1).
2. Der Scherben besitzt ebenfalls eine feinkörnige Matrix, die Grobkomponente ist jedoch scharfkantiges Material, Quarz oder Feldspatbruchstücke. Die Magerung ist sehr grobkörnig – Korndurchmesser bis ca. 4 mm – gelegentlich sind auch frische Gesteinsbruchstücke mit Quarz/Feldspat/Hornblenden eingestreut (Taf. 49, 2).
3. Der Scherben hat einen feinkörnigen, dichten Tonkörper mit reichlich gut abgerundetem Quarz und stark zerfaserten und zersetzten Gesteinsbruchstücken (Taf. 49, 3).

Die Deutung dieser groben Klassifizierung ist schwierig und in jedem Fall unsicher. Die Scherben der Gruppe 1 scheinen aus einem ungemagerten oder „natürlich gemagerten“ Ton hergestellt zu sein, wie er häufig in den Bachanschnitten südlich des Dümmers gefunden wird. Die Scherben der Gruppe 3 könnten pleistozänes Material enthalten, das westlich und südwestlich der Fundstelle heute in ca. 1 m Tiefe vorhanden ist, gelegentlich auch oberflächlich ansteht. Bei den Scherben der Gruppe 2 scheint es sich um fette Tone zu handeln, die bewußt mit Grundmoränenschutt gemagert worden sind.

Über die Brenntemperatur der Keramik ist keine genaue Angabe möglich. Obgleich auch in relativ primitiven Brenneinrichtungen Temperaturen um 1000° C erreicht werden können, scheinen die Dümmerkeramiken nicht oberhalb 850° C gebrannt worden zu sein. Röntgenographische Stichproben zeigten in den Scherben beträchtliche Mengen an Tonmineralien. Die Frage, ob diese Minerale den Brand überdauern haben, oder ob es sich um Neubildungen handelt, wurde nicht näher untersucht.

Nur in zwei Scherben fanden sich Hinweise auf sehr hohe Temperaturen, denen die Scherben ehemals ausgesetzt waren. In Zwickeln zwischen aneinandergrenzenden Mineralen fanden sich Spuren von Cordierit, die offensichtlich neu gebildet worden waren. Cordierit kann sich aus reinen Montmorilloniten bei ca. 1240°C bilden. Die Neubildungen konnten leider nicht genauer untersucht werden. Wenn es sich aber um Eisen-Cordierit handelt, so wären zu seiner Bildung aus stark verunreinigten, eisenhaltigen Montmorilloniten nur ca. 1080°C erforderlich, Temperaturen, die auch in einfachen Brennanlagen erreicht werden können. Der schlechte Erhaltungszustand der Keramik läßt allerdings vermuten, daß diese Temperaturen nur kurzfristig eingehalten werden konnten.

Die Analyse der Keramik: 2. Chemische Analyse

a) Probenahme der Rohtonproben

Wie in der Fundbeschreibung erwähnt, lag die neolithische Siedlung Hüde I direkt am damaligen Ufer der Hunte in unmittelbarer Nähe zum Dümmer See. Da bei der Siedlung ein Boot gefunden wurde, muß man damit rechnen, daß die Siedler ihren Rohstoff auf dem Wasserweg herbeigeschafft haben. Deshalb sind alle Tonvorkommen am Rande des ehemals wesentlich größeren Dümmer Sees und entlang des Huntelaufes für die Untersuchung wichtig. Daher wurde bei der Probenahme den kleinen Aufschlüssen in den Dammer Bergen und des Huntetales besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Da man aber eine Zuordnung von Keramikscherben und Rohstofflager nur dann treffen kann, wenn man eine Vorstellung über die Variationsbreite der Elementverteilungen innerhalb eines Rohstofflagers und der zwischen den Tonen unterschiedlicher geologischer Formationen besitzt, wurden, so oft es die Umstände erlaubten, mehrere Proben aus verschiedenen Bereichen der Lagerstellen entnommen. Da das Ziel der Untersuchung keine geologische Stratigraphie mit geochemischen Methoden ist, wurden die Proben nicht nach mehr oder weniger erkennbaren Schichtungen in den Lagern, sondern statistisch verteilt über das Lager genommen. Insgesamt wurden so 292 Rohtonproben gewonnen, die dann zusammen mit den 47 Scherben emissions-spektralanalytisch quantitativ auf die Elemente Chrom, Nickel und Vanadium analysiert wurden (Probenahmestellen s. Beilage 6).

b) Analysentechnik und Ergebnisse

Von den gereinigten Keramikscherben wurden ca. 100 mg möglichst zuschlagfreie Substanzmengen abgebrochen und im elektrischen Ofen zwei Stunden bei 850°C oxydierend gebrannt. Die vor dem Brand grauen bis weißlichen Bruchstücke färbten sich durchweg fleischfarben bis ziegelrot.

Die Rohproben wurden luftgetrocknet ebenfalls zwei Stunden oxydierend gebrannt. Nach dem einheitlichen Brand wurden von allen Proben ca. 50 mg im Achatmörser fein gepulvert und mit der gleichen Menge spektralreinen Kohlepulvers, dem 500 ppm Platin beigemischt war, vermischt. Pro Rohprobe oder Scherbe wurden jeweils drei Elektroden mit je 20 mg Pulvergemisch gefüllt und im Gleichstrombogen abgebrannt. Die Auswertung der erhaltenen Spektren erfolgte gegen Platin als innerem Standard. Es wurden folgende Analysenlinien verwendet:

Chrom	– 3021,67 Å,
Nickel	– 3052,82 Å,
Vanadium	– 3183,41 Å,
Platin	– 2997,97 Å.

Die Berechnung der Schwärzungskurven, die Auswertung der Linienintensitäten und die Kalkulation der Elementverteilung erfolgte mit einer Rechenanlage.

Als rel. Standardabweichung ergaben sich für Chrom 11,4%, für Nickel 19,6% und für Vanadium 14,7%.

In den Beilagen 7 und 8 sind die Ergebnisse der Spektralanalysen in einem Dreistoffdiagramm angegeben. In einem Dreistoffdiagramm kommen nicht die Absolutgehalte, sondern die Verteilung dreier Stoffe zueinander zum Ausdruck. Hierzu setzt man die Summe der Einzelkomponenten gleich 100% und ermittelt dann für jede Komponente deren Anteil an der Gesamtsumme. In dieser Darstellungsweise läßt sich jede Mischung der drei Komponenten durch einen Punkt innerhalb eines gleichseitigen Dreiecks darstellen. Es ist zu beachten, daß bei dieser Darstellungsweise nicht die Absolutgehalte, sondern nur deren Verhältnis zueinander dargestellt werden; eine Keramik mit einer angenommenen Zusammensetzung von beispielsweise 10 ppm Chrom, 50 ppm Nickel und 40 ppm Vanadium wird daher in dem gleichen Punkt innerhalb des Dreiecks abgebildet wie eine andere Keramik mit 50 ppm Chrom, 250 ppm Nickel und 200 ppm Vanadium. Da aber die Absolutgehalte beträchtlich schwanken, ist in Beilage 9 der Versuch unternommen worden, in einer räumlichen Darstellung auch die Absolutgehalte zu berücksichtigen. Dazu ist über jedem darstellenden Punkt innerhalb des Dreistoffdiagramms senkrecht nach oben eine Strecke abgetragen worden, die der Summe der Absolutgehalte der Keramiken und Tone an Chrom, Nickel und Vanadium proportional ist. Man erkennt nun, daß die darstellenden Punkte einer Farbe, die z. B. die Tone einer größeren geologischen Einheit repräsentieren, eine „Wolke“ bilden, die in einer gewissen Höhe über der Basis des Dreistoffdiagramms „schwebt“. So lassen sich z. B. nun die Kreidetone (grüne Punkte) von den Tertiärtonen (gelbe Punkte), mit denen sie sich in der Projektion teilweise überschneiden, durch die unterschiedliche Höhenlage der Punktwolken über der Grundfläche unterscheiden.

Wie die Darstellungen zeigen, ist es zwar möglich, mit der Chrom-Nickel-Vanadiumverteilung die Tone größerer geologischer Einheiten voneinander zu trennen, eine Unterscheidung einzelner Tonlagerstätten innerhalb einer geologischen Formation ist – wie auch zu erwarten war – kaum möglich. Die noch diffusen „Punktwolken“, die sich einerseits aus der hohen rel. Standardabweichung des angewandten Analysenverfahrens, andererseits auch aus der Inhomogenität und natürlichen Streuung der Werte innerhalb der Rohstofflager erklären, machen deutlich, daß das vorgeschlagene Verfahren zur Auffindung von keramischen Rohstoffquellen für vorgegebene keramische Bodenfunde nur bei der Durchführung von Reihenuntersuchungen möglich ist.

Im vorgegebenen Fall sieht man aber deutlich, wie sich die „Punktwolken“ der darstellenden Punkte der Keramiken (Dreiecke) und der der Tertiärtonen (gelbe Punkte) durchdringen. Die „Punktwolken“ der Jura- und Kreidetone liegen sowohl seitlich als auch in der Höhenlage deutlich gegenüber diesem Bereich verschoben. Allein einige Proben aus dem Hunteal fallen in den kritischen Bereich. Nach diesem Befund müssen die Rohstoffquellen für die Dümmer-Keramik in den Dammer und Ankumer Bergen gesucht werden.

Auffallend ist die Massierung der Punkte in der Vanadiumecke der Dreistoffdiagramme. Die hier angesiedelten Proben stammen fast ausschließlich aus gut durchwässerten Oberflächenschichten, Sanden und Lehmen. Der fast völlig fehlende Chromanteil in diesen Proben läßt sich gut mit der Mobilität des CrO_4^{2-} -Ions erklären. Parallel zu einer Chromverarmung unter stark oxydierenden Bedingungen findet eine Vanadiumanreicherung statt, da das Vanadiumion sehr gern unter oxydierenden Bedingungen mit den Eisenoxydhydraten zusammengeht.

Bei Betrachtung der an der Fundstelle selbst entnommenen Bodenproben 211–218 stellt man fest, daß bei etwa gleichem Chromgehalt ihr Nickelanteil gegenüber dem der Scherben leicht, aber signifikant erhöht ist. Postuliert man eine Austauschreaktion zwischen Scherben und Erdreich, so ergibt sich folgendes Bild: Die Scherben müßten bei der Einlagerung in den Boden bei etwa gleichem Chromgehalt wie der Boden niedrigere Nickel- und damit relativ erhöhte Vanadiumgehalte besessen haben. Die darstellenden Punkte der Scherben müßten also leicht in Richtung der Vanadiumecke verschoben werden. Aber auch dann, wenn man diese Korrektur ausführt, bleibt die Deckung der „Punktwolken“ von Tertiärtonen und Scherben erhalten.

Zu einem ganz ähnlichen Ergebnis wie bei der Betrachtung der Elementverteilung unter Berücksichtigung der Gesamtgehalte gelangt man bei einem Vergleich der Absolutwerte. Bei einer erlaubten Variationsbreite von $\pm 20\%$ rel. für die Einzelgehalte der Rohproben gegenüber denen der Scherben entfallen 55% der Keramiken auf die Tertiärtonen, während nur 10% eine Korrelation mit den Kreide- und Juratonen sowie umgelagertem Material aus dem Hunteal erlauben. Der Rest der Scherben ist bei dieser Variationsbreite, die ja nur der rel. Standardabweichung für die Nickelbestimmung entspricht, nicht zuweisbar.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Diskussion der Analysenergebnisse hat gezeigt, daß es im Rahmen der geologischen Verhältnisse der Umgebung des Dümmer-Sees möglich ist, Tonlagerstätten unterschiedlichen geologischen Alters über das Spurenelementverteilungsmuster zu unterscheiden. Auch erscheint die Zuordnung keramischer Bodenfunde zu einem bestimmten Rohstofflager zumindest in einem größeren Rahmen möglich. Es zeichnet sich so die Möglichkeit ab, in den Fällen, in denen die Zuordnung eines keramischen Scherbens weder mit stilistischen Mitteln, noch über den Zuschlagstoff zu einer bestimmten Gruppe oder einem Herstellungsgebiet gelingt, diese Zuordnung mit einer schnell durchzuführenden Analyse weniger Elemente zu treffen. In der vorliegenden Arbeit konnte die Problematik in der Interpretation geochemischer Analysen zu diesem Zweck in kurzen Zügen angedeutet werden. Vor einer routinemäßigen Anwendung muß auch das aufgezeigte Verfahren noch an weiteren Fundkomplexen mit bekannten Rohstoffquellen eingehend geprüft werden. Im vorliegenden Fall kann die Richtigkeit der Schlußfolgerungen nicht bewiesen, sondern nur wahrscheinlich gemacht werden.

Das Fehlen jeglichen konkreten Hinweises auf die Verwendung der heute in der Umgebung des Dümmer Sees abgebauten hochwertigen Jura- und Kreidetone und die Zuordnung der Dümmer-Keramik zu den Tonlagern der Dammer und der Ankumer Berge steht jedoch auch im Einklang mit der Paläogeographie des Gebietes und der mesolithischen und neolithischen Besiedlung des Raumes.

Die Bewohner der Siedlung Hüde I waren nachweislich Fischer und Jäger, die sich im Übergangsstadium zum Ackerbauerntum befanden. Nahezu alle am Dümmer See gefundenen mesolithischen und neolithischen Siedlungsplätze liegen am Rande des ehemals weit größeren Gewässers, dort wo das Sumpf- und Torfgebiet in die Sandflächen der Geest übergeht (Beilage 10).

Es ist erklärlich, daß sich Siedler mehr den trockenen, wald- und tierreichen Dammer Bergen, als den ausgedehnten Sumpfgebieten im Süden des Sees zuwandten. Zahlreiche Oberflächenfunde von Steinbeilen und anderen Gebrauchsgeräten in den Dammer Bergen beweisen dies ebenso wie die Verbreitung der Megalithgräber. Sie finden sich ausschließlich an den Hängen des Teutoburger Waldes, des Wiehengebirges, in den Ankumer und Dammer Bergen. Der weite Raum zwischen dem Dümmer See und den Berghängen sowie die weiten, ehemals sumpfigen Ebenen östlich des Sees sind nahezu fundleer geblieben.

Literatur:

- Dahms, E. 1972: *Limnogeologische Untersuchungen im Dümmer-Becken im Hinblick auf seine Bedeutung als Natur- und Landschaftsschutzgebiet*. Ungeedr. Diss. Berlin.
- Deichmüller, J. 1963: *Neue Untersuchungen am Dümmer, Kreis Grafschaft Diepholz, im Jahre 1961. Neue Ausgrabungen und Forschungen in Niedersachsen* 1, 75–86.
- Deichmüller, J. 1965a: *Die neolithische Moorsiedlung Hüde I am Dümmer, Kreis Grafschaft Diepholz. Neue Ausgrabungen und Forschungen in Niedersachsen* 2, 1–18.
- Deichmüller, J. 1965b: *Eine Rössener Stilvariante am Dümmer*. *Germania* 43, 334–343.
- Deichmüller, J. 1969: *Die neolithische Moorsiedlung Hüde I am Dümmer. Kreis Grafschaft Diepholz. Neue Ausgrabungen und Forschungen in Niedersachsen* 4, 28–36.
- Deichmüller, J. 1974: *Der Mensch und die Tierwelt am Dümmer in vorgeschichtlicher Zeit*. *Ber. Naturhist. Ges.* 118, 69–86.
- Grim, R. E. 1968: *Clay Mineralogy*.
- K. Jasmund et al. 1976: *DFG-Forschungsbericht Tonmineralogie*.
- Landesamt f. Bodenforsch. Hannover (Hrsg.): *Atlas der nutzbaren Lagerstätten Niedersachsens*.
- Reinerth, H. 1939: *Ein Dorf der Großsteingräberleute*. *Germanenerbe* 4, 226–242.
- Rössler, H. J. u. Lange, H. 1965: *Geochemische Tabellen*.
- Wedepohl, K. H. 1974: *Handbook of Geochemistry*.