

## Erdmagnetismus und Archäologie\*

Für einen gegebenen Ort und für eine gegebene Zeit ist die Richtung des erdmagnetischen Feldes durch die Deklination und Inklination gegeben. Die Deklination wird mit der Bussole bestimmt. Sie ist der Winkel zwischen geographischem und magnetischem Norden. Die Inklination wird durch den Winkel bestimmt, um den die Magnetonadel von der Horizontalen abweicht. Diese Winkel der Deklination und Inklination sind auf den verschiedenen Teilen der Erdoberfläche verschieden, und die magnetischen Karten geben diese Variationen für eine bestimmte Zeit an, denn die Winkel verändern sich am gleichen Ort auch mit der Zeit. In Paris z. B. ist die Deklination von ungefähr  $10^{\circ}$  Ost am Ende des 16. Jahrh. auf  $0^{\circ}$  gegen 1660 abgewichen und hat dann um 1815 einen Wert von ungefähr  $22^{\circ}$  West erreicht. Seit dieser Zeit geht sie wieder gegen Osten zurück, und gegenwärtig beträgt die Abweichung ungefähr  $7^{\circ}$  West. Die relative Geschwindigkeit und die Größe der Abweichungen ist für ein Phänomen erstaunlich, dessen Ursprung im Innern der Erdkugel liegt, und für die Geophysiker sind diese Abweichungen von großem Interesse. Sie werden deshalb in moderner Zeit sehr genau verfolgt, und zwar geschieht dies durch Dauerbeobachtungen, die von etwa 100 magnetischen Observatorien vorgenommen werden, die über die ganze Erdoberfläche verteilt sind. Aber diese modernen systematischen Beobachtungen gehen nicht mehr als ein Jahrhundert zurück. Aus früheren Zeiten sind die Variationen von Deklination und Inklination nur durch gelegentliche Einzelbeobachtungen bekannt, die mit Hilfe der Bussole an weit voneinander entfernten Orten zu ganz verschiedenen Zeiten und oft auch nicht mit genügender Präzision vorgenommen worden sind. Die älteste dieser Beobachtungen datiert in die Mitte des 16. Jahrh. Es ist nun sehr bemerkenswert, daß man neuerdings die frühen Stadien des magnetischen Feldes auch für sehr weit zurückliegende Zeiten feststellen kann. Dies beruht darauf, daß gewisse vulkanische und metamorphe Gesteine eine Magnetisierung annehmen, die sie beim Erkalten nicht mehr verlieren und die durch spätere Veränderungen des magnetischen Feldes nicht mehr beeinflußt sind.

Uns interessieren die durch menschliche Einwirkung gebrannten Erden, die in diesem Zusammenhang für den Archäologen von Bedeutung sind. Sie

---

\* Wenn zur Zeit auch noch die Arbeiten über Feststellung des magnetischen Feldes für gegebene Örtlichkeiten in längst vergangenen Zeiten nur für die Geophysiker von besonderem Interesse sind, so würde andererseits die Kenntnis der Variationen des erdmagnetischen Feldes in der Vergangenheit dem Archäologen ein Mittel an die Hand geben, durch die Feststellung des magnetischen Feldes geeigneter archäologischer Objekte wie Herde, Töpferöfen usw. diese datieren zu können. Damit würde sich ein neuer Weg für die Datierung von bestimmten Gruppen von Funden durch eine unabhängige naturwissenschaftliche Methode eröffnen. Aus diesem Grunde ist die Schriftleitung der „Germania“ Herrn Prof. E. Thellier (Observatoire Géophysique du Parc Saint-Maur, Saint-Maur-des-Fossés, Seine) für nachstehende Mitteilung zu großem Dank verpflichtet. Die Schriftleitung würde es sehr begrüßen, wenn Herrn Thellier von Neufunden, insbesondere von Töpferöfen im Gelände, die genauer datiert werden können, umgehend Mitteilung gemacht werden könnte, damit er sich eventuell selbst an den Ort zur Entnahme der für ihn wichtigen Proben begeben kann, wie es die Herren Neuffer-Benn und Eiden-Trier bereits getan haben.

(B.)

sind außerordentlich gute Zeugen für das magnetische Feld in historischer und prähistorischer Zeit. Man weiß nämlich seit langem, daß eine gewisse Anzahl Eisenverbindungen, die in gebrannten Erden enthalten sind, die Eigenschaft haben, eine gewisse jeweils vorhandene Magnetisierung entsprechend dem örtlichen magnetischen Feld anzunehmen und beim Erkalten ebenfalls zu behalten. Neuere Untersuchungen haben ergeben, daß diese Magnetisierung, die die Geophysiker „thermoremanent“ nennen, bemerkenswerte Eigenschaften besitzt<sup>1</sup>. Über die Ursache dieser Erscheinung überhaupt gibt es eine komplizierte Theorie<sup>2</sup>. Das für die Praxis wichtige aber ist, daß eine gebrannte Erde, die die entsprechenden Eisenverbindungen enthält und nach dem Brennen sich im ja überall vorhandenen erdmagnetischen Feld abkühlt, unter der Wirkung des örtlichen erdmagnetischen Feldes während des Abkühlungsprozesses, genauer zwischen 670° bis zur Normaltemperatur, eine konstant bleibende Magnetisierung annimmt. Die Richtung dieser Magnetisierung ist die des erdmagnetischen Feldes, das zur Zeit des Abkühlens an diesem Orte herrscht. Wenn nun auch diese thermoremanente Magnetisierung in ihrer Intensität relativ schwach ist, so ist sie auf der anderen Seite bemerkenswert stabil und reagiert wie gesagt bei normalen Temperaturen nicht mehr auf die Veränderung des örtlichen magnetischen Feldes. Wenn nicht eine neue Erhitzung eintritt, die die alte thermoremanente Magnetisierung zerstören würde, bleibt die thermoremanente Magnetisierung in dem gebrannten Objekt erhalten. Wenn also ein gebrannter Gegenstand, der erdmagnetisch beeinflussbar ist, seit seinem Brand nicht mehr von der Stelle fortbewegt worden ist, wo er gebrannt wurde, wie es z. B. bei den Mänteln von Töpferöfen, Backöfen, Schmelzöfen, den Präfurnien von Thermen usw. der Fall ist, kann man, indem man Deklination und Inklinasion des magnetisierten Objektes mißt, das magnetische Feld für die Zeit feststellen, in der das Material das letzte Mal erhitzt wurde. In der Praxis kann diese Untersuchung allerdings nicht am Orte der Ausgrabung selbst vorgenommen werden. Man muß die zu untersuchenden Proben ins Laboratorium mitnehmen und kann sie nur dort untersuchen. Man muß aber, bevor die zu untersuchenden Objekte dem Boden entnommen werden, genau ihre Orientierung im Gelände festlegen. Dies geschieht, indem man sie in Gips einbettet, auf dem Gips eine horizontale Oberfläche herstellt und auf dieser die Richtung des bekannten Azimuts bestimmt. Nachdem die Magnetisierung der Proben im Laboratorium festgestellt ist, erhält man die Richtung des magnetischen Feldes zur Zeit des Brennens.

Bei Gegenständen, die sich nicht mehr an dem Ort befinden, wo sie gebrannt wurden, wie z. B. Tonscherben, Ziegel usw., ist die Feststellung der Deklination nicht mehr möglich. Aber man kann die Inklinasion zur Zeit des Brandes auch noch wieder feststellen, wenn man etwa bei 20 Gegenständen, die vom gleichen Ofeneinsatz stammen, die vertikalen Abweichungen ermittelt, um auf diese Weise die Varianten mit der Abweichung von der Vertikalen auszugleichen, die in einem Brennofen etwa stattgefunden haben kann. Kurz, bei allen diesen Objekten kann man unter der Voraussetzung, daß die Gegenstände

<sup>1</sup> E. Thellier, *Ann. Inst. de Physique du Globe* 16, 1938, 157–302; *Journ. de Physique* 12, 1951, 205–218.

<sup>2</sup> L. Néel, *Ann. de Géophysique* 5, 1949, 99–136.

seit dem Brennen weder in ihrer chemischen Zusammensetzung sich geändert haben noch sekundär erheblichen Wärmewirkungen ausgesetzt worden sind, die Intensität des alten erdmagnetischen Feldes feststellen. Dadurch, daß eine Anzahl Archäologen freundlicherweise gebrannte Gegenstände, deren Alter bekannt ist, uns Geophysikern mitgeteilt hat, sind wir in der Lage gewesen, erhebliche Fortschritte in der Erforschung erdmagnetischer Felder längst vergangener Zeiten, aus denen bisher keine Beobachtungen vorlagen, zu machen. So ist z. B. die Variation der magnetischen Inklination in Frankreich von heute bis ins 14. Jahrh. zurück mit Hilfe von Ziegeln bestimmt worden, die von datierten historischen Gebäuden in Frankreich stammen<sup>3</sup>. Angaben über die Intensität des magnetischen Feldes sind für Frankreich im 15. Jahrh. und in der gallo-römischen Zeit bekannt geworden<sup>4</sup>. Neuerdings konnten die Wände von Töpferöfen aus der punischen und römischen Zeit in Karthago (P. Cintas, Tunis) dazu verwendet werden, Deklination und Inklination des magnetischen Feldes für diese Zeiten in Karthago mit bemerkenswerter Genauigkeit festzulegen<sup>5</sup>. Ähnliche Studien sind nun von mir auch in Deutschland unternommen worden, z. B. an einem römischen Töpferofen des 4. Jahrh. n. Chr. im Walde von Speicher bei Trier<sup>6</sup>. In allerneuester Zeit (die Ergebnisse sind noch nicht ausgewertet worden) haben wir an karolingischen Töpferöfen am Valberberg (bei Bonn) und an einem römischen Töpferofen des 1. Jahrh. in Asberg (gegenüber Duisburg) Untersuchungen vorgenommen.

Um weiteres Material zu erhalten, das uns Geophysikern bei der Bestimmung des magnetischen Feldes in längst vergangenen Zeiten wichtig wäre, kommt es also auf folgendes an:

1. Wir sind zunächst im wesentlichen an Material interessiert, das sich noch an Ort und Stelle im Boden befindet, und zwar an den Teilen von Töpferöfen oder an Herdstellen. Diese Objekte müßten sich im Boden noch in ursprünglicher Lagerung befinden und es sollte das Alter dieser Funde einigermaßen bekannt sein. Der Ausgräber müßte damit einverstanden sein, daß wir an Ort und Stelle Proben entnehmen, und zwar etwa in der Größenordnung von 1 kg Gewicht. Im gegenwärtigen Stand der Forschung wäre es am besten, wenn die Entnahme an Ort und Stelle durch uns erfolgen könnte. Wir wären bereit, bei entsprechender Benachrichtigung uns selbst an den Fundort zu begeben, um dort das Nötige zu veranlassen.

2. Wenn es sich um gebrannte Ziegel (aus Töpferöfen) handelt, benötigen wir für die Untersuchung etwa 20 Proben, auch in der Größenordnung eines Kilogramms. Auch hier ist es nötig, daß das Alter der Ziegel genau bekannt ist und daß sie nicht etwa zu einem Bau gehört haben, der der Einwirkung durch Feuer sekundär ausgesetzt worden ist. Denn in diesem Falle einer sekundären Brandeinwirkung nach der Verwendung des Ziegelmaterials ist eine Störung der ursprünglichen Magnetisierung beim Abkühlen nach dem Brand der Ziegel

<sup>3</sup> s. Anm. 1.

<sup>4</sup> E. Thellier u. O. Thellier, *Comptes Rendus Acad. des Sciences* 214, 1942, 382–384 u. 222, 1946, 905–907.

<sup>5</sup> E. Thellier u. O. Thellier, *Comptes Rendus Acad. des Sciences* 233, 1951, 1476–1478.

<sup>6</sup> E. Thellier u. O. Thellier, *Comptes Rendus Acad. des Sciences* 234, 1952, 1464–1466.

und durch die erneute Magnetisierung bei Abkühlung nach Zerstörung des Gebäudes durch Feuer erfolgt. Jedes Ziegelfragment sollte noch mindestens eine der Außenkanten, wenn nicht mindestens zwei derselben haben. Bruchstücke aus der Mitte der Ziegel sind nutzlos.

Die zur Untersuchung eingesandten Objekte nehmen bei der Untersuchung im geophysikalischen Laboratorium keinen Schaden und könnten auf Wunsch wieder zurückgesandt werden.

St. Maur des Fossés (Seine).

Ernest Thellier.

## Um die Altersbestimmung mitteleuropäischer Faustkeile

G. Mortillets Periodenfolge von Chelléen, Moustérien und Jungpaläolithikum schloß die Vorstellung eines Nacheinanders von Faustkeil, Abschlag-Handspitze und Klinge ein. Sie wurde abgelöst von der Annahme eines weitgehenden Nebeneinanders wenigstens der Faustkeile und Abschläge. Dennoch blieben Reste der alten Auffassung insofern erhalten, als man zwar schon sehr früh erkannte, daß die kleineren herzförmigen und triangulären Fäustel im Moustérien auftreten, während man für die größeren lanzeolierten und mandelförmigen Keile und die „Limandes“ an einem im großen und ganzen höheren Alter festhielt und sich scheute, sie Moustérien- oder Spätvalloisienhorizonten einzuordnen. Auch in dem System H. Breuils, der im übrigen für ein weitgehendes Nebeneinander eintritt, stehen die Vorkommen solcher Faustkeile (mit Ausnahme der „Micoqueformen“) vor dem Levalloisien IV und dem Moustérien<sup>1</sup>. Faustkeile dieser Art wurden von Breuil mehrfach aus typologischen Gründen als Acheuléen III oder IV aus dem Levalloisien aussortiert<sup>2</sup>. Gelegentlich kommen jedoch auch recht große Exemplare zusammen mit eindeutigen Moustérienformen vor<sup>3</sup>, worauf an anderer Stelle bereits aufmerksam gemacht wurde<sup>4</sup>. Dennoch treten solche Typen zweifellos schon früher auf, weshalb man bei rein typologischer Zuordnung nicht sicher gehen kann<sup>5</sup>. Das gilt um so mehr, als zwar bei den Faustkeilindustrien eine technische Verfeinerung und Vervollkommnung festzustellen ist, gröbere und plumpere Exemplare aber auch noch sehr spät angetroffen werden.

Wenn auch die „lange Chronologie“ Breuils durch die Erforschung pleistozäner Strandablagerungen grundsätzlich gesichert ist, bedürfen doch einige Einzelfragen einer Revision. Seine Gliederung des Acheuléens und die erdgeschichtliche Datierung der Fundstellen an der Somme wurden neuerdings von F. Bordes einer eingehenden Kritik unterzogen<sup>6</sup>, und auch die Einstufung der

<sup>1</sup> Zuletzt H. Breuil u. R. Lantier, *Les hommes de la pierre ancienne* (1951) 138. – Vorkommen derartiger Faustkeile im Levalloisien IV des Limon rouge werden als Vermischung von Levalloisien und (früherem) Acheuléen erklärt.

<sup>2</sup> z. B. Breuil u. L. Kozłowski, *Anthropologie* 44, 1934, 257ff.

<sup>3</sup> z. B. in Villejuif: E. Giraud, *Bull. Soc. Préhist. Franç.* 39, 1942, 390ff.

<sup>4</sup> K. J. Narr, *Arch. Geographica* 2, 1951, 117 Anm. 16 u. *Bonn. Jahrb.* 151, 1951, 10.

<sup>5</sup> Vgl. Narr, *Arch. Geographica* 2, 1951, 112 u. *Bonn. Jahrb.* 151, 1951, 12.

<sup>6</sup> Besonders F. Bordes, *Anthropologie* 54, 1950, 393ff.