

Isotopendaten im Lößkalk der europäischen Periglazialzone

Von Karl BRUNNACKER¹⁾

Mit 3 Abbildungen und 1 Tabelle

In Erinnerung an Julius FINK

Zusammenfassung

Untersucht wurden die Isotopenverhältnisse C^{12}/C^{13} und O^{16}/O^{18} im Lößkalk mehrerer europäischer Länder. Die Umwandlung von marinen Kalken (als dem wesentlichen Ausgangsmaterial) zum isotopisch abweichenden Lößkalk ist eine Folge der Lößgenese.

Abstract

Isotope ratios ($^{12}C/^{13}C$ and $^{16}O/^{18}O$) of loess carbonates derived from different European countries have been investigated. The transition of marine carbonates (as initial material) into loess carbonates with deviating isotope ratios is due to the formation of loess.

Untersuchungen zum Kalkumsatz terrestrischer Quartär-Sedimente und -Böden anhand der C^{12}/C^{13} - und O^{16}/O^{18} -Verhältnisse haben seinerzeit für Überraschungen gesorgt (MANZE et al., 1974, MANZE & BRUNNACKER, 1983, BRUNNACKER, 1980). Im westlichen Mitteleuropa zeigt sich z. B. beim Lößkalk ein genereller Unterschied gegenüber dem warmzeitlichen Bodenkalk und den marinen Kalken (Abb. 1), obwohl man davon ausgehen kann, daß im behandelten Raum marine, vorzugsweise mesozoische Kalke aus dem Muschelkalk und Malm Süddeutschlands sowie aus dem Alpenraum, dazu bereichsweise tertiäre Kalke, Hauptlieferanten des Primärkalkes gewesen sind. Deren mechanisch-fluviatiles, vielleicht auch glazigenes Zerreibsel wurde zusammen mit anderen Mineral-Körnern der Schluff-Fraktion unter eiszeitlichen Bedingungen aus den Talzügen als Lößrohstoff ausgeweht. Dazu kamen lokale Staub-Komponenten. Der pedogene Anteil der Löß-Bildung i. e. S. hat sich im wesentlichen als Umsatz der Karbonate im Zusammenhang mit dem damaligen Löß-Rohboden abgespielt. Eindeutig geht dies aus den unterschiedlichen Verhältnissen der stabilen C- und O-Isotope hervor (Abb. 1). Bis zu einem gewissen Grad ist es damit möglich, über derartige Isotopen-Verteilungen Aussagen zur Genese der Kalke zu machen.

¹⁾ Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. K. BRUNNACKER, Geologisches Institut der Universität zu Köln, D-5000 Köln 1, Zülpicherstraße 49.

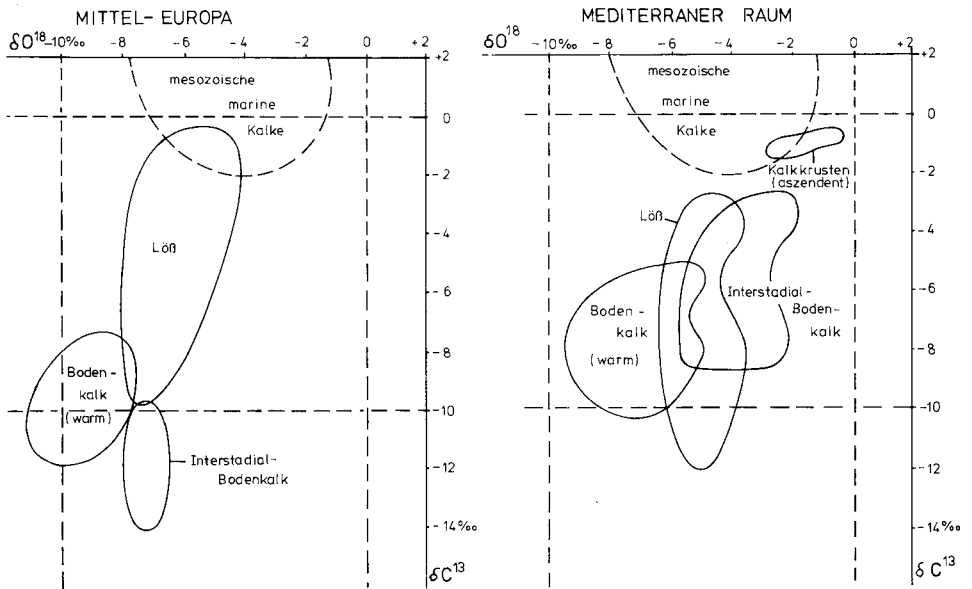


Abb. 1: Isotopenverhältnisse von Kalken unterschiedlicher Genese aufgrund früherer Untersuchungen (BRUNNACKER, 1980).

In Abb. 2 sind die Trends sehr schematisch angedeutet, die nach dem bisherigen Kenntnisstand zur Erklärung der Abweichungen bei den stabilen O- und C-Isotopen in terrestrischen Faziesbereichen herangezogen werden können. Doch sollte bei den Trendpfeilen bedacht werden, daß es sich lediglich um qualitative Angaben zur allgemeinen Information handelt.

Die vorgestellten neueren Daten (Abb. 2) über den Lößkalk, wiederum von Herrn Dr. U. MANZE ermittelt, stammen aus einer Probensammlung von J. FINK, der sich als Präsident der Löß-Kommission der INQUA um eine methodisch möglichst vielseitige Untersuchung dieses Gesteins bemüht hat. Leider ist es zu einer entsprechenden Gesamtdarstellung nicht mehr gekommen. Die ermittelten Werte können deshalb nur kurz vorgeführt und zur Diskussion gestellt werden. Diese Einschränkung gilt einerseits wegen der heterogenen Zusammensetzung des früheren Probenmaterials (Tab. 1) und andererseits, weil das neue Datenmaterial nicht sehr umfangreich sowie regional begrenzt ist und weil die einzelnen Standorte der Probenahme nicht rekonstruiert werden können. Dennoch zeichnen sich wenigstens hinsichtlich der geographischen Verbreitung drei Löß-Gruppen grob ab (Abb. 2):

Die Gruppe A, die bezüglich der Isotopen-Verhältnisse den früheren Befunden (Abb. 1) entspricht, umfaßt regional die Bundesrepublik Deutschland und dazu Österreich, Polen und Tschechoslowakei, wobei allerdings die z. T. geringe Zahl von Proben einschränkend bewertet werden sollte.

Die Gruppe B mit Proben aus Ungarn und Jugoslawien deutet in eine völlig andere Richtung. Die Abweichungen gegenüber den als Ausgangsmaterial unterstellten Meereskalken sind relativ gering. Dies könnte auf einen schwächeren Kalkumsatz im

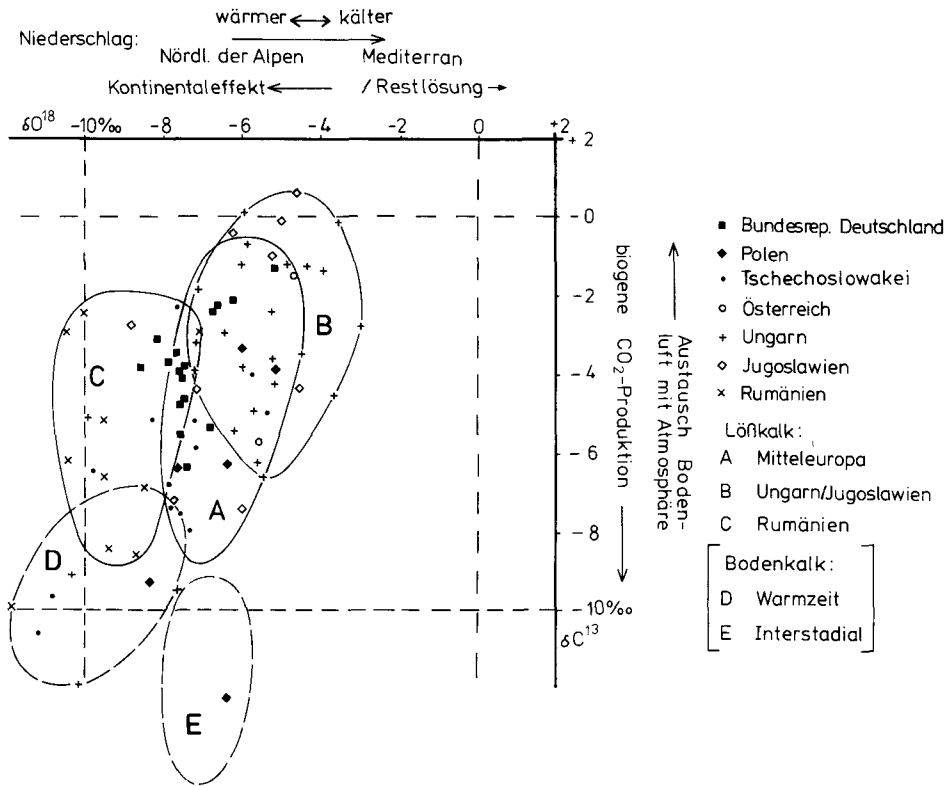


Abb. 2: Isotopenverhältnisse von Lößkalk in der nördlichen Periglazialzone aufgrund zusätzlicher Daten. Die Verteilungsfelder der Bodenkalke (siehe Abb. 1) sind zur Orientierung zusätzlich eingetragen. Die möglichen Veränderungen des δO^{18} und δC^{13} sind durch Trendpfeile angedeutet.

	Mittel- bis SE-Europa	Mediterraner Raum
Zeitliche Stellung insgesamt	Mittel- bis Jungpleistozän	Altpleistozän (Kalkkrusten), Jungpleistozän (Löß)
Gebiet	Mitteleuropa bis Südosteuropa	SE-Spanien, Griechenland, südl. Anatolien, Tunesien, Algerien
Bodenkalk, Interglazial	Lößkindl unter Bt-Horizonten	Kalkkrusten (Bodenkalk)
Lößkalk	Typischer Löß	Deluviallöß
Bodenkalk, Interstadial	Tundra-Naßböden, braune kalkhaltige Böden	Braune und rote kalkhaltige Böden, Kalkkonkretionen darin bzw. darunter

Tabelle 1: Kennzeichnung der untersuchten Proben.

Zuge der Löß-Bildung rückgeführt werden als Folge rascherer Sedimentation und damit höherer Sedimentationsraten bei der Staubablagerung.

Grundsätzlich stehen auch diesen neueren Befunden die des mediterranen Raumes gegenüber (Abb. 1).

Die Gruppe C mit einer Neigung zu größerer negativer Abweichung des delta O¹⁸ ist in Rumänien vertreten. Hier ist eine Annäherung an die Verhältnisse bei limnischen Kalken und warmklimatischem Bodenkalk erkennbar. Man könnte daran denken, daß die Proben aus Rumänien eine etwas sommerwärmere Fazies des Periglazialraumes repräsentieren.

Auf der Grundlage des bisherigen Datenmaterials (Tab. 1) ist vorerst das Verhalten des delta C¹³ im Löß besonders interessant. Bei dieser Komponente nimmt die negative Abweichung gegenüber dem unterstellten marinen Ausgangsmaterial zu, um schließlich Extremwerte bei periglazialen Interstadial-Bodenkalken (Tundra-Naßböden) zu erreichen. Hingegen sind im mediterranen Löß die Abweichungen nicht so groß und die entsprechenden Interstadial-Bodenkalke liegen bezogen auf das delta C¹³ im Bereich der Werte, die dort auch für Löß-Kalke gefunden wurden. Da bezüglich des delta C¹³ dem biogenen CO₂ eine gewisse Rolle zugesprochen werden muß (Abb. 2), kann darauf eine Erklärung aufgebaut werden: Bei periglazialen Interstadial-Böden waren, bedingt durch z. B. verharschten Schnee und Gefronnis der obersten Zentimeter des Bodens auch außerhalb der eigentlichen Winterzeit, der Austausch von Bodenluft und Atmosphäre gehemmt. Die biogene CO₂-Produktion konnte jedoch in der Übergangsphase zwischen Sommer und Winter noch etwas weiter gehen. Die dabei umgesetzten Kalkteilchen spiegeln dies in ihren delta C¹³-Werten wider. Beim Löß selbst — und dies scheint generell für alle bisher untersuchten Lößproben zu gelten — nimmt die negative delta C¹³-Abweichung eine Mittelstellung ein zwischen dem marinen Ausgangskalk und den angeführten periglazialen Interstadial-Kalken, d. h. auch hier war der Austausch von Bodenluft mit der Atmosphäre grundsätzlich etwas behindert. Da die mediterranen Lößkalke davon in etwa gleicher Weise betroffen sind, sollte die Ursache allerdings weniger in einer oberflächennahen Gefronnis u. dgl. gesucht werden, sondern in einer gewissen Hemmung des Luftaustausches infolge der geringen Porengröße des Lösses, die natürlich auch bei den Interstadial-Böden von vornherein wirksam war.

Sicherlich sind damit erst einige Teilaspekte der Genese des eiszeitlichen Löß-Rohbodens erfaßt, die sich wenigstens am Rhein in folgendes genetisches System einfügen lassen:

1. Auswehung des Staubes, nördlich der Alpen im wesentlichen aus aktiven Talzügen, und zusätzlich Aufnahme von Lokalmaterial außerhalb der Talzüge (RAZIRAD, 1976, TILLMANN & WINDHEUSER, 1980).
2. Karbonat-Umsatz bei Ablagerung im Freiland, wenigstens teilweise im Wechselspiel mit:
3. Umlagerung durch Wasser und Wind und damit Homogenisierung des Materials.
4. Endgültige Ablagerung des Lösses mit endgültiger Einorientierung magnetisch ansprechender Körner (BRUNNACKER et al., 1976).

In mediterranen Löß-Vorkommen tritt hinzu, daß Deluvialerscheinungen, also Verspülungen, gegen aridere Bereiche hin wirksamer werden. Dies ist aber kein Hinweis auf eiszeitliches „Pluvialklima“, wie man vielleicht aus horizontgebundenen Verspülungen im Periglazialraum nördlich der Alpen ableiten könnte (BRUNNACKER &

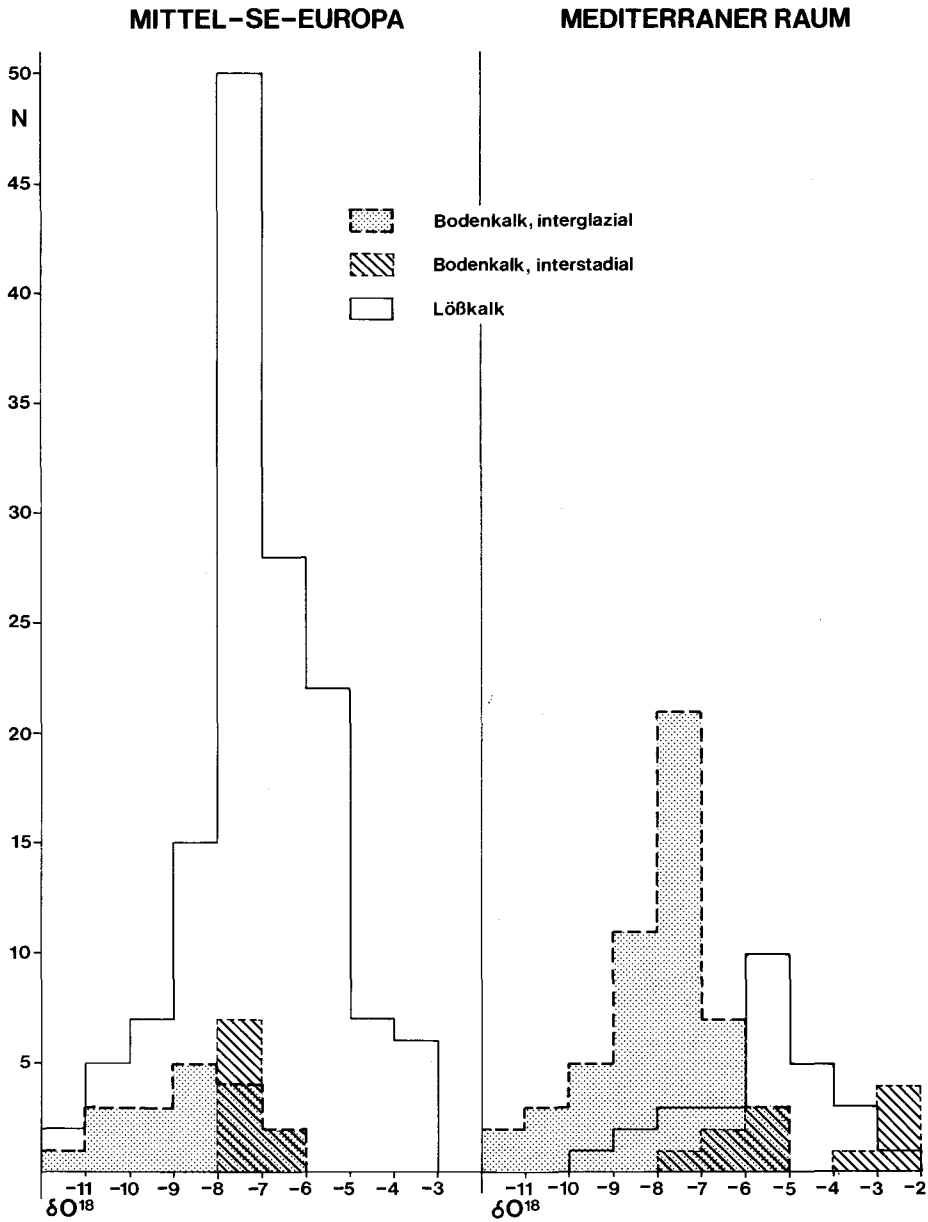


Abb. 3: Delta O¹⁸-Histogramm terrestrischer Kalke (Lößkalk, interstadialer und interglazialer Bodenkalk) in der nördlichen Periglazialzone im Vergleich zu entsprechenden Kalken des mediterranen Raumes.

HAHN, 1978), sondern auf damals auch im Süden zunehmend aridere Bedingungen vor allem im Ablauf der letzten Eiszeit (BRUNNACKER, 1974).

Ein anderes Problem, das aber u. a. wegen des genetisch und stratigraphisch unterschiedlichen Probenmaterials (Tab. 1) nur beiläufig erwähnt werden kann, ist das Verhalten des delta O^{18} (Abb. 3): In Mittel- und Südosteuropa deutet sich für den interglazialen Bodenkalk ein Maximum des delta O^{18} zwischen -9 und -8% an. Beim Lößkalk ist die negative Abweichung vom PDB-Standard um 1% geringer. Darin sollte sich prinzipiell die eiszeitliche Temperaturdifferenz gegenüber den Interglazialzeiten abzeichnen. Sie läßt sich aber aufgrund der sehr unterschiedlichen Materialherkunft nicht exakt errechnen. Auch der Kalk der Tundra-Naßböden verhält sich, wie anhand der Mollusken-Fauna zu erwarten, hinsichtlich der damaligen Temperaturbedingungen entsprechend dem Lößkalk.

Im mediterranen Raum liegen hingegen die Dinge etwas anders. So ist die Differenz des delta O^{18} zwischen warmklimatischem Bodenkalk und Lößkalk größer als in der Periglazialzone. Sicher deutet dies nicht darauf hin, daß es während der Eiszeiten im mediterranen Raum kälter war als in der nördlichen Periglazialzone. Wir müssen vielmehr hier mit einem Klima rechnen, das einerseits dem heutigen Klimatyp entspricht, das andererseits aber während der Kaltzeiten gegenüber dem Raum nördlich der Alpen durch eine etwas geringere Temperaturdepression gekennzeichnet war. Naheliegend ist deshalb, daß vor allem im südlichen mediterranen Raum die Wintertemperaturen eine besondere Bedeutung für den eiszeitlichen Kalkumsatz hatten. Letzten Endes deuten darauf auch einige Werte für den interstadialen Bodenkalk hin, die bereits in Nähe derer liegen, die von azendent entstandenen Kalkkrusten stammen (Abb. 1).

Daraus ergibt sich eine Reihe von Ansätzen zum Verständnis des Kalkumsatzes unter zeitlich und räumlich verschiedenen Bedingungen. Diese mit Hilfe geeigneten Probenmaterials zu präzisieren, liegt nahe. Das Hauptproblem wird aber sein, die klimatischen Differenzierungen zwischen der Periglazialzone und der eiszeitlich-mediterranen Zone besser zu erfassen, als es bislang der Fall war.

Literatur

- BRUNNACKER, K. (1974): Löss und Paläoböden der letzten Kaltzeit im mediterranen Raum. — *Eiszeitalter und Gegenwart* 25, S. 69—95, Öhringen.
- BRUNNACKER, K. (1980): Young Pleistocene Loess as an Indicator for the Climate in the Mediterranean Area. — *Palaeoecology of the Africa and the Surroundings Islands* 12, S. 99—113, Rotterdam.
- BRUNNACKER, K., BOENIGK, W., KOČI, A., & TILLMANN, W. (1976): Die Matuyama/Brunhes-Grenze am Rhein und an der Donau. — *N. Jb. Geol. Paläontol. Abh.*, 151, S. 358—378, Stuttgart.
- BRUNNACKER, K., & HAHN, J. (1978): Der jungpleistozäne Löß samt paläolithischen Kulturen in den Rheinlanden als Glied einer zeitlichen und räumlichen Faziesänderung. — *Beiträge zur Quartär- und Landschaftsforschung*, S. 37—51, Wien (Hirt).
- MANZE, U. & BRUNNACKER, K. (1977): Über das Verhalten der Sauerstoff- und Kohlenstoff-Isotope in Kalkkrusten und Kalktuffen des mediterranen Raumes und der Sahara. — *Z. Geomorph. N. F.* 21, S. 343—353, Berlin—Stuttgart.
- MANZE, U. (1983): Der Kalkumsatz in wärmezeitlichen Löß-Interstadialböden am Rhein aufgrund der Kohlenstoff- und Sauerstoff-Isotopenverhältnisse. — *Köln Jb.* (in Druck).
- MANZE, U., VOGEL, J. C., STREIT, R., & BRUNNACKER, K. (1974): Isotopenuntersuchungen zum Kalkumsatz im Löß. — *Geol. Rdsch.*, 63, S. 885—897, Stuttgart.

-
- RAZI RAD, M. (1976): Schwermineraluntersuchungen zur Quartär-Stratigraphie am Mittelrhein. — Sonderveröff. Geol. Inst. Univ. Köln, 28, 164 Seiten, Köln.
- TILLMANNS, W., & WINDHEUSER, H. (1980): Der quartäre Osteifel-Vulkanismus im Rahmen der Lößbildung — ein Beitrag zur Lößgenese. — *Eiszeitalter und Gegenwart*, 30, S. 29—43, Hannover.

Bei der Schriftleitung eingelangt am 11. Februar 1983.