

Unübliche Gedanken zum Einschlag des Ries-Meteoriten

Autor(en): **Lemcke, K.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin der Vereinigung Schweiz. Petroleum-Geologen und -Ingenieure**

Band (Jahr): **46 (1980-1981)**

Heft 112

PDF erstellt am: **17.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-204698>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Unübliche Gedanken zum Einschlag des Ries-Meteoriten*

von K. LEMCKE¹⁾
mit 2 Abbildungen

Zusammenfassung

Die Moldavite werden als abgeschleuderte Glastropfen von der beim Flug durch die Atmosphäre aufglühenden Meteoritenoberfläche gedeutet. – Der Einschlag des Meteoriten kam vermutlich von W. – Die grossenteils bituminöse Füllung der Einschlagskrater von Riesenmeteoriten würde bei Versenkung in geothermisch ausreichende Tiefen wie jedes Muttergestein Öl und Gas abgeben, womit vielleicht manche Funde in terrestrischen Sedimentbecken zusammenhängen.

Abstract

The moldavites are possibly glass-drops hurled from the surface of the meteorite, made incandescent by flying through the atmosphere. – The meteorite probably impacted from the west. – The oil shales in the lacustrine filling of huge meteorite craters, if buried to depths at an appropriate terrestrial temperature, would produce oil and gas in the same manner as other source rocks, perhaps causing some deposits in land-derived basins.

Seit der Identifizierung des Nördlinger Rieses als Meteoritenkrater sind zu diesem Thema so viele grundlegende Neuerkenntnisse veröffentlicht worden, dass es fast vermessen erscheint, hier weitere, noch dazu z.T. ketzerische Gedankengänge vorzutragen, die sich naturgemäss meist auf die schon publizierten Beobachtungen stützen müssen. Sie betreffen jedoch einerseits noch umstrittene Fragen wie die der Moldavite und die Einflugrichtung des Meteoriten, andererseits die noch kaum diskutierte Rolle von grossen, heute tief versenkten Einschlagskratern als möglichen Bildungsräumen von Öl und Gas und mögen daher zumindest als Denkanstösse dienen.

1. Zur Herkunft der Moldavite

Ende 1978 hat der bekannte amerikanische Tektitenforscher O'KEEFE in einem längeren Aufsatz im „Spektrum der Wissenschaft“ erneut die Hypothese zu begründen

* Nachdruck aus Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F. 62, S. 281 - 288 (1980), mit Genehmigung der Schriftleitung

¹⁾ Prof. Dr. K. LEMCKE, Fritz-Reuter-Strasse 19a, D-8000 München 60

versucht, die irdischen Tektite – und damit auch die Moldavite – seien zur Erde geschossene Auswürflinge von Mondvulkanen, ist aber damit auf erheblichen Widerspruch gestossen. Sieht man von diesem kaum überzeugenden Deutungsversuch ab, der auch die Gleichaltrigkeit Rieseneinschlag/Moldavite nicht berücksichtigt, sollen die letzteren nach der heute wohl gängigsten Ansicht irdischen Ursprungs sein und aus dem Rieskrater stammen, wo sie beim Einschlag aus geeignetem Material, etwa Sand und Ton von Jura und Keuper, zusammengeschmolzen und dann ausgeschleudert worden wären (z.B. GENTNER & MÜLLER 1975, 246, 250). Schon dieser zufällige, sekundenschnelle Auswahlmechanismus in einem Hexenkessel brodelnder Gesteinsschmelze ist sehr unbefriedigend, ebenso auch die nur mit komplizierten Hilfsannahmen (z.B. PREUSS & SASSENSCHIEDT 1966, 176) halbwegs erklärbare chemische und isotopische Verschiedenheit von Riesgläsern und Moldaviten, auf die auch GENTNER & MÜLLER (1975, 250) hinweisen. Vollends unklar erscheint ferner, weshalb die Mondoberfläche nicht mit Tektiten übersät ist, wenn diese beim Einschlag jedes grösseren Meteoriten aus dessen Krater ausgeworfen werden können, sofern dort nur die „richtige“ Schmelzmischung zustande kommt.

Nach v. ENGELHARDT (1974, 413) verlieren die einschlagenden Meteoriten beim Durchrasen der Erdatmosphäre durch Abschmelzen sehr an Masse, nach manchen Annahmen bis 90%, so dass sie dabei wahrscheinlich von einer Glutwolke absprühender Schmelztropfen umgeben sein werden. Es liegt nahe, in ihr die Quelle der Moldaviten- bzw. (allgemein) Tektitenschauer zu vermuten, die also vom Meteoriten selbst stammen und bei seinem Einschlag etwa in Verlängerung der Einflugbahn niedergehen würden (LEMCKE 1977, 395).

Folgt man dieser Vorstellung, so entfallen die vorgenannten Ungereimtheiten. Statt dessen werden das Vorhandensein einer Gashülle und eine für deren Hitzewirkung ausreichende Flachheit des Einschlagwinkels zu wichtigsten Voraussetzungen für die Entstehung von Tektiten, was deren relative Seltenheit verständlich machen könnte. Dass sie bisweilen Gaseinschlüsse und Bestandteile der Erdatmosphäre enthalten, ist angesichts ihres rasanten Fluges durch diese wohl nicht verwunderlich und kaum ein Beweis für irdische Herkunft. Gleiches gilt auch für den immer wieder vorgebrachten Einwand, dass sie im Chemismus, z.B. im K/U-Verhältnis (MÜLLER 1974, 5), irdischen Gesteinen mehr ähneln als den chondritischen Steinmeteoriten – man könnte dies auch umgekehrt dahin interpretieren, dass es Gesteine etwa irdischer Zusammensetzung im interplanetarischen Raum gibt (oder gab), wie man ja schliesslich auch die Eisenmeteorite den Modellvorstellungen über den Stoffbestand des Erdkerns zugrundelegt. Schliesslich würde das bisher rätselhafte Fehlen eines dem grossen austral-asiatischen Tektitenstreufeld entsprechenden Einschlagskraters darin eine einfache Erklärung finden, dass der zugehörige Himmelskörper in den Ozean einschlug und nichts hinterlassen hat als die von ihm abgesprühnten Tektite (vgl. LEMCKE 1975, 722).

In diesem Zusammenhang sind vielleicht noch Informationen von Interesse (WETHERILL 1979, 95), nach denen es anscheinend neben den häufigeren, wohl aus entgasten Kometenresten – möglicherweise chondritischer (!) Zusammensetzung – hervorgegangenen Steinmeteoriten viel seltener auch solche gibt, die aus dem Asteroidengürtel zwischen Mars und Jupiter stammen dürften. Gehörte der nach dem Chemismus seiner Moldavite offenbar nicht chondritische Riesmeteorit etwa zu diesen?

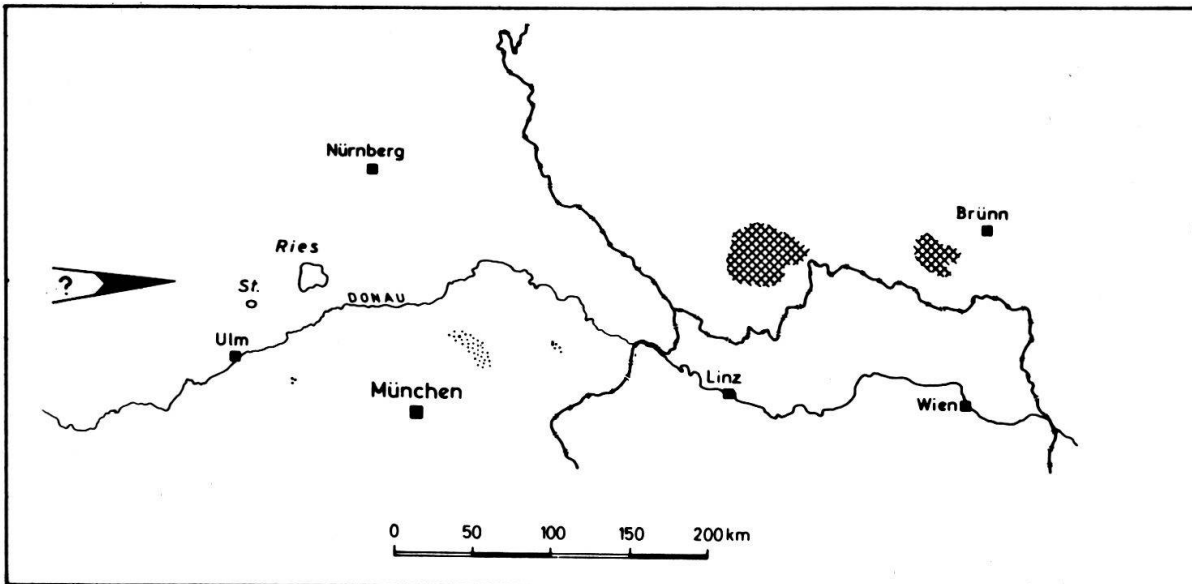


Abb. 1: Die Rieskatastrophe und ihre mutmasslichen Fernwirkungen. Pfeilrichtung = mögliche Einflugbahn des Meteoriten; Kreuzschraffur = Gebiete mit Glasmeteoriten in Böhmen; punktiert = Glastuffe eines vielleicht durch den Einschlag induzierten, kurzzeitigen Vulkanismus südl. der Donau, heute bei Landshut in Abbau als „Weisserden“ (Bentonite); St. = Steinheimer Becken (aus LEMCKE 1978, Abb. 3).

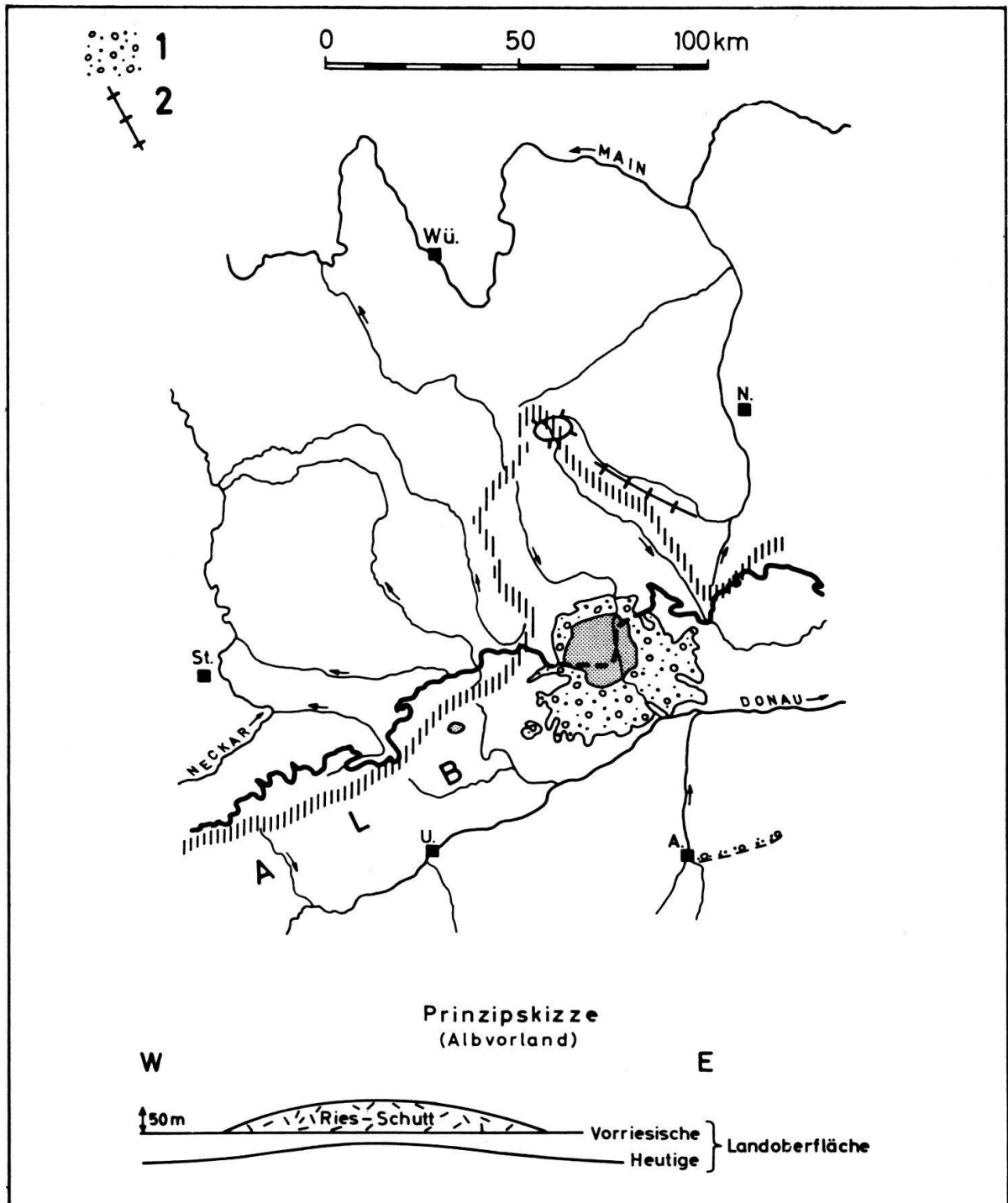
2. Vermutungen über die Einflugrichtung

Steinheimer Becken, Ries und Moldavitgebiete liegen ziemlich genau in einer Linie auf dem 49. Breitengrad. Unterstellt man – trotz Fehlens radiometrischer Beweise für das erstere – Zeitgleichheit (z.B. GENTNER & MÜLLER 1975, 248), wird man zu Spekulationen über die mutmassliche Einflugrichtung von Steinheimer und Ries-Meteorit verlockt, die schon auf Grund der geradlinigen Anordnung ihrer Spuren am ehesten wohl E-W oder W-E gewesen sein dürfte (Abb. 1). Einen ersten Anhaltspunkt hierzu bietet die Lage des Steinheimer Beckens zum Ries insofern, als in der Streuellipse („scattering ellipse“) eines Meteoritenschauers erfahrungsgemäss die jeweils grösste Masse in deren vorderem Teil niedergeht, die kleineren, oft seitlich etwas versetzt, dahinter. Hier-nach bereits müsste man einen Einschlag von W her annehmen, zu dem auch die Verbreitung der Moldavite passen würde, die dabei aus der den Meteoriten vermutlich umgebenden Schmelztropfenwolke über den Einschlagspunkt hinaus in der gleichen Richtung nach E weiterschleudert worden wären.

Zusätzliche Hinweise liefert vielleicht die Landoberfläche der Jetztzeit (Abb. 2): Die auf jeder geologischen Karte verzeichneten Trümmernmassen, die den heutigen Rieskessel in asymmetrischer Verteilung umgeben, sind nur letzte Überbleibsel des sicher sehr viel grösseren Schutthaufens, den der Einschlag des Meteoriten einst aufgeworfen hat (GALL et al. 1975, 915), und daher kein Hinweis für dessen Einflugrichtung. Sie sind bezeichnenderweise vor allem auf der Weissjura-Hochfläche der Alb erhalten geblieben, deren Nordrand (Albtrauf) damals ähnlich verlaufen sein mag wie heute (CHAO et al. 1978, 11) und auf der dank ihrer überwiegend vertikalen Karstentwässerung ja auch anderswo häufig sogar alte Landschaftsformen der Abtragung entgangen sind. Südlich der Donau sind noch bis zur Linie etwa Krumbach – Augsburg – Pfaffenhofen/Ilm in Flusssedimenten der gleichaltrigen Oberen Süsswassermolasse Gesteinstrümmer aus dem

Ries gefunden worden (STEPHAN 1952; v. ENGELHARDT 1975, 376; LÖSCHER et al. 1979, 221) bis ca. 80 km von dessen Zentrum entfernt und wohl als Reste einer zunächst vielleicht ± geschlossenen Decke anzusehen, die grösstenteils wohl bald nach ihrer Ablagerung von den Flüssen jenes jungtertiären flachen Schwemmland des wieder abgetragen sein dürfte.

Abb. 2: Ries-Krater und Europäische Wasserscheide. Feiner Punktraaster = Steinheimer Becken und Ries; 1 = heutige Verbreitung des Ries-Schutts; starke Linie = Albtrauf; senkrecht schraffierte Linie = Europäische Wasserscheide; 2 = strukturelle Hochlagen nördlich des Ries. Wü. = Würzburg, N. = Nürnberg, St. = Stuttgart, U. = Ulm, A. = Augsburg. Die Prinzipskizze gibt einen gedachten W-E-Schnitt nördlich des Rieses wieder (aus LEMCKE 1978, Abb. 6).



Im Norden fehlen solche direkten Überreste (GALL et al. 1977, 88), da dort keine – immerhin doch etwas konservierende – Molasse abgelagert wurde und die spätere Erosion im Bereich des Rheinsystems sicherlich energischer angegriffen hat als in dem der Donau. Dafür könnte hier vielleicht die heutige Europäische Wasserscheide zwischen Nordsee und Schwarzem Meer Hinweise für die ehemalige Ausdehnung des Ries-Schutts liefern. Sie hält sich auf der Schwäbischen Alb i. a. streng an deren Kammlinie, umrandet aber hier mit ihrem höchst auffälligen und scheinbar unmotiviert weiten Vorspringen ins nördliche Albvorland zwischen Aalen und Treuchtlingen ein strukturell nicht erklärbares flaches Hochgebiet, dessen Nordspitze bei Rothenburg o. T. mit etwa 65 km nicht viel weniger weit vom Rieszentrum entfernt ist als die Riesauswürflinge im Süden. Man könnte es als letzte morphologische Erinnerung an den einst über ihm gelegenen, längst abgetragenen Ries-Schutthaufen ansehen – etwa entsprechend der Prinzipskizze auf Abb. 2 (LEMCKE 1977, 396).

Sind diese Überlegungen im Grundsatz richtig, so gerät die z. Z. am meisten vertretene Vorstellung einer ursprünglich zentrosymmetrischen Verteilung der Schuttmassen um den Krater (GALL et al. 1975, 940) ins Wanken, da im nur 40 km entfernten Steinheimer Krater bisher kein Riesmaterial gefunden wurde (GROSCOPF & REIFF 1969, 407, 410). Dies würde jedoch verständlich, wenn man den Einschlag von W her und dabei die bisher vernachlässigte ungeheure Luftturbulenz berücksichtigt, die der mit 60 – 70-facher Schallgeschwindigkeit einschlagende Meteorit hinter sich hergezogen haben muss und die natürlich bei Impakten auf dem Mond so wenig eine Rolle gespielt haben kann wie bei Experimenten auf der Erde (vgl. GALL et al. 1975, 940). Sie dürfte den Einschlagsort mit einiger Verzögerung erreicht und den dann bereits aus grosser Höhe niederprasselnden Auswurf nicht gerade zentrosymmetrisch um den Krater verteilt haben, am wenigsten entgegen der mutmasslichen Einflugrichtung zum Steinheimer Becken hin. Die beobachtete Zentrosymmetrie der heutigen Auswurfrelikte in der nächsten Riesumgebung gilt wahrscheinlich nur für die frühesten, vor Eintreffen der Turbulenzwellen niedergegangenen Auswürflinge.

3. Meteoritenkrater als mögliche Bildungsräume von Öl und Gas

Bekanntlich hat die „Forschungsbohrung Nördlingen 1973“ in den Ablagerungen des nach dem Einschlag entstandenen Kratersees vor allem zwischen 120 und 256 m Teufe Ölschieferlagen beträchtlicher Gesamtmächtigkeit (ca. 135 m) erbohrt (JANKOWSKI 1977, 23; LEMCKE 1977, 397), bei Schwelölausbeuten bis > 22 Vol.-% (HOLLERBACH et al. 1977, 153). Sollte dies auch nur halbwegs repräsentativ sein für die ganze mächtigkeitsmässig interessierende Fläche des Rieses (was z. Z. durch Untersuchungsbohrungen geprüft wird), würde dieses in seinen Seesedimenten mindestens 100 Mio m³ mobilisierbares Bitumen („in place“) enthalten. Dieses hat im übrigen trotz der sehr geringen und nie wesentlich tieferen Versenkung unter Tage stellenweise bereits flüssiges Öl abgegeben, was auf ein vorübergehendes, irreguläres Aufsteigen von Erdwärme als Spätfolge des Einschlags deuten könnte (LEMCKE 1977, 396).

Auch in den Kraterseeablagerungen des Steinheimer Beckens wurden bituminöse Gesteine („Mudden“; GROSCOPF & REIFF 1966, 158) erbohrt, die jedoch zusammen nur Mächtigkeiten von 20 – 30 m erreichen. Für die in ihnen enthaltenen Bitumenmengen gibt es bisher keine Abschätzungen, doch sind sie mit Sicherheit sehr viel kleiner als im Ries.

Beide Krater haben sich somit als Bildungsräume potentieller Erdölmuttergesteine erwiesen, was nicht verwundert, da sie ja mindestens anfangs praktisch abflusslose und daher über längere Zeit wohl meist schlecht durchlüftete Wasserbecken bildeten, in denen sich euxinische Ablagerungsverhältnisse entwickeln konnten. Sie stehen in dieser Hinsicht nicht allein, wie es z.B. der etwa Ries-grosse, durch einen Einschlag in der tiefen Unterkreide entstandene Boltysch-Krater bei Kirovograd/Ukraine zeigt, der in seinen unterkreidisch/alttertiären Seeablagerungen offenbar sehr beträchtliche Ölschieferreserven enthält (YURK et al. 1976, 196, 201). Krater von Riesenmeteoriten können also als Lagerstätten erheblicher Bitumenmengen zu den Ressourcen der Zukunft gehören, für die Energie wie für die Petrochemie, und sind nicht nur geologische Kuriosa.

Ein noch kaum diskutierter Aspekt wäre schliesslich die in der Erdgeschichte bestimmt nicht allzu seltene Versenkung solchermaßen ausgefüllter Krater in geothermisch hinreichend grosse Erdtiefen, in denen ihre Ölschiefer wie jedes andere Muttergestein Kohlenwasserstoffe abgegeben hätten, wobei die auch bei grösseren Objekten als das Ries immer noch begrenzte Fläche der Kraterfüllung durch deren relativ grosse Mächtigkeit wettgemacht worden sein könnte. Es erscheint denkbar, dass dadurch nicht nur „normale“ Muttergesteinspotentiale von Sedimentbecken verstärkt worden sind; man muss auch mit der Möglichkeit rechnen, dass sich in nicht als hoffig angesehenen Becken mit terrestrischer Füllung Muttergesteinsnester dieser Entstehung verbergen, die man bisher nicht erkannt, da nicht gesucht hat, die aber Öl- und Gasvorkommen gespeist haben, welche man dort nach der regionalgeologischen Situation nicht erwarten würde. Manche Funde in kontinentalen Trögen (z.B. Chinas?) liessen sich hiermit vielleicht plausibel erklären.

Bibliographie

- CHAO, E. C. T., HÜTTNER, R. & SCHMIDT-KALER, H. (1978): Aufschlüsse im Ries-Meteoriten-Krater. – 84 S., 71 Abb., 1 geol. Karte 1:100 000, 1 Vertikalprofil, Bayer. Geol. Landesamt, München.
- ENGELHARDT, W. VON (1974): Meteoritenkrater. – *Naturwissenschaften* 61, 413 - 422, 9 Abb., Heidelberg.
- (1975): Some new results and suggestions on the origin of the Ries basin. – *Fortschr. Miner.* 52, 375 - 384, 7 Abb., Stuttgart.
- GALL, H., MÜLLER, D. & STÖFFLER, D. (1975): Verteilung, Eigenschaften und Entstehung der Auswurfsmassen des Impaktkraters Nördlinger Ries. – *Geol. Rdsch.* 64, 915 - 947, 12 Abb., 2 Tab., Stuttgart.
- GALL, H., MÜLLER, D. & POHL, J. (1977): Zum geologischen Bau der Randzone des Ries-Kraters. – *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.* 1977, 65 - 94, Stuttgart.
- GENTNER, W. & MÜLLER, O. (1975): Offene Fragen zur Tektitenforschung. – *Naturwissenschaften* 62, 245 - 254, 12 Abb., Heidelberg.
- GROSCHOPF, P. & REIFF, W. (1966): Ergebnisse neuerer Untersuchungen im Steinheimer Becken (Württemberg). – *Jh. Ver. vaterl. Naturkde. Württ.* 121, 155 - 168, 3 Abb., Stuttgart.
- (1969): Das Steinheimer Becken. – *Geol. Bavarica* 61, 400 - 412, 6 Abb., München.
- HOLLERBACH, A., HUFNAGEL, H. & WEHNER, H. (1977): Organisch-geochemische und -petrologische Untersuchungen an den See-Sedimenten aus der Forschungsbohrung Nördlingen 1973. – *Geol. Bavarica* 75, 139 - 153, 1 Abb., 4 Tab., München.
- ILLIES, H. (1969): Nördlinger Ries, Steinheimer Becken, Pfahldorfer Becken und die Moldavite: strukturelle und dynamische Zusammenhänge einer Impact-Gruppe. – *Oberrhein. geol. Abh.* 18, 1 - 31, 16 Abb., 1 Taf., Karlsruhe.

- JANKOWSKI, B. (1977): Die Postimpact-Sedimente in der Forschungsbohrung Nördlingen 1973. – Geol. Bavarica 75, 21 - 36, 5 Abb., München.
- LEMCKE, K. (1975): Mögliche Folgen des Einschlags von Grossmeteoriten ins Weltmeer. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh. 1975, 719 - 726, Stuttgart.
- (1978): Ölschiefer im Meteoritenkrater des Nördlinger Rieses. – Erdöl-Erdas-Z. 93, 393 - 397, 6 Abb., Hamburg/Wien 1977 und Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. -Ing. 44/106, 1 - 12, 6 Abb., Gelterkinden.
- (1980): Unübliche Gedanken zum Einschlag des Ries-Meteoriten. – Iber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. 62, 281 - 288, 2 Abb., Stuttgart.
- LÖSCHER, M., GRAMLICH, E. & SCHEUENPFLUG, L. (1979): Fundpunkte erratischer Weissjura- blöcke in der nördlichen Iller-Lech-Platte. – Heidelb. Geogr. Arb. 49, 218 - 226, 4 Abb., 1 Karte, 1 Tab., Heidelberg.
- MÜLLER, O. (1974): Chemische Aspekte von meteoritischer und lunarer Materie. – Chemiker-Ztg. 98, 281 - 287, 9 Abb., 3 Tab., Heidelberg.
- O'KEEFE, J.A. (1978): Das Rätsel der Tektite (übersetzt v. K.-R. MEHNERT). – Spektrum d. Wiss., Nov. 1978, 44 - 55, 13 Abb., Weinheim.
- PREUSS, E. & SASSENSCHIEDT, A. (1966): Zum Vergleich der Moldavite mit der Bunten Breccie im Ries. – Acta Albert. Ratisb. 26, 171 - 177, 2 Tab., Regensburg.
- STEPHAN, W. (1952): Ein tortoner vulkanischer Brockhorizont in der Oberen Süßwassermolasse Bayerns. – Geol. Bavarica 14, 76 - 85, 2 Abb., München.
- WETHERILL, G.W. (1979): Apollo-Objekte (übersetzt v. G. FEIX). – Spektrum d. Wiss., Mai 1979, 86 - 96, 11 Abb., Weinheim.
- YURK, Y.Y., YEREMENKO, G. K. & POLKANOV, Y. A. (1976): The Boltys depression – a fossil meteorite crater. – Intern. Geol. Review 18 (2), 196 - 201, Washington.

Buchbesprechung

Der geologische Aufbau Österreichs

Herausgegeben von der Geologischen Bundesanstalt
Wissenschaftliche Redaktion R. OBERHAUSER
Beiträge von vielen Autoren (1980)
XIX + 701 S., 164 Abb., 2 col. Karten;
Springer, Wien – New York, DM 275.–

Seit L. Kober (1938) ist zum ersten Mal wieder ein Buch mit diesem Titel (übrigens im selben Verlag) erschienen. Heute wurde es von 33 (!) Autoren verfasst. Dies dürfte auch typisch für die Entwicklung (nicht nur) der geologischen Kenntnisse und Wissenschaft sein.

In 5 Hauptabschnitten wird der reiche Stoff in konzentrierter Form gut illustriert dargestellt. 1. Die geologische Entwicklung der Ostalpen und ihres Vorlandes (S. 1 - 77); 2. Die Geologie Österreichs in ihrem heutigen geodynamischen Entwicklungsstand sowie die geologischen Bauteile und ihre Zusammenhänge (S. 79 - 117); 3. Die geologischen Landschaften (S. 119 - 504); 4. Rezente Seismizität und Seismotektonik des Ostalpenraums (505 - 527); 5. Angewandte Geologie (529 - 594). Ein Anhang (6, S. 595 - 700) enthält zahlreiche nützliche Verzeichnisse, u. a. Kartenspiegel, Literaturverzeichnis, ein Orts- und Sachverzeichnis sowie ein Fossilienschlüssel.

Das Buch ist als Übersichtstext sehr einheitlich knapp konzipiert und ausserordentlich lesbar angeordnet. Die Illustrationen und Tabellen sind eine gute Ergänzung und besonders die kleinen geographischen Hinweiskärtchen im regionalen Teil. Und die Profilhinweise in der Übersichtskarte sind auch für ausgewählte regionale Exkursionsvorbereitungen sehr hilfreich.

Im ganzen scheint mir besonders erfreulich, dass in diesem Band eine Tendenz zu modernem, beweglichen geologischen Denken spürbar wird, die von früheren, etwas „doktrinären“ Gesamttexten zum Thema Österreich (Kober, Schaffer) wohlthuend abweicht.

G. WIENER