

Bemerkungen zur stratigraphischen Stellung, der Lagerung und Genese der Bentonitlagerstätten in Niederbayern

VON HEINZ JOSEF UNGER *)

Mit 3 Abbildungen und 1 Tabelle

Ostbayerische Molasse
Obere Süßwassermolasse
Miozän
Sarmat I
Zwischenfolge mit Bentoniten
Sarmat II
Hangendserie
Stratigraphie
Lithologie
Genese der Lagerstätten

Schlüsselwörter

Zusammenfassung

Die Bentonitlagerstätten um Landshut (Niederbayern) liegen im stratigraphischen Verband der Oberen Süßwassermolasse zwischen Sarmat I und Sarmat II (Mittel- bis Obermiozän). Sie sind 10,5—11,5 Mill. Jahre alt. Es handelt sich dabei um Sedimente, die in Stillwasserbereichen periodisch fließender Gewässer oder in abflußlosen „Endsenken“ abgesetzt wurden. Die zur Datierung herangezogenen Gläser wurden in diese Senken umgelagert und aeolisch eingeweht. Ihr Alter entspricht nicht dem Bildungsalter der Bentonitlagerstätten.

Demgegenüber handelt es sich bei den Bentoniten im Raume Malgersdorf um Verwitterungslagerstätten mit bauwürdigen Montmorillonitgehalten. Sie lagern über größere Strecken horizontal auf dem Sarmat I und werden von Sedimenten des Sarmat II überdeckt.

Summary

The bentonite-deposits in the Landshut area (Lower Bavaria) are intercalated between Sarmat I and Sarmat II (Middle-to Upper Miocene) in the stratigraphical sequence of the Upper Freshwater Molasse in Eastern Bavaria. It's age well be 10,5—11,5 million years. This bentonite-deposits are sedimented in still-water-locations of temporarily rivers or in lakes without outgoing river systems. The glassy particles with an age of $14,5 \pm 0,8$ million years are resedimented in the still-water-locations from the upper areas at the border or with aeolian power in these transported. Their age is not identical with the age of the sedimentation of bentonites.

The bentonites in the Malgersdorf area (Eastern Bavaria) were formed during soil formation at the end of Sarmat I. They are horizontally intercalated in the form of beds between Sarmat I and Sarmat II (Upper Miocene).

*) Anschrift des Verfassers: RR Dr. HEINZ JOSEF UNGER, Bayerisches Geologisches Landesamt, Prinzregentenstraße 28, D 8000 München 22.

1. Einführung

Die Veröffentlichung von K. VOGT (1980) und darin enthaltene Bemerkungen zur Stratigraphie und Lagerung der Bentonitlagerstätten Niederbayerns legen es nahe, — obwohl unsere Untersuchungen erst am Beginn stehen und in den kommenden Jahren sicherlich noch wichtige Erkenntnisse gewonnen werden dürften, — etwas zur stratigraphischen Stellung und den Lagerungsverhältnissen des Bentonits zu sagen. Dabei steht nicht der Chemismus der Bentonite zur Diskussion, sondern die Lagerung im stratigraphischen Verband der Oberen Süßwassermolasse sowie Gedanken zur Genese der Lagerstätten und die Parallelisierung mit zeitgleichen Sedimenten.

1.1. Geographische Lage

Die hier zu betrachtenden Bentonitlagerstätten lagern in einem 5 bis 10 km breiten Streifen, der sich von Landshut nach Nordwesten bis Mainburg und nach Süden bis Südosten etwa 10 km weit verfolgen läßt. Weitere montmorillonithöfliche Bereiche liegen westlich und östlich Malgersdorf (Abb. 1).

Der Abbau konzentriert sich heute auf die Lagerstätten nordwestlich und südlich von Landshut. Im Raume Malgersdorf stehen derzeit keine Lagerstätten im Abbau.

2. Die stratigraphische Stellung der Bentonite in der Schichtenfolge der Oberen Süßwassermolasse

Im Rahmen der geologischen Landesaufnahme Ostbayerns werden als Kriterien für die Trennung der Kies- und Sandkomplexe in der Oberen Süßwassermolasse die wechselnden Gehalte an Granat und Staurolith herangezogen. Dabei werden von uns grobklastische Abfolgen mit Granatgehalten über 80% und Staurolithgehalten unter 5% als Sarmat I, grobklastische Abfolgen mit Granatgehalten unter 80% und Staurolithanteilen über 7% als Sarmat II unterschieden. Das Arbeiten mit Schwermineralassoziationen größeren Umfanges hat sich bisher in der Praxis nicht bewährt, wobei wir uns bewußt sind, daß sich diese oben genannten Kriterien in größere Schwermineralassoziationen eingliedern lassen.

Ob sich die von uns in Sarmat I und Sarmat II getrennten Komplexe, die sich, mit wesentlich größerem Material- und Zeitaufwand, auch sedimentpetrographisch trennen lassen, mit dem Nördlichen Vollschotter (Sarmat I) und dem Südlichen Vollschotter (Sarmat II) decken, ist noch offen. Bisher wurde davon ausgegangen, doch sind die Beweise dafür noch nicht voll überzeugend.

Sarmat II lagert, wo es auftritt, immer im Hangenden von Sarmat I. Die Mergel beider Komplexe unterscheiden sich durch ihre Karbonatgehalte, wobei die Mergel des Sarmat II wesentlich höhere Karbonatgehalte (auf jeden Fall über 50%) als die des Sarmat I haben. Die Aussagen über die Karbonatgehalte sind mit Vorbehalt zu bewerten, da sich bekanntlich derartige Phänomene, im Gegensatz zu den Schwermineralgehalten, nicht generalisieren lassen. Es wird daher von uns auch nur in Ausnahmefällen bei eindeutiger Lagerung eines Mergels im Aufschluß der Karbonatgehalt als stratifizierendes Kriterium anerkannt. Die höheren Karbonatgehalte des Sarmat II werden auf die Umlagerungsvorgänge, die dem Sarmat II zuerkannt werden müssen und den damit verbundenen Auslesevorgängen (Kalkalpine Gerölle werden aufgearbeitet und in die Feinfraktion überführt) zurückgeführt (H. J. UNGER, 1976; 1979).

Die Sarmat I- und Sarmat II-Komplexe sind nach der derzeit gültigen Stratigraphie (F. STEININGER et al., 1976) in das Sarmat (Mittel- bis Obermiozän) einzu-

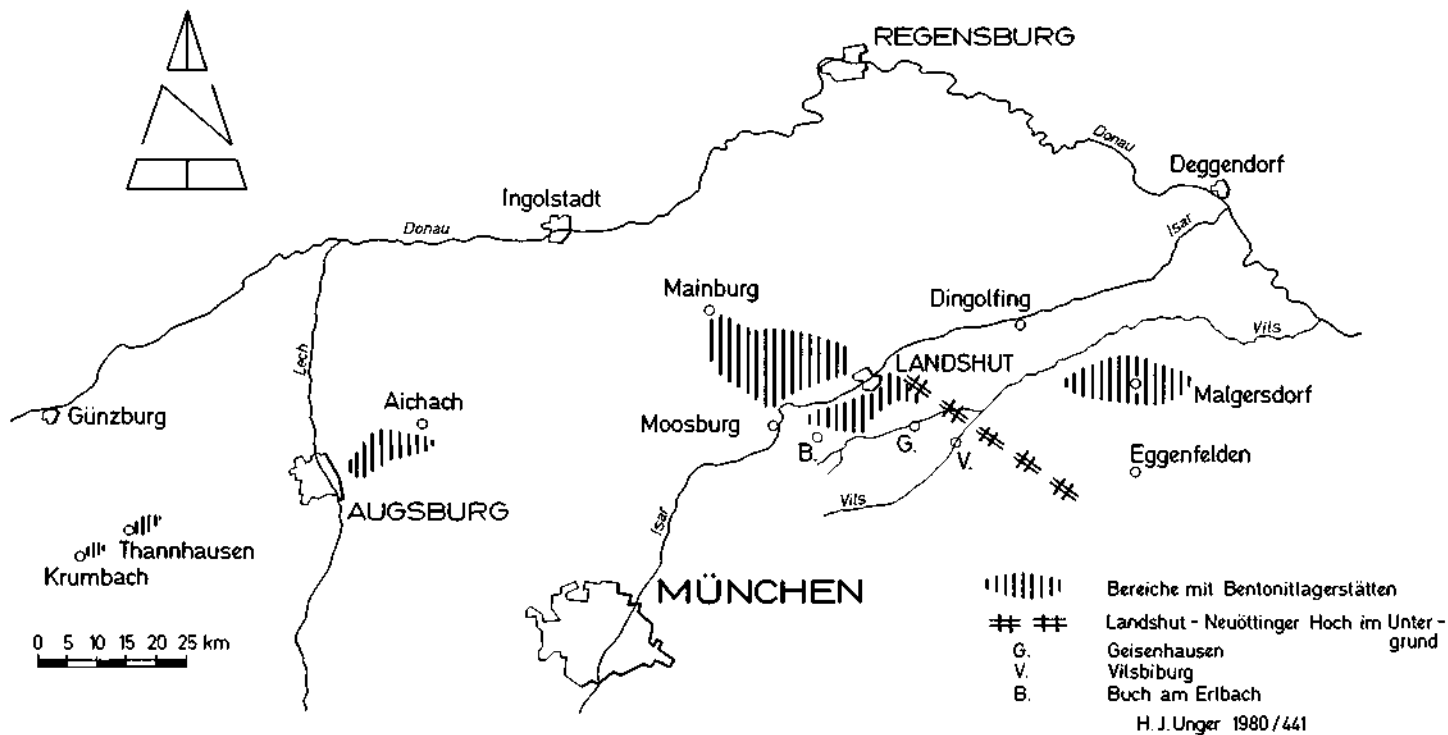


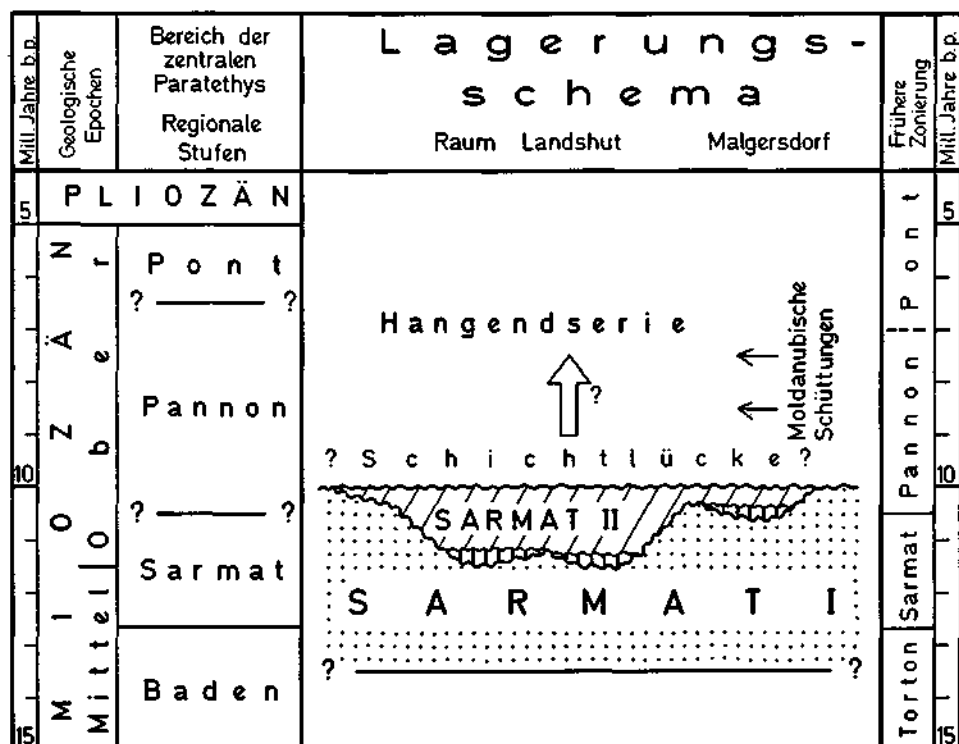
Abb. 1: Die Bentonitlagerstätten in der bayerischen Molasse

stufen. Die Sedimentation des Sarmat I begann wahrscheinlich bereits im Baden (Tab. 1).

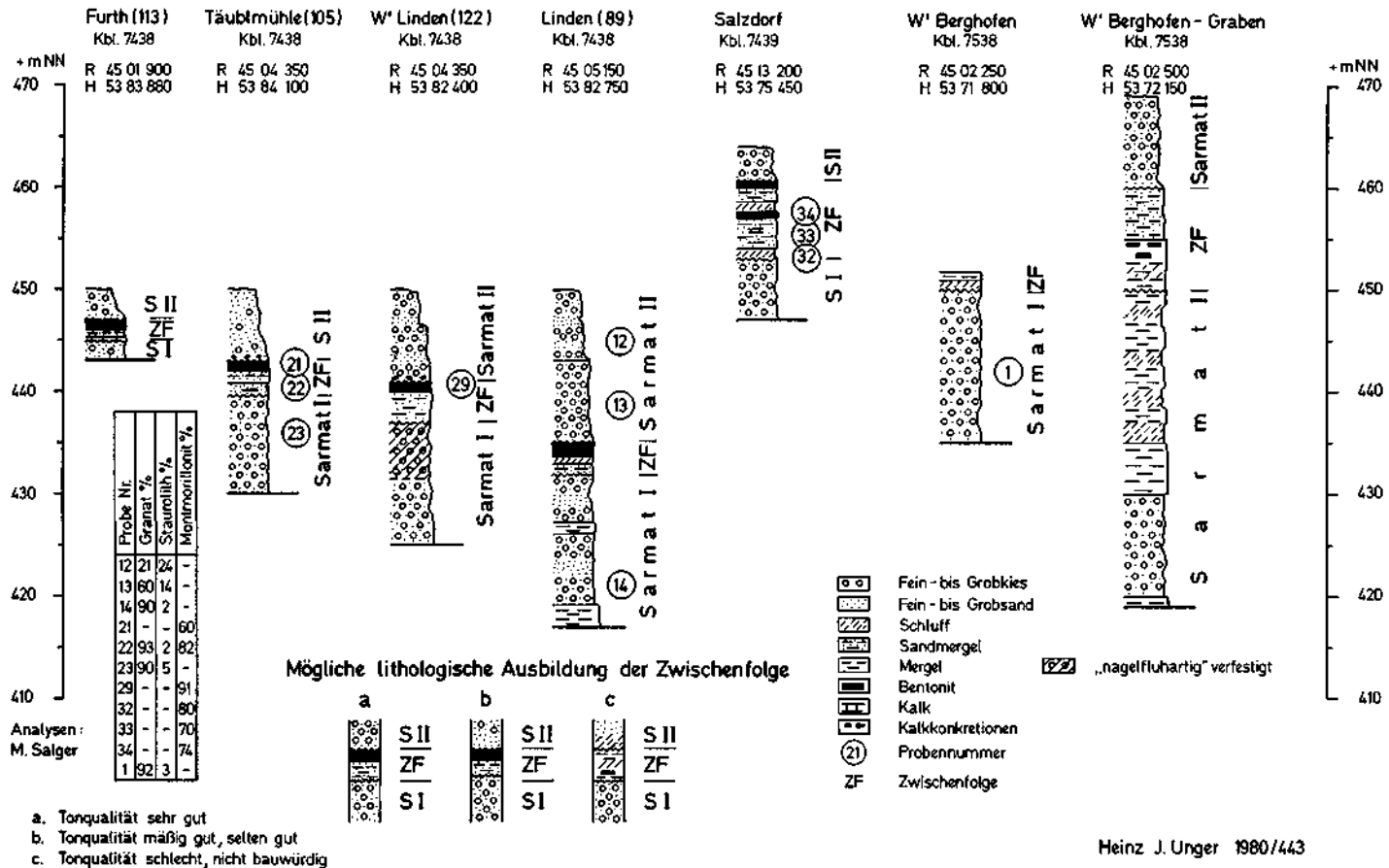
Die Bentonitlagerstätten liegen nach den bisherigen Erkenntnissen zwischen Sarmat I und Sarmat II. Sie lagern heute in unterschiedlichen NN-Höhen, nordwestlich Landshut höher als um oder südlich Landshut und im Raume Malgersdorf.

Eine geschlossen durchgehende „Sandmergeldecke“ im Hangenden der Bentonite gibt es nicht. Der Sandmergel ist Teil der „Bentonitabfolge“, lagert zum Teil im Liegenden des Bentonits oder kann ihn vollständig ersetzen (Abb. 2). Damit soll gesagt werden, daß die Bentonitlagerstätten zwischen Sarmat I und Sarmat II in einer Schichtabfolge lagern, die lithologisch in wechselnden Horizonten süßwasserkalkähnliche Sedimente (tonige Mergel), Schluffe bis Feinsande, Sandmergel und auch Kiese beinhalten kann. Diese Serie wird als Zwischenfolge bezeichnet. Die Feinsedimente dieser Zwischenfolge haben immer einen erhöhten Montmorillonitgehalt, der aber meistens nicht bauwürdig ist. Fehlen also bauwürdige Montmorillonitgehalte zwischen Sarmat I und Sarmat II, so werden die Tone (Bentonite) durch Sandmergel, tonige Mergeln oder Schluff vertreten. Diese zwischengeschaltete Abfolge mit den Bentoniten kann im Hangenden von einem Kalkmergel abgeschlossen wer-

Tabelle 1: Stratigraphische Stellung mit Lagerungsschema der Bentonite in Ostbayern



 Sedimentationsunterbrechung, Schichtlücke  Bentonite, Zwischenfolge



Heinz J. Unger 1980/443

Abb. 2: Einige Beispiele für die Lagerung der Zwischenfolge mit den Bentoniten im stratigraphischen Verband auf den Kartenblättern Nr. 7438, 7439 und 7538 der Topographischen Karte von Bayern I : 25.000

den. Bis jetzt ist kein „Standardprofil“ dieser Zwischenfolge erkennbar, was verständlich wird, wenn man die Genese berücksichtigt.

Über den Bentoniten bzw. ihren Äquivalenten folgt im Hangenden meistens eine grobklastische Schüttung, das Sarmat II mit Kiesen bis max. 15 cm Durchmesser. Diese grobe Körnung spricht gegen eine Einstufung in die Hangendserie. Dem Schwermineralbild nach ist dieses Sarmat II ein eigener Komplex, da die Hangendserie ein Sarmat I-Schwermineralspektrum hat.

Nordwestlich von Landshut wird die überlagernde Sarmat II-Abfolge entweder feinkörniger oder die Hangendserie überdeckt den Bentonit. Diese Frage wird erst bearbeitet. Ob für den Raum um Malgersdorf ähnliche Verhältnisse gelten, es hat den Anschein, wird in den kommenden Jahren im Detail untersucht werden.

Ein generell nach Süden abtauchender bentonitführender Horizont, der südlich von Landshut um oder unter +400 m NN zu erwarten wäre, ist nicht vorhanden. Nach den bisherigen Erkenntnissen besteht nur dort eine Chance, eine bauwürdige Bentonitlagerstätte zu entdecken, wo grobklastisches Sarmat II eine tonführende Zwischenschicht plombiert.

2.1. Zum Alter der Bentonite

Wenn K. VOGT (1980) den Bentoniten nach HEROLD (1970) ein obertortonales Alter zuweist, so erscheint diese Einstufung, bei aller derzeit herrschenden stratigraphischen Unsicherheit für unseren Raum, doch etwas gewagt. Unberücksichtigt bleiben dabei u. a. die grundlegenden Arbeiten von R. DEHM (1955), der an Hand der Säugerreste die Obere Süßwassermolasse gliederte.

Auch nach den neuesten Erkenntnissen bleiben Sedimente des „bisherigen“ Sarmat dem Sarmat zugeordnet, nur verschiebt sich das Sarmat bis in das Mittelmiozän zurück. Berechtigt erscheint die Annahme, daß die Sedimentation des Nördlichen Vollschochers i. w. S. im höheren Baden (was der alten Bezeichnung „Torton“ entspricht) einsetzte. Der Bentonit lagert immer im Hangenden dieser Abfolge.

Vollkommen haltlos ist jedoch die Behauptung, daß die Bentonite ein Alter von $14,5 \pm 0,8$ Mill. Jahren hätten. Diese Aussage beruht auf den Altersbestimmungen von GENTNER & WAGNER (1969) an Gläsern aus den Sueviten des Ries und Tektiten Böhmens. Ähnliche Gläser lassen sich in den Montmorilloniten Niederbayerns nachweisen (M. SALGER, mündl. Mitteilung). Das Bildungsalter dieser Gläser in den Montmorilloniten Niederbayerns ist, auch wenn sie den Gläsern aus den Sueviten identisch sind, nicht dem Sedimentations- bzw. Bildungsalter der Bentonitlagerstätten Niederbayerns gleichzusetzen. Überlegungen zu dieser Frage folgen im Kapitel 2.2.

Das Alter der Bentonitlagerstätten kann demnach, gemäß der heute gültigen radiometrischen Alterseinstufung des Sarmats, nur zwischen 10,5—11,5 Mill. Jahren liegen.

2.2. Zur Bildung der Bentonitlagerstätten

Daß bei der Bildung der Bentonite sowohl fluviatile als auch aeolische Komponenten beteiligt waren, steht außer Zweifel. Wie kann man sich nun die Lagerstättenbildung vorstellen?

Die Sedimentation des Sarmat I, einer fluviatilen Schüttung grob- bis feinklastischer Sedimente aus den Alpen, war abgeschlossen. Wechselnde Hauptschüttungsrinnen hatten auf engstem Raume rasche Wechsel zwischen groben und feinen Sedimenten bewirkt. Wahrscheinlich lag eine der letzten großen Schüttungsrinnen im

Bereich der heutigen Bentonitlagerstätten, wie es die grobklastische Basis der Zwischenfolge andeutet.

Nach dem Ende dieser Sarmat I-Schüttung, das abrupt gekommen sein muß, blieb diese letzte Rinne in einzelnen Abschnitten als topographisch Tiefstes in einem welligen Schwemmland mit spärlichem Bewuchs und weiten Kahlflächen zurück. Das Gelände um diese Rinnenreste lag relativ höher, im ehemaligen Rinnenlauf selbst wechselten tiefere mit flacheren Bereichen ab.

In der nun folgenden schüttungsfreien Periode — stratigraphisch also einer Schichtlücke — setzte die Erosion ein. Periodische Regenfälle (H. J. GREGOR, 1980) spülten feines und gröberes Material in die tiefer gelegenen Bereiche des Systems. Ob zur damaligen Zeit ein kontinuierlicher Abfluß nach Westen bestand, ist nicht wahrscheinlich. Das Material der Tonfraktion hätte sich wohl kaum so ruhig in einer doch relativ schmalen Rinne sedimentieren können. Wir vermuten also periodisch fließende Gewässer, die sich in topographisch (damals topographisch!) tiefsten Teilen, eventuell in Endseen sammelten und in den Schottern des Untergrundes langsam versickerten oder stehende Gewässer bildeten.

Mit dem feinkörnigen Material, in der Hauptsache Sarmat I-Sedimenten, wurden auch die Gläser mit einem Alter von $14,5 \pm 0,8$ Mill. Jahren abgeschwemmt. Zwischen den Perioden mit starker Abschwemmung wehten starke Winde und transportieren aeolisch Feinmaterial ab, das sich wiederum, entsprechend den aerodynamischen Gesetzen, bevorzugt in den topographisch tiefsten Bereichen absetzte. Damit findet sich für die Gläser und deren divergierendes Alter zur stratigraphischen Stellung ihres Einbettungshorizontes eine Erklärung wie auch für die teils stark wechselnde lithologische Zusammensetzung der Bentonit-führenden Zwischenfolge. Das heißt also, daß die Gläser bereits in den Sarmat I-Sedimenten lagerten, bevor sie in die Rinnen und Senken abgeschwemmt oder ausgeblasen wurden.

Damit erscheint es nicht mehr so unwahrscheinlich, daß sogar Kieslagen neben Sanden, Sandmergeln und Schluffen in die Bentonitlagerstätten eingeschaltet sind. Typisch fluviatile Strukturen neben eindeutig aeolischen dürften bei diesen Sedimentationsbedingungen nicht mehr verwundern.

Fassen wir das bisher Gesagte zusammen: Episodische Einschwemmungen nach Regenfällen brachten Abtragungsmaterial in topographisch tief liegende Bereiche einer alten Schüttungsrinne ein, das sich in der Feinfraktion wahrscheinlich in Endseen oder Stillwasserbereichen in diesem abflußlosen Gebiet sedimentierte. Periodische Grobeinschwemmungen können die Sedimentation der Feinfraktion lagenweise unterbrechen. Sogar mit erneuter Aufarbeitung, Verunreinigung und Resedimentation von Tonlagen kann man rechnen. Neben dem Abtrag durch Regenfluten bliesen starke Winde Material aus den randlich höher liegenden Bereichen aus, das sich ebenfalls in den topographisch tiefsten Bereichen fing und sedimentierte.

Nach einer Pause der Schüttung aus den Alpen, deren Dauer wir nicht kennen, die aber auf jeden Fall Zeit für die Sedimentation der Bentonitlagerstätten ließ und als regionale Schichtlücke in der Oberen Süßwassermolasse zu interpretieren ist, setzte erneut eine starke Schüttung ein, die hauptsächlich aufgearbeitetes Sarmat I von Süden herantransportierte, selektierte (abnehmender Granatgehalt, zunehmender Staurolithgehalt und Übergang des Karbonatgehaltes aus den kalkalpinen Geröllen in die Mergelfraktion) und sich hauptsächlich an den topographisch tief liegenden alten Rinnen im Sarmat I, in denen nun die Bentonit-führende Zwischenfolge lagerte, orientierte. Damit wurden die während der „Schichtlücke“ in diesen Tief-

lagen sedimentierten Tone, Mergel, Schluffe, Sandmergel und Grobklastika sehr schnell plombiert und konserviert. Aufgearbeitete Bentonitfetzen im überlagernden Sarmat II belegen diese rasche Bedeckung.

Außerhalb der Tiefbereiche breitete sich das Sarmat II, wenn überhaupt, nur langsam über das höher gelegene Umland aus und erscheint hier meistens in „Randfazies“ als Mergel, Sandmergel, tonige Mergel und selten als Sand.

Dieser Umstand macht es bei der Geländekartierung beispielsweise fast unmöglich (so nicht die Karbonatgehalte eindeutig Aussagen gestatten), den jeweiligen Rand einer Sarmat II-Schüttung im Gelände eindeutig zu erfassen.

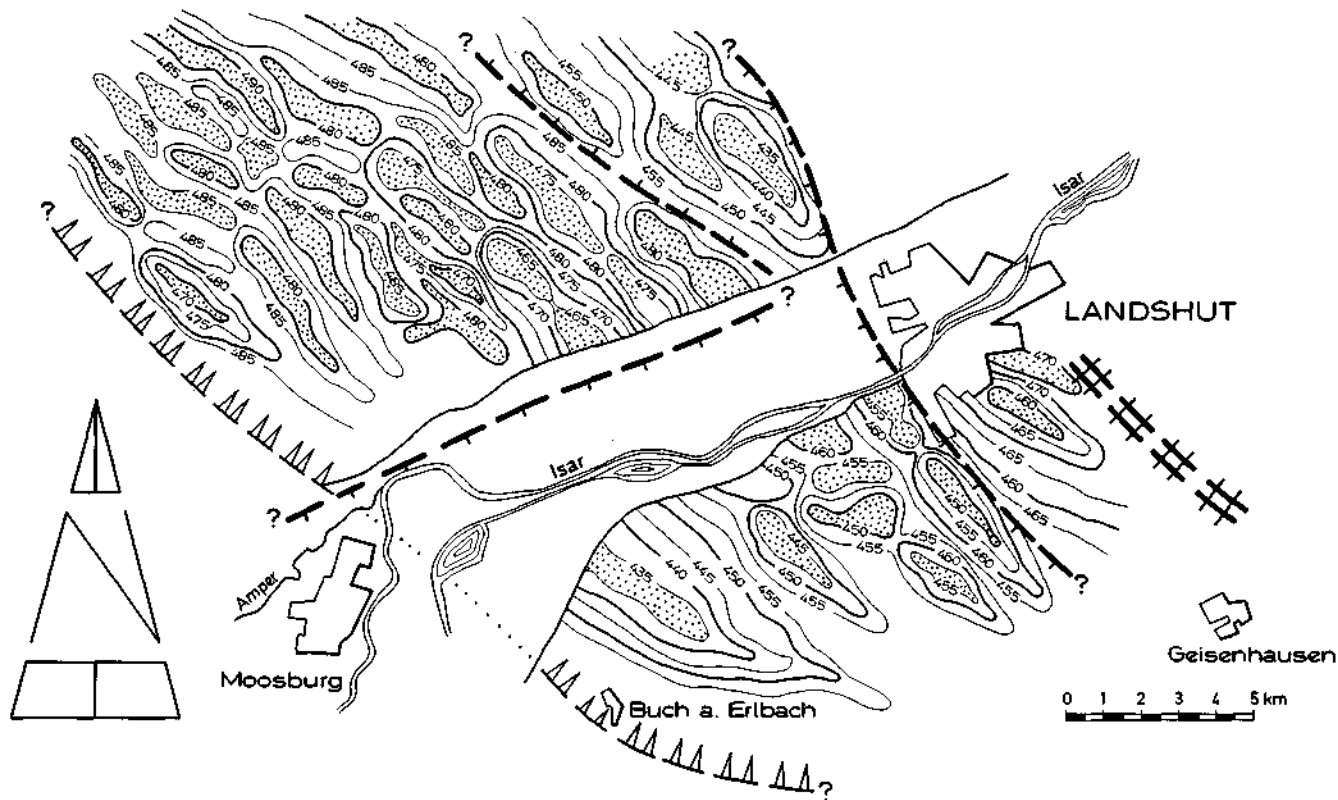
Eine ähnliche Lagerung scheinen nach den bisherigen Erkenntnissen die Bentonite um Malgersdorf zu haben. Sie liegen offensichtlich horizontal über größere Flächen auf dem Sarmat I und werden von Sarmat II überdeckt. Es handelt sich bei ihnen um Bentonite ohne vulkanische Komponenten (Niedrigerer Schmelzpunkt als die Landshuter Bentonite, keine Gläser; mündl. Mitt. von M. SALGER am 18. 11. 80). Die Malgersdorfer Bentonite sind durch den Fund von Blattabdrücken durch H. BATSCHKE (1957) und die Einstufung in das Obersarmat durch W. JUNG (1968) zeitgleich den Bentoniten um Landshut.

Bleibt noch die Frage offen, warum die Bentonitlagerstätten heute in unterschiedlichen topographischen Niveaus liegen. Eine endgültige Antwort läßt sich zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht geben. Folgende Überlegungen stehen zur Debatte:

1. Die Bentonitlagerstätten verschiedener Niveaus wurden nicht zeitgleich überdeckt, d. h. die Plombierung durch das Sarmat II oder die Hangendserie erfolgte zeitlich versetzt. Dies würde in letzter Konsequenz bedeuten, daß die heute topographisch tiefer liegenden Lagerstätten relativ älter als die topographisch höher liegenden wären, oder daß das Sarmat II höher liegende Bereiche nicht überdecken konnte, was beides aus verschiedenen Gründen unlogisch wäre. Sollte sich nachweisen lassen, daß im Nordwesten Hangendserie über den Bentoniten lagert, wäre dies der Beweis für diese Annahme.

2. Die Bentonitlagerstätten lagen ursprünglich alle in einem relativ eng begrenzten topographischen Höhenbereich, wurden zeitgleich plombiert und erst anschließend tektonisch verstellt. Dafür sprächen die bei Landshut offensichtlich vorhandenen Flexuren im tertiären Hügelland und im Isartal, die Rückschlüsse auf Verwerfungen im tieferen Untergrund gestatten (siehe dazu auch B. HOFMANN, 1973).

Als große tektonische Einheit zieht im tieferen Untergrund das Landshut-Neuöttinger Hoch von Landshut gegen Südosten (Abb. 1, 3), an dessen Rändern mit Sicherheit große Verwerfungen zu erwarten sind (Analoge Situation wie südwestlich von Neumarkt—St. Veit! Siehe dazu Geol. Karte von Bayern 1 : 50.000, Blatt L 7740 Mühldorf a. Inn mit Erläuterungen, 1978). Da diese Bewegungen bis heute nachweislich nicht zur Ruhe gekommen sind, kann man die in Abbildung 3 dargestellten Flexuren als wahrscheinlich annehmen. Nicht zu vergessen sei in diesem Zusammenhang die Tendenz der ostbayerischen Molasse an sich, ihr Muldentiefstes immer weiter nach Norden vorzuschieben, so daß im Raume Landshut bis in jüngste Zeit mit stärkeren Bewegungen gerechnet werden muß (Beispielsweise wird vermutet, daß die Aufschotterung bzw. die letzte Formung der Münchener Schotterebene auf Absenkungen des Untergrundes südwestlich von Landshut bei gleichzeitigem Verbleiben des Landshut-Neuöttinger Hochs in Hochposition zurückgeht). Unter diesen Gesichtspunkten scheinen für die heutige unterschiedliche NN-Höhenlage der Bentonitlagerstätten tektonische Bewegungen des Untergrundes verantwortlich zu sein.



Engbegrenzte Vertiefungen mit Bentonitlagerstätten
in einem ehemaligen Rinnensystem
Heutige Basis (+ m NN) der Bentonitlagerung
Flexur über Verwerfungen im tieferen Untergrund



Rand der ehemaligen Rinne
Landshut - Neuöttinger Hoch im tieferen Untergrund

Abb. 3: Lagerung der Bentonite im Raume Landshut (Niederbayern)

Bleibt zum Schluß noch die Frage nach der stratigraphischen Korrelation dieser Bentonit-führenden Zwischenfolge mit anderen, etwa zeitgleichen Schichtgliedern in der Oberen Süßwassermolasse.

Östlich der Linie Landshut—Geisenhausen—Vilsbiburg, am Ostrand des Landshut—Neuöttinger Hochs, lagert im gleichen stratigraphischen Niveau als Auflagerung auf dem Sarmat I der sogenannte Süßwasserkalk, ein lakustrisches Sediment, das nach bisherigen Erkenntnissen ebenfalls auf eng begrenzte (und topographisch tiefste?) Bereiche beschränkt zu sein scheint.

Im Gegensatz zu der Bentonit-führenden Zwischenfolge, für die bis heute noch nicht der eindeutige Nachweis von mehreren übereinanderliegenden Bentonit-Lagen erbracht werden kann (durch beweisbare größere und zeitlich trennende Zwischenlagen unterbrochene Lagen, Mehrphasigkeit und nicht Umlagerung!), gibt es für den Süßwasserkalk den Nachweis, daß dieses Sediment auch in höheren stratigraphischen Niveaus vorkommt, was natürlich in der reproduzierbaren Genese des Süßwasserkalkes in Seen seine Ursache haben könnte.

Mit diesen Ausführungen sollte ein kurzer Überblick über den derzeitigen Stand unserer Kenntnisse über die Lagerung des Bentonits, seine stratigraphische Einordnung in die Schichtenfolge der Oberen Süßwassermolasse und sein Alter sowie über Denkmodelle seiner Lagerstättengenese gegeben werden. Aus dem Text läßt sich entnehmen, daß noch viele offene Fragen einer Beantwortung harren, wozu noch viel Detailarbeit im Gelände notwendig sein wird.

Dank

Herrn RD Dr. M. SALGER (BGLA, München) dankt der Verfasser für seine Unterstützung mit Rat und Tat; ohne ihn wären diese Erkenntnisse nicht möglich gewesen. Herrn Dr. H. J. GREGOR sei für seine Hinweise und kollegiale Hilfe bestens gedankt.

Literatur

- BATSCHKE, H.: Geologische Untersuchungen in der Oberen Süßwassermolasse Ostniederbayerns. — Beih. Geol. Jb., 26, 261—307, Hannover 1957.
- DEHM, R.: Die Säugetierfaunen in der Oberen Süßwassermolasse und ihre Bedeutung für die Gliederung. — Erl. z. geol. Übersichtskarte d. Südd. Molasse, 1: 300.000, 81—88, München (BGL) 1955.
- FAHN, R.: Die Gewinnung von Bentoniten in Bayern. — Schriften Ges. deutsch. Metallhütten- u. Bergleute, H. 25, 117—127, Clausthal—Zellerfeld 1974.
- GENTNER, W. & WAGNER, G. A.: Altersbestimmungen an Riesgläsern und Moldaviten. — Geol. Bav., 61, 296—303, München 1969.
- GREGOR, H. J.: Ein neues Klima- und Vegetations-Modell für das untere Sarmat (Mittelmiozän) Mitteleuropas unter spezieller Berücksichtigung floristischer Gegebenheiten. — Verh. Geol. B.-A., 1970 (3), 337—353, Wien 1980.
- HEROLD, R.: Sedimentpetrographische und mineralogische Untersuchungen an pelitischen Gesteinen der Molasse Niederbayerns. — Unveröff. Diss. Univ. München, 1970.
- HOFMANN, B.: Erläuterungen zur geol. Karte von Bayern 1: 25.000, Blatt Nr. 7439 Landshut-Ost. — 113 S., München (BGL) 1973.
- JUNG, W.: Pflanzenreste aus dem Jungtertiär Nieder- und Oberbayerns und deren lokalstratigraphische Bedeutung. — Ber. d. Naturwissensch. Ver. Landshut, 25, 43—72, Landshut 1968.
- STEININGER, F., RÖGL, F. & MARTINI, E.: Current Oligocene/Miocene biostratigraphic concept of the Central Paratethys (Middle Europe). — News. Stratigr., 4 (3), 174—202, Berlin—Stuttgart 1976.

- UNGER, H. J.: Die Obere Süßwassermolasse zwischen Inn und Donau. — Naturwiss. Ztschr. f. Niederbayern, **26**, 115—134, Landshut 1976.
- UNGER, H. J.: Erläuterungen zur Geologischen Karte 1 : 50.000 von Bayern, Blatt L 7740 Mühldorf am Inn. — 184 S., München (BGL) 1978.
- UNGER, H. J.: Die Obere Süßwassermolasse zwischen Inn und Donau. — Aspekte, **1**, 14—34, München 1979.
- VOGT, K.: Bentonite Deposits in Lower Bavaria. — Geol. Jb., **D 39**, 47—68, Hannover 1980.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 3. Februar 1981.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt](#)

Jahr/Year: 1981

Band/Volume: [1981](#)

Autor(en)/Author(s): Unger Heinz J.

Artikel/Article: [Bemerkungen zur stratigraphischen Stellung, der Lagerung und Genese der Bentonitlagerstätten in Niederbayern 193-203](#)