

JAHRBUCH
DES
OÖ. MUSEALVEREINES
GESELLSCHAFT
FÜR
LANDESKUNDE

127. Band

1. Abhandlungen



Linz 1982

INHALTSVERZEICHNIS

Manfred Perlwieser: Hallstattzeitliche Grabhügel bei Mitterkirchen, pol. Bez. Perg, OÖ.	9
Erwin M. Ruprechtsberger: Ein etruskisches Buccherofragment aus Lauriacum	25
Erwin M. Ruprechtsberger: Funde vom Espelmayrfeld in Enns	36
Kurt Holter: Zum Problem der Kultkontinuität an oberösterreichischen Kirchen des Frühmittelalters	43
Othmar Hageneder: Das Land ob der Enns und die Herrschaft Freistadt im späten Mittelalter	55
Egon Ellrichshausen: Die Consuetudinarienbücher im oberösterreichi- schen Landesarchiv	107
Georg Heilingsetzer: Aspekte der Außen- und Innenpolitik bei der Er- werbung des Innviertels durch Österreich (1779)	129
Brigitte Heinzl: Die gemalten Miniaturen der kunsthistorischen Abteilung des OÖ. Landesmuseums	165
Heinz Unger und Josef Schwarzmeier: Die Tektonik im tieferen Unter- grund Ostniederbayerns	197
Hubert Nagl: Zur eiszeitlichen Vergletscherung des Sternsteins, Oberösterreich	221
Peter Baumgartner und Hans Sordian: Zum horizontalen und verti- kalen Aufbau des Erd- und Schuttströmekegels des Gschlifgrabens am Traun- see bei Gmunden (Oberösterreich)	227
Gerald Mayer: Winterauftreten und Zug des Buchfinken (<i>Fringilla coelebs</i>) in Oberösterreich	237
Gerhard Aubrecht: Alpenspitzmaus (<i>Sorex alpinus</i> SCHINZ) im Mühlviertel . .	261
Besprechungen und Anzeigen	263

DIE TEKTONIK IM TIEFEREN UNTERGRUND OSTNIEDERBAYERNs

Von Heinz J. Unger und Josef Schwarzmeier

(Mit 10 Abb. im Text)

Inhaltsübersicht

Einleitung	197
1. Geographische Übersicht	198
2. Die Lagerungsverhältnisse im tieferen Untergrund Ostniederbayerns	200
2.1 Bemerkungen zur Schichtenfolge	200
2.2 Der paläogeographisch-tektonische Werdegang des ostniederbayerischen Raumes	205
3. Bemerkungen zum Ortenburger Senkungsfeld	211
4. Die Lagerungsverhältnisse im oberflächennahen Bereich	216
Zusammenfassung	218
Literatur	220

Einleitung

Von 1976 bis 1979 wurden im Rahmen der geologischen Landesaufnahme durch das Bayerische Geologische Landesamt die Kartenblätter 1:50 000 L 7544 Griesbach i. Rottal und der bayerische Teil des Kartenblattes L 7546 Passau aufgenommen. Da die auf diesen Kartenblättern vorhandenen Tiefenaufschlüsse eine befriedigende Interpretation der Lagerungsverhältnisse im tieferen Untergrund nicht gestatteten, wurde die Untersuchung auf ein größeres Gebiet ausgedehnt. Da diese umfangreiche Dokumentation den Rahmen der zu den Karten gehörenden Erläuterungen sprengen würde, soll das Ergebnis hier vorgelegt werden.

Zu Dank verpflichtet sind die Verfasser der Mobil Oil AG (Celle), der Brigitta-Elwerath-Betriebsführungsgesellschaft (Hannover) und der Wintershall AG für die Genehmigung zur Verwendung der geologischen Profile der von diesen Firmen in diesem Raum abgeteufte Tiefbohrungen. Herrn Dr. H. Heymann (Mobil Oil AG, schriftliche Mitteilung vom Januar 1981) sei für seinen Hinweis gedankt, daß nach Seismik die östlich der Bohrungen

Pfarrkirchen 1 und Thanndorf 1 etwa Nord–Süd verlaufende tektonische Linie als junges, West orientiertes Aufschiebungselement zu deuten sei.

Unser Dank an die genannten Firmen sei mit der Bemerkung verbunden, daß jeder Versuch einer tektonischen Analyse des hier zu betrachtenden Gebietes ohne die Unterstützung der genannten Firmen zum Scheitern verurteilt gewesen wäre.

Die Verfasser danken Herrn Prof. Dr. H. Vidal für die kritische Durchsicht des Manuskripts, den Mitarbeitern der kartographischen Abteilung des GLA unter Herrn Wolniczak für die termingerechte Fertigstellung der Abbildungen und Herrn Dr. F. Rögl (Wien) für seine kollegiale Hilfe.

Die Tektonik des tieferen Untergrundes in Österreich wurde von JANOSCHEK (1961) übernommen. Im bayerischen Teil wurden neben den Ergebnissen der Feldaufnahme die stratigraphisch bearbeiteten, amtseigenen Bohrungen im Raum Osterhofen und die Tiefbohrungen in ihrer stratigraphischen Aussage zur Interpretation herangezogen. Die Arbeit von FÜHRER (1978) über die Schwereanomalien am Südwestrand des Bayerischen Waldes gab wertvolle Hinweise bzw. bestätigte einige unserer Interpretationen.

1. Geographische Übersicht

Das untersuchte Gebiet begrenzt im Westen die Linie Landau a. d. Isar–Braunau a. Inn, im Süden die Linie Burghausen a. d. Salzach–Ried i. Innkreis, im Osten die Linie Ried i. Innkreis–Passau und im Norden die Linie Passau–Plattling (Abb. 1). Die Donau und der Inn sind die Hauptvorfluter der nach Osten fließenden Flüsse Isar, Vils und Rott. Sowohl die Donau als auch der Inn durchfließen vor ihrem epigenetischen Durchbruch durch das zutage anstehende Kristallin Talauen mit weitflächigen Terrassen. Ihr epigenetischer Durchbruch dokumentiert die bis in jüngste Zeit anhaltenden, wenn auch stark abgeschwächten Hebungen der Moldanubischen Masse.

Betrachtet man die Beziehung der Tektonik im tieferen Untergrund zum Lauf der Flüsse an der Oberfläche, so erkennt man einen direkten Zusammenhang zwischen beiden (Abb. 2). Hingewiesen sei auf den Donaumäander südöstlich von Osterhofen, an das Umschwenken von Vils und Rott aus einer nach Südosten gerichteten Fließrichtung in eine Ost- bis Nordostrichtung in dem Bestreben, die sich durchpausenden Hochlagen des Kristallins im Untergrund senkrecht zu durchstoßen. Auch am Innlauf lassen sich Beeinflussungen feststellen, die eindeutig auf die kristallinen Hochlagen im Untergrund zurückzuführen sind. So etwa vor dem Zusammenfluß von Inn und Salzach der Einfluß des Landshut-Neuöttinger Hochs im Untergrund auf den Innlauf oder

das Bestreben des Inn, die Störungszone des Pockinger Abbruchs senkrecht zu durchstoßen.

2. Die Lagerungsverhältnisse im tieferen Untergrund Ostniederbayerns

Das Kristallin der Böhmisches Masse (Moldanubikum) und die ihm auflagernden mesozoischen Sedimente boten ursprünglich das Bild einer schwach nach Süden geneigten Tafel (JANOSCHEK 1961), die im Zuge der Entwicklung bis in das Tertiär durch zahlreiche synthetische und antithetische Brüche mit Sprunghöhen bis zu 1000 Metern zerlegt wurde. Die Hauptbewegungslinien bildeten sich mit Sicherheit über alten, im Basement bereits vorhandenen Lineamenten. Die Brüche schlugen mit größeren Versatzbeträgen bis in das Rupel, als flexurartige Verbiegungen mit abnehmender Versatzhöhe wahrscheinlich bis in das Eger durch. Im Braunauer Trog findet man größtenteils Zerrungstektonik, Aufschiebungen unterschiedlichen Alters lassen sich untertage östlich der Bohrungen Pfarrkirchen 1 und Thanndorf 1 (H. HEYMANN, schriftliche Mitteilung Januar 1981) und obertage am Nordrand des Ortenburger Senkungsfeldes und im Kalkberger Bruch nachweisen.

2.1 Bemerkungen zur Schichtenfolge

Die bestimmenden Strukturelemente im tieferen Untergrund Ostniederbayerns sind das Landshut-Neuöttinger Hoch (HEERMANN 1954: 11), der Braunauer Trog (BÜRGL 1949: 132, »Braunauer Kreidemulde«), der Pockinger Abbruch (NATHAN 1949: 5) mit seiner nordwestlichen Fortsetzung, die man als Donaurandbruch bezeichnet, das Aidenbach-Griesbacher Hoch, ein Gegenstück zum Landshut-Neuöttinger Hoch, und das Ortenburger Senkungsfeld (KRAUS 1915: 151).

Westlich und südwestlich von Passau fällt das zutage anstehende Kristallin des Moldanubikums auf. Dieses aufgeschlossene Kristallin setzt sich im flachen Untergrund bis zum Pockinger Abbruch im Süden und seiner nordwestlichen Fortsetzung im Westen fort (Abb. 2). Wir nennen diese kristalline Hochlage im flachen Untergrund, ein genetisches Analogon zum Landshut-Neuöttinger Hoch, das Aidenbach-Griesbacher Hoch. Auf diesem östlichen Hoch lagern Sedimente des Otnang bis Karpat (Abb. 3), und zwar in mariner Fazies die Neuhofener Schichten, die Glaukonitsande und Blättermergel und in brackischer Fazies die Oncophora-Schichten. Ebenso lassen sich limnisch-

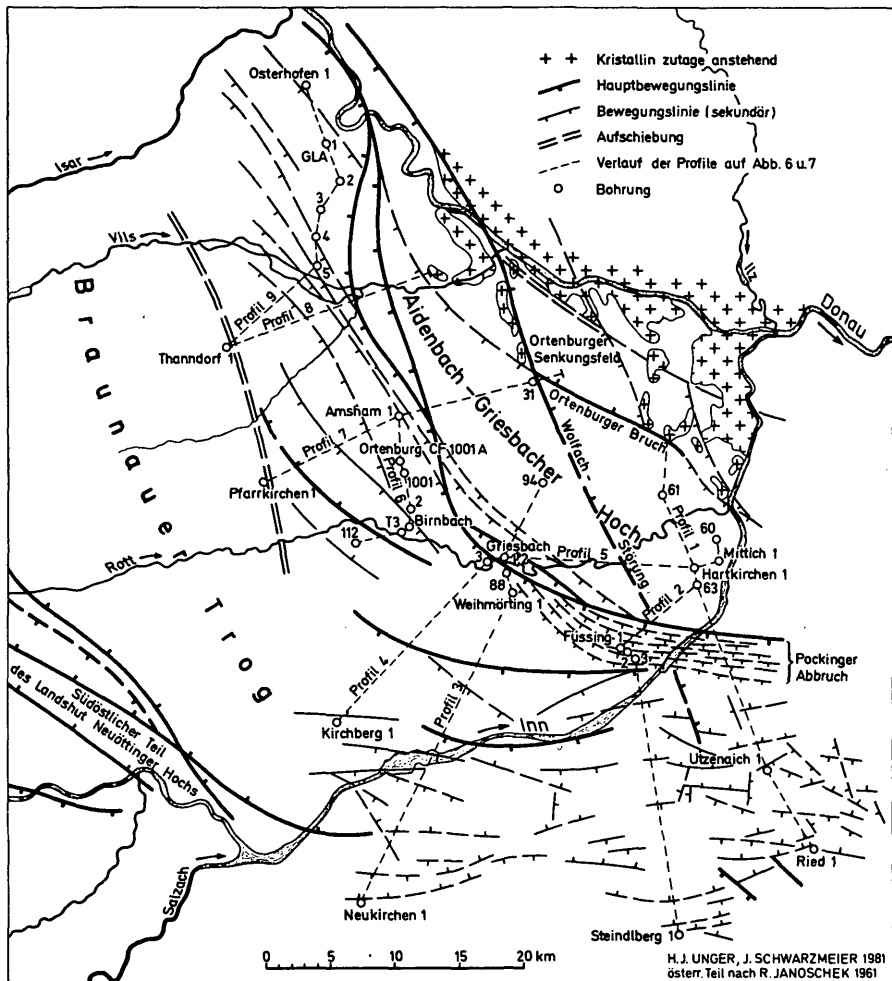


Abb. 2: Abgedeckte tektonische Karte des prätertiären Untergrundes in Ostniederbayern

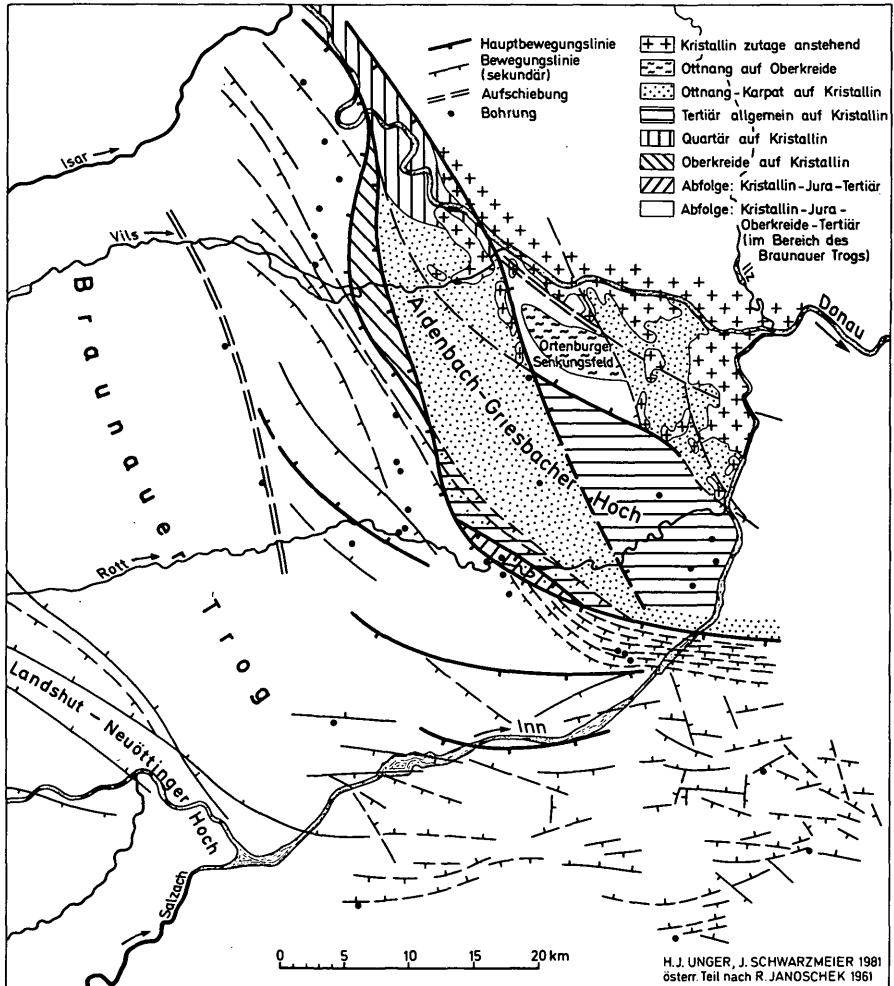


Abb. 3: Räumliche Darstellung der verschiedenen Schichtenabfolgen in Ostniederbayern

fluviatile Sedimente, teils mit starker moldanubischer Beeinflussung, bis obermiozänen Alters nachweisen.

Östlich der Wolfach-Störung (KRAUS 1915: 156, »Wolfachlinie«) lagert auf dem Kristallin Unteres Eger (Chatt), darüber, durch eine Schichtlücke getrennt, die den Zeitraum zwischen Oberem Eger (Aquitän) und Eggenburg (Burdigal) umfaßt, das Ottang, vorwiegend in Litoralfazies. Dies beweist, daß im Eger an der Wolfach-Störung Bewegungen stattgefunden haben.

Am nördlichen Rand des Aidenbach-Griesbacher Hochs liegt das Ortenburger Senkungsfeld. Westlich und südlich des Aidenbach-Griesbacher Hochs senkt sich der Braunauer Trog an Brüchen mit Sprunghöhen bis 1000 Meter ein. Die Absenkung geschah an einer, selten an mehreren Hauptbewegungslinien (Abb. 2), denen sich jüngere, sekundäre Bewegungslinien zuordnen lassen. Das heißt beispielsweise, daß der nördlichste Bruch des Pockinger Abbruchs, der als erster und am stärksten wirksam wurde, als Hauptbewegungslinie zu interpretieren ist, während die nach Süden sich anschließenden Brüche als jüngere Bewegungslinien dieser Hauptbewegungslinie nachzuordnen sind.

An den Hauptbewegungslinien dürften bereits im Jura Bewegungen erfolgt sein, die sekundären Bewegungslinien wurden ab dem Coniac (Oberkreide) angelegt und erst voll wirksam, als sich die Absenkung des Braunauer Troges beschleunigte und als zusätzlich von Süden und Osten bis Südosten und als Gegendruck von Norden Kräfte zu wirken begannen, die neben reinen Staffelbrüchen auch Aufschiebungen und Scherbrüche erzeugten.

Betrachtet man die Schichtenfolge des prätertiären Untergrundes im Braunauer Trog, so muß man feststellen, daß sich die Oberkreidesedimente schalenförmig, südsüdöstlich zu nordnordwestlich streichend, an die Störungszone am Ostrand des Braunauer Troges anlagern (Abb. 4).

Da im Ortenburger Senkungsfeld als höchstes Oberkreideschichtglied Coniac auftritt, kann man schlußfolgern, daß sich mit dem Coniac die Absenkungen im Braunauer Trog wesentlich beschleunigten. Wir sind der Ansicht, daß das Campan auf dem Aidenbach-Griesbacher Hoch wahrscheinlich gar nicht mehr zur Ablagerung kam. Das heutige Bild der prätertiären Schichten verdeutlicht, daß man ab dem Coniac mit sehr hohen Abtragungsbeträgen auf den Hochlagen rechnen kann und daß durch die starken synsedimentären Absenkbewegungen am Rande des Braunauer Troges es zur reliktschen Erhaltung des Obercampans westlich des Aidenbach-Griesbacher Hochs, also dem Gebiet mit der größten Absenkrate, kam. Analoge schalenförmige Anlagerung der älteren Oberkreideschichten scheint im Westen am Ostrand des Landshut-Neuöttinger Hochs vorzuliegen. Natürlich ist dabei zu berücksichtigen, daß die Verteilung der Oberkreide-Ablagerungen, wie sie sich heute darstellt, das Resultat sowohl starker erosiver Beeinflussung als auch der Tektonik ist.

Im Liegenden der Oberkreide finden sich Sedimente des Malm in germani-

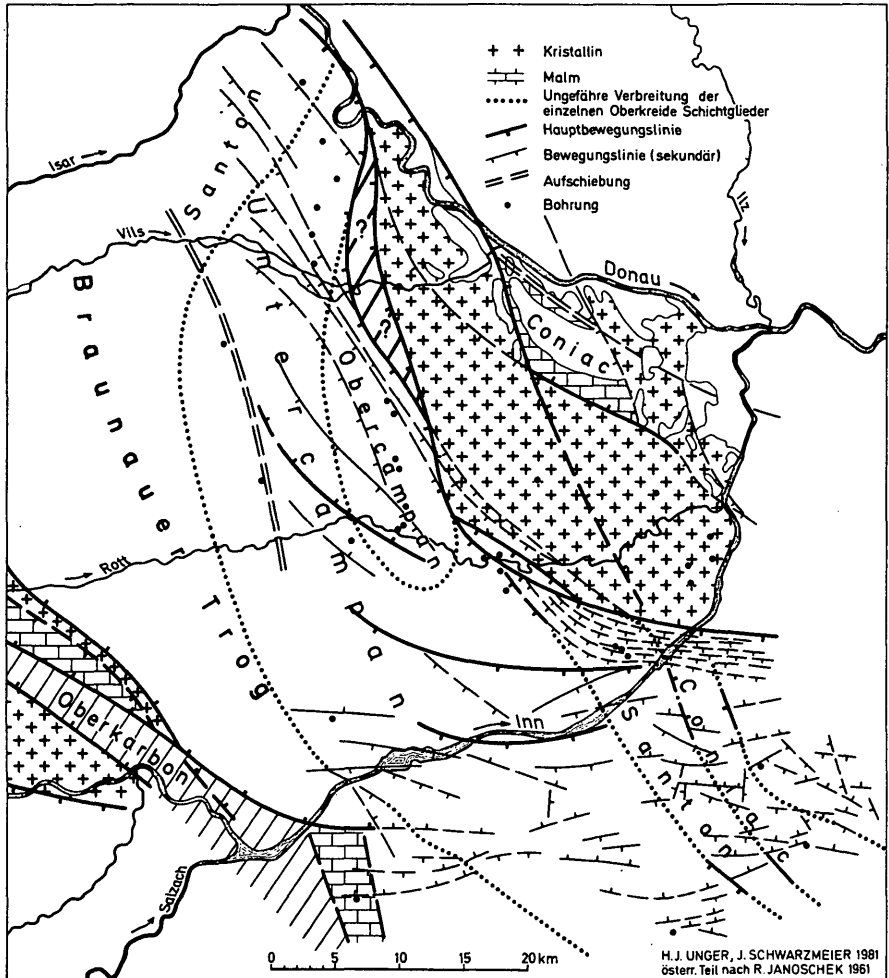


Abb. 4: Abgedeckte Karte der Schichtenfolge des prätertiären Untergrundes in Ostniederbayern

scher Schelfentwicklung, des Mittleren und Oberen Dogger und reliktsch, in einzelnen kleinen Senken, des Lias. Rhät läßt sich vereinzelt und geringmächtig in toniger Fazies nachweisen. Offensichtlich handelt es sich dabei um Reste in engbegrenzten Senken auf dem Kristallin. Im Bereich des Landshut-Neuöttinger Hochs finden sich als Erosionsreste in tektonischen Fallen Sedimente terrestrischen Oberkarbons.

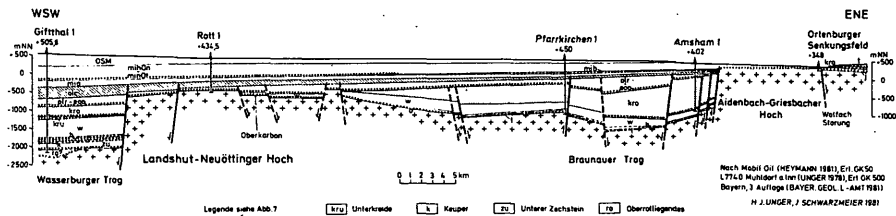


Abb. 5: Geologisch-tektonisches Profil zwischen Vilsbiburg/Neumarkt – St. Veit und Ortenburg

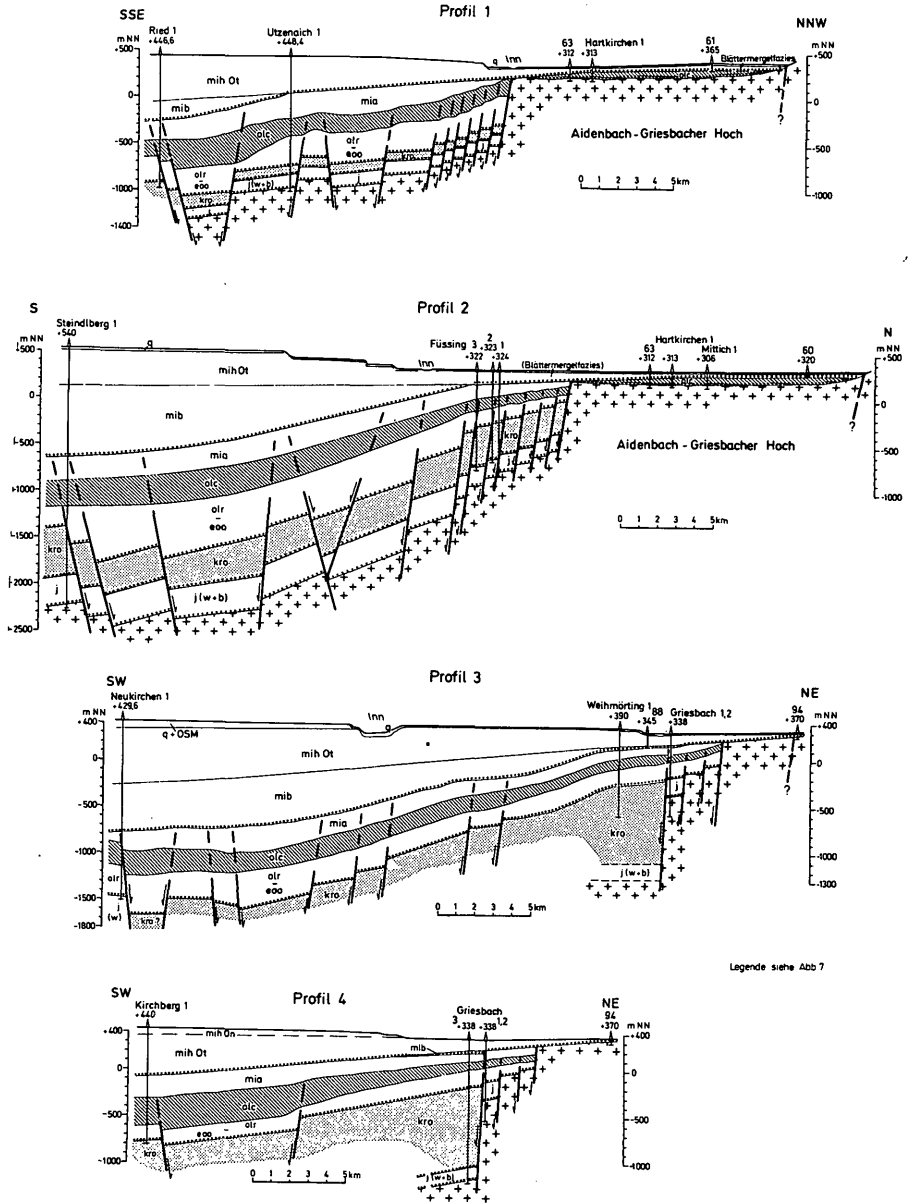
Betrachtet man das etwa West-Ost laufende Profil (Abb. 5), so kann man beobachten, daß das Aidenbach-Griesbacher Hoch wesentlich stärker ausgeprägt ist und relativ höher herausragt als das Landshut-Neuöttinger Hoch. Dies dürfte mit der mehr »randnahen« Lage des Aidenbach-Griesbacher Hochs zur Moldanubischen Masse zusammenhängen. Die relative Absenkung des Braunauer Troges ist etwa gleich der des Wasserburger Troges am Westrand des Landshut-Neuöttinger Hochs.

2.2 Der paläogeographisch-tektonische Werdegang des ostniederbayerischen Raumes (siehe hierzu Abb. 6, 7, 8 und 9)

Vor etwa 320 Millionen Jahren, während der Sudetischen Faltungsphase, zwischen Unter- und Oberkarbon, wurde das ostbayerische Gebiet zum moldanubischen Festland aufgefaltet. Anschließend wurden durch die Erosion alle nicht metamorphosierten Sedimente entfernt und der kristalline Kern freigelegt.

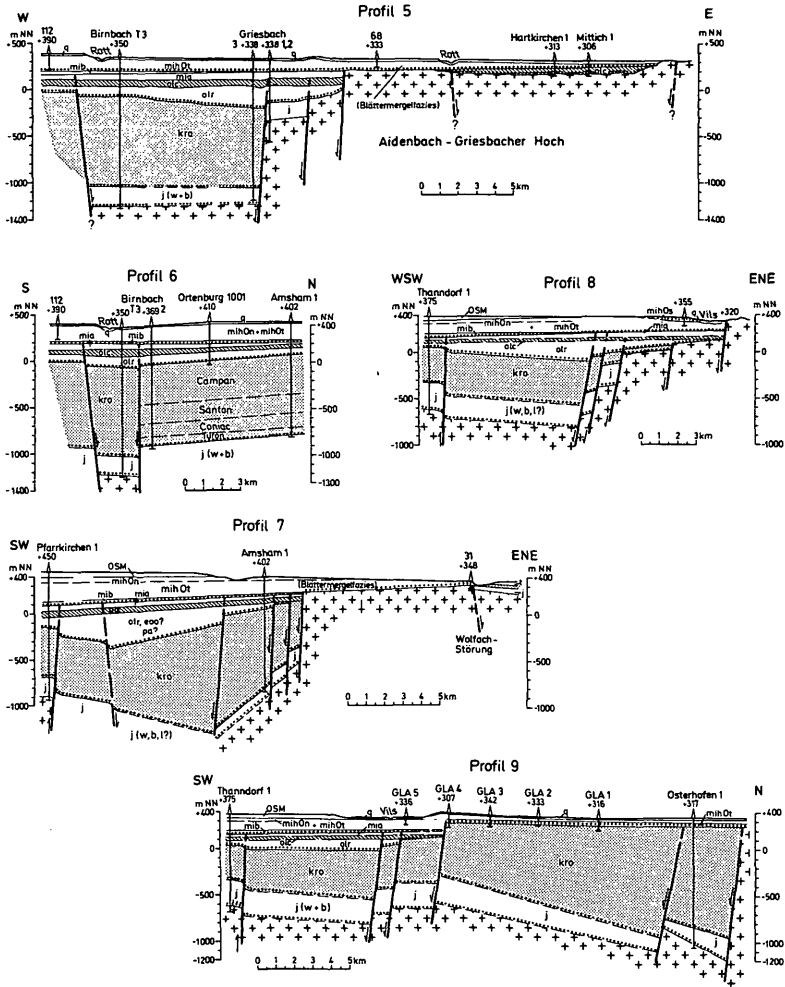
Während eines Großteils der Trias blieb das Gebiet Festland und unterlag weiter der Erosion. Die Folge waren mächtige Zersatzzonen an der Oberfläche des Kristallins. Im Rhät (Oberste Trias) lassen sich geringmächtige Tone in engbegrenzten Senken nachweisen, die sich als Stillwassersedimente mit geringem Zufluß auf dem Kristallin deuten lassen.

Im Lias und Mittleren Dogger trat erneut Absenkung ein, und ein flaches Meer transgredierte von Nordwesten her über das Gebiet. Der im Kalkberger Bruch (Abb. 9) aufgeschlossene Dogger-Eisensandstein ist als strandnahes Sediment anzusprechen. Die Zeitlerner Schichten dagegen, einige Kilometer



H.J. UNGER u. J. SCHWARZMEIER 1981

Abb. 6: Geologisch-tektonische Profile aus Ostniederbayern und dem Innviertel (südöstliches Arbeitsgebiet, Lage der Profile siehe Abb. 2)



Darstellung nach E. KRAUS 1915, H. NATHAN 1949, F. OSCHMANN 1954, R. JANOSCHEK 1961, H. GUDDEN u. J. H. ZIEGLER 1965, M. BAUMANN, W. REGNET u. P. UDLUFT 1975 u. F. X. FÜHRER 1978

H. J. UNGER u. J. SCHWARZMEIER 1981

Quartär	Oberes Eger (Aquitän)	Oberkreide	Schichtgrenze, nachgewiesen
Obere Süßwassermerasse	Unt. bis Mitt. Eger (Chatt, Oberligozän)	Malm	Schichtgrenze, vermutet
Ortenburger Schotter (Oberes Helvet bis Karpat)	Rupel (Unter- bis Mittelligozän)	Dogger	Transgression
Onephoraschichten (Oberes Helvet bis Karpat)	Obereozän	Lias	Störung, nachgewiesen
Unt. bis Mitt. Oltang (Unteres bis Mittleres Helvet)	Paleozän	Jura (allgemein)	Störung, vermutet
Eggenburg (Burdigal)	Tertiär (allgemein)	Kristallines Grundgebirge	Bewegungsrichtung

Abb. 7: Geologisch-tektonische Profile aus Ostniederbayern (nordwestliches Arbeitsgebiet, Lage der Profile siehe Abb. 2)

weiter im Nordwesten gelegen, die als gelbe spätige Crinoidenkalke ausgebildet sind (Mittlerer bis Oberer Dogger), wurden in tiefem Wasser sedimentiert.

Zwischen dem Oberen Dogger und dem Unteren Malm lag das Gebiet kurzzeitig trocken. Im Malm Alpha transgrediert von Nordwesten her ein flaches Meer. Mit dem Malm Beta vertiefte sich dieses Meer, im Nordosten lag zu dieser Zeit die »Böhmische Insel«.

Damals bereits müssen die späteren kristallinen Hochlagen im Untergrund, also das Landshut-Neuöttinger Hoch und das Aidenbach-Griesbacher Hoch, begonnen haben, sich abzuzeichnen. Es darf angenommen werden, daß die Bruchtektonik dort auflebte, wo alt angelegte tektonische Linien als Lineamente das Basement durchzogen. Vermutlich waren diese bereits während der Sudetischen Faltungsphase in Bewegung gewesen und anschließend inaktiv geblieben.

Für die Annahme einer tektonischen Aktivität am Rande des Aidenbach-Griesbacher Hochs bereits im Jura spricht, daß im Ortenburger Senkungsfeld Malm Alpha bis Gamma, im Braunauer Trog und an seinen Rändern jedoch Malm Alpha bis Zeta sich erhalten hat. Diese unterschiedlichen Malmabfolgen im Ortenburger Senkungsfeld und im Braunauer Trog, die nicht allein durch Abtragungsvorgänge zu erklären sind, erfordern zwingend die Annahme, daß die Hauptbewegungslinien bereits im Jura, spätestens jedoch in der Unterkreide aktiviert wurden.

Durch das Aufsteigen des Fränkischen Schildes im Nordwesten und der Böhmisches Masse im Nordosten, zu der genetisch sowohl das Aidenbach-Griesbacher Hoch wie auch das Landshut-Neuöttinger Hoch gehören, zog sich das Jurameer nach Süden zurück. Das Gebiet fiel trocken. Während der ganzen Unterkreide, die einen Zeitraum von etwa 45 Millionen Jahren umfaßte, lagen nun die Malm-Sedimente trocken, wurden erodiert, im Ortenburger Senkungsfeld, am Pockinger Abbruch und am Westrand des Aidenbach-Griesbacher Hochs abgesenkt und nur im Trogbereich tiefgründig verkarstet, was ebenfalls für unsere weiter oben geäußerte Ansicht über den Beginn der tektonischen Bewegungen spricht. Am Ende der Unterkreide liegt das Kristallin des Aidenbach-Griesbacher Hochs erneut entblößt zutage, während im Ortenburger Senkungsfeld und im Braunauer Trog Malm-sedimente unterschiedlichen Alters anstehen. Diese zwingend erforderliche Entwicklungsreihe, um zum heutigen Bild zu gelangen, beweist, daß entgegen der bisher gültigen Meinung, bereits spätestens während der Unterkreide die Hauptbewegungslinien unserer Interpretation voll wirksam gewesen sein müssen.

Mit Beginn der Oberkreide, im Obercenoman, stößt aus dem Raum der alpinen Geosynklinale von Süden her das Meer transgressiv vor und überflutet weite Teile des Moldanubikums.

Bis Mitte des Coniac scheinen die Bewegungslinien im Untergrund relativ ruhig geblieben zu sein, die Sedimentation ging in typischer fazieller Entwick-

lung und gleichmäßig über das Gebiet hinweg. Ab Mitte Coniac bis Ende Campan geraten die Hauptbewegungslinien in Bewegung, wobei sich die synsedimentäre Absenkung im Braunauer Trog ab dem Santon offensichtlich derartig beschleunigt, daß es fraglich ist, ob auf dem Aidenbach-Griesbacher Hoch Campan-Sedimente geringer Mächtigkeit überhaupt abgelagert wurden, die bald wieder der Erosion zum Opfer gefallen sein mußten. Auffallend ist, daß ab dem Mittleren Coniac sich in allen Tiefbohrungen dieses Gebietes mächtige gröberklastische Einschüttungen moldanubischer Herkunft nachweisen lassen, die im Ortenburger Senkungsfeld im Coniac, am Rande des Braunauer Troges und im Trog selbst jedoch bis in das Obercampan hinein auftreten. – Im Bereich der stärksten Absenkung, also am Westrand des Aidenbach-Griesbacher Hochs, erhielten sich mächtigere Obercampan-Sedimente, die offensichtlich plombiert wurden.

Im Zuge der beschleunigten Absenkung des Braunauer Troges ab dem Coniac/Santon entstehen nun zum Trog hin die von uns als »sekundäre Bewegungslinien« bezeichneten Brüche, während zur selben Zeit an den Hauptbewegungslinien bereits Sprunghöhen von über 400 Metern vorgelegen haben dürften (Abb. 8). Die Mächtigkeitsverhältnisse der Oberkreide und die vorliegenden Oberkreide-Schichtglieder machen es wahrscheinlich, daß ein Teil der sekundären Bewegungslinien bereits in der Oberkreide angelegt wurde. Bisher nahm man an, daß erst im Rupel die »Staffelbrüche« entstanden.

Zwischen dem Ende der Oberkreide und dem mittleren Alttertiär hob sich das Gebiet, es lag trocken, und die Erosion griff erneut an. Im Obereozän scheinen sich Teile des Braunauer Troges abgesenkt zu haben, wie es fragliche Obereozän-Sedimente andeuten. Die Sprungbeträge an den Bewegungslinien erhöhten sich.

Wahrscheinlich griff die Sedimentation des Obereozäns (?) bis Rupel nicht wesentlich auf das Aidenbach-Griesbacher Hoch hinauf. Über längere Zeit scheinen der Pockinger Abbruch und seine nordwestliche Fortsetzung der Rand eines Beckens gewesen zu sein, über den hinaus die Sedimentation nur selten nach Norden ausgriff.

Gleichzeitig mit der stärkeren Absenkung des Braunauer Troges erzeugten die Alpen von Süden und die Böhmisches Masse von Norden und Osten zunehmenden Druck, wobei man bei der Böhmisches Masse – betrachtet man den bogenförmigen Verlauf der östlichen Trogschulter – darüber hinaus auf eine schwache Drehbewegung im Uhrzeigersinn schließen kann. Dies führte sowohl zur Anlage der Kalkberger Aufschiebung, wie auch der Aufschiebungen im Trogbereich (Abb. 7). Die auf die Drehbewegung zurückzuführenden Kräfte äußerten sich an alt angelegten Inhomogenitätszonen als Scherbewegungen und sind verantwortlich für die weitere Auffiederung der Bruchsysteme am Trogrand. Ebenso dürften die sehr großen Sprungbeträge am Westrand des Aidenbach-Griesbacher Hochs darin ihre Ursache haben, denn

gerade der Westabbruch des Aidenbach-Griesbacher Hochs wirkte bei diesem Bewegungsvorgang wie ein Bug.

Erst das Untere Eger (Chatt) transgredierte wieder nachweislich auf das Aidenbach-Griesbacher Hoch und gelangte sogar bis über das Ortenburger Senkungsfeld hinaus nach Norden. Nach einer Sedimentationspause und einem relativ kurzen Trockenfallen mit nachfolgender Erosion transgredierte auf das Untere Eger das Obere Eger (Aquitana) wahrscheinlich ebenso weit nach Norden. Der Pockinger Abbruch befand sich während dieser Zeit weiter in Absenkung (Abb. 9). Im Oberen Eger und im Eggenburg (Burdigala), als das Aidenbach-Griesbacher Hoch trocken lag, wurden große Teile der Sedimente des Eger, bis auf Reste des Unteren Eger (Chatt), wieder abgetragen. Die letzten Reste des Unteren Eger auf der Hochfläche des Aidenbach-Griesbacher Hochs finden sich heute plombiert in einer Senke östlich der Wolfach-Störung.

Neben diesen Abtragungsvorgängen auf dem Aidenbach-Griesbacher Hoch wurden einzelne Rinnen und Senken von strandnahe Eggenburg überflutet, wie es die geringmächtigen Ablagerungen im Ortenburger Senkungsfeld (Maierhof, Kemating) belegen. Das Eggenburg wurde mit Sicherheit nur in solchen engbegrenzten Rinnen und Senken sedimentiert, es überdeckte zu keiner Zeit flächendeckend das ganze Aidenbach-Griesbacher Hoch.

Erst mit dem Ottmang kamen die Absenkbewegungen am südlichen und westlichen Rand des Aidenbach-Griesbacher Hochs zum Stillstand. Wie aus der Verteilung der Ottmang-Sedimente am und um das Ortenburger Senkungsfeld zu entnehmen ist, wurden der Ortenburger Bruch und die nördliche Aufschichtung Mitte des Ottmang erneut aktiv und erhielten ihre letzte Formung.

Durch das marine strandnahe Ottmang, das weite Teile des Aidenbach-Griesbacher Hochs, das Ortenburger Senkungsfeld und Teile des anstehenden Kristallins überdeckt, wurden Eggenburg-Sedimente auf dem Hoch aufgearbeitet und als die sogenannte Litoralfazies von Höch und Holzbach im Oberen Ottmang resedimentiert.

Mit dem Ottmang dürften die starken Bewegungen an den Brüchen und Aufschichtungen im Untergrund weitgehend zur Ruhe gekommen sein. Allerdings kann man zwischenzeitliche Reaktivierungen an den Hauptbewegungslinien nicht ganz ausschließen. Fest steht, daß sich die ganze Moldanubische Masse einschließlich der Kristallinhochs im Untergrund der Molasse seit dieser Zeit in einer langsamen En-bloc-Hebung befindet. Das Kristallin scheint sich dabei relativ schneller zu heben als der mit über 1000 Metern Sedimenten belastete Braunauer Trog, wodurch letzterer offensichtlich in zeitliche Verzögerung gegenüber den Rändern gerät. Ob dabei noch direkte Absenkvorgänge im Spiel sind, läßt sich nicht sagen.

Als Beispiele für dieses Phänomen können die flexurartigen Verbiegungen (siehe Kapitel 4) an der Oberfläche und damit das allgemeine Einfallen der höheren Miozän-Schichten gegen Nordwesten angeführt werden. Besonders

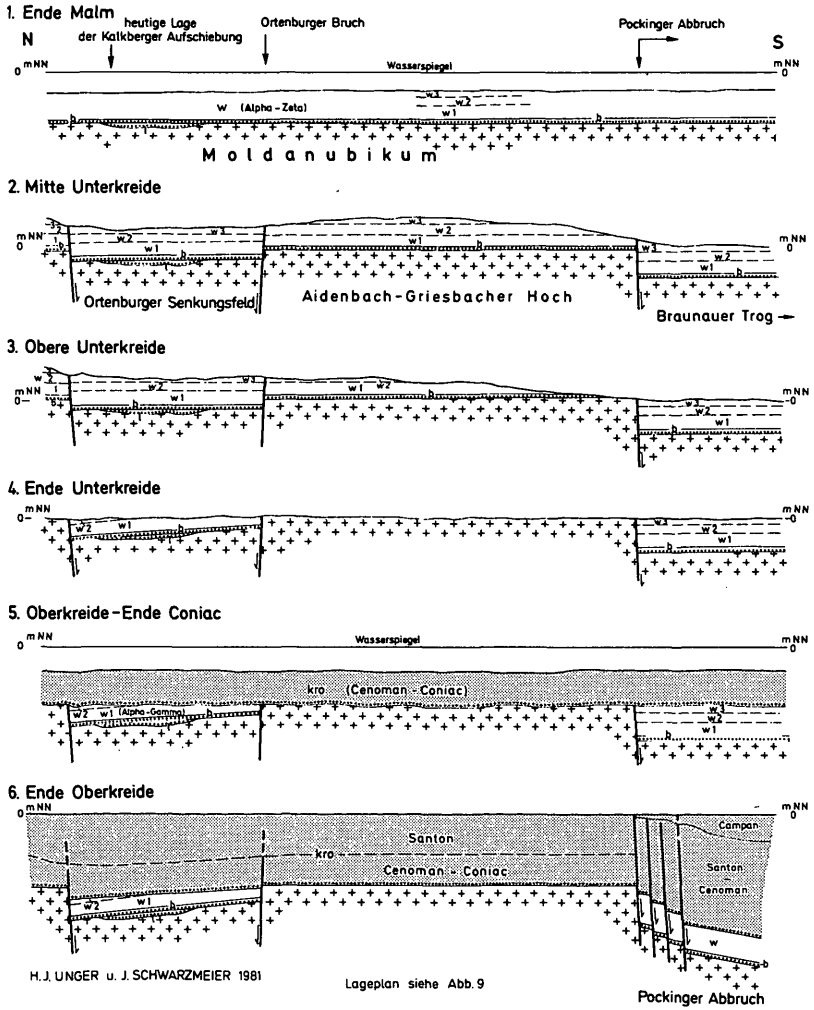
eindrucksvoll läßt sich dieser »Absinkvorgang« im Trogbereich an dem von Südosten geschütteten, randparallel zum Kristallin laufenden Ortenburger Schotter aufzeigen, der bei Aldersbach, also auf dem Aidenbach-Griesbacher Hoch, seine Basis bei etwa 333 m NN hat, südlich von Osterhofen jedoch, im Trogbereich, bei 280 m NN (Bohrung OSTERHOFEN GLA 2 des Bayer. Geologischen Landesamtes 1978). Dasselbe Phänomen des regionalen Nord-west-Einfallens läßt sich an den Sedimenten der Brackwassermolasse beobachten.

Die Bohrungen Griesbach 1–3 (Abb. 6 u. 7) bestätigen die Interpretation von NATHAN 1949: 21), der den Pockinger Abbruch mit wenigen großen Abschiebungen deutete. Die Sprunghöhe im Bereich von Griesbach beträgt, bezogen auf die Oberkante Malm, auf einer Nord-Süd-Erstreckung von etwa einem Kilometer 926 Meter. Diese Tatsache erzwingt auch für den Bereich von Füssing die Annahme einer alt angelegten und früh aktivierten Hauptbewegungslinie und jüngerer, sekundärer Bewegungslinien gegen Süden zu. Zu dieser Interpretation, die von der Auffassung von GUDDEN & ZIEGLER (1965: 227) abweicht, führt neben dem obigen Analogieschluß das Fehlen von Oberem Eger auf dem Aidenbach-Griesbacher Hoch, das plombierte Untere Eger, das Fehlen von Eggenburg-Sedimenten und die Ottnang-Mächtigkeiten (Abb. 6, 7). Unsere Auffassung wird durch die Arbeit von FÜHRER (1978: 1091) weitgehend bestätigt. Bei der tektonischen Deutung des Pockinger Abbruchs übernimmt er zwar die Interpretation von GUDDEN & ZIEGLER, doch gestattet die Schwereanomaliekurve für diesen Bereich auch unsere Interpretation.

In der älteren Literatur erscheint oft die auf GUNDLACH & TEICHMÜLLER (1936) zurückgehende »Rottschwelle«. Wie aus den beiliegenden Abbildungen zu entnehmen ist, kann man beim besten Willen eine derartige Aufbeulung nicht aus dem tieferen Untergrund herleiten. Die Erklärung für das beobachtete regionale Schichteinfallen der Miozän-Sedimente wurde im Vorstehenden bereits gegeben.

3. Bemerkungen zum Ortenburger Senkungsfeld

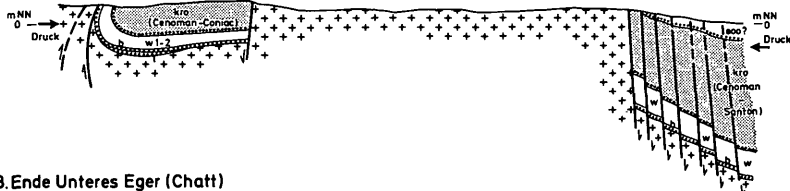
Von EGGER (1857), ROTHPLETZ (1911) und zusammenfassend von KRAUS (1915) wurden in Aufschlüssen bereits zwei größere Störungen im Gebiet nördlich von Ortenburg beobachtet. Die Wolfach-Störung im Westen, etwa Nord-Süd orientiert, und der Kalkberger Bruch im Nordosten, etwa Nord-west-Südost streichend. Beide Störungen laufen spitzwinkelig südlich von Vilshofen im ehemaligen Messmer-Bruch zusammen. An der nördlichen Linie wurden Überschiebungen von Kristallin über Jura beobachtet. Die Benennung für diese Senke als »Ortenburger Senkungsfeld« stammt von KRAUS (1915: 151).



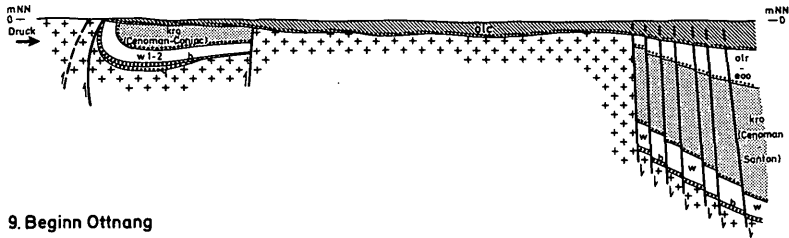
Ortenburger Schotter (Oberes Helvet bis Karpat)	Obereozän	Schichtgrenze, nachgewiesen
Unt. bis Mittl. Oitnang (Unteres bis Mittleres Helvet)	Oberkreide	Schichtgrenze, vermutet
Oberes Eger (Aquitain)	Malm	Transgression
Unt. bis Mittl. Eger (Chatt, Oberelgozän)	Dogger	Störung, nachgewiesen
Ruppel (Unter- bis Mittelelgozän)	Lias	Störung, vermutet
	Kristallines Grundgebirge	Bewegungsrichtung

Abb. 8: Tektonische Entwicklung und geologischer Werdegang des ostniederbayerischen Raumes (Jura bis Kreide)

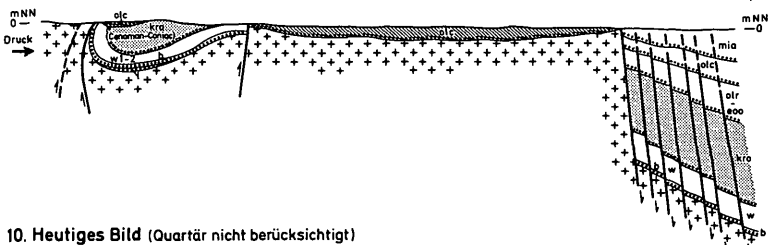
7. Beginn Oligozän



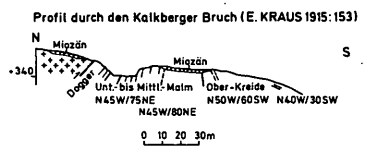
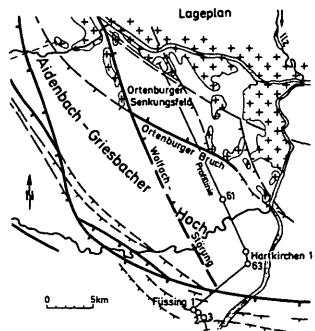
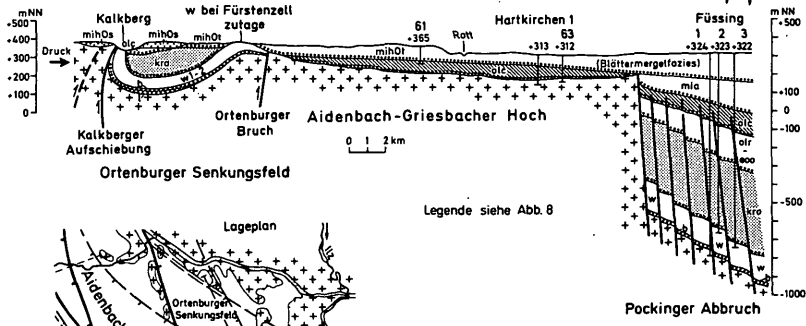
8. Ende Unteres Eger (Chatt)



9. Beginn Ottunä



10. Heutiges Bild (Quartär nicht berücksichtigt)



H. J. UNGER u. J. SCHWARZMEIER 1981

Abb. 9: Tektonische Entwicklung und geologischer Werdegang des ostniederbayerischen Raumes (Tertiär bis Quartär)

Die Wolfach-Störung im Westen, die Kalkberger Aufschiebung im Norden ergänzten wir nach Bohrdaten durch den Ortenburger Bruch im Süden und eine zur Wolfach-Störung im Osten parallele Störung mit West-Fallen. Diese vier Linien umgrenzen das Ortenburger Senkungsfeld, das man als den Rest einer zum Kristallinrand ursprünglich parallel laufenden Randsenke, deren Tiefstes sich erhalten hat, ansprechen kann. Das Ortenburger Senkungsfeld liegt am Nordrand des Aidenbach-Griesbacher Hochs (Abb. 2, 8 u. 9).

Die Südost-Nordwest orientierten Störungen beweisen die Beeinflussung dieses ganzen Gebietes durch Druckbelastungen aus Süden und Osten bis Nordosten. Der Druck aus Osten bis Nordosten wird von uns auf die Rotationsbewegung des Moldanubikums im Uhrzeigersinn zurückgeführt, während der Druck aus Süden in ursächlichem Zusammenhang mit dem Werden der Alpen steht.

Die Kalkberger Aufschiebung ist nicht, wie früher angenommen wurde, als südöstliche Fortsetzung des Donaurandbruches zu deuten, sondern hat mehr den Charakter einer sekundären Bewegungslinie, gleichwohl wir glauben, daß sich diese Bewegungslinie an einem alten Lineament im Kristallin orientiert. Der von Regensburg nach Südosten am Rande des Kristallins zu verfolgende Donaurandbruch (Abb. 7: Profil 9, nördlich der Bohrung Osterhofen 1) ist mit seinen großen Sprunghöhen eine Hauptbewegungslinie unserer Interpretation. In der Gegend von Osterhofen wurde dieser von Nordwesten herantreichende Donaurandbruch offensichtlich durch den Rotationsdruck der Böhmisches Masse (postjurassisch?) nach Süden umgelenkt. Der Westrand des Aidenbach-Griesbacher Hochs ist in diesem Falle als der Bug dieser bewegten Massen aufzufassen. Heute verläuft nun der nach Süden abgelenkte Donaurandbruch an einer großen Hauptbewegungslinie bis in die Gegend von Griesbach, um dort, nach Südosten umschwenkend, in den Pockinger Abbruch einzumünden.

Die paläogeographische und tektonische Entwicklung des Ortenburger Senkungsfeldes ist der des Braunauer Troges analog verlaufen. Die Abbildungen 8 und 9 versuchen den Bildungsablauf nachzuvollziehen. Dabei wurde das Ortenburger Senkungsfeld idealisiert und schematisiert dargestellt. Wir sind uns bewußt, daß die einzelnen Schichten durch die Aufschiebungen wahrscheinlich auf engstem Raum sehr stark gegeneinander verstellt, verschuppt und verbogen sein dürften. Wegen der geringen Bohrungsdichte im Ortenburger Senkungsfeld konnte kein detailliertes Bild gezeichnet werden. Einige aus dem Rahmen fallende Beobachtungen zum Bewegungs- und Entwicklungsablauf sollen im folgenden besprochen werden.

Mit dem Ende des Malm lag im Bereich des heutigen Ortenburger Senkungsfeldes eine Schichtenfolge vor, die Reste von Rhät, Lias, stark reduziertem Mittlerem und Oberem Dogger in strandnaher Fazies und Malm Alpha bis Zeta umfaßte. Um die im heutigen Ortenburger Senkungsfeld nachgewiesene Malmabfolge von Malm Alpha bis Gamma zu erhalten, ist es

erforderlich, die tektonischen Bewegungen an den Hauptbewegungslinien bereits spätestens Anfang der Unterkreide beginnen zu lassen. Das heißt für die tektonische Analyse, daß sich auch der Pockinger Abbruch bereits zu diesem Zeitpunkt aktivierte, und zwar primär wahrscheinlich als zum Kristallinrand parallele Bewegungslinie, die erst durch den Rotationsdruck der Böhmisches Masse nach Nordwesten ihre Fortsetzung fand. Ende der Unterkreide jedenfalls (Abb. 8: Bild 4) lag eine erodierte Verebnung vor, die gegen Süden ab der Hauptbewegungslinie des Pockinger Abbruchs die Malmabfolge von Malm Alpha bis Zeta, im Ortenburger Senkungsfeld jedoch nur Malm Alpha bis Gamma konservierte. Das Aidenbach-Griesbacher Hoch hatte seine Sedimentdecke bereits verloren. Ohne die Annahme von tektonischen Bewegungen im Zeitabschnitt Jura bis Ende Unterkreide kann die heute vorliegende Konstellation der Schichten nicht konstruiert werden. Bis Ende des Coniac (Oberkreide) verlief die Sedimentation der Oberkreide auf einem ruhigen Untergrund, sie griff über das Aidenbach-Griesbacher Hoch nach Norden hinaus aus. Erst mit dem mittleren Coniac scheinen sich die Bruchlinien syndementär wieder aktiviert zu haben. Diese Absenkbewegungen nahmen im Santon zu, um im Campan ihre größte Intensität zu erreichen. Das Santon jedenfalls wurde noch über das ganze Gebiet hinweg sedimentiert. Fraglich bleibt, ob das Unter- und Obercampan ebenfalls noch die Ablagerungsverbreitung wie die älteren Oberkreideschichtglieder erreichten oder ob sie nur in den Trogbereichen und an ihren Rändern, wie es von uns dargestellt wurde, zur Ablagerung kamen. Wir neigen zu letzterer Ansicht. Als Beweis, daß das Campan nicht das Aidenbach-Griesbacher Hoch überwältigte, könnte man die heutige Verteilung der Unter- und Obercampanimente im Braunauer Trog anführen (Abb. 4). In der Oberkreide bildeten sich südlich der Hauptbewegungslinie des Pockinger Abbruchs die ersten sekundären Bewegungslinien. Die höchste Absenkquote erreichte der Braunauer Trog offensichtlich im Campan.

Oligozäne und eozäne Ablagerungen werden im Braunauer Trog beschrieben. Im Ortenburger Senkungsfeld fehlen sie. Erst das Untere Eger (Chatt) transgredierte wieder über das Ortenburger Senkungsfeld hinweg und – nach einer Sedimentationspause – auch das höhere Obere Eger (Aquitane).

Zwischen dem Ende der Oberkreide und dem Oberen Alttertiär scheinen der Druck aus Süden und der Rotationsdruck der Böhmisches Masse aus Osten bis Nordosten erheblich zugenommen zu haben. Der nördliche Teil des Ortenburger Senkungsfeldes wurde dadurch aufgebogen, obwohl es sich als ganzes noch in einer Absenkbewegung befand. Zwischen dem Ende des Eger und dem Ottnang wurden große Teile des Eger bis auf ein »Rest-Eger« im Ortenburger Senkungsfeld und in plombierter Lage auf dem östlichen Teil des Aidenbach-Griesbacher Hochs erodiert. – Erst jetzt wird die bis dahin im Ortenburger Senkungsfeld vorherrschende Abwärtsbewegung umgepolt. Am Ortenburger

Bruch entsteht eine Aufbeulung der Jurasedimente, zur gleichen Zeit erhält die Kalkberger Aufschiebung ihr endgültiges Aussehen.

Mit dem Ende des Otnang dürften die Bewegungen an den Haupt- und Nebenbewegungslinien zum Stillstand gekommen sein. Seitdem hebt sich die Moldanubische Masse nur noch langsam en bloc heraus, der Braunauer Trog folgt dieser Aufwärtsbewegung in zeitlicher Verzögerung.

Beim Ortenburger Senkungsfeld haben wir es also mit dem Rest einer ursprünglich zum Kristallin randnahen Senke zu tun, die sich wahrscheinlich an einem alten Lineament im Untergrund orientierte und die bereits Ende des Jura bestand. Das heutige Bild dokumentiert mehrere Bewegungsvorgänge, die sich über einen großen Zeitraum hinweg immer wieder äußerten. Absenkbewegungen einer Zerrungstektonik wurden von Aufschiebungen einer Einengungstektonik abgelöst. Das heutige konservierte tektonische Bild des Ortenburger Senkungsfeldes ist also das Ergebnis einer Mehrphasigkeit der Bewegungen und der Kräfte, die die Entwicklung steuerten.

4. Die Lagerungsverhältnisse im oberflächennahen Bereich

Es ist nicht anzunehmen, daß nach dem Otnang (Unteres Miozän) an den Bruchlinien im tieferen Untergrund noch weitere größere Bewegungen stattfanden. Nachweislich befindet sich seit dieser Zeit der ganze Kristallinblock des Moldanubikums einschließlich des Aidenbach-Griesbacher und des Landshut-Neuöttinger Hochs samt ihren Sedimentauflagen in einer langsamen Aufwärtsbewegung. Diese Tatsache legt die Vermutung nahe, daß an den Hauptbewegungslinien, die offensichtlich tief in das kristalline Basement reichen, doch noch schwache Bewegungen stattfinden, die sich an der Oberfläche in stark abgeschwächter Form, etwa als Flexuren, dokumentieren. Die zeitliche Verzögerung des Trogbereiches gegenüber den »unbelasteten« Kristallinbereichen bei dieser Aufwärtsbewegung wurde bereits erwähnt. Diese En-bloc-Hebung der Böhmisches Masse führte zur Entstehung der ausgeprägten Verebnungsflächen im Bayerischen Wald. In dieser Aufwärtsbewegung liegt auch die Ursache für die Anlage der epigenetischen Durchbruchstäler von Donau und Inn, wobei aber nicht verschwiegen werden soll, daß dies nicht die einzige Ursache sein dürfte.

An der Oberfläche selbst lassen sich keine Störungen, außer den im Ortenburger Senkungsfeld erwähnten, nachweisen, was man auch der Fotolineationskarte des Kartenblattes Griesbach/Passau von R. STREIT (unveröff., Abb. 10*) entnehmen kann.

* Die Verfasser danken Herrn Kollegen ORR Dr. R. Streit herzlichst für seine Unterstützung.



Abb. 10: Karte der Fotolineationen der Blätter L 7544 Griesbach i. Rottal und L 7546 Passau (bayer. Anteil; STREIT unveröff.)

Im Nordwestteil des Kartenblattes 7444 Aidenbach, im Sulzbachtal, kartierte SCHAUERTE (1962: 135) eine Störung mit Nordwest-Einfallen und einer Sprunghöhe von etwa 30 Metern, bezogen auf die Oberkante des marinen Ottang, aus. Legt man jedoch die ermittelte Höhendifferenz von 120 Metern (bezogen auf NN) der Entfernung von 18,5 Kilometern zwischen den Ortschaften Dobl und Emmersdorf zugrunde, so ergibt das ein Einfallen der Bezugsfläche von etwa 0,4 Grad nach Nordwesten. Dieser Wert liegt aber noch unter dem durchschnittlichen regionalen Einfallen der Miozänsedimente dieses Gebietes nach Nordwesten, das bis 2 Grad erreichen kann.

Zum anderen fällt auf, daß diese von SCHAUERTE (1962) postulierte Störung im Sulzbachtal sich nicht an Hauptbewegungslinien des Untergrundes orientiert, sondern senkrecht dazu verläuft. Bei der genannten »Störung« handelt es sich um eine flexurartige Verbiegung, die im Zusammenhang mit dem zeitlich verzögerten Aufstieg des Braunauer Troges gegenüber den kristallinen Hochlagen des Untergrundes gesehen werden muß (Abb. 2).

Die Entstehung des Quarzrestschotters, des Quarzkonglomerates und des Süßwasserkalkes (Baden – Sarmat) Ostniederbayerns dürfte auch auf das beschriebene Phänomen des langsameren Aufstiegs des Braunauer Troges im tieferen Untergrund zurückzuführen sein.

Wir sind der Meinung, daß das oben zitierte generelle Nordwest-Einfallen der Miozän-Sedimente Ostniederbayerns, das zur Postulierung der sogenannten Rottschwelle geführt hat, auf Absenkungen im Bereich des Braunauer Troges zurückgeführt werden muß. Dies bedeutet, um es noch einmal zu betonen, daß die Böhmisches Masse und die mit geringen Sedimentmächtigkeiten überdeckten kristallinen Hochlagen im Untergrund der Molasse sich schneller (relativ betrachtet) nach oben bewegen als der Braunauer Trog mit einer über 1000 Meter mächtigen Sedimentauflagerung. Diese gegeneinander verzögerte relative Bewegung findet an den Hauptbewegungslinien statt.

Zusammenfassung

In Ostniederbayern, beginnend südöstlich von Osterhofen, verläuft der sogenannte Donaurandbruch nicht mehr am Rande des Kristallins (des zutage anstehenden Kristallins) gegen Passau zu, sondern macht im tieferen Untergrund einen großen Bogen nach Süden, um in Höhe der Rott dann wieder in Ostrichtung umzuschwenken. Dabei läßt sich besonders im Süden eine Auffiederung dieser Störungzone in altangelegte Hauptbewegungslinien und immer jünger werdende sekundäre Bewegungslinien feststellen. Diese Tatsache wird als das Resultat starker Druckbelastungen von Süden,

nordwestlichen Fortsetzung vom Otnang bis heute. Damit findet sich auch die Erklärung für das vorgetäuschte Nordwest-Einfallen des Ortenburger Schotter aus der Gegend um Aldersbach gegen Osterhofen, wo er mit seiner Basis über 50 Meter unter Geländeoberkante lagert. Ebenso scheint das Braunkohlentertiär des Baden zwischen Regensburg und Deggendorf seine Entstehung der Absenkung des zentralen Teiles des Braunauer Troges zu verdanken.

Literatur

- ABERER, F., 1958: Die Molassezone im westlichen Oberösterreich und in Salzburg. – Mitt. Geol. Ges. Wien, 50, S. 23–94, Wien 1958.
- ABERER, F., 1961: Bau der Molassezone östlich der Salzach. – Z. Deutsch. Geol. Ges., 113, S. 266–279, 1961.
- BAUMANN, W., REGNET, W. & P. UDLUFT, 1975: Die Mineralwasserbohrungen bei Griesbach im Rottal. – Brunnenbau, Bau v. Wasserwerken, Rohrleitungsbau (bbr), 26, H. 7, S. 239–243, 1975.
- BÜRGEL, H., 1949: Der Untergrund der Molasse im bayerisch-österreichischen Grenzgebiet. – Jb. Geol. B.-Anst., Wien, 93, S. 129–139, Wien 1949.
- EGGER, J. G., 1857: Der Jura-Kalk bei Ortenburg und seine Versteinerungen. – Naturhist. Ver. Passau, 1, S. 1–42, Passau 1858.
- FÜHRER, F. X., 1978: Die Anomalien der Schwere am Südwest-Rand des Bayerischen Waldes und ihre Interpretation. – Geol. Rdsch., 67, S. 1078–1096, Stuttgart 1978.
- GUDDEN, H., & J. H. ZIEGLER, 1965: Die Thermalwasserbohrungen Füssing 2 und 3 und ihre geologischen Befunde. – Geologica Bavarica, 55, S. 216–230, München 1965.
- GUNDLACH, K., & R. TEICHMÜLLER, 1936: Die postmiocäne Verbiegung der nordalpinen Saumtiefe. – Stille-Festschrift, S. 169–195, Stuttgart 1936.
- HEERMANN, O., 1954: Erdölgeologische Grundlagen der Aufschlußarbeiten im ostbayerischen Molassebecken. – Bull. Ver. Schweiz. Petrol. – Geol. u. Ing., 27 (60), S. 5–22, Basel 1954.
- JANOSCHEK, R., 1961: Über den Stand der Aufschlußarbeiten in der Molassezone Oberösterreichs. – Erdöl-Ztschr., 5, S. 161–175, Wien 1961.
- KOLLMANN, K., 1977: Die Öl- und Gasexploration der Molassezone Oberösterreichs und Salzburgs aus regional-geologischer Sicht. – Erdöl + Erdgas Ztschr., 93, Sonderausgabe, S. 36–49, Wien 1977.
- KRAUS, E., 1915: Geologie des Gebietes zwischen Ortenburg und Vilshofen an der Donau. – Geogn. Jh., XXVIII, S. 91–168, München 1915.
- KRAUS, E., 1938: Baugeschichte und Erdölfrage im Tertiär Niederbayerns. – Abh. Geol. Landesunters. Bayer. Oberbergamt, H. 31/32, 70 S., München 1938.
- KÜPPER, I., 1963: Mikropaläontologische Gliederung der Oberkreide des Beckenuntergrundes in den oberösterreichischen Molassebohrungen. – Mitt. Geol. Ges. Wien, 56, S. 591–651, Wien 1964.
- NATHAN, H., 1949: Geologische Ergebnisse der Erdölbohrungen im Bayerischen Innviertel. – Geologica Bavarica, 1, S. 1–68, München 1949.
- OBERHAUSER, R., ET AL., 1980: Der geologische Aufbau Österreichs. 695 S., Springer 1980.
- OSCHMANN, F., 1953: in: Erläuterungen zur Molassekarte 1:300 000. – München (Bayer. Geol. L.-Amt) 1953.
- ROTHPLETZ, A., 1911: Die ostbayerische Überschiebung und die Tiefbohrungen bei Straubing. – Sitz. Ber. Königl. Bay. Akad. Wiss., Math.-physik. Kl., S. 145–188, München 1911.
- SCHAUERTE, E., 1962: Die Geologie des Blattes Haidenburg und seiner Umgebung. – Unveröff. Diss. Univ. München, S. 1–145, München 1962.
- UDLUFT, P., & D. EICHELSDÖRFER, 1977: Vorkommen und Nutzung der Thermalwässer im Rottaler Bäderdreieck Bad Füssing, Birnbach und Griesbach (Niederbayern). – Heilbad und Kurort, 29, H. 9, 10, S. 210–214, S. 302–309, Gütersloh 1977.
- UNGER, H. J., 1978: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:50 000, Blatt L 7740 Mühlendorf a. Inn. – 184 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt) 1978.