Alpine Kohlenwasserstoffexploration in Österreich

Autor(en): **Wessely, G. / Zimmer, W.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **60 (1993)**

Heft 137

PDF erstellt am: **19.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-216878

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. -Ing., Vol. 60, Nr. 137, Dezember 1993 - S. 33-49

Alpine Kohlenwasserstoffexploration in Österreich

mit 8 Abbildungen

von G. WESSELY*, W. ZIMMER**

Abstract

Since the late fifties the exploration for hydrocarbons, which was in former times restricted to the Vienna Basin and the Molasse Zone started also in the alpine Flysch Zone and the Calcareous Alps.
Targets were autochthonous sediments below the Alps and within the Calcareous Alpine overthrust. Autochthonous reservoir rocks comprise sandstones of Middle Jurassic and Cretaceous age, carbonates of the Upper Jurassic and Eocene and Oligocene sandstones of the Subalpine Molasse. Within the Calcareous Alps Triassic dolomites are of importance, in analogy to the oil and gasfields below the Vienna Basin. In the western part of Austria autochthonous Lower Jurassic and Triassic as well as Mesozoic sediments of the Helveticum are possible targets.
Source rocks are marls in the autochthonous Malm east of the Crystalline spur of the Bohemian Massif, west of it Oligocene shales of the Molasse. Furthermore several layers of the Calcareous Alps have source quality. Maturation has been achieved by subsidence caused by alpine thrusting.
The far reaching overthrusting preserved large areas of autochthonous sediments from a postoligocene erosion and the flat extent of the basement enabled apt structures for trapping. The structures within the autochthonous complexes are more complicated.
The exploration activity included structural mapping, measurements of gravity, magnetics and seismics (5000 km 2D and two 3D areas). Up to now 24 wildcats in the Flysch Zone and the Helveticum (V-Au 1) as well as 8 wells in the Calcareous Alps have been drilled. The deepest well reached a depth of 6028 m. In addition some wells were drilled within the thrust slices of the Molasse in front of the Alps.
In the autochthonous Mesozoic below the Flysch Zone the gas field Höflein has been discovered. In Molln 1 a gas occurrence within the Calcareous Alpine rocks is important. The exploration of the imbricates in front of the Alps succeeded by finding light oil with Mühlreith 1. Aside from Höflein all discoveries yielded uneconomic results.
In hindsight one can conclude that exploration in the Alpine Belt was unsuccessful due to unreliable structural definition, the complexity of traps and the inability (for topographical reasons) to shoot a grid dense enough to cover prospects sufficiently.
Although the exploration plays may well exist the risk/ reward ratio must be considered lopsided under todays oil and gas pricing scenarios.

Zusammenfassung

Ab dem Ende der fünfziger Jahre weitete sich die Kohlenwasserstoffexploration in Österreich vom «Wiener Becken» und der Molasse auf die alpine Flyschzone, später auf die Kalkalpen aus.
In der Folge wurden Explorationsziele in autochthonen Sedimenten unter den Alpen und schließlich innerhalb kalkalpiner Einheiten verfolgt. Speichergesteine im Autochthon sind Sandsteine des Dogger und der Kreide, Karbonate des Malm und Sandsteine der Eozän- und Oligozänmolasse.
In den Kalkalpen sind Triasdolomite analog denen in den Gas- und Öllagerstätten im Untergrund des Wiener Beckens von Bedeutung.
Im Westen Österreichs sind auch tieferer Jura und Trias des Autochthon sowie das Mesozoikum des Helvetikums prospektiv.
Muttergesteine sind autochthone Mergel des Malm im Osten und des Oligozän im Westen des Kristallin-Spornes der Böhmischen Masse sowie vermutlich kalkalpine Gesteine. Die Reifung erfolgte durch überschiebungsbedingte Versenkung.
Infolge der weiten Überschiebung der Alpen wurden große Areale autochthoner Sedimente relativ ungestört vor nacholigozäner Erosion bewahrt und die flache Lage des Untergrundes ermöglichte geeignete Struktur-

* Dr. GODFRID WESSELY, Siebenbrunnengasse 29, 1050 Wien, Österreich
** Dr. WOLFGANG ZIMMER, ÖMV Exploration, Gerasdorferstraße 151, 1210 Wien, Österreich

formen. Die fallenbildenden Strukturen im Kalkalpin und Helvetikum sind komplizierter Natur und auch schwieriger zu erfassen.
Neben oberflächengeologischen Untersuchungen wurden im alpinen Explorationsgebiet gravimetrische, magnetische und seismische Messungen (5000 km 2D und zwei 3D Messungen) durchgeführt. Bisher wurden 24 Tiefbohrungen in der Flyschzone und im Helvetikum (V-Au1) sowie 8 Kalkalpenbohrungen abgeteuft, die tiefste letzterer erreichte 6028 m. Zusätzlich erfaßten etliche Bohrungen die Schuppenzone vor der Alpenstirn.
Im Autochthon unter den Alpen wurde das Gasfeld Höflein unter der Flyschzone erschlossen sowie in Grünau 1 ein Ölvorkommen unter den Kalkalpen in noch nicht wirtschaftlicher Form gefunden. Bemerkenswert ist der Gasfund von Molln 1 im kalkalpinen Internbau, der weiter verfolgt wird. Ein Aufschluß in der Schuppenzone der Molasse vor der Alpenstirn erbrachte guten Ölzufluß (Mühlreith 1).
Mit Ausnahme von Höflein waren alle Funde unwirtschaftlich. Rückblickend läßt sich klar erkennen, warum die Alpenexploration nicht erfolgreich war. Gründe sind einerseits in der schlechten Definierbarkeit der Projekte und andererseits in den topographischen Problemen, die einen notwendig engen Grid der Seismik nicht zuließen, zu finden.
Obwohl die Explorationsziele durchaus realistisch sind, ist derzeit aufgrund der niedrigen Ölpreissituation die Exploration in den alpinen Gebieten nicht vertretbar.

1. Ausgangspunkte für die Alpenexploration

Die Alpenexploration in Österreich geht auf zwei Ansätze zurück. Zum Einen ist es das Vordringen aus der seichteren Molassezone Ober- und Niederösterreichs in die Flyschzone seit Ende der 50iger Jahre, zum Anderen der Anstoß aus dem kalkalpinen Untergrund des Wiener Beckens, wo ebenfalls ab Ende der 50iger Jahre die großen Öl- und Gaslagerstätten im obertriadischen Hauptdolomit unter dem Neogen gefunden wurden. Die eine Zielrichtung ging also hin zum autochthonen Sedimentmantel unter den Flyschdecken mit Schwerpunkt Basismolasse, die andere hin zum allochthonen Kalkalpenkörper. Als erste Bohrung unter dem Flysch wurde «Texing 1» abgeteuft. Die erste Kalkalpenbohrung war «Urmannsau 1», 1966, angesetzt in einem tektonischen Fenster innerhalb der Kalkalpen, in dem auch ein Ölaustritt zu verzeichnen war. Die Bohrung war wie die «Texing 1» zwar negativ, aber entscheidend für spätere Kalkalpenprojekte, da sie unter Kalkalpen, Flysch-Klippenzone und Helvetikum eine flache, weite Überschiebung über einen intakten autochthonen Sedimentmantel (Molasse) sicherstellte. Seither wurden in den Alpen 32 Aufschlußbohrungen (Abb. 1) und 10 Produktionsbohrungen (Gas-Kondensatfeld Höflein) sowie etliche Bohrungen in den Schuppenzonen an der Alpenstirn abgeteuft.

2. Geologische Gegebenheiten

Entsprechend der zwei unterschiedlichen Stockwerke im Alpenbereich, dem autochthonen und dem allochthonen Stockwerk, sind die Voraussetzungen hinsichtlich Speichergesteine, Abdichtungen, Strukturen und Kohlenwasserstoffbelieferung verschieden gelagert.

2.1 Authochthones Stockwerk

Das subalpin-autochthone Stockwerk kann man in 3 Abschnitte gliedern, wobei die gut aus dem Vorland bekannten Zonen schräg unter die Alpen hineinstreichen (Abb. 2):

ALPEN ÖSTERREICHS – TEKTONISCHE ÜBERSICHT UND BOHRAUFSCHLUSS

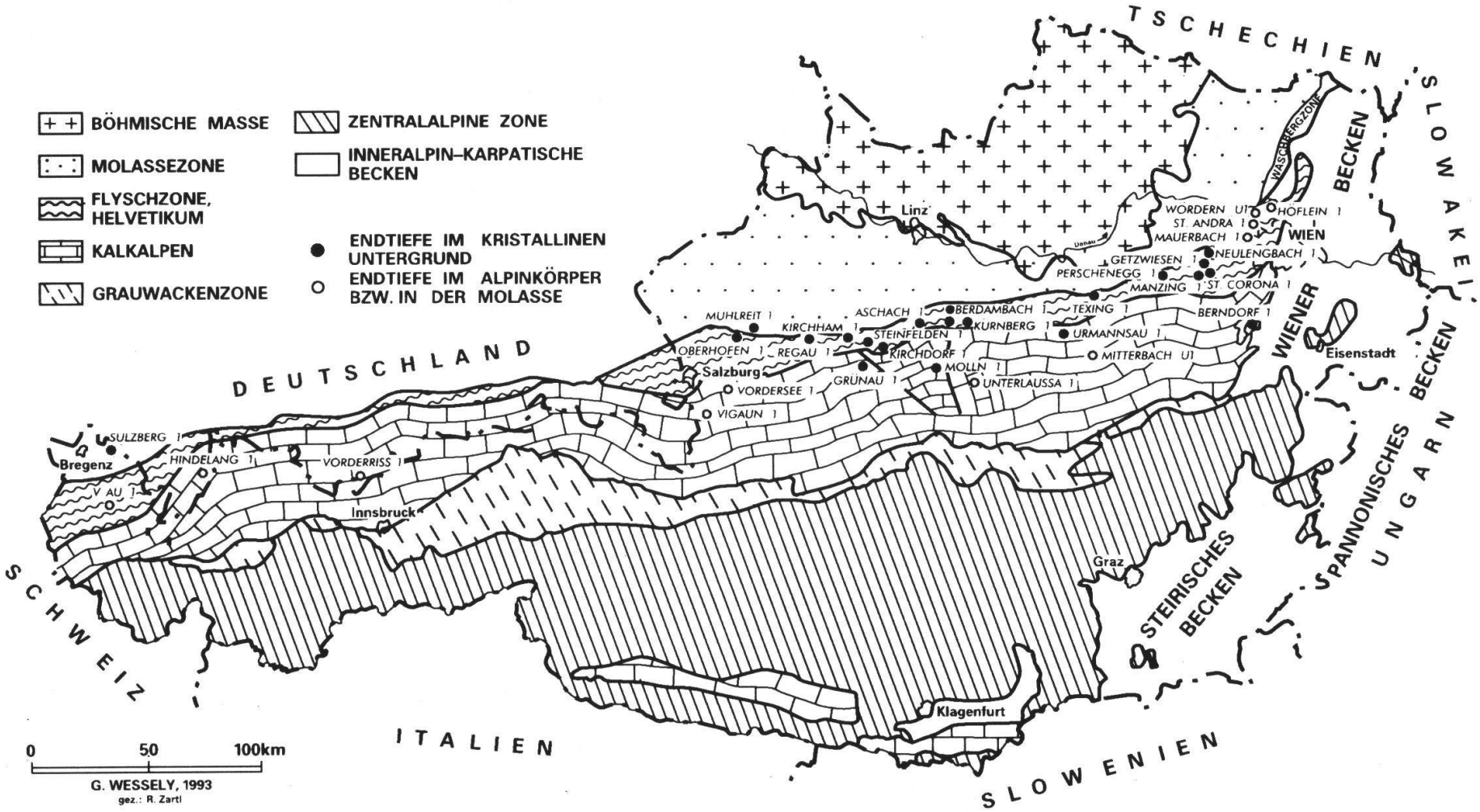


Abb.1 Alpen Österreichs - Tektonische Übersicht und Bohraufschluß

VERBREITUNG DES AUTOCHTHONEN MESOZOIKUMS ENTLANG DES SPORNES DER BÖHMISCHEN MASSE

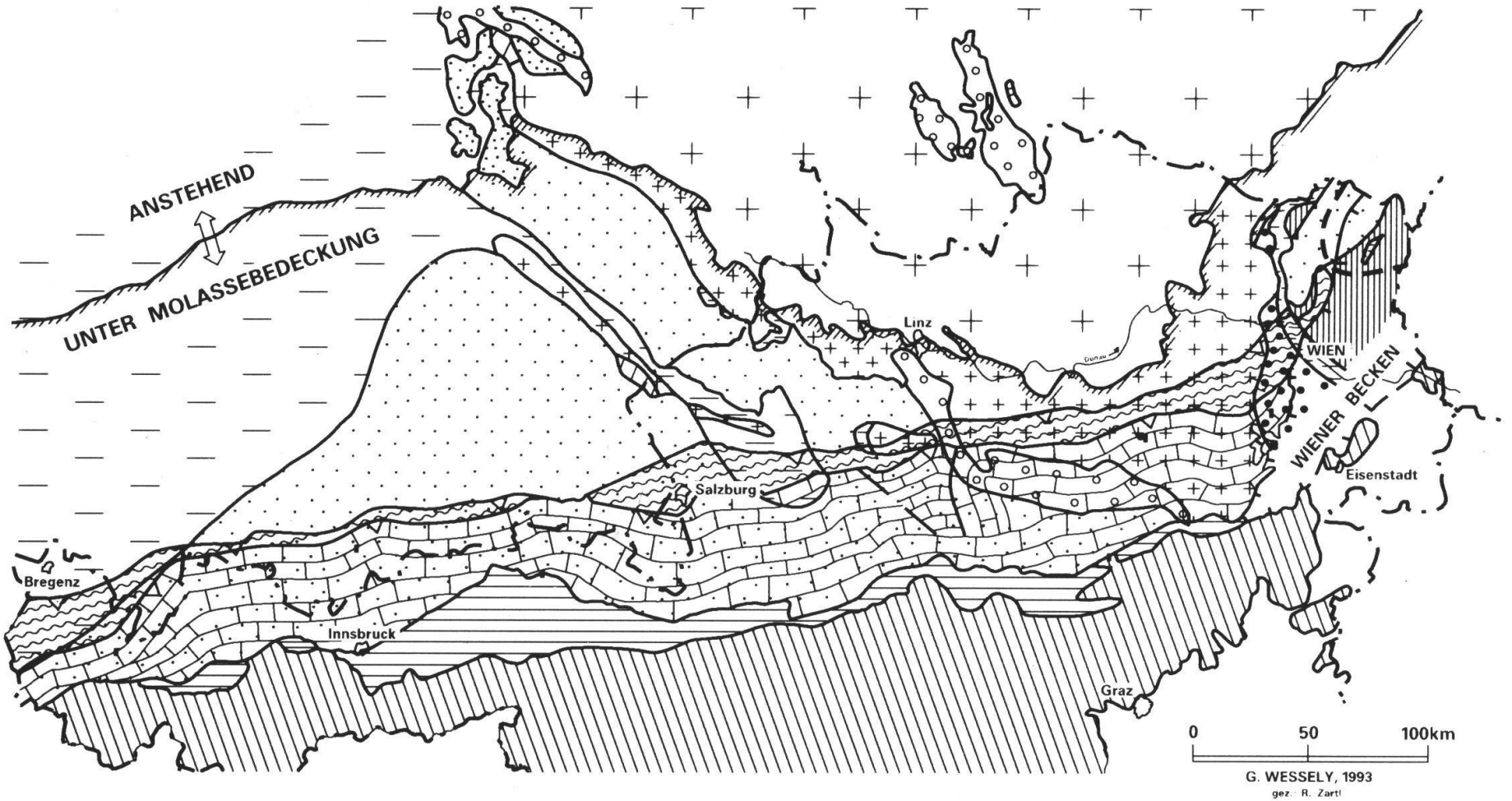


Abb. 2 Verbreitung des autochthonen Mesozoikums entlang des Südspornes der Böhmischen Masse bis unter die Alpen

— Das Gebiet, in dem das Kristallin des Südsporns der Böhmischen Masse weit unter die Alpen reicht und nur von Tertiärbasis bedeckt wird.

— Das Gebiet östlich dieses Spornes, in dem autochthoner Dogger und Malm, vielleicht auch Oberkreide einsetzt. Ein Malmbecken bildet ein Mergeldepocenter unter dem Wiener Becken.

— Das Gebiet westlich des Spornes mit Trias und tieferem Jura im äußersten Westen, mittleren bis höheren Jura sowie Kreide in verschiedenen Ausbildungen fast über die gesamte Fläche. Die Sedimente liegen hier großteils auf einer stabilen Plattform, die durch altangelegte Schwellen- und Erosionszonen gegliedert ist. Den Südwestrand begleitet ein Saum deltaartiger Grobsedimente im Coniac-Santon.

Die erwähnte Dreigliederung ist auch in einem schematischen Schnitt dargestellt, der unter Molasse den Kristallinsporn und die Sedimentation an der Südost- und Südwestflanke darstellt (Abb. **3**).

Am Sporn selbst transgredieren nur Sandsteine des Oligozäns (Eger) im Osten, und Eozänsandsteine im Westen.

An mesozoischen Sedimenten an der Ostflanke des Spornes wurden bisher unter den Alpen Deltasande und dolomitisch gebundene, z.T. verkieselte Sandsteine des Dogger als Speichergesteine erbohrt. Plattformkarbonate des Malm waren bisher hier dicht. Mergelsteine des Malm als Hauptmuttergestein neben Prodeltazonen des Dogger konnten noch vom NE her (Wiener Becken) den östlichsten Alpenabschnitt beliefern.

Der subalpine mesozoische Sedimentbestand an der Westflanke des Spornes wird gemäß der Bohrung «Sulzberg 1» nördlich der Alpenstirn Speicher- und Muttergesteine in der Trias und im Jura enthalten (MÜLLER 1985 b). In Oberösterreich liegen nach Bohrinformationen aus der Flysch- und Kalkalpenzone über dem Kristallin fluviatile Sandsteine des Dogger, Malmkarbonate und Kreide. Unterkreide erbohrte «Grünau 1». Mächtigere Oberkreide, leider nur mit den letzten Ausläufern der randlich an sich mächtigen Deltasande, wurde in «Molln 1» erfaßt. Sicherlich gibt es unter den Alpen auch Bereiche mächtigerer Deltasande. Das Eozän wurde bisher nur in stark zementierter Ausbildung oder verwässert angetroffen. Muttergesteinsmäßig sind Fischschiefer und Bändermergel des Oligozän wichtig. Die Erhaltung der mesozoischen Sedimente hängt sehr von Erosionsvorgängen in der tieferen Kreide und im Eozän ab. In der tieferen Kreide wurde vor allem randlich Kristallin freigelegt. Die vorobereozäne Erosion ist z.B. nachdrücklich dokumentiert im Bereich der Steyrer Störung (südlich Linz), wo Eozän sowohl über Kristallin westlich derselben als auch einer 700 m mächtigen Kreidefolge östlich derselben hinweggreift.

Die tieferkretazische und vorobereozäne Diskordanz zeigt deutlich ein Vergleich der autochthonen Sedimente von «Molln 1» und «Grünau 1» (Abb. **4**).

Strukturell sind im autochthonen Mesozoikum Fallen an Hochzonen, Horststrukturen und Anlagerungsstrukturen zu erwarten (Abb. **5**).

2.2 Allochthones Stockwerk

Die Schichtbestände der allochthonen alpinen Einheiten entsprechen den an der Oberfläche ersichtlichen stratigraphisch-faziellen Einheiten (Abb. 6). Sowohl vertikal als auch lateral gibt es im Kalkalpin eine Fülle von Gesteinstypen, in vielen Fällen ist jedoch eine langanhaltende deckenspezifische Fazieskonstanz im Streichen festzustellen, die vielfach auffällig dem Verlauf der tektonischen Großeinheiten Bajuvarikum,

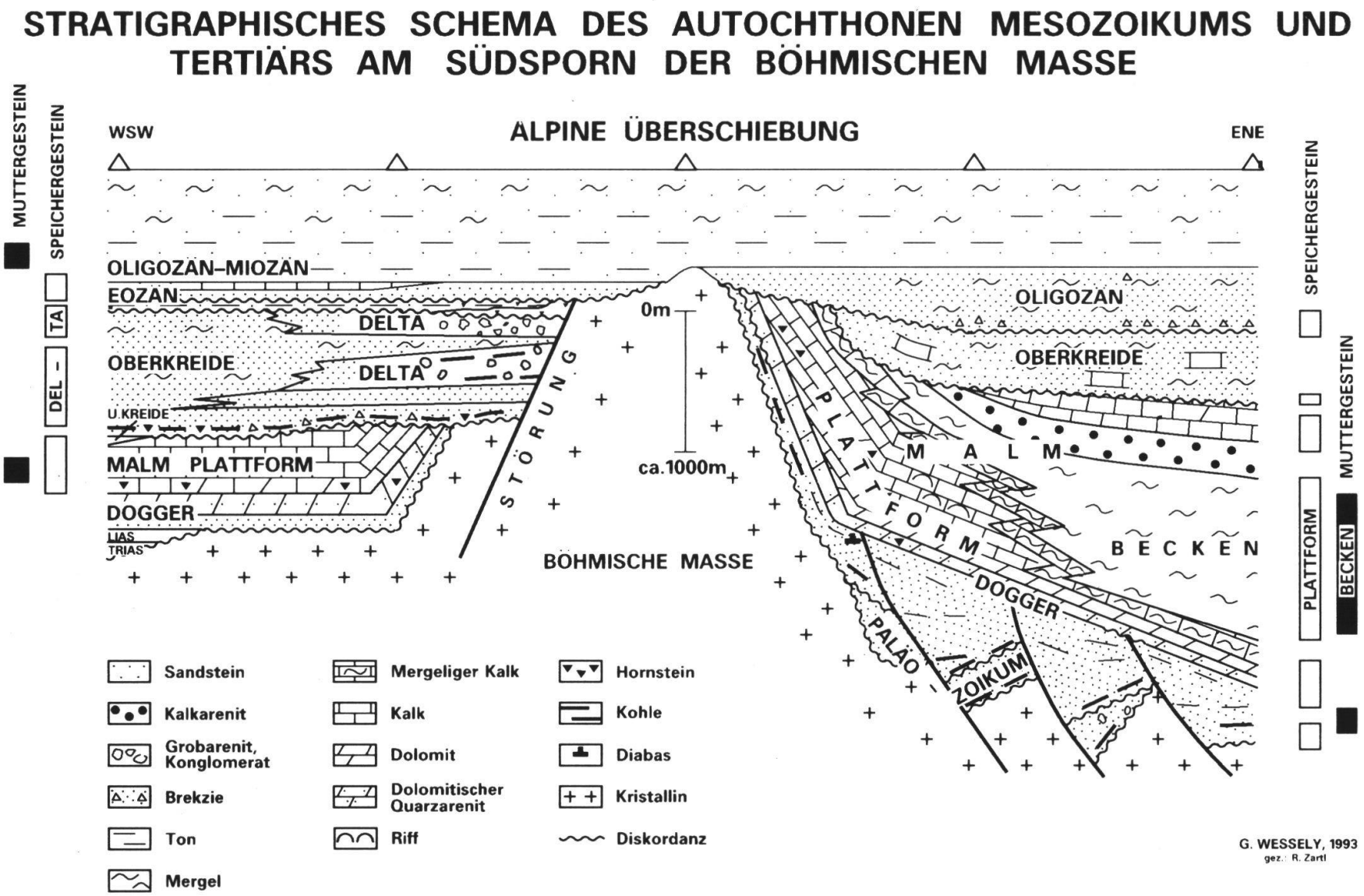


Abb. 3 Stratigraphisches Schema des autochthonen Mesozoikums und Tertiärs am Südsporn der Böhmischen Masse

AUTOCHTHONES MESOZOIKUM UND BASISTERTIÄR IN DEN BOHRUNGEN GRÜNAU 1 UND MOLLN 1 UNTER DEN KALKALPEN OBERÖSTERREICHS

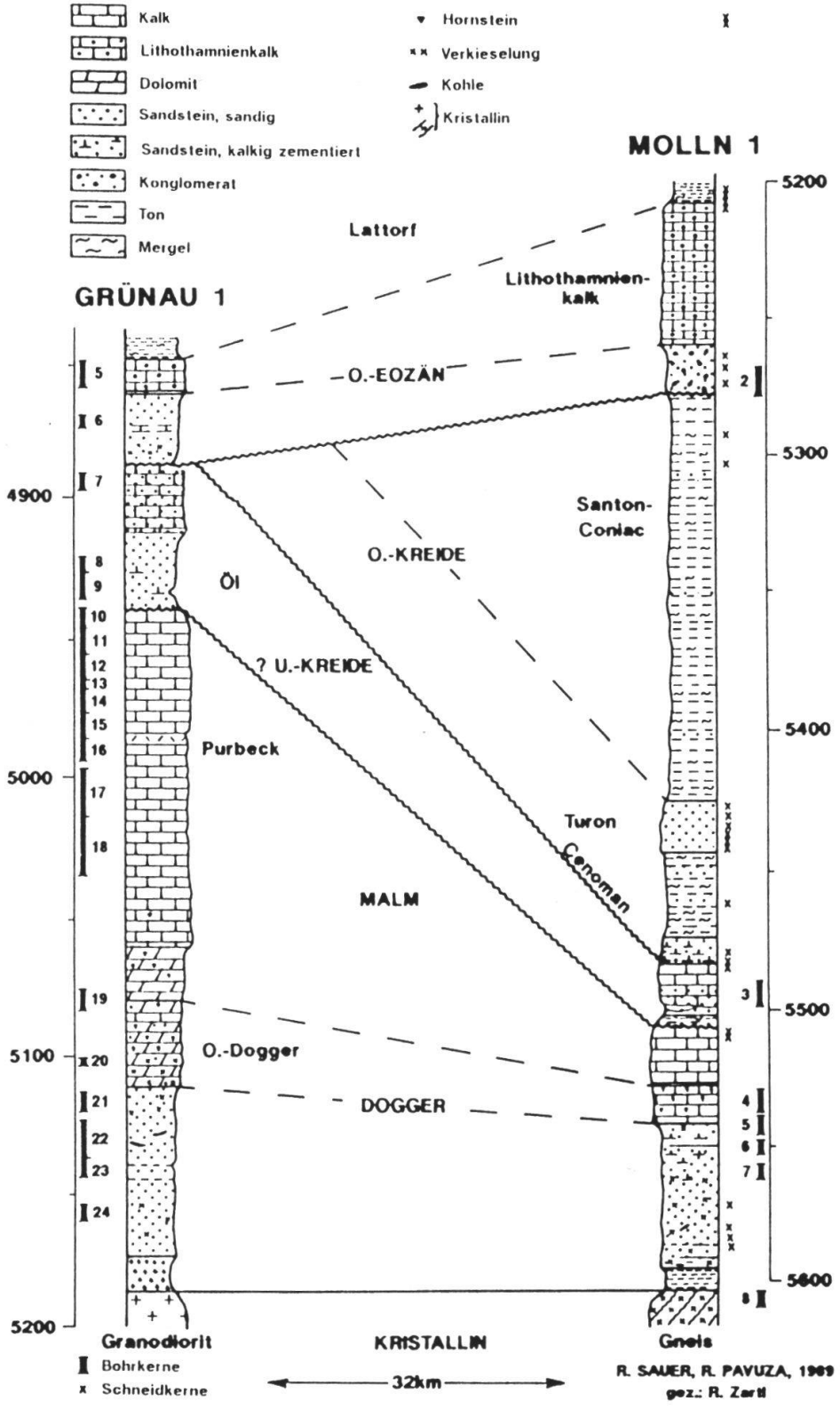


Abb. 4 Autochthones Mesozoikum und Basistertiär in den Bohrungen Grünau 1 und Molln 1 unter den Kalkalpen Oberösterreichs.

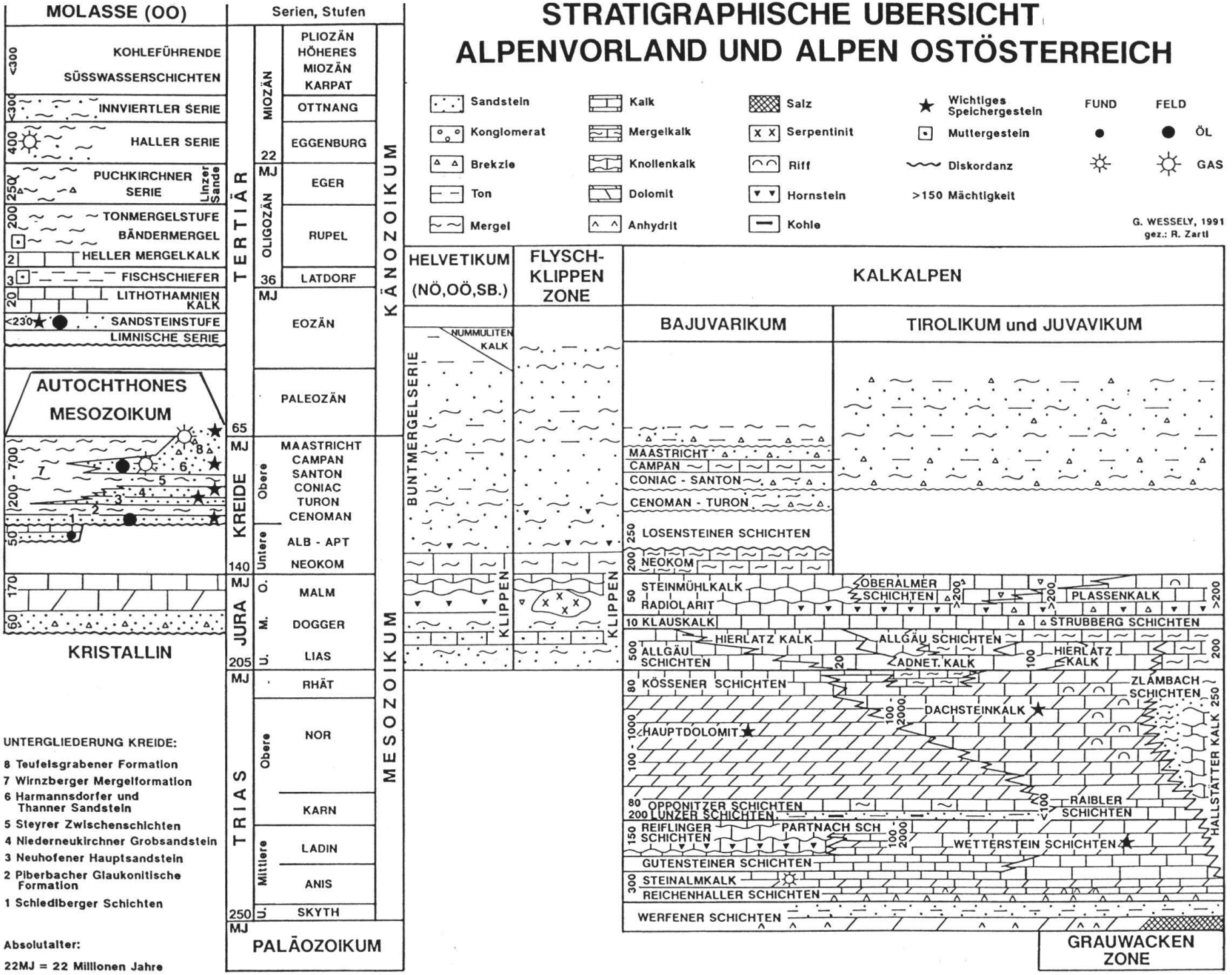


Abb. 5 Stratigraphische Übersicht Alpenvorland und Alpen in Ostösterreich.

Tirolikum und Juravikum folgt. Von der vom Permoskyth bis in das Paleozän reichenden Schichtfolge ragen die Karbonatkomplexe der Mittel- und Obertrias heraus. Faziessabfolgen von Becken- zu seichter Plattformfazies sind bezeichnend, vor allem in der Obertrias ist die südwärtige Abfolge von Lagune zu Riff und Becken ersichtlich. Ab der Kreide nimmt die Terrigenfazies überhand.

Speichergesteine sind Dolomite, vor allem der Hauptdolomit und Wettersteindolomit infolge Klüftung. Matrixporosität ist untergeordnet. Kalke besitzen weder Speicher- noch Abdichtungseigenschaften. Abdichtungen können von permoskythischen Tonschiefern und Evaporiten, von Lunzer Schichten des Karn (Tonschiefer und Sandsteine) und vor allem von Kreide-Paleozänschichten der Gosaugruppe bei entsprechender Mächtigkeit bewirkt werden. Beckensedimente der Mitteltrias, des Rhät und des Lias haben gelegentlich erhöhten TOC-Gehalt. Die Reifebedingungen sind unterschiedlich, oft aber zu gering, manchmal zu hoch.

Der Flysch und das Helvetikum im östlichen Sinne, konnten mangels Porositäten bisher keine Lagerstätten aufweisen. Als überwiegende Tiefseesedimente haben sie auch kein Muttergesteinspotential. Das Helvetikum westlicher Prägung hat zumindest bei entsprechender tektonischer Beanspruchung Speichergesteinsmerkmale in Doggersandsteinen, Quintner Kalken (MÜLLER 1985 b) und Schrattenkalken (MÜLLER, NIEBERDING und WEGGEN 1992).

Im Kalkalpin sind alle Formen von Antiklinalbildung sowie Aufschiebungskeile und isolierte Schuppen und schließlich Diskordanzen unter Gosau vorstellbar. Erfahrung dafür konnte beim Aufschluß auf Internlagerstätten im Untergrund des Wiener Beckens gewonnen werden.

Das Kohlenwasserstoffangebot im alpinen Überschiebungskörper kann bei günstigen Bedingungen aus dem Allochthon kommen, eher ist auch hier Molasse in Form der Fischschiefer und Rupeltone oder autochthones Mesozoikum zuständig. Unter südlicheren Anteilen der Kalkalpen beginnt das Autochthon jedoch schon überreif zu werden.

3. Aufschlussrgebnisse

Der alpine Aufschluss basiert auf einer kompletten gravimetrischen und magnetischen Vermessung, auf zahlreichen, z.T. klassischen oberflächengeologischen Kartierungen und Strukturanalysen (TOLLMANN 1976, 1985, OBERHAUSER 1980, Geologie v. Österreich), auf einem Seismiknetz von über 5000 km zuzüglich zwei 3D Messungen (GEUTERBRÜCK et al. 1984) und auf Bohrungen. Gravimetrisch sind bereits wesentliche Hochzonen durch Schweremaxima und Störungen durch Minimazüge zu ermitteln (ZYCH 1988).

Die seismischen Messungen zeigen häufig keine eindeutigen Ergebnisse. Oft ist eher der autochthone Abschnitt unter den Alpen sichtbar, während der allochthone Bau bei komplexer und steiler Lagerung schwer oder nicht auflösbar ist. Bei flacher Lagerung können aber auch sehr gute Ergebnisse erzielt werden, wie die Seismik um Raum Salzburg zeigt (Abb. **6**). Gute Erfolge brachte die 3D-Seismik »Höflein» trotz widriger geländemäßiger, environmentmäßiger und oberflächengeologischer Verhältnisse. Irreguläres Grid, Kompilation von Vibro- und Schusserregung waren die seinerzeitigen Leistungen der ÖMV-Geophysik.

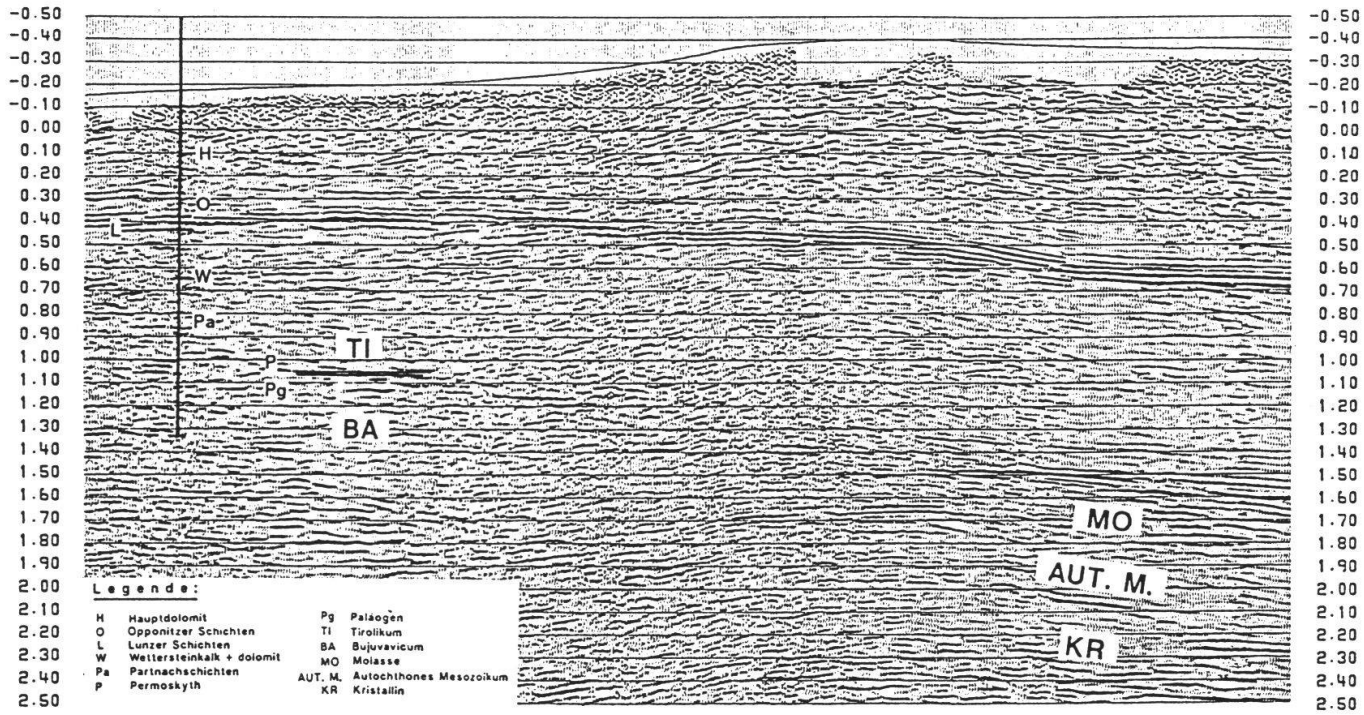


Abb. 6 Seismisches Profil durch die Kalkalpen Salzburgs im Abschnitt der Bohrung Vordersee 1.

Die Bohrtätigkeit erstreckte sich bisher auf 24 Aufschlußbohrungen im Flysch (16 ÖMV, 8 RAG) und 8 Bohrungen im Kalkalpin. Sämtliche Flyschbohrungen erreichten Molasse und kristallinen Untergrund, einige davon auch autochthones Mesozoikum über Kristallin. In den Kalkalpen erreichten 4 das Kristallin, 2 von diesen durchteuften autochthones Mesozoikum (Molln 1 und Grünau 1), 4 weitere Kalkalpenbohrungen verblieben im Allochthon. In Vorarlberg hatte die Bohrung V Au 1 Helvetikum westlicher Ausbildung zum Ziel. Etliche Bohrungen wurden in Schuppenzonen, die den Alpen vorgelagert sind, abgeteuft.

Die für eine Profilerstellung (Abb. **8**) ausschlaggebenden Bohrungen sind «Höflein 1» (GRÜN 1984), «Berndorf 1» (WACHTEL, & WESSELY 1981), «Urmannsau 1» (KRÖLL, und WESSELY 1967), «Mitterbach U1», «Molln 1», «Grünau 1» (HAMILTON 1989, und WESSELY 1988), «Vordersee 1» (GEUTEBRÜCK et al. 1984), «V Au 1» (COLINS, NIEDERBACHER, und SAUER 1990) in Österreich und «Vorderriß 1» (BACHMANN, und MÜLLER 1981) sowie «Hindelang 1» in Deutschland (MÜLLER, NIEBERDING, und WEGGEN 1992).

Nach «Berndorf 1» sind die Alpen in ihrem östlichen Anteil nachweisbar mindestens 38 km, tatsächlich jedoch um einen weit größeren Betrag spät- oder nacholigozän auf ihre subalpine Unterlage geschoben worden. Sie haben dadurch den darunter autoch-

thon entstandenen Sedimentmantel (Mesozoikum und Molasse) vor nacholigozäner Abtragung intakt bewahrt und eine geeignete Versenkung von Muttergesteinen in die KW-Reifezone bewirkt. Andererseits erfuhren die Speichergesteine eine auflastbedingte Porositätsverminderung. Für die strukturelle Fallenbildung von Bedeutung ist, daß die subalpine Unterlage relativ flach gegen Süden einfällt, sodaß Voraussetzungen für Fallen wie in jedem anderen Becken vorliegen. Bemerkenswert ist die weit höhere Lage der Kalkalpenunterkante über dem Bereich des Spornes der Böhmischen Molasse.

Betrachtet man das Allochthon, zeigt sich, daß Flyschzone und Helvetikum nördlich der Kalkalpenstirn Anschoppungskeile bilden, während sie unter den Kalkalpen ausgedünnt vorliegen oder noch öfter fehlen. Bemerkenswert ist der größere Umfang des Helvetikums gegen die Schweiz zu. Ein Rest von Südpennin wurde in «Grünau» als Klippenzone mit Serpentinit angetroffen. Vor der Flyschstirne kommt es in der Molasse zu Falten- und Schuppenbildung, die im Westen größere Dimensionen annehmen, Triangle-Gebilde formen und explorationswürdig werden. Im Spornbereich der Böhmischen Masse sinkt ihre Bedeutung, während am Südostrand Deckenbildung erfolgt (Waschbergzone Niederösterreichs nördlich der Donau).

Im Süden sind Kalkalpen und Grauwackenzone über dem Unterostalpin abgerutscht, unsicher ist, wie weit dasselbe darunter reicht oder wieviel davon sekundär wieder über dieselben geschoben wurde (z.B. Ötztaler Kristallinkomplex).

Innerhalb der Kalkalpen ist in groben Zügen eine Deckengliederung in das Bajuvarikum, das Tirolikum und das Juvavikum ersichtlich, wobei sich quer zum Streichen die Schwerpunkte des Schichtumfanges und der Mächtigkeit drastisch ändern, ebenso der strukturelle Charakter. Wo die Plattformkarbonate geringer mächtig sind, wie in tieferen tektonischen Einheiten, liegt intensivere Verformung vor als in Deckeneinheiten mit mächtigen starren Plattformkarbonaten. Die Bohrprofile bestätigen die Verschiedenartigkeit der Baustile. Die kalkalpeninterne Komplexität wurde zuletzt durch den Bohraufschluß im Bereich der «Weyrer Bögen» illustriert. Die Weyrer Bögen sind eine Querstruktur im Mittelabschnitt der Kalkalpen, die dadurch entstand, daß die aus zwei Einheiten bestehende Deckengruppe des Bajuvarikums durch Eindrehung und kräftigen Querschub in westlicher Richtung eine Verdoppelung erfuhr, wobei eine mächtige Oberkreidefolge nachgosauisches Alter dieses Geschehens belegt. Die Einheiten der liegenden Deckengruppe werden Ternberger und Reichraminger Decke genannt, die der hangenden Deckengruppe Frankenfelser und Lunzer Decke. Die Bohrung «Unterlaussa 1» hat unter letzterer Deckengruppe sehr mächtige Gosau erbohrt, darunter aber nur dichtes Gestein der Reichraminger Decke angetroffen (Abb. 7). Unter der Diskordanz der Gosau könnte sich aber in den Weyrer Bögen eine ähnliche kalkalpeninterne Fallensituation finden, wie sie unter dem Wiener Becken die tiefen Gaslagerstätten bewirkt. Für ein KW-Angebot spricht der Gasfund in der benachbarten Explorationsbohrung Molln 1.

4. Bisherige Ergebnisse im Bezug auf Kohlenwasserstoffe

Im subalpinen Sedimentmantel wurden im Eozän unter dem Flysch von Oberösterreich einige Ölvorkommen erschlossen (z.B. RAG-Bohrung «Kirchham 1»), doch größere Dimension hat das Gas-Kondensatfeld «Höflein» unter dem Flysch NW Wien in einer Hochzone des autochthonen Dogger. Speichergestein ist dolomitisch gebundener Sandstein mit Hornsteinlagen, die auch den größten Teil des Speichergesteines stellen. Die Reserven liegen bei etwa 7 Mrd. m^3 Gas, die Tagesförderung beträgt etwa

GEOLOGISCHES PROFIL
MOLLN 1 – UNTERLAUSSA 1

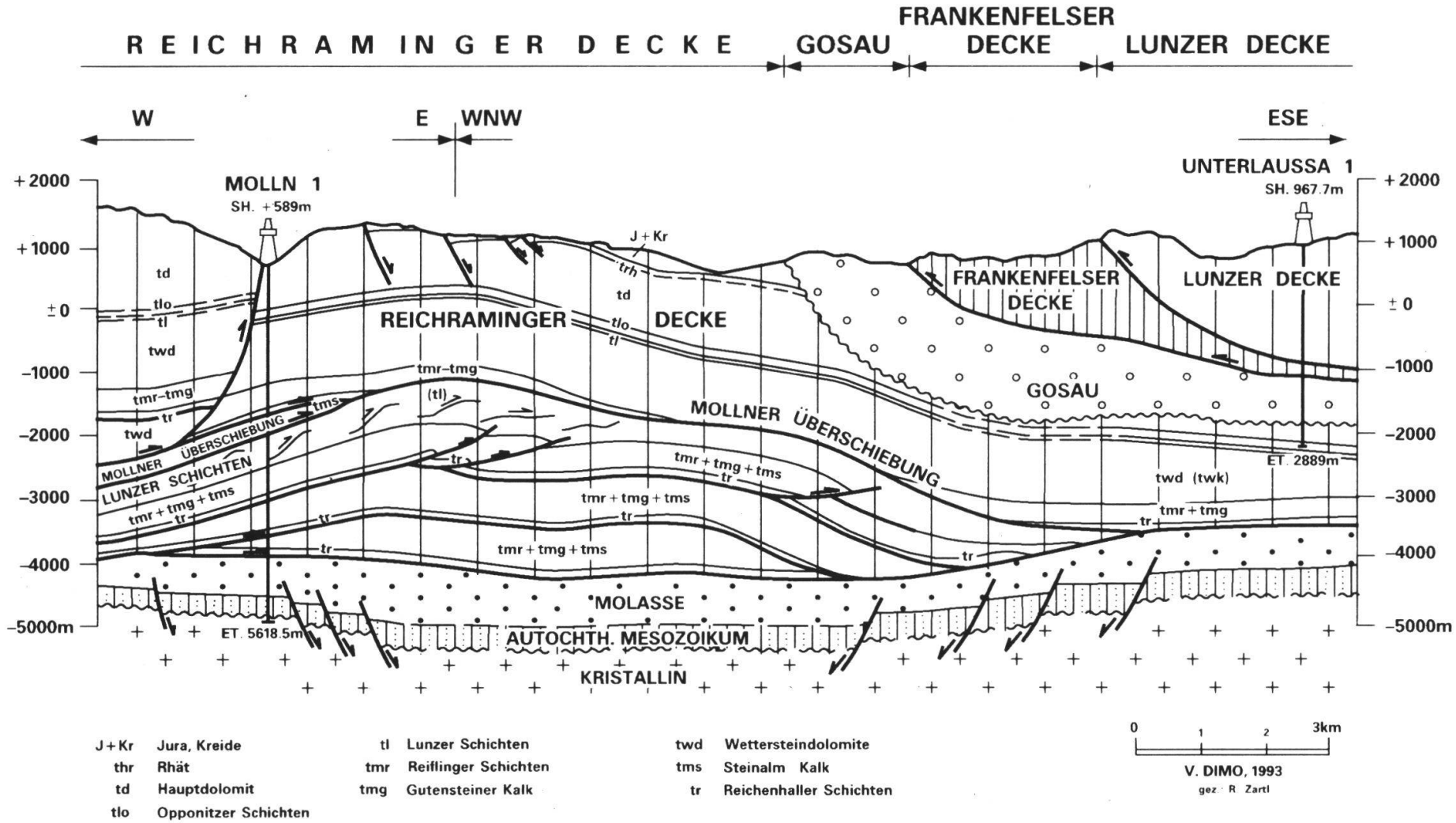


Abb. 7 Geologisches Längsprofil durch die Kalkalpen im Bereich der Weyrer Bögen.

400.000 m² Gas/ Tag mit 8,4 t Kondensat. Die Druckbedingungen sind hydrostatisch. Als erste Kalkalpenbohrung, die autochthones Mesozoikum antraf, hat «Grünau 1» ein Ölvorkommen mit Überdruck im Sandstein der höheren Unterkreide erbohrt. Die anfängliche Tagesförderung von über 100t/ Tag fiel infolge Druckabfall rasch ab und die Sonde wurde aufgegeben. Weiter nördlich hatte «Kirchdorf 1» einen Öltest im Eozän mit schwachem Zufluß.

Im Allochthon wurde erstmals Helvetikum in Österreich durch «V Au 1» (Vorarlberg) überprüft und in einer Folge von Dogger und Malm getestet. Die Serien hatten bei sehr geringem Zufluß Gas shows und Salzwasser. Die Bohrung stand nicht am Top der Canisfluhantiklinale (Seismikproblem), man hätte sich aber nachträglich von der Osterguntenquerstörung Kluftporosität erhofft.

Ein stärkeres Lebenszeichen des Helvetikums gab es in der Bohrung «Hindelang 1» in Deutschland, wo aus Klüften des Schrattenkalkes zunächst 10.000 m³ Gas/ h getestet wurden, jedoch auch hier Mangel an Porenraum herrschte (MÜLLER et al. 1992).

In der Schuppenzone der Molasse unter dem Flysch, lieferte die Bohrung «Mühlreith 1» (RAG) in Oberösterreich unter Überdruckbedingungen eine beachtliche Ölmenge aus einem allochthonen Oligozänsandstein.

Die Ergebnisse im kalkalpinen Deckenkörper sind so heterogen wie seine Geologie. Interessant war ein Salzwassertest aus einem Mitteltriasdolomit unter einer Abdichtung von karnischen Tonschiefern und Sandsteinen in einem sehr ruhig und flach gelagerten Tirolikum in «Vordersee 1», SE Salzburg (Abb. 6).

In «Molln 1» erbrachten Tests im grobgeklüfteten mitteltriadischen Steinalmkalk in einer Vertikalerstreckung von 300 m Gasraten von 100.000 m³/ Tag bei Normaldrücken. In einem kommenden Projekt wird das Gaspotential wieterverfolgt. Die Kalkalpenbohrung «Unterlaussa 1» sollte nachvollziehen, was im Untergrund des Wiener Beckens die größte Gaslagerstätte erbrachte: Dolomit unter mächtiger Gosau. Dies traf nur teilweise zu, da unter mächtiger Gosau dichter Anhydrit lag. Reichlich Ölspuren gab es seinerzeit in «Urmannsau 1», die speicherfähigen Mitteltriasdolomite lagen jedoch im Salzwasser.

Ganz anders geartet waren die Verhältnisse in «Berndorf 1» am Ostrand der Kalkalpen in einem fast durchgehend geklüfteten Karbonatkomplex des Ober- und Mitteltrias, in dem bis zu einer Tiefe von 4500 m Süßwasser, zum Test mit einer Temperatur von nur 45°C, getestet wurde.

5. Zusammenfassung der Explorationsbedingungen und Ausblick

Fasst man Positiva und Negativa zusammen, ist in der Kalkalpeninternprospektion mit guten Speichergesteinsbedingungen, in vielen Abschnitten geringen Abdichtungs- und Fallenchancen zu rechnen, die gegen die Stirne und gegen die Basis der Kalkalpen steigen. Die guten Durchlässigkeiten bewirken fallweise die Ausbildung von starken Zirkulationssystemen, die KW-Akkumulationen verhindern können. Überdrücke wurden nicht angetroffen. Das geologische Risiko ist wegen mangelnder Möglichkeit seismischer Auflösung noch als hoch einzuschätzen. Die Seismik erbringt wohl bei flachen Lagerungen z.T. gute Ergebnisse, bei komplexen, steilen Strukturen versagt sie. Hauptstütze bleiben strukturgeologische und fazielle Untersuchungen sowie balanzierte Raumanalysen. Die Bohrtiefen und -kosten sind mäßig bis hoch, die Bohreffizienz allerdings verbesserungswürdig.

Die subalpine Prospektion ist hingegen gekennzeichnet durch Speichergesteinsprobleme, aber gute Abdichtungs- und Fallenmöglichkeiten. Häufig tritt Hochdruck auf. Ähnliches gilt auch für das Helvetikum und die Schuppenzone der Molasse. Die seismische Erkennbarkeit von Strukturen ist oft relativ gut, die Bohrtiefen, -risken und -kosten hoch. Generell gibt es viele Anzeichen einer Kohlenwasserstoffbelieferung, und auch genügend Muttergesteinsmöglichkeiten. Ab einer gewissen südlichen Grenze wird infolge Abtauchens der Muttergesteine unter die KW-Bildungstiefe keine Belieferung mehr stattfinden. Allerdings ist durch die Akkummulation von relativ kühlen Deckenkomplexen die Ölfensterlage etwas tiefer anzusetzen. Die Migration erfolgt stratiform und an Störungen. Sie erfolgt sicherlich auch in das Allochthon.

Listet man die Positiva und Negativa auf und stellt Autochthon- und Allochthon- Aufschluß gegenüber, ergibt sich folgende Zusammenfassung:

Tab. 1

Aufschlußkriterien	*Autochthon*	*Allochthon*	
		Helvetikum, Molasse, Schuppen	*Kalkalpin*
Speichergesteins bedingungen	oft problematisch	problematisch	gut
Abdichtung	gut	gut	oft problematisch
Fallenchance	gut	gut	problematisch, besser in tief- liegenden Teilen
Beeinträchtigung durch Hydrodynamik	keine	keine	häufig
KW-Belieferung	ausreichend, g e g e n S ü d e n		Genesegrenze
Druckverhältnisse	oft hoch	hoch bis normal	normal
Seismische Erkennbarkeit	gut bis mäßig	schlecht	nur bei flacher Lagerung
Bohrtiefen	5000 - 7000 m	3000 - 5000 m	2000 - 5000 m
Aufschlußkosten	hoch	z.T. hoch	z.T. hoch

Generell: Überwiegend gashöffig, im Norden auch Öl.
Migration stratiform und entlang von Brüchen.
Bohrdichte gering, etliche Positionen noch nicht erbohrt.

Es wäre im Alpenbereich Österreichs bei entsprechend günstiger Ölpreissituation eine intensivierte Fortsetzung des Aufschlusses sicher aussichtsreich, weitere Lagerstätten wie Höflein im Autochthon sind anzunehmen. Wie die Bohrung «Grünau 1» zeigt, sind bei besserer Speichergesteinsentwicklung auch Öllagerstätten möglich. Für das Allochthon wiederum weist der Gasfund von «Molln 1» auf Chancen im kalkalpinen Internbau hin, die ja im Untergrund des Wiener Beckens bereits wahrgenommen wurden. Der Aufschlußerfolg von «Mühlreith 1» spricht für eine weitere Verfolgung von Zielen in der Schuppenzone des Alpennordrandes, der Gastest in «Hindelang 1» für eine Ermittlung günstigerer Porositätszonen im Helvetikum.

Danksagung:

Die Autoren danken Dr. Paul Merki für die Anregung zu diesem Artikel, den Mitarbeitern der ÖMV für jegliche Hilfestellung und dem Management der ÖMV für die Veröffentlichungserlaubnis.

Literaturverzeichnis:

BACHMANN, G.H. und MÜLLER, M.: Geologie der Tiefbohrung Vorderriß 1 (Kalkalpen, Bayern). - Geol. Bavarica 81, p. 17 - 53, München 1981

COLINS, E., NIEDERBACHER, P. und SAUER, R.: Kohlenwasserstoffexploration in Vorarlberg - Ergebnisse der Bohrung Vorarlberg - Au 1 - Mitt. Österr. Geol. Ges., 82, p. 91 - 104, Wien 1990

GEUTERBRÜCK, E., KLAMMER, W., SCHIMUNEK, K., STEIGER, E., STRÖBL, E., WINKLER, G., ZYCH, D.: Oberflächengeophysikalische Verfahren im Rahmen der KW-Exploration der ÖMV - AG, Erdöl - Erdgas - Zeitschrift, 100. Jg., H. 9, p. 296 - 304, Hamburg / Wien 1984

GRÜN, W.: die Erschließung von Lagerstätten im Untergrund der alpin - karpatischen Stirnzone Niederösterreichs - Erdöl - Erdgas - Zeitschrift, 100. Jg., H 9, p. 292 - 295, Hamburg / Wien 1984

HAMILTON, W.: Geologische Ergebnisse von Tiefbohrungen im Flysch und Kalkalpin zwischen Wien und Salzburg. Führer zur Exkursion der Österreichischen Geologischen Gesellschaft - Österr. Geol. Ges. Wien 1989

KRÖLL, A. und WESSELY, G.: Neue Erkenntnisse über Molasse, Flysch und Kalkalpen aufgrund der Ergebnisse der Bohrung Urmannsau 1. Erdöl - Erdgas Zeitschrift, 83. Jg., p. 342 - 353, Wien / Hamburg 1967

KRÖLL, A., SCHIMUNEK, K., WESSELY, G.: Ergebnisse bei der Exploration in der Kalkalpenzone in Ostösterreich - Erdöl - Erdgas - Zeitschrift, 97. Jg., H 4 p. 134 - 148, Hamburg / Wien 1981.

MÜLLER, M.: Maderhalm 1 und Kierwang 1 - Zwei Tiefbohrungen in das Helvetikum des bayerischen Allgäus - Jahrb. Geol. BA, p. 639 - 641, Wien 1985 a.

MÜLLER, M.: Tiefbohrung Sulzberg 1. Geologische Karte der Republik Österreich 1 : 25.000. Erläuterungen zu Blatt 83 Sulzberg, p. 17 - 18, - Geologische Bundesanstalt, Wien 1985 b.

MÜLLER, M., NIEBERDING, F. and WEGGEN, K.: Hindelang 1 (Bavarian Alps): A Deep Wildcat with Implications for Future Exploration in the Alpine Thrust Belt chapter 15 in: Generation, Accumulation and Production of Europe's Hydrocarbons II, A. M. Spencer (Ed.), Special Publication of the European Association of Petroleum Geoscientists Nr. 2, Springer - Verlag Berlin Heidelberg 1992.

OBERHAUSER, R. (Red.): Der geologische Aufbau Österreichs, Hgg.: Geologische Bundesanstalt Wien - Springer - Verlag Wien - New York 1980.

TOLLMANN, A.: Der Bau der Nördlichen Kalkalpen - Verl. Deuticke, Wien 1976 a.

TOLLMANN, A.: Analyse des klassischen nordalpinen Mezoikums - Verl. Deuticke Wien 1976 b.

TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich, Bd 2 Verl. Deuticke, Wien 1985.

WACHTEL, G. und WESSELY, G.: Die Tiefbohrung Berndorf 1 in den östlichen Kalkalpen und ihr geologischer Rahmen - Mitt. Österr. Geol. Ges., 74/75, p. 137 - 165, Wien 1981.

WESSELY, G.: Der Tiefenaufschluß im Wiener Becken und der Molassezone als Ausgangspunkt für die Alpenexploration in Österreich - Erdöl, Erdgas, Kohle, 104. Jg. H. 11, p. 440 - 446, Hamburg / hWien 1988.

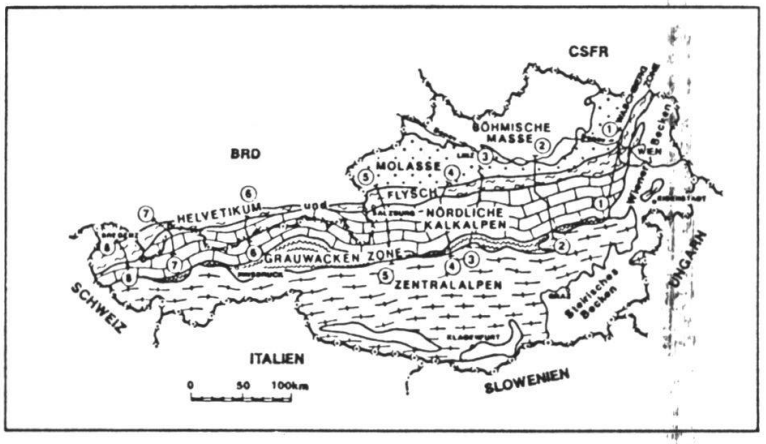
ZYCH, D.: 30 Jahre Gravimetermessungen der ÖMV Aktiengesellschaft in Österreich und ihre geologisch - geophysikalische Interpretation - Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. BA. Bd 9, p. 155 - 175, Wien 1988.

PROFILSERIE DURCH DIE NORDALPEN ÖSTERREICHS UND DEUTSCHLANDS

Nach Unterlagen von G. BUCHHOLZ, E. COLINS , W. GRÜN,
W. HAMILTON, P. NIEDERBACHER, R. PAVUZA, G. WACHTEL,
L. WAGNER und G. WESSELY (Österreich)

G. H. BACHMANN, K. HUBER, K. KOCH, M. MÜLLER,
F. NIEBERDING, K. WEGGEN (Deutschland)

Zusammengestellt G. WESSELY



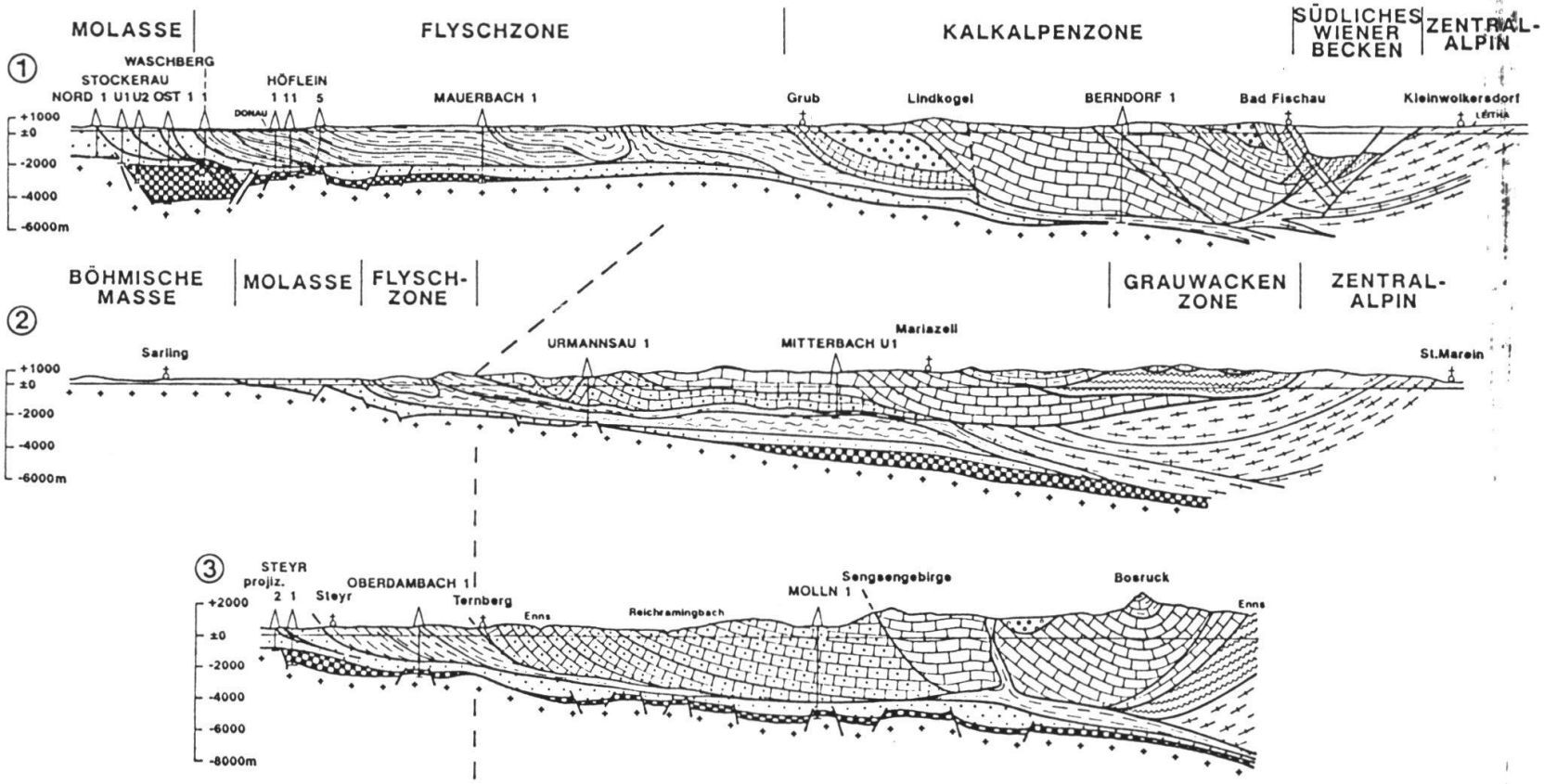
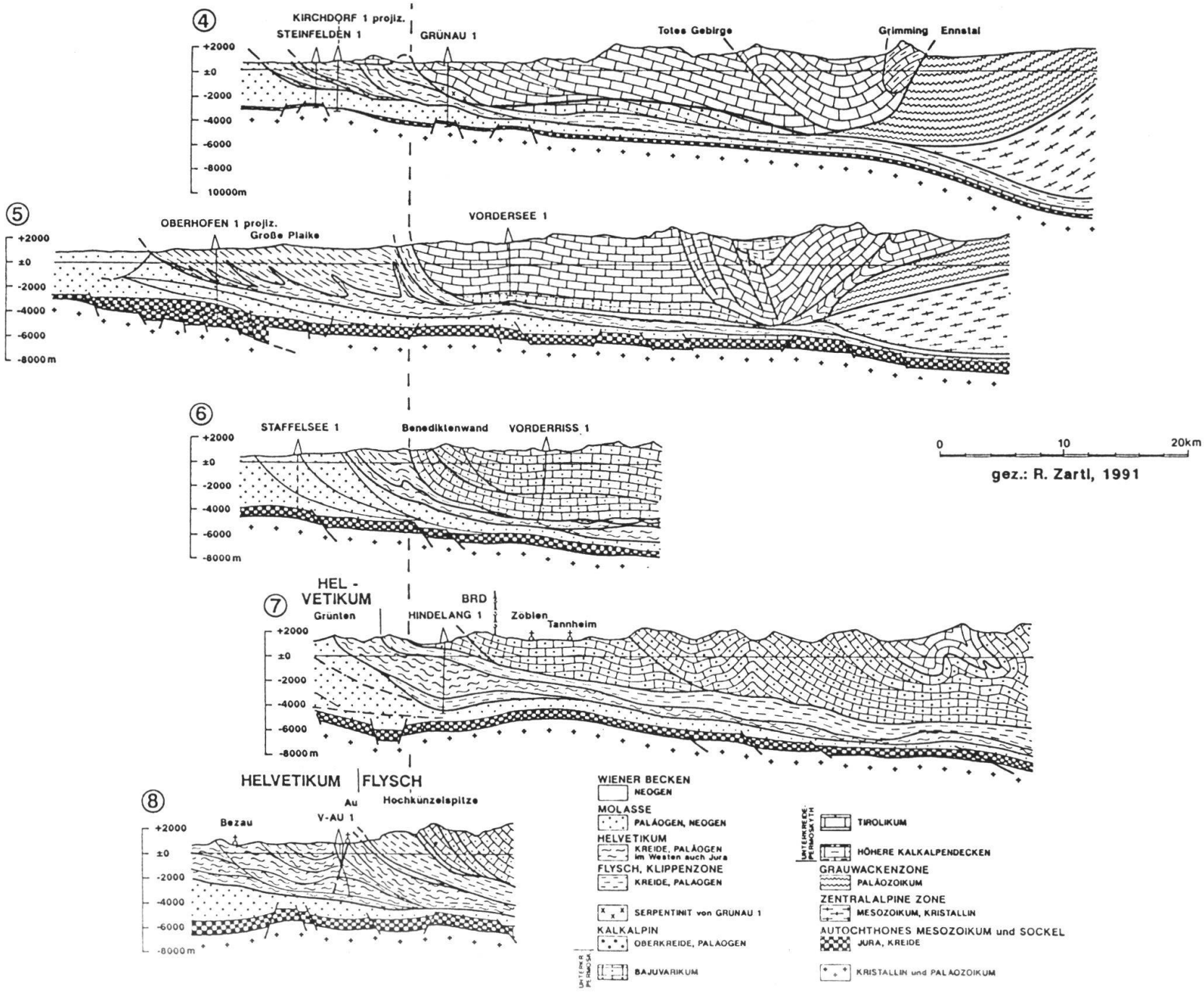


Abb. 8 Profilserie durch die Nordalpen Österreichs und Süddeutschlands.


④
KIRCHDORF 1 projiz.
STEINFELDEN 1
GRÜNAU 1
Totes Gebirge
Grimming
Ennstal
+2000
±0
-2000
-4000
-6000
-8000
10000m
⑤
OBERHOFEN 1 projiz.
Große Plaike
VORDERSEE 1
+2000
±0
-2000
-4000
-6000
-8000 m
⑥
STAFFELSEE 1
Benediktenwand
VORDERRISS 1
+2000
±0
-2000
-4000
-6000
-8000 m
0
10
20km
gez.: R. Zartl, 1991
⑦
HEL-
VETIKUM
Grünten
BRD
HINDELANG 1
Zobien
Tannheim
+2000
±0
-2000
-4000
-6000
-8000 m
HELVETIKUM | FLYSCH
⑧
Au
Hochkünzelspitze
Bezau
V-AU 1
+2000
±0
-2000
-4000
-6000
-8000 m
WIENER BECKEN
NEOGEN
MOLASSE
PALÄOGEN, NEOGEN
HELVETIKUM
KREIDE, PALÄOGEN
im Westen auch Jura
FLYSCH, KLIPPENZONE
KREIDE, PALÄOGEN
SERPENTINIT von GRÜNAU 1
KALKALPIN
OBERKREIDE, PALÄOGEN
BAJUVARIKUM
TIROLIKUM
HÖHERE KALKALPENDECKEN
GRAUWACKENZONE
PALÄOZOIKUM
ZENTRALALPINE ZONE
MESOZOIKUM, KRISTALLIN
AUTOCHTHONES MESOZOIKUM und SOCKEL
JURA, KREIDE
KRISTALLIN und PALÄOZOIKUM