

|                          |            |                       |                     |
|--------------------------|------------|-----------------------|---------------------|
| Mitt. österr. geol. Ges. | 82<br>1989 | S. 91 — 104<br>6 Abb. | Wien, Dezember 1990 |
|--------------------------|------------|-----------------------|---------------------|

## **Kohlenwasserstoffexploration in Vorarlberg — Ergebnisse der Bohrung Vorarlberg-Au 1**

E. Colins, P. Niederbacher und R. Sauer\*)

Mit 6 Abbildungen

### **Zusammenfassung**

Die Interpretation der seismischen Übersichtsmessung im Aufsuchungsgebiet ÖMV-Vorarlberg zeigt im Bereich von Au (Bregenzer Wald, Vorarlberg, Österreich) ein helvetikuminternes strukturelles Hoch. Darauf wurde 1985/86 die Grundsatzbohrung Vorarlberg-Au 1 abgeteuft.

Nach 117 m quartärer Talfüllung verblieb die Bohrung bis zur Endteufe von 4.297 m in Juragesteinen der Säntis- und Hohenemser Decke des Helvetikums.

Die in der Bohrung V-Au 1 erstmals in Vorarlberg nachgewiesene Doggerschichtfolge der Reischiben-, Bommerstein- und Molser-Serie läßt sich mit den Obertagevorkommen in der Ostschweiz vergleichen. Die unerwartete Mächtigkeit des Helvetikums ergibt sich durch die duplexartige Verschuppung der Säntisdecke.

Die Tests zur Verifizierung der Gasanzeichen in klüftigen, porösen Bereichen der Zementsteinschichten, des Quintner Kalkes und der Bommerstein-Serien, weisen auf geringe Porosität und Permeabilität der untersuchten Intervalle hin. Nach geochemischen Analysen wurden die helvetischen Serien aufgeheizt und sind überreif. Die isotope-geochemischen Daten der Gasproben ergaben jedoch den Hinweis, daß unter den helvetischen Decken geochemisch reife Gesteine (Molassezone, Autochthones Mesozoikum) anzutreffen sind.

Die Bohrung brachte wertvolle Daten zur Reinterpretation der seismischen Modelle und der regionalen Geologie.

Ziel der künftigen Exploration in Vorarlberg wird es sein, in den das Helvetikum unterlagernden Einheiten geeignete Speichergesteine in entsprechenden strukturellen Positionen nachzuweisen.

### **Summary**

The interpretation of the seismic survey in the exploration area OeMV-Vorarlberg shows a structural high near Au (Bregenzer Wald, Vorarlberg, Austria) within the helvetic zone. On this structure the wildcat Vorarlberg-Au 1 was drilled in 1985/86. After 117 m of quarternary valley infill the well remained in jurassic rocks of the helvetic Säntis- and Hohenemser-nappe down to the total depth of 4.297 m.

\*) Anschrift der Verfasser: Dr. E. Colins, Dr. P. Niederbacher und Dr. R. Sauer: ÖMV-AG, Gerasdorfer Straße 151, A-1210 Wien, Österreich.

The Reischiben-, Bommerstein- and Molser serie (dogger) which were observed first in Vorarlberg can be compared with the dogger outcrops in eastern Switzerland. The unexpected thickness of the Helvetikum is caused by an duplex-like repetition of sheets of the Säntisnappe.

Tests verifying the gasshows indicate low porosity and permeability in the investigated intervals. Geochemical rock analysis proves heating of the helvetic series which became overcooked. Isotopic data indicate the occurrence of mature sourcerocks (Molasse, Autochthonous Mesozoic) beneath the helvetic nappes.

Well data furnished helpful information to reinterpret the seismic and regional geological model. It is the object of future exploration in Vorarlberg to grove suitable reservoirs in appropriate structural positions.

### Einleitung

Die Kohlenwasserstoffexploration in Vorarlberg begann 1956 mit der Konzessionsvergabe an die Vorgänger der Vorarlberger Erdöl- und Ferngas GmbH. (VEF). Die seismischen Untersuchungen konzentrierten sich auf die Molassezone, das Helvetikum und das Vorarlberger Rheintal. In der Faltenmolasse wurden die Bohrungen Dornbirn 1 (1959/60, Endteufe 2820,6 m; HUF 1963) und Sulzberg 1 (1983/84, ET 5654 m; MÜLLER 1985) abgeteuft.

Im Jahre 1981 erwarb die ÖMV die Aufsuchungsrechte im südlichen Bregenzer Wald, dem Walgau und dem Rätikon. Das Gebiet umfaßt Teile des Helvetikums und der Flyschzone sowie die Nördlichen Kalkalpen. Die gravimetrischen und seismischen Übersichtsmessungen wurden 1981 bis 1983 durchgeführt.

Die Öl- und Gaslagerstätten in der nördlich anschließenden Molassezone und dem darunter lagernden Autochthonen Mesozoikum (z. B. Felder der Westmolasse: Mönchsrot, Arlesried, Kiensau), sowie die KW-Anzeichen in den Bohrungen Dornbirn 1, Maderhalm 1 und Sulzberg 1 sind Argumente für ein KW-Potential im Untergrund. Die Prospektionswürdigkeit der westlichen Ostalpen wird weiters durch das Auftreten von Kohlenwasserstoffanzeichen über Tage dokumentiert. Daß in solchen tektonischen Position Lagerstätten auftreten können, zeigen unter anderem auch Erfahrungen aus dem Überschiebungsbereich der Rocky Mountains und der Appalachen.

### Geologischer Rahmen

Das Vorarlberger Helvetikum läßt sich mit dem der Ostschweiz parallelisieren. Der helvetische Deckenstapel der Ostschweiz, bestehend aus der Mürtschen-, Axen- und Säntisdecke, zeigt ein achsiales Einfallen gegen das Rheintal hin. Östlich der Rheintal-depression steigen die Achsen der Hauptstrukturen der Säntisdecke wieder an. Das Helvetikum taucht östlich des Illertales unter den Flysch und die Nördlichen Kalkalpen ein und begleitet in einem schmalen Streifen den Nordrand der Alpen.

In der Ostschweiz kam es bei der Deckenbewegung zu einer Trennung der helvetischen Schichtfolge in Jura- (Axendecke) und Kreide-Alttertiärdecken (Säntisdecke). Die Mürtschendecke umfaßt Perm und Trias bis Kreide. In Vorarlberg kann diese tiefgreifende Trennung zwischen Jura- und Kreidestockwerk obertage nicht festgestellt wer-

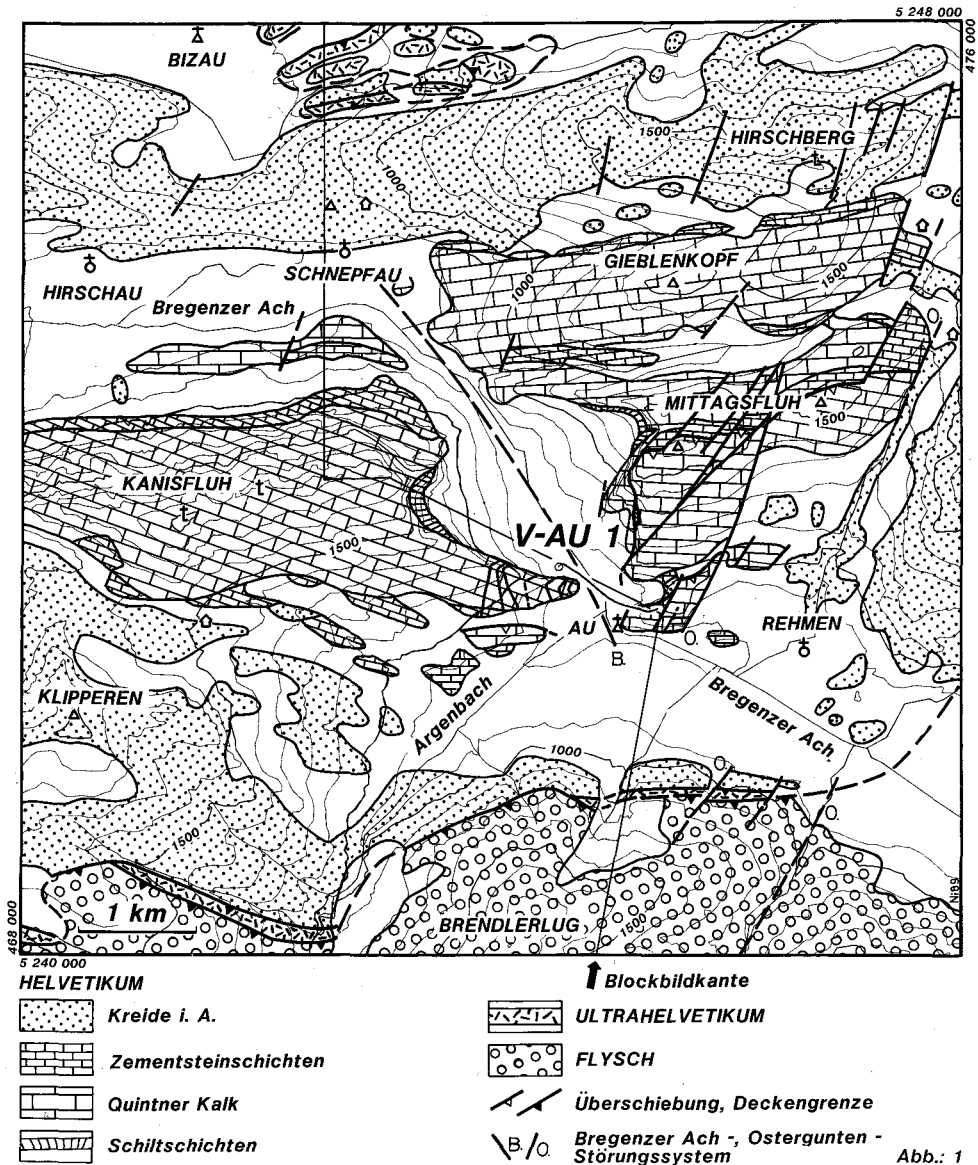


Abb. 1: Geologische Karte der Umgebung von Au (Grundlage: Geologische Karte von Bayern, Bl. 670 Oberstdorf, vereinfacht, ergänzt nach WYSSLING 1987).

den. Zweifellos sind aber Relativbewegungen zwischen den Jura- und Kreideserien vorhanden.

Am Nordrand der Säntisdecke trennt WYSSLING (1984) aufgrund paläogeographisch-fazieller Unterschiede eine tektonisch tiefere, nördlichere Einheit, die Hohenemser Decke, ab. Sie wird mit der Mürtischendecke parallelisiert.

Die Kreideserien der Säntisdecke sind in zahlreiche E-W streichende Faltenzüge gegliedert. Im Bereich der Kanisfluh — Mittagsfluh ist der Jurakern (Schiltschichten, Quintner Kalk, Zementsteinschichten) einer großräumigen Antiklinale erosiv freigelegt (siehe Abb. 1), in der nördlich gelegenen Klausberg — Winterstauden — Antiklinale wurden beim Stollenbau Zementsteinschichten angetroffen (OBERHAUSER 1980).

### Helvetikumaufschluß

Im bayerischen Helvetikum wurden 1961–63 die Bohrung Maderhalm 1 (ET 4387,8 m) und 1968 die Bohrung Kierwang 1 (ET 2586,5 m) von der PREUSSAG abgeteuft (MÜLLER 1985). Diese Bohrungen bilden das Grundgerüst des helvetikuminternen Tiefenaufschlusses.

1981 wurden im Gebiet ÖMV-Vorarlberg gravimetrische Untersuchungen durchgeführt und 1982/83 ein seismisches Grundnetz von 203 Profilkilometern gemessen. Die Interpretation der Daten zeigt eine seismische Kurzzeitzone im Ortsgebiet von Au im Bregenzer Wald, 2 km nördlich der Überschiebungslinie der Flyschzone auf das Helvetikum. Diese seismisch erkennbare Aufwölbung ist gegenüber der Antiklinalstruktur des helvetischen Jura (Kanisfluh, Mittagsfluh) etwas nach SE verschoben. Im Untergrund konnten Elemente tieferer helvetischer Einheiten vermutet werden.

Die auf diese Struktur angesetzte helvetikuminterne Grundsatzbohrung Vorarlberg-Au 1 (Kurzbezeichnung V-Au 1) hatte die Aufgabe, die unterlagernde Decke auf die Ausbildung von Speichergesteinen und mögliche Kohlenwasserstoffvorkommen zu untersuchen.

### Lokation der Bohrung

Mit Rücksicht auf die Fremdenverkehrsgemeinde Au wurde der Bohrpunkt hinter den Felsvorsprung nördlich Argenstein verlegt. Dies machte eine kontrollierte Ablenkung mit Neigungen bis 20° in Richtung Südosten notwendig. Die Bohrung wurde im Zeitraum Juli 1985 bis Juli 1986 abgeteuft.

Der Bohrpunkt hat die Koordinaten (M 28) R: 472589, H: 5243342 und liegt auf 774 m über NN.

### Erbohrte Schichtfolge

Es wurde folgende Schichtfolge erbohrt (Standardteufen der geophysikalischen Bohrlochmessung):

— 117 m      Quartär

---

#### HELVETIKUM, SÄNTIS-DECKE

— 130 m      Schiltschichten

— 696 m      Bommerstein-Serie

— 850 m      Molser Serie

---

Überschiebung

— 2770 m      Tektonische Wiederholungen von

Bommerstein- und Molser-Serie

(Überschiebungs- und Bruchkontakte)

|          |   |
|----------|---|
|          | Überschiebung                           |
| — 2918 m | Zementsteinschichten                    |
| — 3672 m | Quintner Kalk                           |
| — 3772 m | Schiltsschichten                        |
| — 3898 m | Reischiben-Serie                        |
| — 4250 m | Bommerstein-Serie                       |
|          | Überschiebung                           |
|          | <b>HELVETIKUM, HOHENEMSER DECKE</b>     |
| — 4302 m | Quintner Kalk (Gestängeendteufe 4297 m) |

### Quartär

Auftreten: 0 — 117 m

Der Bohrpunkt liegt im Talboden der Bregenzer Ach. Nach polymikten Sanden, Kiesen und Schottern (25 m) folgen bis 65 m durch gröbere Schüttungen verunreinigte Tonmergel, die als Seetone interpretiert werden. Bis 117 m wurde eine Folge von Blockschutt aus den in der Nähe anstehenden Gesteinen (Zementsteinschichten, Quintner Kalk) mit Einstreuungen von polymikten Flußschottern bis Sanden angetroffen.

### Helvetischer Jura in der Bohrung V-Au 1

Die Beschreibung der Schichtfolge erfolgt vom stratigraphisch Hangenden ins Liegende, die Teufenangaben beziehen sich auf die Standardteufe der geophysikalischen Bohrlochmessung.

Die Untergliederung der Serien der Bohrung V-Au 1 erfolgte auf Grund der Ergebnisse der Bohrkleinuntersuchungen (sedimentologisch-paläontologische Untersuchung der Dünnschliffe, Schwermineralanalyse) sowie der Interpretation der geophysikalischen Bohrlochmessungen.

Zusätzlich standen noch 8 Bohrkern zur Verfügung:

1. Kern: 713 — 714,5 m, Gewinn: 1,3 m, Molser-Serie
2. Kern: 1428 — 1432,5 m, Gewinn: 4,0 m, Bommerstein-Serie
3. Kern: 1892 — 1897 m, Gewinn: 5,0 m, Bommerstein-Serie
4. Kern: 2466 — 2468,5 m, Gewinn: 2,5 m, Bommerstein-Serie
5. Kern: 2791 — 2794 m, Gewinn: 2,0 m, Zementsteinschichten
6. Kern: 3007 — 3012 m, Gewinn: 4,7 m, Quintner Kalk
7. Kern: 4235 — 4237,5 m, Gewinn: 2,0 m, Bommerstein-Serie
8. Kern: 4295 — 4297 m, Gewinn: 0,7 m, Quintner Kalk

Die Doggersedimente wurden in Anlehnung an die Gliederung des Helvetikums der Ostschweiz (DOLLFUSS 1965) unterteilt. Der Vergleich der erbohrten Schichtfolge mit Aufschlüssen in der Ostschweiz, die Parallelisierung der Serien und Rekonstruktion der Tektonik erfolgte unter der Mitarbeit von Dr. G. Wyssling (WYSSLING 1978).

Da dieser Typus des helvetischen Doggers erstmals in Österreich angetroffen wurde, sollen die Schichtglieder hier ausführlicher beschrieben werden.

### Zementsteinschichten

Alter: Tithonian — unteres Berriasian

Auftreten: Basale Schuppe der Säntisdecke (2770 — 2918 m)

Mächtigkeit: Ca. 115 m

Die Zementsteinschichten sind als dunkelgraue Mergelkalke und Kalke in Wechselagerung mit schiefrigen Mergeln ausgebildet. Es treten häufig Kalzitadern, Stylolithen und stellenweise Pyritanreicherungen auf.

Die Mud- und Wackestones (Biomikrite) enthalten eine Mikrofauna von Calpionellen (*Calpionella alpina* LORENZ) sowie untergeordnet benthonische Foraminiferen, Echinodermen und Ostracoden.

### Quintner Kalk

Alter: Oxfordian — Tithonian

Auftreten: Basale Schuppe der Säntisdecke 2918 — 3672 m,  
Hohenemser Decke 4250 — 4302,2 m.

Mächtigkeit: Ca. 400 — 500 m

Der Quintner Kalk der Säntisdecke ist durch einen Bruch bei 3127 m mit einem Versatz von 90 m tektonisch verdoppelt. In der Bohrung läßt sich wie in den Obertageaufschlüssen eine Gliederung in einen oberen, mittleren (sg. „Mergelband“) und unteren Quintner Kalk erkennen.

Die Abfolge besteht aus hell- bis mittelgrauen, feinkörnigen, z. T. kalzitdurchadernten, leicht bituminösen Mud-Wackestones (Mikrit-Biomikrit). Der obere Quintner Kalk wird durch das massenhafte Auftreten von *Calpionella alpina* (LORENZ) charakterisiert. Daneben treten die Arten *Calpionella elliptica* (CADISCH), *Crassicollaria parvula* (REMANE), *C. brevis* (DURAND-DELGA), *C. intermedia* (DURAND-DELGA), *Tintinnopsella carpathica* (MURGEANU & FILIPESCU) sowie Schwebcrinoiden, Calcisphaeroliden, Filamente sowie untergeordnet Echiniden, Gastropoden, Spongien und Foraminiferen auf. Die Kalke sind stellenweise schwach dolomitisiert, typisch ist das häufige Auftreten von Stylolithen.

In dem ca. 60 m mächtigen mittleren Quintner Kalk steigt der Tonanteil. Der untere Quintner Kalk, er entspricht lithologisch dem oberen, führt Radiolarien, Saccocomen und Calcisphaeren, Tintinniden fehlen.

Der Quintner Kalk der tieferen tektonischen Einheit (Hohenemser Decke) ist durch braunschwarze z. T. mergelige Mud-Wackestones (Mikrit-Biomikrit) gekennzeichnet. Weiters treten unregelmäßig verteilte helle Dolomitisationsflecken, Dolomitadern sowie Stylolithen auf. Diese Ausbildung und das Fehlen der Tintinnidenfauna weisen auf mittleren Quintner Kalk hin.

### Schiltschichten

Alter: Bajocian

Auftreten: Höhere (117 — 130 m) und basale Schuppe der Säntisdecke 3672 — 3772 m.

Mächtigkeit: Ca. 100 m

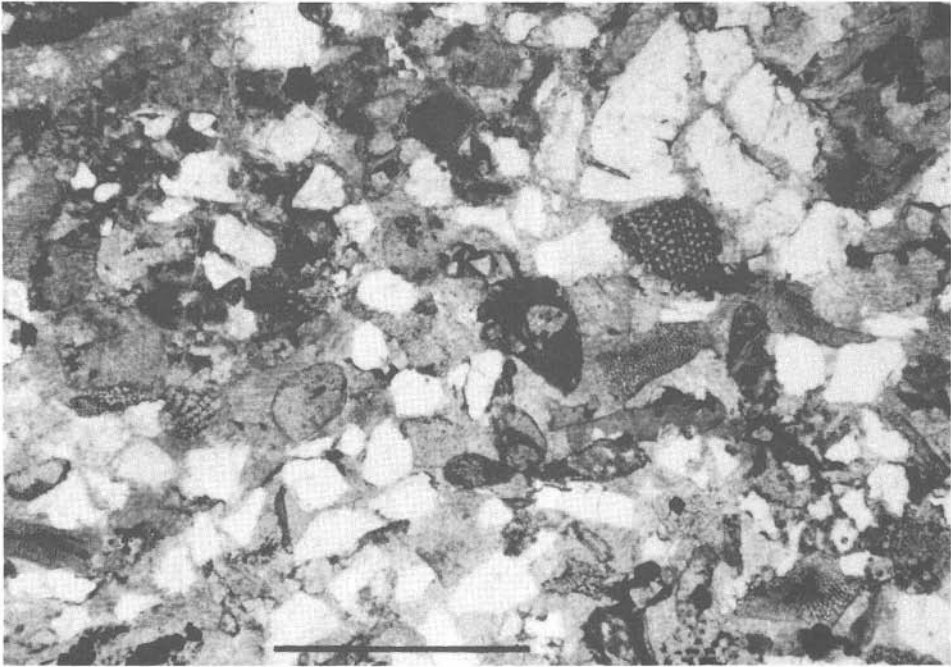


Abb. 2: Reischiben-Serie, 3870 m, Echinodermenschuttkalk, mit terrigenen Quarzeinstreuungen. Dünnschliff, Vergleichsmaßstab = 1 mm.

Die Schiltschichten sind durch dunkelgraue, häufig kalzit-durchaderte Mergel bis Tonmergelsteine gekennzeichnet. Die Mud-Wackestones (Mikrit-Biomikrite) führen Spiculae, Radiolarien, benthonische Foraminiferen, sowie vereinzelt Echinodermenspat. Die basale Schuppe ist durch teilweise schwach kieselige Mudstones (Mikrite) gekennzeichnet. Stellenweise treten darin autigene Feldspäte auf.

### Reischiben-Serie

Alter: Mittleres bis oberes Bajocian

Auftreten: Basale Schuppe der Säntisdecke 3772 — 3898 m.

Mächtigkeit: Ca. 100 m

Die Reischiben-Serie besteht aus hellgrauen, feinspätigen Echinodermenschuttkalken, die mit z. T. leicht sandigen Tonmergeln und Mergeleinschaltungen wechsellagern.

Die Echinodermenschuttkalke (Kalkarenite, Abb. 2) zeigen vereinzelt terrigene Quarzeinstreuungen, neugesproßte Ankerit rhomboeder sowie häufig Tonflasern. An Biogenen finden sich Crinoidenstielglieder, Detritus von Muschelschalen, Ophiuren, Gastropoden, Seeigelstacheln, Ostracoden, Bryozoen sowie Peloide. Neben Echinodermenschutt konnten auch noch verkieselte Schalenreste und vereinzelt Phosphoritkörner beobachtet werden. Bei 3820 m wurden Anhydritäderchen festgestellt.

### **Bommerstein-Serie**

Alter: Bajocian

Auftreten: Schuppen der Säntisdecke, 130 — 696 m, 850 — 1526 m, 1675 — 1808 m, 1808 — 2097 m, 2210 — 2310 m, 2430 — 2770 m, 3398 — 4280 m.

Mächtigkeit: Bis ca. 350 m

Die Bommerstein-Serie wurde mehrfach verschuppt angetroffen. Durch die unterschiedliche Ausbildung (z. B. Korngrößen, Schwerminerale) konnten die mehrfachen Schichtwiederholungen vier Typen der Bommerstein-Serie zugeordnet werden. Auffällig sind die vom Hangenden ins Liegende zunehmenden Korngrößen und die Zunahme des Biodetritus.

### **Bommerstein-Serie I**

Auftreten: 130 — 696 m

Sie ist durch das Auftreten von mittel- bis dunkelgrauen, tonigen, kalzitisch oder dolomitsch zementierten, glimmerigen Feinsandsteinen bis Siltsteinen und gegen das Liegende hin durch Einschaltungen von hellgrauen Kalkareniten und schwarzen siltig-sandigen Tonsteinlagen gekennzeichnet.

Bei den Kalkareniten handelt es sich um sandige Pack-Wackestones, die häufig Echinodermenspat, daneben pyritisierte Foraminiferen, Mikritpartikel und z. T. Phosphorit führen.

Im Schwermineralgehalt unterscheidet sich die oberste Bommerstein-Serie auffällig von allen tieferen Bommerstein-Serien. Es treten Apatit und Zirkonvormächten auf. Untergeordnet kommen noch Turmalin, Rutil, Brookit/Anatas, Granat, Epidot/Zoisit, Titanit und Monazit vor.

### **Bommerstein-Serie II**

Auftreten: 850 — 1526 m, 1808 — 2097 m.

Sie ist durch dunkelgraue, z. T. stark tonige, karbonatisch zementierte, bioturbate, fein-mittelkörnige Sandsteine (Abb. 3), die z. T. unregelmäßige Einstreuungen von größeren Körnern (Abb. 4) bis zu 5 mm Durchmesser aufweisen, gekennzeichnet. Zwischen den Sandsteinlagen sind stellenweise unterschiedlich mächtige siltige Tonsteinlagen eingeschaltet.

Die Sandsteine führen hauptsächlich mono- und polykristalline Quarze, vereinzelt diverse Karbonatpartikel wie Schalenreste, Echinodermenspat, Bryozoen und seltener Foraminiferenreste sowie vereinzelt Kristallinbruchstücke (Quarzit, Quarz-Serizit-aggregate) und Spuren von Feldspäten.

Das Bindematerial ist meist tonig, außerdem treten unterschiedliche Gehalte an Fe-reichem Dolomitcement (Ankerit) auf. Stellenweise kommen auch phosphoritisch oder kieselig zementierte Bereiche und Sideritkonkretionen vor.

Die groben Einstreuungen bestehen aus Quarzkörnern, stellenweise auch aus Sandkalkbruchstücken und phosphoritumkrusteten Ooiden. Das Schwermineralspektrum ist durch Zirkon und Turmalinvormächten gekennzeichnet. Daneben treten noch Rutil,



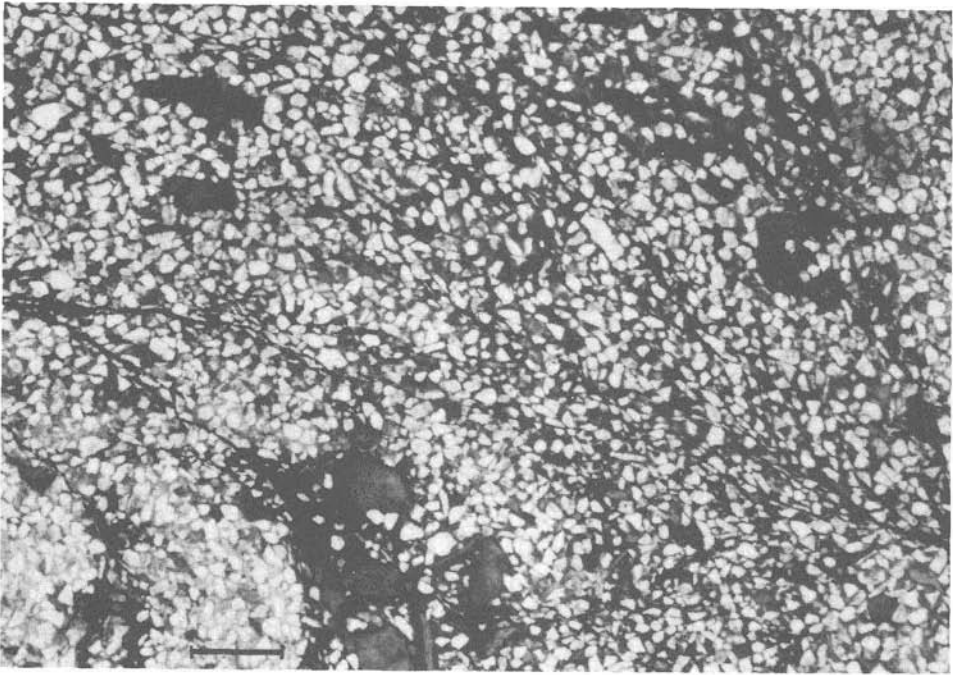


Abb. 3: Bommerstein-Serie II, 1430 m, bioturbater feinkörniger Quarzsandstein. Dünnschliff, Vergleichsmaßstab = 1 mm.

Brookit/Anatas, sowie akzessorisch Chromspinell, Granat, Epidot/Zoisit, Apatit und Titanit auf. Auffällig ist der geringe Gehalt an Apatit sowie das Auftreten von Chromspinell.

### **Bommerstein-Serie III**

Auftreten: 1657 — 1808 m, 2210 — 2310 m, 2430 — 2770 m.

Die Bommerstein-Serie III ist durch das Auftreten 25 bis 30 m mächtiger Bänke von grobkörnigen, sandigen Packstones charakterisiert. Sie wechsellagern mit stark bioturbaten, dunkelgrauen bis schwarzen, sandigen Tonsteinen bis Feinsandsteinen und mittel- bis grobkörnigen Sandsteinen. Die Packstonelagen führen häufig z. T. stark rekristallisierten Echinodermenschutt, Molluskensplitter sowie z. T. auch Phosphoritkörner. Die Sandsteine sind teilweise durch Ankerit zementiert. Bei 2730 m konnten auch Feinbreccienbruchstücke beobachtet werden, die an Komponenten Dolomit, Hornstein, zersetzte Feldspäte und Granit enthalten.

Das Schwermineralspektrum der Bommerstein-Serie III ähnelt der Bommerstein-Serie II.

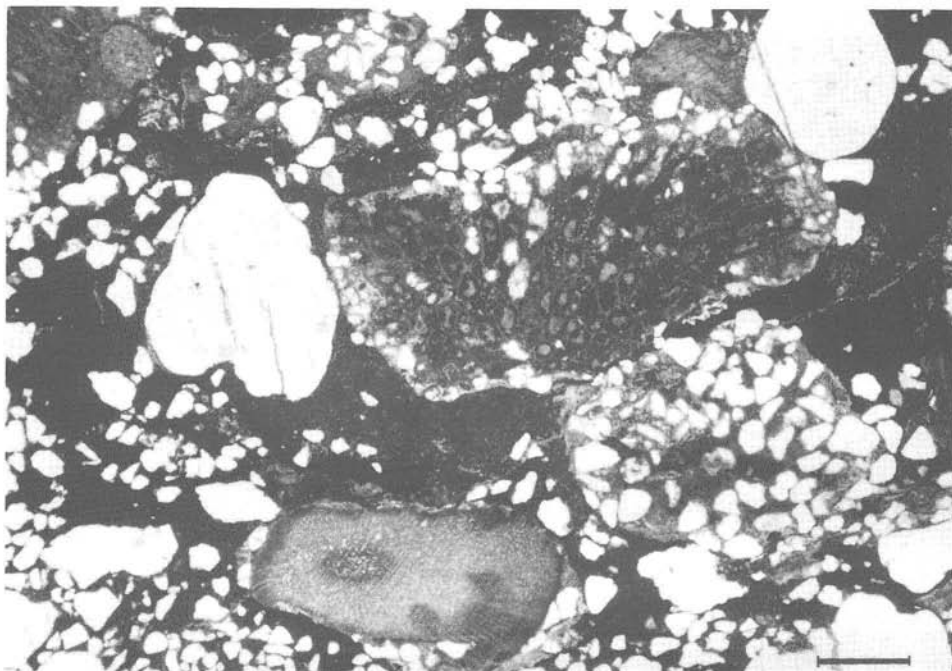


Abb. 4: Bommerstein-Serie II, 1896 m, mit Bioklasten (Echinodermen, Bryozoen), Lithoklasten und groben Quarzeinstreuungen. Dünnschliff, Vergleichsmaßstab = 1 mm.

#### Bommerstein-Serie IV

Auftreten: Basale Schuppe der Säntisdecke, 3898 — 4280 m.

Die vierte Serie besteht überwiegend aus einer Wechsellagerung von Mittel-Grobsandsteinen, groben Pack-Grainstones (Abb. 5), z. T. auch Floatstones und untergeordnet Tonstein oder tonigen Feinsandsteinlagen. Die Mittel-Grobsandsteine sind großteils durch Ankerit, teilweise auch durch Kalzit zementiert. Die Feinsandsteine sind fallweise phosphoritisch zementiert und enthalten phosphoritisch umkrustete Komponenten. Die dunkelgrauen sandigen Pack-Grainstones führen häufig Echinodermen und zeigen stellenweise eine schwache Dolomitisierung sowie häufig Tonflasern.

Der Schwermineralgehalt ist ähnlich der Bommerstein-Serie II und III.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die Bommerstein-Serie in den oberen drei Schuppen der Säntisdecke in typisch südhelvetischer Fazies ausgebildet ist. Die Reischiben-Serie fehlt hier. Die Mächtigkeiten liegen um 200 bis 400 m. Vergleichbare Serien finden sich in der Wildhorn-Decke (Schweiz).

Die Bommerstein-Serie der vierten Doggerschuppe wird von der Reischiben-Serie überlagert. Die Abfolge läßt sich mit den Aufschlüssen am Alvier-Gonzen (Ostschweiz) vergleichen.

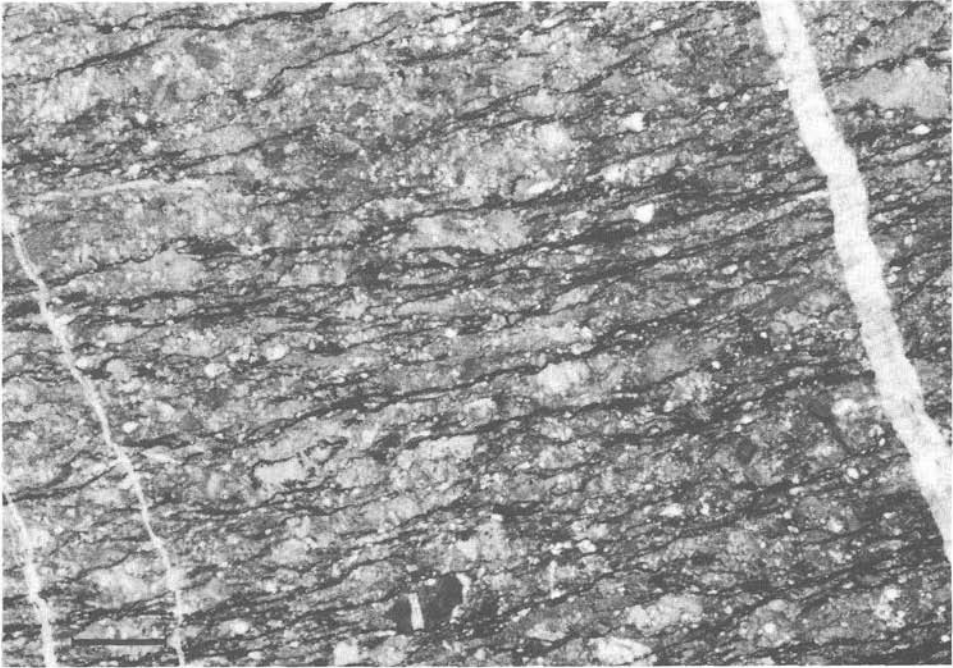


Abb. 5: Bommerstein-Serie IV, 4235 m, stylolithisierter, geflasierter, sandiger Echinodermenschuttkalk. Dünnschliff, Vergleichsmaßstab = 1 mm.

### Molser-Serie

Alter: Aalenien

Auftreten: Höhere Schuppen der Säntisdecke 696 — 850 m, 1526 — 1657 m,  
2097 — 2210 m, 2350 — 2430 m.

Mächtigkeit: Bis ca. 100 m

Die Molser-Serie ist durch das Vorherrschen von dunkelgrauen bis schwarzen z. T. siltig-sandigen Tonsteinen gekennzeichnet. Der Karbonatgehalt der Tonsteinbereiche übersteigt selten 5%. Nur ganz vereinzelt treten geringmächtige Siltsteine, Sandsteine oder Sandkalklagen auf.

In den tektonisch tieferen Serien kommen vereinzelt fein- bis mittelkörnige, bioturbate, tonig oder ankeritisch verkittete Sandsteinbereiche vor. Sie enthalten z. T. Karbonatpartikel. Im Verlauf der gesamten Serie konnten häufig Pyritanreicherungen beobachtet werden.

Der Begriff der Molser-Serie ist im Vergleich zur Definition von DOLLEFUS (1965) etwas weiter gefaßt. Es werden in der Bohrung V-Au 1 damit Tonsteinabfolgen bezeichnet, die vereinzelt Sandstein- oder Sandkalklagen enthalten. Die Gliederung erfolgte anhand der Bohrlochmessungen.

Die tonreiche Molser-Serie stellt den bevorzugten Abscherungs- und Gleithorizont innerhalb des helvetischen Doggers dar.

## **Tektonik**

Der Durchbruch der Bregenzer Ach legt den Innenbau des Juragewölbes der Vorarlberger Säntisdecke frei (HEIM 1933). Der asymmetrische Bau von Kanisfluh und Mittagsfluh ist offensichtlich (s. Abb. 1: Geologische Karte). Die Obertagebeobachtungen zeigen einen ausgeprägten nordvergenten Schuppenbau. Die Mittagsfluh wird in drei, die Kanisfluh in zwei Schuppen zerlegt.

Der Taleinschnitt folgt einem NNW-SSE streichenden Störungsbündel schräger Abschiebungen, die die östlich anschließenden Einheiten nach Norden und gleichzeitig nach unten staffelt.

Östlich der Mittagsfluh versetzt die Ostergunten-Störungszone (OBERHAUSER 1951, 1956), ein System NNE-SSW streichender und steil gegen W einfallender sinistraler Blattverschiebungen, die Achse der Antiklinale bis 1 km nach N.

Die Bohrung V-Au 1 durchteufte den nach Süden unter den Rhenodanubischen Flysch eintauchenden Schenkel des Juragewölbes. Die zu diesen Schuppen ursprünglich in stratigraphischem Verband stehenden Kreidesequenzen sind nördlich dieser Struktur zu suchen.

Der duplexartige Schuppenbau im Untergrund der Kanisfluh — Mittagsfluh ist auch in der Seismik erkennbar.

Die Schichtwiederholungen der Bommerstein- und Molser-Serie in den oberen Schuppen der Säntisdecke werden durch Brüche und Überschiebungen verursacht. Den Rekonstruktionsversuch dieser komplexen Tektonik zeigt das Blockbild Abb. 6. Die Konstruktion stützt sich auf die Information der Schichtneigungsmessungen und das in Kernen erkennbare Einfallen.

## **Temperaturdaten**

Aus den bei Openhole- und Casingtests festgestellten Maximaltemperaturen ergibt sich ein geothermischer Gradient von  $3^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ . In der Tiefe von — 3333 m SH wurden  $131^{\circ}\text{C}$  gemessen.

## **Erdölgeologische Ergebnisse**

In der Bohrung V-Au 1 traten während des Bohrens in klüftigen, gestörten, porösen Zonen der Zementsteinschichten, des Quintner Kalkes und der Bommerstein-Serie signifikante Gasanzeichen auf. Die Openhole- und Casingtests wiesen in diesen Serien Gasspuren nach, die Permeabilität war jedoch gering.

Die Gasanalysen ergaben ein sehr trockenes Gas mit mehr als 99% C 1.

Die erbohrte Schichtfolge ist nach den geochemischen Untersuchungen überreif. Die helvetischen Einheiten wurden durch ihre paläogeographische Nähe zu den alpidisch metamorphen autochthonen Kristallingebieten aufgeheizt. Dies erklärt auch den hohen C 1-Anteil des Gases.

Gasisotopenanalysen der getesteten Intervalle weisen jedoch auch darauf hin, daß unter den helvetischen Decken Kohlenwasserstoffe aus geochemisch reifen Gesteinssequenzen anzutreffen sind.

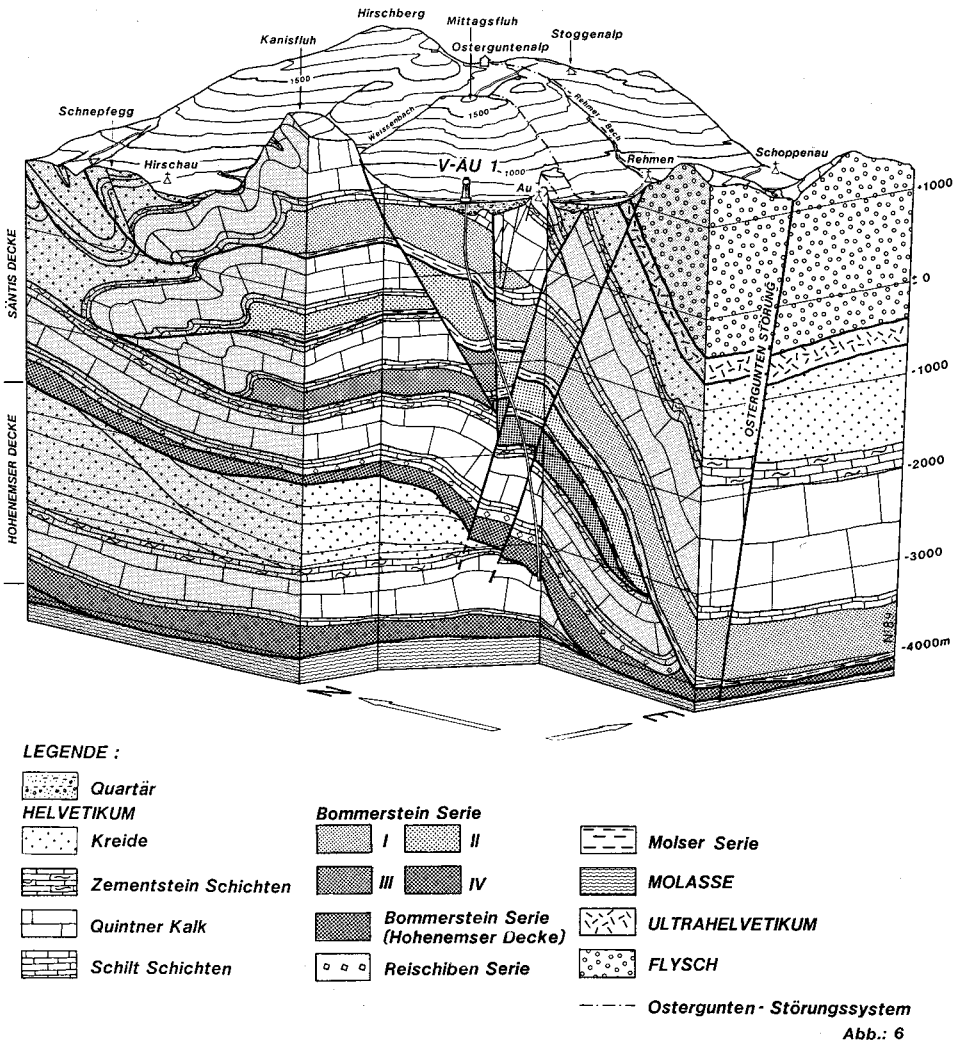


Abb. 6: Geologisches Blockbild, Schnitt durch die Bohrung Vorarlberg-Au 1, Blickrichtung aus SW.

### Schlußfolgerungen und Ausblick

Die Bohrung Vorarlberg-Au 1 erbrachte den Nachweis der bislang in diesem Gebiet unbekannten Serien des helvetischen Doggers in beträchtlicher Mächtigkeit und mit kompliziertem tektonischem Bau. So ist eine Triangle-Zone im Bereich Kanisfluh — Mittagstfluh anzunehmen. Den bevorzugten Abscherungshorizont bildet die Molser-Serie. Die Juraschuppen zeigen eine duplexartige Struktur. Die erwarteten Kreideserien sind nördlich dieses Bereiches zu suchen.

Die in den Bohrlochmessungen und Tests nachgewiesenen Porositäten und Permeabilitäten der erbohrten Schichtfolge waren gering. Daher erscheint der jurassische Anteil des Vorarlberger Helvetikums auch im Hinblick auf die komplizierte Tektonik als gering prospektiv.

Der Nachweis von Gasen unterschiedlicher Reife gibt jedoch einen Hinweis auf das KW-Potential von Muttergesteinen unter den helvetischen Decken. Als Speichergesteine kommen poröse Schichtfolgen des Autochthonen Mesozoikums, Sandsteine der Molassebasis sowie die karbonatischen und sandigen Anteile der helvetischen Kreide in Frage.

Ziel der zukünftigen Exploration wird es sein, diese Schichten in günstiger fazieller Ausbildung und entsprechender struktureller Position nachzuweisen.

### Danksagung

Die Autoren danken den Kolleginnen und Kollegen für die fachliche und technische Unterstützung sowie der ÖMV-Aktiengesellschaft für die Genehmigung zur Veröffentlichung dieser Arbeit.

### Literatur:

- COLINS, E., NIEDERBACHER, P. & WINKLER, G.: Geologisch-geophysikalische Grundlagen der Kohlenwasserstoff-Exploration in Vorarlberg. — Bergbau im Wandel, Leobener Bergmannstag 1987, 681–687, Graz / Essen 1988.
- DOLLFUSS, S.: Über den Helvetische Dogger zwischen Linth und Rhein. — *Eclogae geol. Helv.*, **58/1**, 455–513, Basel 1965.
- HEIM, A., BAUMBERGER, E. & FUSSENEGGER, S.: Jura und Unterkreide in den helvetischen Alpen beiderseits des Rheins (Vorarlberg und Ostschweiz). — *Denkschr. schweiz. nat.forsch. Ges.*, **68/2**, 155–220, Zürich 1933.
- RUF, W.: Die Schichtfolge der „Aufschlußbohrung Dornbirn 1“. — *Bull. Ver. Schweiz. Petrol. Geol. Ing.*, **29**, Nr. 77, Zürich 1963.
- MÜLLER, M.: Maderhalm 1 und Kierwang 1 — zwei Tiefbohrungen in das Helvetikum des bayerischen Allgäus. — *Jb. geol. B.-A.*, **127/4**, 639–641, Wien 1985.
- MÜLLER, M. in HERMANN, P.: Erläuterungen zu Blatt 83 Sulzberg. — *Geol. B.-A.*, Wien 1985.
- OBERHAUSER, R.: Zur Geologie des Gebietes zwischen Kanisfluh und Hohem Ifen (Bregenzer Wald). — Unveröff. Diss., Univ. Innsbruck 1951.
- OBERHAUSER, R. (Red.): Der Geologische Aufbau Österreichs. — (*Geol. B.-A.*), Wien 1981.
- WYSSLING, G.: Palinspastische Abwicklung der helvetischen Decken von Vorarlberg und Allgäu. — *Jb. geol. B.-A.*, **127/4**, 701–706, Wien 1984.
- WYSSLING, G.: ÖMV-Firmeninternes Gutachten zur Stratigraphie und Tektonik in der Bohrung Vorarlberg-Au 1. 1987.

Zum Druck angenommen am 25. September 1989