

**Parameter und Prozesse  
der Bildung bituminöser Karbonate  
(Bituminöser Hauptdolomit)**  
von  
**Kurt Czurda**

Anschrift:  
Dr. Kurt Czurda  
University of Western Ontario,  
Dept. of Geology,  
London 72  
Canada

Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud.	21. Bd.	S.235-250	Innsbruck, 1972
-------------------------------	---------	-----------	-----------------

## **Inhalt**

Zusammenfassung .....	237
Summary .....	237
Einleitung .....	239
Sedimentparameter .....	239
Genese der organischen Substanz .....	242
Paläogeographische Rückschlüsse .....	244

### Zusammenfassung

In den nördlichen Kalkalpen und im Drauzug schalten sich regional in den oberen Abschnitt des Hauptdolomites – Nor – besonders bituminöse Abfolgen ein. Bekannt wurden diese Vorkommen wegen der Fischfunde z. B. in Seefeld und im Wiestal bei Hallein und durch die Gewinnung von Schwelölen aus dem Seefelder Vorkommen.

Die organische Substanz wurde im Hinblick auf Aminosäuren und Fettsäuren analysiert, das umgebende Sediment geochemisch und sedimentpetrographisch untersucht. Verschiedene Änderungstendenzen zeichnen diese aberrante Hauptdolomitentwicklung aus und stehen in engem Zusammenhang mit der Bitumenanreicherung. Die untersuchten Vorkommen können zwei Typen, bedingt durch das Ablagerungsmilieu, zugeschrieben werden: einer Kolkfazies (z. B. Wiestal, Seefeld) und einer Flachwasserfazies (z. B. Allgäuer Alpen und Drauzug). Beiden gemeinsam ist der Anstieg des Tonmineralgehaltes. Die Tonminerale sind ev. Bitumenbringer oder -binder, da sie durch ihre große Oberfläche bestens als Adsorbens geeignet sind.

Die Kolkfazies zeichnet sich weiters durch zunehmenden Kalkgehalt (bis zu 50 % des Gesamtgesteins) und abnehmende Korngröße (kleiner  $2 \mu$ ) aus. Die Tonmineralfraktion setzt sich nahezu monomineralisch aus Illit zusammen. Feinstrhythmik und fluidale Kleinfaltung sind bezeichnende strukturelle Merkmale. Die organische Substanz ist überwiegend im Sediment fein verteilt und unter dem Mikroskop nur selten als Intergranularfüllung auszumachen.

Die Flachwasserfazies zeigt die Tendenz: je dolomitischer (bis 95 % des Gesamtgesteins), desto höher die Rückstandsmenge (überwiegend Illit und Kaolinit). Algenstromatolithe und Aufarbeitungshorizonte sind häufige Strukturausbildungen. Die organische Substanz findet sich vielfach im Intergranularraum angesammelt.

Die Analysen des Bitumens ergaben eine ganze Reihe verschiedener Amino- und Fettsäuren, denen vor allem Algen und Bakterien, nicht aber Fische, als Lebenssubstanz zugeschrieben werden müssen.

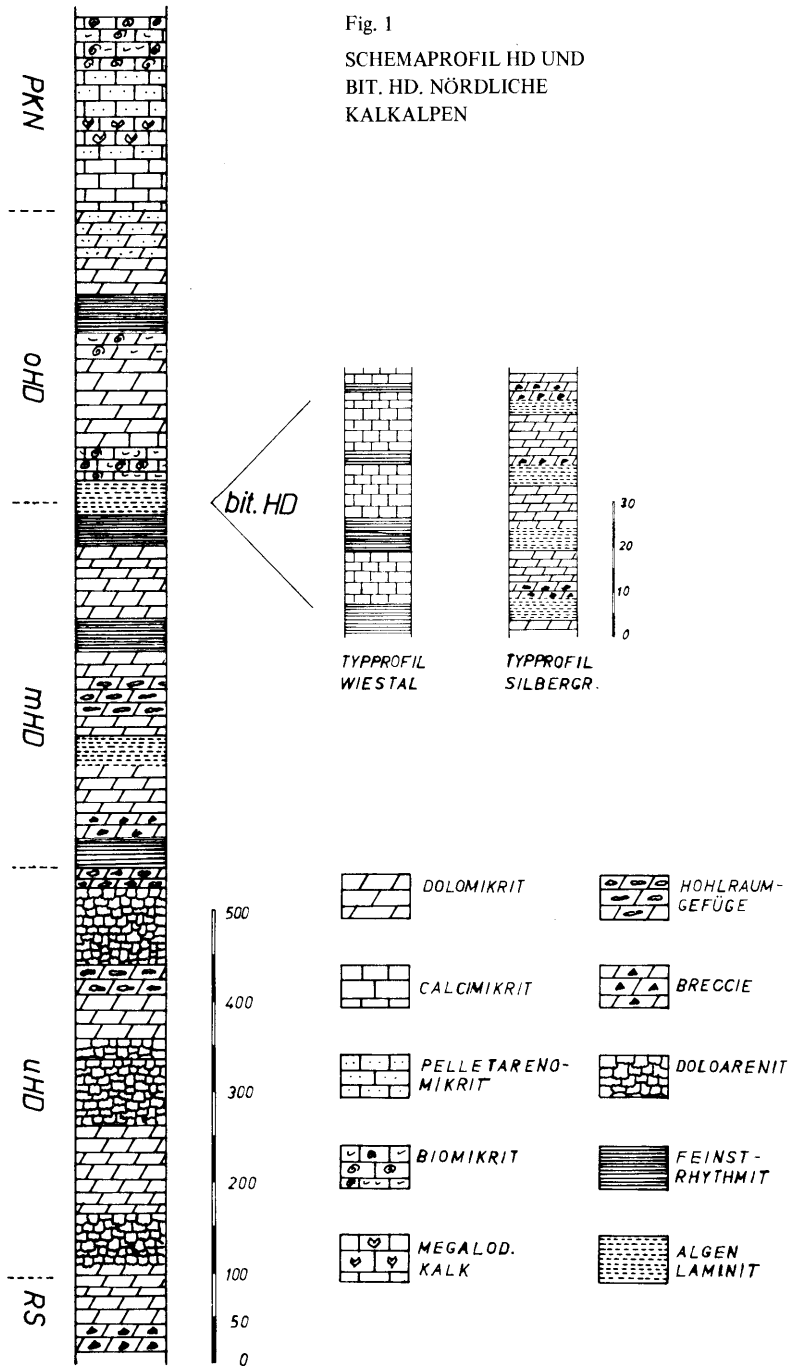
### Summary

In the northern Limestone Alps and in the range of the Drau bituminous sequences appear in the upper section of the noric Main Dolomite. As is known this phenomenon came to light through the discovery of fish, e. g. in Seefeld in the Wies Valley near Hallein and through the extraction of low-temperature oil from the Seefeld deposit.

The organic substance was analysed for amino acids and fatty acids, while the surrounding sediment was subjected to geochemical and sedimentpetrographical examination. This aberrant development of the Main Dolomite is distinguished by various tendencies to change, which are closely connected with the bituminous enrichment. Two types were distinguishable among the occurrences investigated, depending on the depocenter, namely pool-facies (e. g. Wies Valley, Seefeld) and tidal-flat facies (e. g. Allgau Alps and in the range of the Drau). The increase in clay mineral content is common to both. The clay minerals possibly gave rise to or bonded the bitumen, since their large surface area makes them most suitable as adsorbers.

The pool-facies is further distinguished by the increasing limestone content (up to 50 % of the total rock) and decreasing granular size (less than  $2 \mu$ ). The clay mineral part

Fig. 1  
 SCHEMAPROFIL HD UND  
 BIT. HD. NÖRDLICHE  
 KALKALPEN



is composed almost monominerally of illite. Its distinguishing structural features are very fine rhythmic alternation and fluidal small folding. The organic substance is predominantly finely distributed on the sediment and can rarely be identified under the microscope as intergranular filling.

The tidal-flat facies shows the following tendency: the more dolomitic (up to 95 % of the total rock), the greater the amount of residue (predominantly illite and kaolinite). Algae-stromatolites and horizons of re-sedimentation are common structural forms. The organic substance is largely found collected in the intergranular space.

The analyses of the bitumen revealed a whole series of different amino acids and fatty acids, to which primarily algae and bacteria must be ascribed as living substances, but not fish.

### Einleitung

Der Hauptdolomit erregte, als einer der Hauptfelsbildner der Kalkalpen, erst verhältnismäßig spät das Interesse an einer modernen mikrofaziell-sedimentologischen Bearbeitung. In den letzten Jahren wurde diese Lücke zumindest teilweise geschlossen. Der bis 2 000 m mächtige Komplex – scheinbar eintönig und über die ganze Abfolge hinweg uniform – konnte in den nördlichen Kalkalpen dreigeteilt werden. Die Gliederung erfolgt auf Grund stratifizierbaren Vorherrschens von Typenkompositionen (siehe Schemaprofil, Fig. 1).

Der bituminöse Hauptdolomit, in der älteren Literatur z. B. bei SANDER, AMPFERER, TRUSHEIM, als Fischschiefer, Asphalt-schiefer, Ölschiefer, bituminöser Mergel etc. bezeichnet, ist eine stratigraphisch in den oberen, nicht aber in den obersten Hauptdolomit zu stellende Abfolge. Allerdings ist sie nur regional ausgebildet, offenbar linsenförmig mit maximaler Mächtigkeit von 60 m im gesamten Nordalpen- und Drauzug-Bereich. Einige Lokalitäten seien angeführt, sie sind z. T. auskartiert, so z. B. auf den Blättern der Lechtaler Alpen von AMPFERER, denen der Lienzer Dolomiten und Gailtaler Alpen, die von Innsbrucker Dissertanten ausgefertigt wurden, oder auf der Kartenskizze der Lienzer Dolomiten von van BEMMELEN. Von W nach E sind bituminöse Hauptdolomit-Abfolgen, z. B. im Rhätikon, beim Württemberger Haus, am Hantennjoch bei Imst, in der Mittenwalder Karwendelmulde, bei Seefeld, im Wiestal bei Hallein und eine Reihe von Vorkommen in den Lienzer Dolomiten und Gailtaler Alpen, z. B. in der Umgebung des Weissensees. Einige dieser Vorkommen wurden feinprofiliert und im Labor und unter dem Mikroskop analysiert. Einige daraus gewonnene Daten und paläogeographische Deutungsversuche sollen im folgenden vorgestellt werden. Hierzu siehe Fig. 3.

### Sedimentparameter

#### 1. Karbonat- und Rückstandsverteilung

Die beiden Profile (Silbergraben im Drauzug und Wiestal in den nördlichen Kalkalpen), erwiesen sich – auch für alle anderen Parameter – als typisch. Sie zeigen die generelle Tendenz des Ansteigens der Rückstandsmenge im Bereich des bituminösen Hauptdolomites. Diese Rückstandsmenge enthält auch die bituminöse Substanz. Die beiden Lokalitäten unterscheiden sich jedoch durch das Calcit-Dolomit-Verhältnis. Während im Profil Silbergraben die Tendenz: je dolomitischer, desto höher die Rückstands-

	Kolkfazies WIESTAL	Flachwasserfazies SILBERGRABEN
Tonminerale	Illit	Illit, Koalinit
Korngröße	> 10 - 170 $\mu$ $\phi$ 36 $\mu$	> 10 - < 140 $\mu$ $\phi$ 48 $\mu$
Rückstandsmenge (6 % HCl)	15 - 6 % $\phi$ 10 %	35 - 3 % $\phi$ 13 %
Dolomitisierung (Dolomit-Gehalt)	30 - 95 % $\phi$ 64 %	40 - 95 % $\phi$ 92 %
Wassertiefe	subtidal	intra – supratidal

Fig. 2: Parametervergleich Kolkfazies und Flachwasserfazies. Graphische Darstellung siehe Fig. 3, Erläuterung im Text.

menge und Menge der bituminösen Substanz, deutlich wird, ist aus der Profilfolge Wiestal der eher umgekehrte Trend abzulesen: je kalkiger, desto höher Rückstands- und Bitumenmenge.

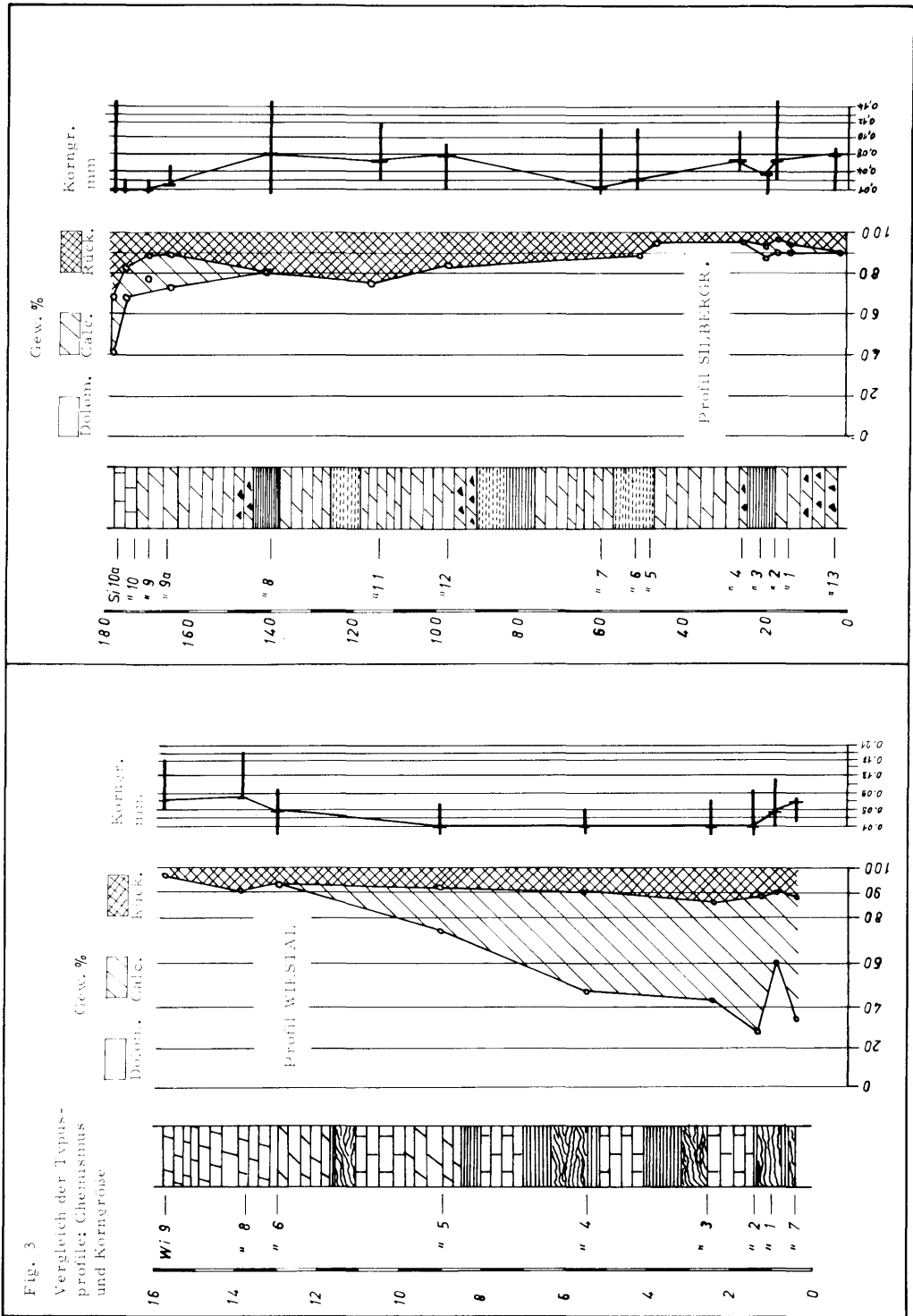
## 2. Korngrößenverteilung

Ihr Kurvenbild widerspiegelt im Profil Silbergraben weder Übereinstimmung noch gegenläufige Tendenz zum Dolomitgehalt oder zur Rückstandsverteilung. Der Effekt der Kornvergrößerung bei einem späten Dolomitierungsprozeß, kommt natürlich zum Ausdruck. Aber nicht alle Dolomite zeigen Kornvergrößerung. Meist herrschen die Korngrößen – nicht Kristallgrößen – zwischen 30 und 50  $\mu$  vor. Die Dolomitierung ist synsedimentär, noch während der Schlammkonsistenz des Sedimentes, anzunehmen.

Die Korngrößenkurve des Profils Wiestal zeigt Übereinstimmung in der Verteilung des Kalkgehaltes und – etwas deutlicher – des unlöslichen Rückstandes: steigender Kalkgehalt und steigende Rückstandsmenge gehen konform mit der Abnahme der Korngröße.

## 3. Struktur und Gesteinstypisierung

Die Verteilung der organischen Substanz steht mit der Struktur in engem Zusammenhang. Die erneut zu vergleichenden Profile Silbergraben und Wiestal zeigen, durch ihre strukturelle Ausbildung und damit durch das Auftreten der verschiedenen mikrofazialen Gesteinstypen, spezifische Unterschiede: treten in der Dolomitfolge des Silbergraben-Profiles immer wieder Algenstromatolithe mit Aufarbeitungshorizonten, Inhomogenitätsbreccien und Laminite auf – typische Flachwasserbildungen, wie sie auch in anderen Hauptdolomitabschnitten in weniger bituminöser Ausbildung ebenfalls vorkommen – so fehlen diese Bildungen im Wiestal-Profil vollkommen. Hier



werden die Kalke strukturell durch fluidale Kleinfaltung und Feinstrhythmite – ohne Algenmattenbeteiligung – geprägt.

#### 4. Zusammensetzung des HCL-unlöslichen Rückstandes

Er setzt sich untergeordnet und nur in einigen Proben aus Quarz und Pyrit, vorwiegend aber aus Tonmineralien zusammen. Sie waren daher das Ziel eingehender Röntgenanalysen. Wie aus dem Diagramm hervorgeht, schwankt im Profil Silbergraben der Rückstandsgehalt zwischen 35 und 3 Gewichts-%, im Profil Wiestal zwischen 15 und 5 Gewichts-%. Die nur sporadisch auftretenden Quarzgehalte und die im Bereich von maximal 2 % liegenden Pyritgehalte, sowie die gewichtsmäßig kaum faßbaren Anteile an organischer Substanz unberücksichtigt gelassen, können diese Prozentangaben mehr oder weniger als Tonmineralanteil, angesehen werden. Die Diffraktometer-Diagramme, deren Auswertung vor allem quantitativ mit sehr großen Ungenauigkeiten behaftet ist, zeigen in den beiden bisher und als typisch vorgestellten Profilen, deutliche Unterschiede in der Tonmineralzusammensetzung:

Sämtliche Proben des Wiestal-Profiles im Bereich des bituminösen Hauptdolomites zeigen peaks für 2  $\delta$  bei 9°, also Illit. Die peaks sind durchwegs deutlich und nur bei diesem Winkel anzutreffen; Kaolinit ist vollkommen auszuschließen, Montmorillonit ebenfalls, da auch die Aufquellpräparation im Äthylen-Glykol-Bad keinen Reflex lieferte. Der oftmals unruhige Anstieg zwischen 3° und 8° läßt den Verdacht des Vorhandenseins von mixed-layer-Mineralien aufkommen, konnte aber durch keine der Präparationsmethoden nachgewiesen werden.

Die peaks der Proben aus dem Silbergraben liegen für 2  $\delta$  bei 9° und bei 12,5°, zeigen also – bis auf die Probe Si 6 und Si 9, die nur Illit enthalten – Illit und Kaolinit an.

#### Genese der organischen Substanz

Das organische Material, das dem Gestein die charakteristische dunkelbraune bis schwarze Färbung und beim Anschlagen den unverkennbaren Bitumengeruch verleiht, wurde gaschromatographischen Analysen zur Feststellung der Lipide und dem Ionenaustauschverfahren mit Hilfe eines Beckmann Unichrom-Amino Acid Analyzers zur Feststellung der Aminosäuren unterworfen. Diese Analysen sind noch im Gange, die qualitative wie die quantitative Aussage daher noch unvollständig.

##### 1. Zusammensetzung

Gehalte an Lipiden, Polysacchariden und Aminosäuren konnten durch erste Testanalysen bereits nachgewiesen werden.

Von einer Reihe von Proben konnten im Ionenaustauscher jeweils die neun am häufigsten auftretenden Aminosäuren bestimmt werden. Sie zählen alle zu den 20 regelmäßig in Proteinen vorkommenden, sind somit die wesentlichsten Bestandteile sowohl der pflanzlichen wie der tierischen Zelle. Die „essentiellen“ Aminosäuren, die vom tierischen Organismus nicht selbst aufgebaut, sondern zugeführt werden müssen, stehen meist an erster Stelle in der relativen Häufigkeitsverteilung. So weisen fast alle Proben des Wiestal-Profiles (Kolkfazies) eine Vormacht von Methionin, jene des Silbergraben-Profiles (Flachwasser-Fazies) von Valin auf. Da Pflanzen und viele Mikroorganismen alle Aminosäuren aufbauen können, sind die in den Dünnschliffen



der Flachwasserfazies durch die Struktur (Laminite) nachzuweisenden Algen sicher mit – oder wesentlich – am Aminosäuren-Kreislauf beteiligt gewesen.

## 2. Verteilung

Im Profiltyp Wiestal ist die organische Substanz überwiegend im Sediment fein verteilt und unter dem Mikroskop nur selten als Intergranularfüllung auszumachen. Die Bitumenverteilung der Sedimenttypen der Flachwasserfazies (Profiltyp Silbergraben) hält sich überwiegend – als Sammeleffekt bei der syndiagenetischen Dolomitmikrystallisation – an den Intergranularraum, ist aber bei den mikritischen Typen auch u. d. M. untrennbar mit dem Sediment verbunden.

## 3. Ausgangssubstanz

Die häufig im Abschnitt des bituminösen Hauptdolomites – in der Flachwasserfazies – auftretende Type des Algenlaminits, führt fast immer reichlich Ostracodenschälchen. Ostracoden und Algen sind hier wohl als Hauptbitumenquellen anzunehmen.

Welches sind nun die Bitumenquellen in jenen Sedimenttypen, die keine Ostracoden und keine Algenstrukturen aufweisen? Dies betrifft vorallem die Sedimente der Kolkfazies und die mikritischen Typen des Drauzuges mit diffuser Bitumenverteilung. In diesen Fällen müssen wohl Plankton – sowohl Zoo- wie Phytoplankton – als Bitumenbringer angesehen werden. Sicher waren es die großen Massen des Nanno- und Ultraplanktons, die Fischen optimale Nahrungsquellen boten und nach deren Absterben zu einer Thanatozönose mit Organismen, die nur noch nach ihrem essentiellen Zellchemismus analysiert werden können, führten (s. u.). Als Plankter sind neben Planktonalgen, Coccolithophoriden, Mikroflagellaten und vor allem Bakterien anzunehmen. Einzelne Vorkommen zeigen im bituminösen Hauptdolomitabschnitt Kieselknauern und -lagen, sodaß die Beteiligung von Kieselorganismen am Plankton ebenfalls als wahrscheinlich gilt.

## 4. Sammeleffekt

Die Flachwasserfazies bezieht ihren Bitumenreichtum von den reichlich auftretenden Algenrasen und einer Mikrofauna, die in den möglicherweise von der Frischwasserzufuhr abgeschnittenen Küstenteilen, abgestorben ist.

Das organische Produkt der Gesteine der Kolkfazies läßt durch den Aminosäuren-Gehalt (s. o.) nicht zwingend auf Fische als Primärschwebstoffe schließen. Unter der Annahme, daß eine strömungsbedingte, ev. wirbelförmige Auskolkung zur Bildung dieser Wannen innerhalb der Plattform oder des Wattküstenbereiches geführt hat, muß eine Populationsveränderung im Kolk angenommen werden, denn immer steht ja das Substrat in kontinuierlicher Wechselbeziehung zur Population. Das Substrat des Kolks ist feinsten Kalkschlamm mit hohem Tonanteil, das des umgebenden Flachwasserbodens gröberer Kalk- oder Aragonitschlamm mit geringem oder fehlendem Tonanteil und Tendenz zur frühdiagenetischen Dolomitierung. Der Kolk war eine Region schwachen bis stagnierenden Wasseraustausches, auch schlechter Durchlichtung, daher wird die Population wohl mehr oder weniger auf Bakterien und Algen – vor allem Cyanophyceen, wie aus dem Rezenten bekannt ist – beschränkt gewesen sein. Der Dünnschliff zeigt kaum erkennbare Biogene. Die aufgefundenen Fische müssen einer bodenbewohnenden Fauna zugeschrieben werden, die durch die Strömung verdriftet in

diese „Fossilfalle“ gerieten. Rasche Einsedimentierung, begünstigt durch größere Schüttungen von der Böschung des Kolkes herab, begünstigten die Fossilisation.

### Paläogeographische Rückschlüsse

Nachstehend seien in tabellarischer Form die Großbereiche innerhalb der Kalkalpen, die bituminöse Hauptdolomit-Abschnitte aufweisen, und die ihnen zuzuschreibende Fazies aufgezeigt:

Lokalität	Fazies
nördlicher Alpenrand (Lechtaler-, Allgäuer-Alpen)	Flachwasser
inneralpin (Lechtaler-Alpen, Karwendel, Berchtesgadener Alpen)	Kolk
Drauzug (Gailtaler-Alpen, Lienzer-Dolomiten)	Flachwasser
südalpin (Julische-, Venezianer-Alpen)	Kolk

In zweimaliger Wiederholung alternieren also gleichzeitig Flachwasser- und Kolkbereiche. Wenn man die Nordküste des Geosynklinaltroges – während des Nor eher als Epikontinentalmeer im W zu bezeichnen – in den Bereich der Allgäuer Alpen verlegt, so folgt gegen S zwingend der küstenfernere Bereich, hier also die inneralpine Zone mit mehreren wannenartigen Eintiefungen, dann noch weiter gegen S, im Drauzug, wieder Verflachung und schließlich erneut ein Kolkbereich südlich der heute trennenden Pustertal-Gailtal-Linie. Ob sich nun aus der Flachwasserbildung des Drauzuges eine Küste, eine Schwelle oder lediglich die seit langer norischer Zeit anhaltende Plattformentwicklung in besonders stark bituminöser Ausbildung ableiten läßt, bleibt Spekulation.

Das Faktum der zwei typischen Ausbildungsformen und deren bezeichnende geographische Verteilung sei aufgezeigt und soll Beitrag zur Frage der paläogeographischen Stellung des Drauzuges sein.

### Dank

Die sedimentpetrographischen und geochemischen Untersuchungen wurden am Mineralogischen Institut der Universität Heidelberg, Laboratorium für Sedimentforschung, durchgeführt. Ich danke Herrn Prof. Dr. German Müller und allen seinen Mitarbeitern für die wertvollen Hinweise und Anregungen. Für meine Untersuchungen stand mir die gesamte apparative- und Laboreinrichtung des Institutes zur Verfügung. Herrn Dr. A. A. Prashnowsky, geochemische Abteilung des geologischen Institutes der Universität Würzburg, danke ich für die Analysen der organischen Substanz. Dem Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich gilt der Dank für Reise- und Sachbeihilfe.

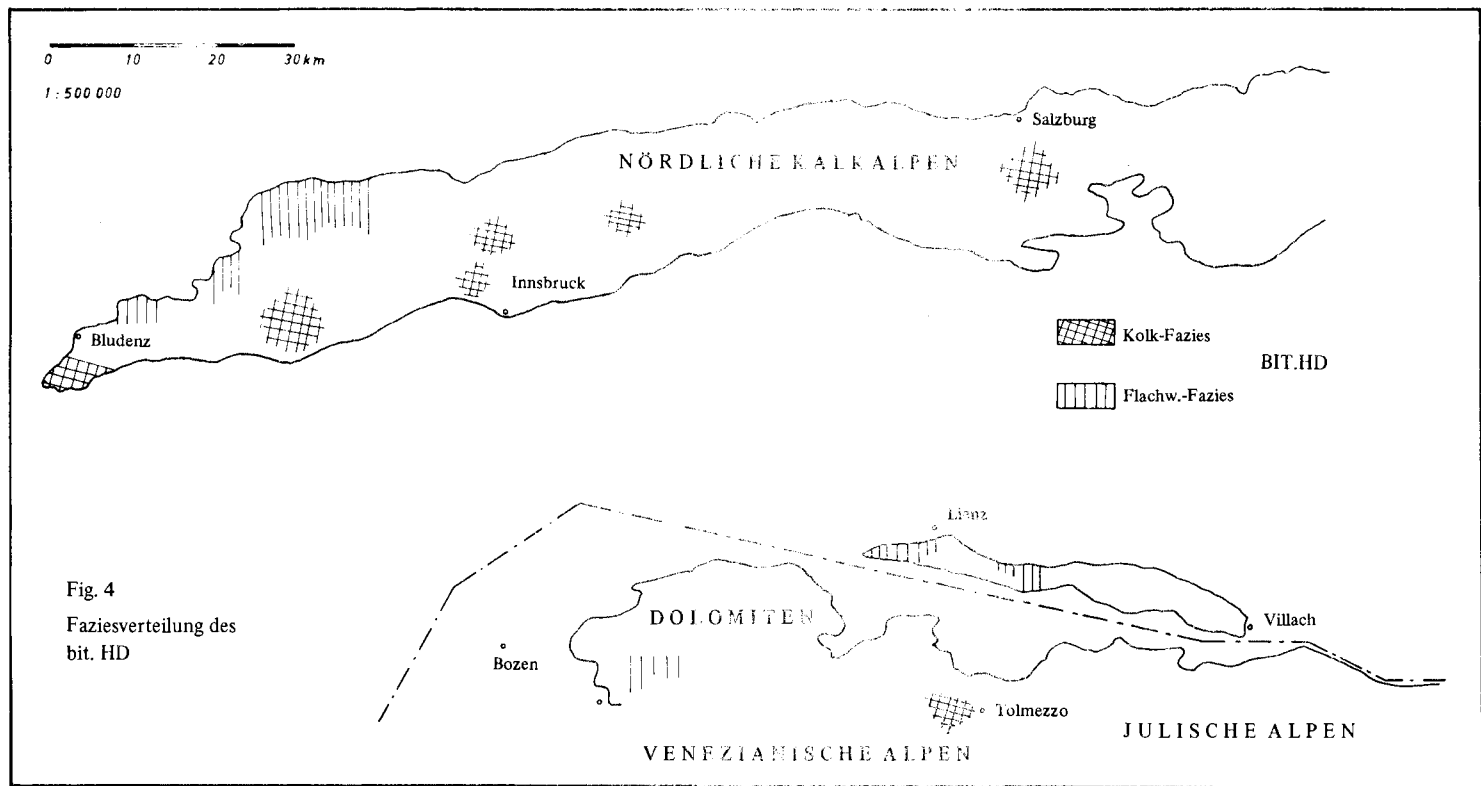


Fig. 4  
Faziesverteilung des  
bit. HD

## Literaturauswahl

- AMPFERER, O.: Erläuterungen zu den geologischen Karten der Lechtaler Alpen. – Geologische Bundesanstalt, – Wien 1932.
- BITTERLI, P.: Studien an bituminösen Gesteinen aus Österreich und benachbarten Gebieten. – Erdöl-Z., 7, – Wien 1962.
- BREGER, I. A. (edit.): Organic Geochemistry. – Symposiums Publications Devisions, Pergamon Press. – Oxford 1963.
- CZURDA, K. & NICKLAS, L.: Zur Mikrofazies und Mikrostratigraphie des Hauptdolomites und Plattenkalk-Niveaus der Klostertaler Alpen und des Rhätikon (Nördliche Kalkalpen, Vorarlberg). – Beiträge zur Mikrofazies und Stratigraphie von Tirol und Vbg., S. 165-253. – Innsbruck 1971.
- ELINTON, G. & MURPHY, M. T. J. (edits.): Organic Geochemistry. – Springer Verlag. – Berlin 1969.
- FISCHER, G.: Über die Bitumenmergel von Seefeld in Tirol. – Geol. Jahrb., 74, S. 63-74, Hannover 1957.
- HRADIL, G.: Die Ölschiefer Tirols. – Veröffentl. Mus. Ferdinandeum 26/29 S. 25, – 32. – Innsbruck 1949.
- HRADIL, G. & FALSER, H.: Die Ölschiefer Tirols. – Leipzig 1930.
- KARLSON, P.: Kurzes Lehrbuch der Biochemie für Mediziner und Naturwissenschaftler. – Thieme. – Stuttgart 1967.
- KUHN, E. & VONDERSCHMITT, L.: Geologische und paläontologische Probleme des Südtessins. – Ecol. Geol. Helv., 46/2, S. 223-236. Basel 1953.
- NAHIN, P. G.: Perspectives in Applied Organo-clay Chemistry. – Clays and Clay Minerals, 10th Conf., S. 257-271. – 1963.
- POTONIE, R.: Das Muttergestein des Ichthyols. – Pharm. Ztg., Sonderdruck, 70. – 1933.
- PRASHONOWSKY, A. A.: Verteilung von organischen Substanzen in Sedimenten. – Fortschr. Geol. Rheinld. Westf. – Krefeld 1962.
- PRASHNOWSKY, A. A.: Paläogeochemische Untersuchungen an Sedimenten, floristischen und faunistischen Resten verschiedenen Alters. – N. Jb. Geol. Pal., Abhdlg. 118/2, S. 135-158. – Stuttgart 1963.
- PRASHNOWSKY, A. A.: Biogeochemische Untersuchungen an Gesteinen der Bohrung Münsterland I, Teil 1 und 2. – N. Jb. Geol. Pal., Abhdlg. 138/1. – Stuttgart 1971.
- PRASHNOWSKY, A. A. et al.: Biogeochemische Untersuchungen an Gesteinen der Bohrung Plön Ost und Preetz, Teil 1 und 2. – N. Jb. Geol. Pal., Abhdlg. 138/3. – Stuttgart 1971.
- RICKENBACH, E.: Das Vorkommen von bituminösen Schiefen. B. Die bituminösen Schiefer von Meride (Tessin). – Beitr. z. Beol. d. Schweiz, Lief. 26/1, S. 54-65. – 1947.
- SANDER, B.: Über bituminöse Mergel. – Jb. Geol. Staatsanst. 71, S. 135-148. – Wien 1921.
- SANDER, B.: Über bituminöse und kohlige Gesteine. – Mittlg. Geol. Ges., 15, S. 1-50. Wien 1921.

- SELLEY, R. C.: Ancient Sedimentary Environments. — Chapman & Hall Ltd. — London 1970.
- SHEARMAN, D. J. & SKIPWITH, P. A.: Organic Matter in Recent and Ancient Limestones and its Role in their Diagenesis. — *Nature*, **208** (5017), p. 1310-1311. — 1965.
- SCHULTZ, L. G.: Clay Minerals in Triassic Rocks of the Colorado Plateau. — *Geol. Surv. Bull.* 1147-C. — Washington 1963.
- STARKE, R.: Verteilung und Faziesabhängigkeit der Tonminerale in den geologischen Systemen. — *Freiberger Forschungshefte*, C. 254, Mineralogie und Lagerstättenlehre. — Leipzig 1970.
- TRUSHEIM, F.: Die Mittenwalder Karwendelmulde. — *Wiss. Veröf. D. u. Ö. AV*, **7**. — Innsbruck 1930.
- VOGELTANZ, R.: Fischfunde aus der Salzburger Obertrias. — *Der Aufschluß*, **4**. — 1969.



Abb. 1: Si 9. Dolomitischer Algenlaminit  
mit Ostracoden-Zusammen-  
schwemmung. Silbergraben  
(Flachwasserfazies). 23 x

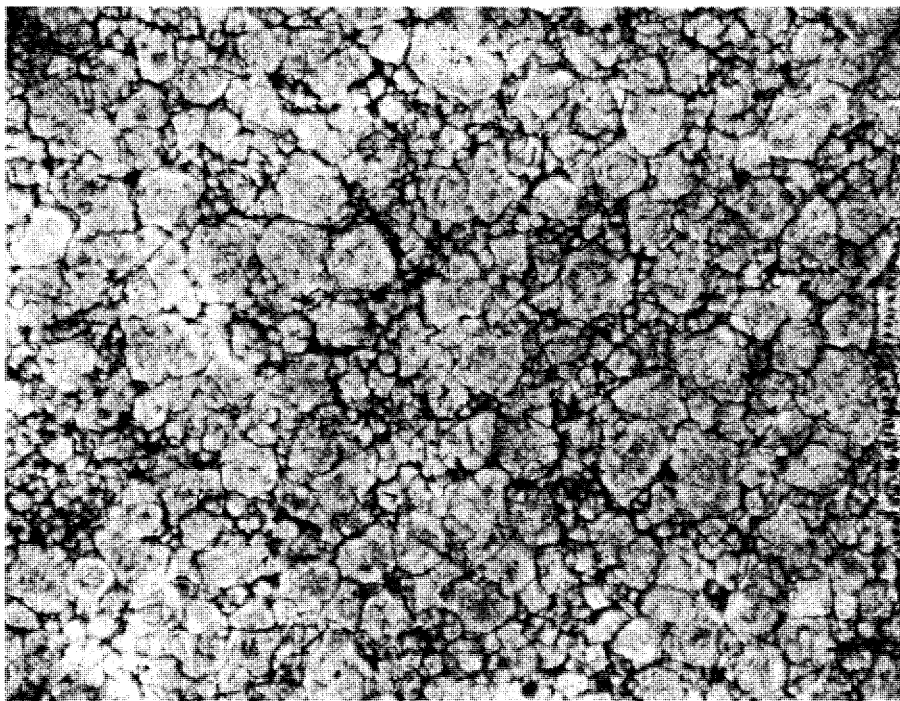


Abb. 2: Si 8. Doloarenit. Bitumen als Intergranularfüllung und im Dolomitkorn bei noch nicht abgeschlossener „Selbstreinigung“ wd. der Dolomitisierung. Silbergraben (Flachwasserfazies). 58 x



Abb. 3: Wi 1. Calcisilutit mit fluidaler Kleinfaltung und synsedimentärer Zerbrechung. Wiestal (Kolkfazies). 4 x

Aufnahmen: R. Baensch; Fa. Leitz,  
Wetzlar.