

Karbonatgeologische Untersuchungen des Aflenzer Kalkes (Nor, Obertrias) im Bereich der Aflenzer Bürgeralm (Hochschwabgebiet, Obersteiermark)

Von Sebastian A. NICOL

Mit 2 Abbildungen und 3 Tafeln (im Text)

Eingelangt am 14. Jänner 1986

Zusammenfassung: Im südöstlichen Hochschwabgebiet (Obersteiermark) wurde auf der Aflenzer Bürgeralm der Aflenzer Kalk karbonatgeologisch untersucht. Mit Conodonten konnte das stratigraphisch Liegende als Karn/Nor, der Aflenzer Kalk als Nor eingestuft werden. Paläogeographisch ist der Verzahnungsbereich der Fölsfazies und der Hochschwabfazies mit der Aflenzer Fazies für die lithologische Entwicklung des Aflenzer Kalkes maßgebend. Während des obersten Karn bis unteren Nor bildete sich, begleitet von relativen Meeresspiegeländerungen, eine Karbonatrampe aus, die sich im höheren Nor zu einer Karbonatplattform mit einem Schelfkantenriff entwickelte. Im flachen Übergangsbereich in das Aflenzer Becken wurden zunächst pelagische bis hemipelagische, eingeschränkt marine, allochthone und flachmarine Sedimente abgelagert, deren Abfolge eine Verflachungstendenz anzeigt.

Tektonisch gehört der untersuchte Bereich zur hochalpinen Mürzalpendecke, die dem Tiefjuvavikum zugerechnet wird. Die muldenförmig gelagerten Aflenzer Kalke zeichnen sich durch ein steilstehendes Kluftsystem mit zwei mehr oder weniger senkrecht aufeinander stehenden Kluftscharen aus, das eine intensive oberflächliche Verkarstung der gut geschichteten Kalke begünstigt.

Einführung

Mit der Erforschung des Aflenzer Gebietes sind seit Ende des 19. Jahrhunderts drei Geologen befaßt gewesen.

BITTNER 1887 kartierte den Raum erstmals, wobei er den späteren Aflenzer Kalk als „Dachsteinkalk der Aflenzer Entwicklung“ ausschied. 10 Jahre später prägte Böse 1898 in seiner zusammenfassenden Schrift über die Faziesbereiche in den Ostalpen die Begriffe „Aflenzer Faciesbezirk“ und „Aflenzer Facies“.

Eine Neubeschreibung des Aflenzer Triasgebietes mit geologischer Karte und Profilschnitten erschien von SPENGLER 1920, der den kürzeren Namen Aflenzer Kalk einführte und die fazielle Verzahnung von Riff- und Beckengesteinen ausführlich darstellte.

Mit faziellen Untersuchungen des südöstlichen Hochschwabgebietes befaßte sich LOBITZER 1971, 1973/74. Die vorliegende Arbeit ist ein Auszug einer Diplomarbeit, die sich vor allem mit mikrofaziellen und geologischen Untersuchungen des Aflenzer Kalkes beschäftigt.

1. Geologischer Bau

Aflenz liegt zwischen Mariazell und Kapfenberg in der Obersteiermark am Südfuß des Hochschwabmassivs, das hier den Südrand der Nördlichen Kalkalpen bildet. Das Hochschwabmassiv gehört zur Mürzalpendecke, von KRISTAN-TOLL-

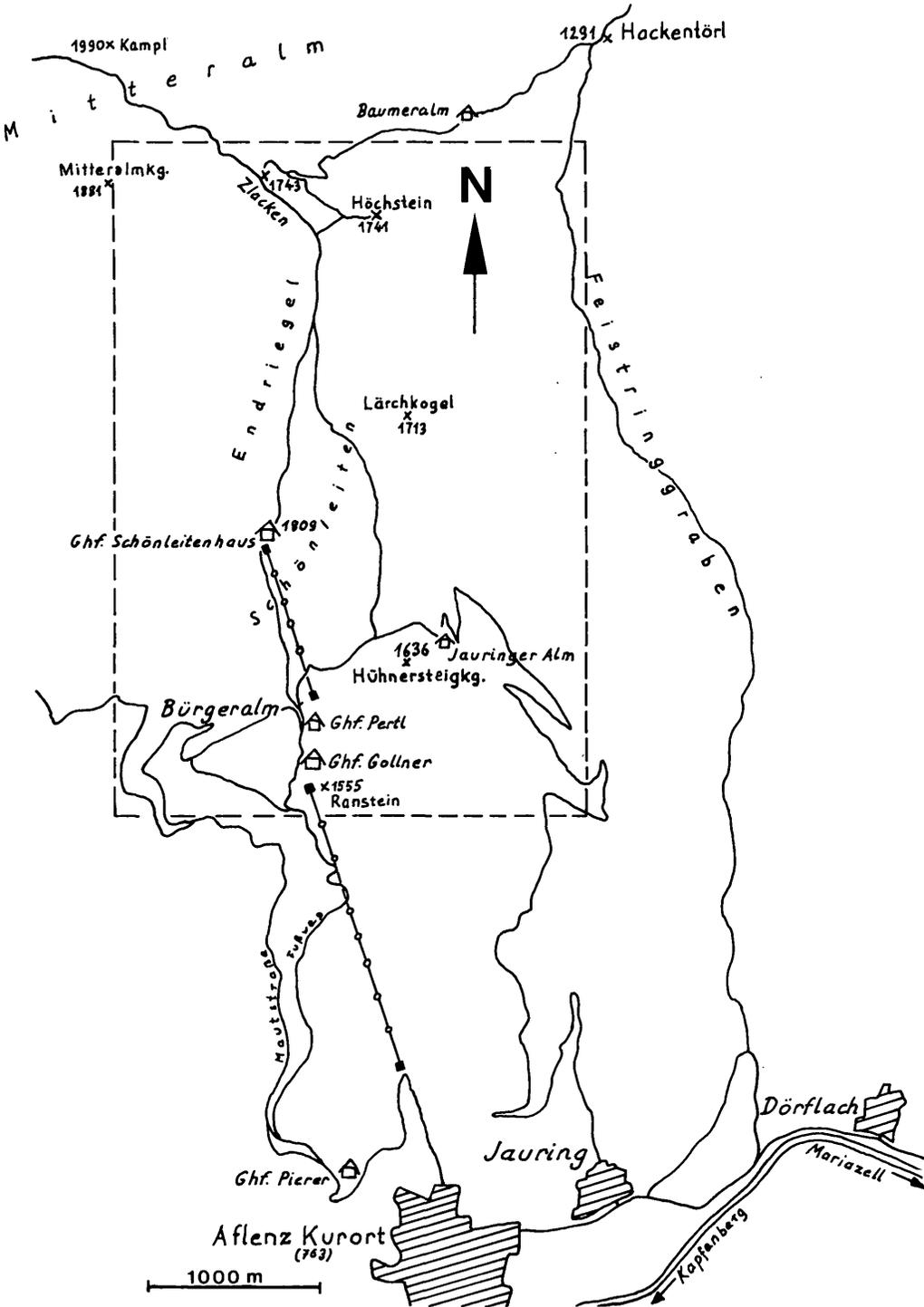


Abb. 1: Lage des Arbeitsgebietes.

MANN & TOLLMANN 1962 und TOLLMANN 1976 b als Vielfaziesdecke ausgegliedert, die mehrere Fazieszonen umfaßt. Im südlichen Anteil sind dies die Aflenzer Fazies, die von TOLLMANN 1976 a als Subfazies der Hallstätter Fazies betrachtet wird und nach N mit der Fölfazies und der Hochschwabfazies verzahnt.

Im Deckengebäude der Nördlichen Kalkalpen liegt die Mürzalpendecke als hochalpines Element dem voralpinen Deckensystem der Ötcher Decke und der Lunzer Decken auf und wird zum Tiefjuvavikum gerechnet (PLÖCHINGER 1980).

Die tektonische Interngliederung des Hochschwabmassivs ist durch die triadische Schichtfolge mit basalen Werfener Schichten und überwiegend kalkig entwickelter Mittel- und Obertrias bedingt. Bei den N-S gerichteten Faltungs- und Überschiebungsvorgängen wurden die Werfener Schichten aufgrund ihrer weicheren, besser formbaren Konsistenz in mehrere W-E streichende Sättel und Mulden gelegt, während die inkompetenten, mehr spröde reagierenden Kalke im Hangenden in Schollen zerbrochen oder geschuppt wurden (FABIANI 1980 a).

2. Stratigraphie

Faziesbereiche

Die geologische Bedeutung des Gebietes um die Aflenzer Bürgeralm (Taf. I, Fig. 1) ist eine zweifache. Einmal ist dieser Bereich Typlokalität des Aflenzer Kalkes, von SPENGLER 1920 benannt, und ferner ist dort der Verzahnungsbereich zwischen der Dachsteinkalkfazies in Riffentwicklung und der dazugehörigen Beckenentwicklung des Aflenzer Kalkes erhalten (Taf. I, Fig. 2).

Im Verzahnungsbereich Riff-/Beckenfazies gibt es nach SPENGLER 1920 einen graduellen Übergang aus der dolomitreichen Rifffazies des Karlhochkogels, des Fölfsteins und der Mitteralm, für die er den Namen Fölfazies einführt, in die Aflenzer Fazies. Diese Faziesverzahnung bedingt, daß einzelne Schichtglieder auskeilen und lateral durch andere ersetzt werden. Das Karn mit Reingrabener Schiefer und zwischengeschalteten Cidarisschichten reduziert sich nach N hin, indem das oberste Reingrabener Schieferband in die geringmächtigen Carditaschichten übergeht, während die zwei unteren Schieferbänder auskeilen (SPENGLER 1920).

Das Liegende des Aflenzer Kalkes, auf der Aflenzer Bürgeralm „Zwischendolomit“ genannt, zeigt nach N einen Übergang zum Hauptdolomit der Fölfazies. In der höheren Obertrias vollzieht sich die am Schönleitenplateau sehr gut verfolgbare Faziesverzahnung von Aflenzer Kalk über Dachsteinkalk des Vorriffbereiches mit dem Dachsteinriffkalk der Mitteralm (LOBITZER 1973/74).

Schichtenfolge

Vom Liegenden zum Hangenden können unterschieden werden:

Reingrabener Schiefer (Halobienchiefer) Karn
schwarze, dichte, kalkfreie, geschieferte Tonsteine, die griffelig zerfallen oder blättrig aufspalten.

Fossilien: *Halobia rugosa* GÜMBEL

Cidarisschichten Karn
gut gebankte, braune bis ockerfarbene Kalke, häufig mit gradierter Schichtung, Wulstmarken und Hornsteinknollen.

Fossilien: *Cidarisstacheln*

Tafel I

- Fig. 1: Verebnungsfläche der Aflenzner Bürgeralm. Blick nach N zum Schönleitenanstieg. Am rechten Bildrand Graben, in dem eine Quelle entspringt. Sessellift führt zum Schönleitenhaus, das im Juni 1985 durch Blitzschlag bis auf die Grundmauern niederbrannte.
- Fig. 2: Im Vordergrund Aflenzner Kalk des Schönleitenplateaus mit steilem Westabfall. Im Hintergrund Hauptdolomit des Zlackensattels (mit Latschen bewachsene Flanken), links Mitteralm. Blick nach N. Rechts im Mittelgrund Feistringstein, dahinter Aflenzner Staritzen.



Carditaschichten Karn

schmutzig-gelbe bis rote mergelige Kalke und Mergel.

„Zwischendolomit“/Hauptdolomit Karn/Nor

graue bis schwarze, gut geschichtete dolomitische Kalke mit bituminösen Einschaltungen, Hornsteinknollen, roten und gelben mergeligen Zwischenlagen.

Fossilien: Conodonten

Dachsteinriffkalk Nor

hell- bis dunkelgraue, massige, dichte Kalke mit roten mergeligen Belägen; im Vorriffbereich undeutlich geschichtet.

Fossilien: Korallen, Schwämme, Bivalven

Aflenzer Kalk Nor

Wechsellagerung von dunkelgrauen, gut gebankten, teilweise etwas bituminösen Kalken mit Hornsteinknollen bzw. -bändern und roten oder ockerfarbenen Mergeln.

Fossilien: *Monotis salinaria* (SCHLOTHEIM), *Halorella pedata* BRONN, Conodonten

Augensteinschotter Tertiär

gut gerundete, bis zu 20 cm große Gneis- und Glimmerschiefergerölle, die in roten Lehm eingelagert sind.

3. Das Liegende des Aflenzer Kalkes – „Zwischendolomit“

Lithologie

Das Liegende des Aflenzer Kalkes ist auf der Aflenzer Bürgeralm lithologisch sehr unterschiedlich ausgeprägt. Das Spektrum reicht von schmutzig-grauen bis bräunlichen, splittrig brechenden, im cm-Bereich gut geschichteten Dolomiten mit eingeschalteten schwarzen bituminösen Partien und Hornsteinknollen, die von LOBITZER 1973/74: 77 dem Dachsteindolomit zugeordnet werden, über schwarze, bituminöse und stark stinkende Dolomite, von SPENGLER 1920 als Raibler Dolomit angesehen. Weiterhin ist eine Wechsellagerung von sehr gut, im cm-Bereich geschichteten, hell- bis dunkelgrauen, dolomitischen Kalken mit ockerfarbenen bis roten, mergeligen Einschaltungen (2–3 cm dick) häufig.

Stratigraphische Einstufung

Aus grauschwarzen, leicht bituminösen Kalken des „Zwischendolomits“ konnten gut erhaltene Conodonten herausgelöst werden. Die Bestimmung und zeitliche Einstufung erfolgten nach KOVÁCS & KOZUR 1980, wobei Maximalreichweiten angegeben werden. Es wurde folgende Conodontenfauna bestimmt:

Probe Nr. 254

dolomitischer mudstone, mergelig

Jauringgraben, Abzweigung an der Jagdhütte 1320 m

Gondolella noah (HAYASHI)

Gondolella polygnathiformis (BUDUROV & STEFANOV)

Metapolygnathus communisti HAYASHI

Alter: Cordevol – Unternor

Der „Zwischendolomit“ erweist sich damit als karnisch-norischen, wahrscheinlich oberkarnischen Alters. Diese Alterseinstufung wird durch Roveacrinidenreste gestützt, die im „Zwischendolomit“ sehr zahlreich sind, was nach DONOFRIO &

MOSTLER 1975 als kennzeichnend für den Zeitraum tiefes Langobard bis Ende Tuval angesehen werden kann, wohingegen der untere Aflenzer Kalk deutlich weniger Schwebcrinoidenreste enthält.

Eine Reihe von Mikrofaziesmerkmalen des „Zwischendolomits“ wie aufgearbeitete mikritische Klasten in dolomitischer Matrix, dolomitische gebänderte Mergel, kalkige, pelagisch beeinflusste Einschaltungen sowie der splitttrige Bruch der schwarzen, bituminösen Dolomite lassen eine Zuordnung zum Hauptdolomit gerechtfertigt erscheinen. Da der Name Hauptdolomit oft eine bestimmte paläogeographische Situation, nämlich einen Lagunenbereich hinter (nördlich) der Dachsteinkalk-Plattform mit Riffen (FRUTH & SCHERREIKS 1984: 307) impliziert, der Raum Aflenz aber gerade vor dem Dachsteinkalkriff der Mitteralm liegt, wird auf diese Zuordnung verzichtet.

Der Name Dachsteindolomit, meist als Synonym für Hauptdolomit gebraucht (PLÖCHINGER 1980: 224), wird vermieden, da darunter ein heller, bitumenfreier (SPENGLER 1918), z. T. schlecht geschichteter Dolomit (LOBITZER 1973/74: 78) oder ein dolomitisierter Dachstein(riff)kalk (SCHLAGER 1967: 230) verstanden wird. Um beides handelt es sich bei der dolomitischen Schichtfolge im Liegenden des Aflenzer Kalkes aber gerade nicht. Deshalb wird von einer festen Zuordnung zu einem Schichtglied abgesehen und der neutrale Begriff „Zwischendolomit“ verwendet.

Faziestypen

Loferit – mudstone mit laminiertem Fenstergefüge – Taf. II, Fig. 1

- laminiertes Biomikrit bzw. lime mud- bis wackestone mit länglichen, sparitgefüllten Fenstern, die \pm parallel der Schichtung (LF-A-Gefüge) angeordnet oder nicht ausgerichtet sind (LF-B-Gefüge);
- bituminöse mikritische Matrix siltitischer Korngröße mit Ostracoden, Algenfäden, arenitischen Bioklasten, Peloiden und gelegentlich feinen 1–2 mm dicken pelosparitischen Lagen;
- bituminöse Substanz vorwiegend in den Interpartikelräumen der mikritischen Matrix angereichert, dadurch laminiertes Aussehen;
- Bildung des eingeschränkten Plattformbereiches mit spezialisierten Organismen, wahrscheinlich des Gezeiten- bis flachen Lagunenbereiches mit mäßiger Wasserbewegung.

dolomitischer bioclastic mud-/wackestone – Taf. II, Fig. 2

- bioclastic mud-/wackestone mit partiell dolomitischer Matrix, die Echinodermenreste, Schalenfragmente, Radiolarien und Schwammnadeln führt;
- siltitische Matrix entweder sehr homogen oder es lassen sich hellere und dunklere, diffus abgegrenzte bis laminierte Bereiche erkennen;
- Bildung des offenmarinen Bereiches mit pelagischen Mikrofossilien und bioturbat verwühlter Matrix.

Faziesinterpretation

Der „Zwischendolomit“ wurde in zwei Profilen mikrofaziell genauer untersucht, wobei sich übereinstimmend eine Abfolge von fossilarmen dolomitischen mudstones im Liegenden, über pelagisch beeinflusste lime mudstones mit Radiolarien, Schwammnadeln und Conodonten zu Algen-Stromatolithen-mudstones und loferitischen Kalken im Hangenden ergab.

Die Ablagerungsgeschichte der Sedimente läßt sich folgendermaßen rekonstruieren:

Auf einem Karbonatschelf, der vielleicht gewisse Ähnlichkeiten mit einer Karbonatrampe (AHR 1973) hatte, bildeten sich im geschlossenen Plattformbereich fossilarme dolomitische Kalke, die aufgearbeitete Klaster führen. Dann erfolgte eine Öffnung zum marinen Bereich, entweder bedingt durch einen relativen Meeresspiegelanstieg oder ein tektonisches Absinken, was aufgrund des die triadische Schichtfolge unterlagernden permischen Haselgebirges möglich wäre. Für den Hauptdolomitfaziesbereich werden von FRUTH & SCHERREIKS 1984 drei derartige transgressive subtidale Einschaltungen beschrieben, die sich mit supra- bis intertidalen Schichten verzahnen.

Anschließend kam es nach einem erneuten Umschwung wieder zu eingeschränkten Schelfbedingungen mit flachen Lagunen, die in den Gezeitenbereich übergehen. Im flachen Subtidal bis Supratidal entstand Karbonatschlamm mit stromatolithischen Algenmatten. Diese Sedimente waren für eine syndesimentäre bis frühdiagenetische Dolomitierung besonders prädisponiert, da sie einen hohen Gehalt an organischer Substanz hatten und unter dem Einfluß von Meerwasser mit gesteigerter Salinität gebildet wurden, wenngleich es keine Hinweise auf evaporitische Minerale oder deren Relikte gibt. Die Dolomitierung ist durch euhedrale Dolomitrhomboeder belegt, die in den Hornsteinknollen vorkommen. Der Dolomitierungsprozeß wurde durch eine Silifizierung unterbrochen, die bereits gebildete Dolomitkristalle in die kieselige Matrix einschloß.

Die intensive primäre syndesimentäre bis frühdiagenetische Dolomitierung des Karbonatschlammes kann zufolge der paläogeographischen Situation mit dem hypersaline Lösungen erfordernden Sabkha-Modell nach ILLING et al. 1965, DEFFEYES et al. 1965 und FRIEDMAN 1980 erklärt werden, jedoch sind keine evaporitischen Minerale überliefert.

Das Mixing-Zone-Modell von HANSHAW et al. 1971, LAND & EPSTEIN 1970, LAND 1973 und BADIOZAMANI 1973 würde eine Dolomitierung ohne aride Klimaverhältnisse erklären können. Demnach mischt sich im Inter- bis Supratidal, vor allem an inselartigen Erhebungen mit Süßwasserlinsen, Meerwasser mit CO₂-gesättigtem Süßwasser. Die dabei entstehenden Mg-haltigen Lösungen können langfristig gesehen eine Dolomitierung bewirken. Wenn das vom Land bezogene Süßwasser reich an gelöstem SiO₂ ist, kann nach LASCHET 1984: 281 in durchlässigen Sedimenten SiO₂ ausgefällt werden, das dann in Hornsteinknollen bzw. -bändern vorliegt, die sich offenbar aufgrund der hohen Durchlässigkeit bevorzugt in Algen-Stromatolithenmudstones gebildet haben. Die gemeinsam auftretende Dolomitierung und Silifizierung der Kalke läßt sich damit erklären.

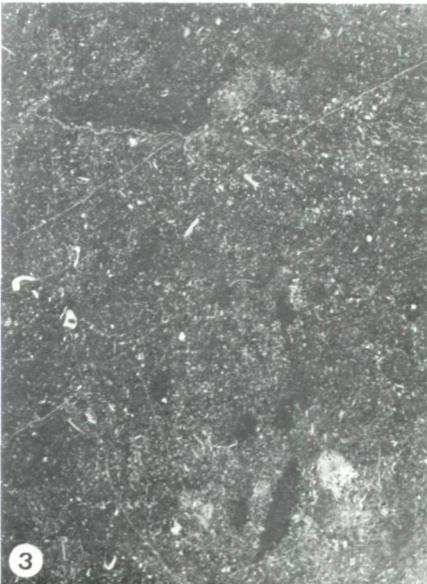
Nach der Lithifizierung wurden die Schichten tektonisch beansprucht, wobei Klüfte aufrissen, die die Hornsteinknollen durchschlugen und später mit Zement ausgefüllt wurden. Mit zunehmender Versenkungstiefe unterlagen die Schichten einer intensiven Drucklösung und einer belteroporen Dolomitierung, die durch den im Hangenden folgenden 500–600 m mächtigen Sedimentstapel bedingt war. In den liegenden tonigen Reingrabener Schiefnern wurden Mg-haltige Lösungen mobilisiert, die an Klüften und Styolithen nach oben stiegen und sich bevorzugt an diesen als zonar gebaute Dolomitrhomboeder und gelbe Dolosilite abschieden.

Der eogenetischen shallow subsurface Dolomitierung (CHOQUETTE & PRAY 1970) folgte somit eine zweite mesogenetische deep burial Dolomitierung nach.

Die belteropor dolomitierten Bereiche zeichnen sich durch kluftgebundene Dolomitierungsschlieren und durch Styolithen mit braunen pferdeschwanzartigen (horsetail) Residualtonen aus, wie sie LADWEIN 1976 beschreibt.

Tafel II

- Fig. 1: Loferit. Laminiertes lime mudstone mit parallel der Schichtung angeordneten Fensterstrukturen (LF-A-Gefüge). 290; x 1.
Fig. 2: Dolomitischer bioclastic mud-/wackestone. Lamination durch wechselndes Material unterschiedlicher Korngröße. 312; x 4.
Fig. 3: Biopelmikrit. Bioturbat verwühlter bioclastic lime wacke-/packstone. 154; x 5.
Fig. 4: Gradiertes bioclastic peloidal grain-/packstone. Scharfe erosive Basis der Fossilschutt-lage, mikritgefüllter Wühlgang. 158 c; x 4.



4. Aflenzer Kalk

Lithologie

Der Aflenzer Kalk entwickelt sich aus dem liegenden „Zwischendolomit“, von dem er nicht scharf zu trennen ist, und erreicht im Bereich der Aflenzer Bürgeralm etwa 200–250 m Mächtigkeit. Die hangendsten Schichten, denen ursprünglich die rätischen Zlambachschichten auflagerten, wurden abgetragen. Die Überlagerung durch die Zlambachschichten wird indirekt aus den aus der Mürzalpendecke stammenden, tektonisch abgescherten und nach N verfrachteten Aflenzer Kalken abgeleitet, die südlich Gußwerk den Zlambachschichten invers aufliegen (Aschbacher Schuppensystem, LEIN 1982).

Im Aflenzer Kalk wechseln schwarze bis hellgraue, harte, splittrig brechende, sehr gut geschichtete Kalke, die weißgraue bis rosafarbene Hornsteinknollen und -bänder führen, mit ockerfarbenen mergeligen Zwischenmitteln. Diese Zwischenlagen sind unregelmäßig dick (2–5 cm) und können auskeilen. Die Bankmächtigkeiten liegen zwischen 10 und 50 cm, einzelne Bänke können bis zu 80 cm dick werden. Neben Hornsteinknollen, die durchschnittlich 5 × 6 cm groß sind und ovalrunde, ausgelängte oder unregelmäßig lappige Formen besitzen, gibt es 2–6 cm dicke schwarze bis graue Hornsteinbänder.

In den hangendsten Schichten sind patch reefs in die gut geschichteten Kalke eingeschaltet, die sich seitlich mit dem Aflenzer Kalk verzahnen.

Stratigraphische Einstufung

In Proben des Aflenzer Kalkes fanden sich Conodonten, die nach KOVÁCS & KOZUR 1980 und KOZUR & MOSTLER 1972 bestimmt und zeitlich eingestuft wurden:

Probe Nr. 255

bioclastic wackestone mit Echinodermenfragmenten und Schwammnadeln
Jauringgraben, 4. Spitzkehre der Forststraße auf ca. 1360 m

Gondolella navicula HUCKRIEDE

Metapolygnathus abneptis (HUCKRIEDE)

Metapolygnathus bidentatus (MOSHER)

Metapolygnathus nodosus (HAYASHI)

Hindeodella sp.

Neohindeodella sp.

Alter: Tuval – Sevat

Probe Nr. 256

lime wackestone mit Radiolarien und Schwammnadeln
Südadhang Hühnersteigkogel, ca. 80 m über dem Jagdsteig

Metapolygnathus abneptis (HUCKRIEDE)

Gondolella navicula HUCKRIEDE

Alter: Lac – oberes Sevat

Probe Nr. 257

lime mudstone, laminiert

Jauringgraben, Forststraße, ca. 100 m vor dem Viehgatter

Gondolella navicula HUCKRIEDE

Gondolella steinbergensis (MOSHER)

Alter: Lac – Sevat

Die Conodonten führenden Proben stammen aus dem unteren Aflenzer Kalk. Nachdem die zeitliche Eingrenzung Tuval – Sevat ergibt, ist der hangende Aflenzer Kalk demnach norischen Alters und reicht bis ins Sevat. Damit sind die patch reefs im Aflenzer Kalk des Schönleitenplateaus als obernorisch (Sevat) anzusehen.

Faziestypen

Biopelmikrit – Taf. II, Fig. 3

- bioclastic peloidal lime wacke-/packstone, bioturbat verwühlt;
- Foraminiferenfragmente, Echinodermenreste sowie Peloide;
- überwiegend mikritische Matrix, nur bereichsweise sparitisch;
- am Plattformrand bis -hang sedimentiertes Material.

gradierter bioclastic peloidal grain-/packstone – Taf. II, Fig. 4

- lime mud-/wackestone mit gradierten Packstonelagen;
- scharfe basale Grenze zu Mikrit;
- gradierte Lage geht nach oben hin wieder in homogenen Mikrit über;
- Packstonelage führt Schwammgewebefetzen, Korallenfragmente, Dasycladaceenreste, Foraminiferen und Mikroproblematika; bioturbat verwühlt (Wühlgang!);
- am Plattformhang abgelagertes allochthones Sediment.

Geologische Entwicklung der Obertrias bei Aflenz

Nach der Ablagerung der klastischen Reingrabener Schiefer, bildete sich im Karn-Nor-Grenzbereich unter eingeschränkt marinen Bedingungen ein Lagunen- bis Gezeitenbereich.

Durch einen Meeresspiegelanstieg wurden pelagisch beeinflusste Karbonate mit Radiolarien und Conodonten sedimentiert. Ein langsames, relatives Fallen des Meeresspiegels führte wieder zu geschlossenen Plattformbedingungen, unter denen sich frühdiagenetisch dolomitisierte Gezeitsedimente mit Fenstergefügen ablagerten.

Eine echte Karbonatplattform mit Schelfkante hatte sich bisher offenbar noch nicht ausbilden können, jedenfalls fehlen Hinweise auf Plattformhang- bzw. Plattformrandsediment wie bioclastic grainstones mit Riffschutt oder oolite grainstones. Dagegen ist eine flach, mit vielleicht 5–10° Neigung einfallende Karbonatrampe denkbar, die sich im Nor durch eine weitere Untergliederung in Sedimentations- und Faziesräume zu einer Karbonatplattform entwickelte.

Zur Sedimentationszeit des unteren Aflenzer Kalkes lagerten sich im Nor bei relativ hohem Meeresspiegelstand die basalen, pelagisch beeinflussten Schichten ab, die Conodonten und Radiolarien führen. Erste feine gradierte Lagen von bioclastic grain-/packstones kündeten an, daß sich die Reliefverhältnisse änderten. Die Karbonatplattform mit einem Schelfkantenriff (Mitteralm) wuchs aufgrund der hohen biologischen Karbonatproduktion beckenwärts. Dabei sammelte sich auf der Plattform im Riffbereich sowie am Plattformhang Schutt, der dort teilweise biogen fixiert wurde. Der Riffschutt am Plattformhang wurde instabil und gravitativ in das Becken transportiert und dort als feine gradierte pelsparitische Lagen oder als Schuttlagen in mikritischer Matrix abgelagert. Die Neigung des Beckenabhanges ist schwer eindeutig zu rekonstruieren. Allochthone Sedimente würden eine steilere Morphologie erwarten lassen, andererseits genügt ein wenige Grad geneigter Hangbereich bereits, daß Sedimentmaterial gravitativ oder aufgrund tektonischer Bewegungen instabil wird.

Im höheren Nor fiel der Meeresspiegel langsam, der Ablagerungsraum verflachte zusehends, so daß sich Gezeitensedimente und Flachwasserkarbonate in regressiver Abfolge ausbildeten, die von allochthon eingeschüttetem Material unterbrochen wurden. Das Mitteralmriff als nahegelegenes relatives Hochgebiet kommt als Liefergebiet zuallererst in Frage. Die zunehmende tektonische Unruhe in der höheren Trias, wahrscheinlich vom permischen Haselgebirge herrührend, das im Hallstätter Südkanal nach LEIN 1981: 228 bereits die überlagernden Sedimente durchdrang, könnte die Karbonatplattform langsam zerbrochen und die allochthone Sedimentation ausgelöst haben.

Das Aflenzer Becken war einige zehn Meter tief, und es wurden unter normalmarinen Bedingungen bei moderater Wasserbewegung bioturbat verwühlte Sedimente abgelagert.

Die Verflachungstendenz im höheren Nor bewirkte zusammen mit einem raschen Meeresspiegelanstieg im obersten Nor (SCHLAGER & SCHÖLLNER 1973/74: 173), anschließend einsetzender Regression sowie einer tektonisch bedingten Neigung des Hinterlandes, daß erodiertes, siltig-toniges Material am Schelf vorbei in den Beckenbereich geführt wurde. Die mergelreichen Zlambachschichten, die ursprünglich über dem Aflenzer Kalk lagen, werden als Ausdruck einer reziproken Sedimentation (MEISSNER 1972, zitiert in WILSON 1975: 43) interpretiert.

Insgesamt ergibt sich für den norischen Aflenzer Kalk eine rhythmische oder hemizyklische Gliederung, wie sie von SCHLAGER & SCHÖLLNER 1973/74: 178 als charakteristisch für Flachwasserkarbonate der alpinen Trias angesehen werden.

5. Tektonik

Die mittel- und obertriadische, vorwiegend kalkige Schichtenfolge des südöstlichen Hochschwabgebietes ist auf der Aflenzer Bürgeralm wegen der N-S gerichteten Deckenüberschiebung einer großen Zug- und Druckbeanspruchung unterworfen gewesen.

Die Luftbilder 9137–9139 des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen in Wien wurden stereoskopisch ausgewertet (Taf. III).

Luftbildinterpretation

Für das Arbeitsgebiet wurde eine Karte der Photolineationen (nicht entzerrt) erstellt (Abb. 2). Die meisten der Lineationen erwiesen sich im Gelände als Bruchstrukturen.

Die Karte (Abb. 2) zeigt im NW den Bereich der Mitteralm, der eine Vielzahl sich in Dolinen kreuzender Störungen aufweist. Die Störungen streichen überwiegend NNW bis WNW und NE. Dies sind Hauptrichtungen, die mit denen des Dachsteinplateaus HOLZER 1964 übereinstimmen.

Im Bereich des Zlacken sind NE streichende Lineationen vorherrschend, deren Verlauf den Störungen entspricht, die den Hauptdolomit-Horst des Zlacken von der Mitteralm und dem Schönleitenplateau trennen. Das südlich anschließende Gebiet ist durch N bis NNW streichende Brüche gekennzeichnet, die untereinander durch kleinere, vor allem NE, untergeordnet NW streichende Störungen vergittert sind. Zwischen dem Lärchkogel und den Endriegeln ist das Schönleitenplateau auseinandergebrochen. Diese etwa dem Jauringer Trog folgende Bruchlinie ist durch Dolinen und Schwindlöcher sowie am NW-Ende durch eine Vielzahl kleinerer Störungen erkennbar.

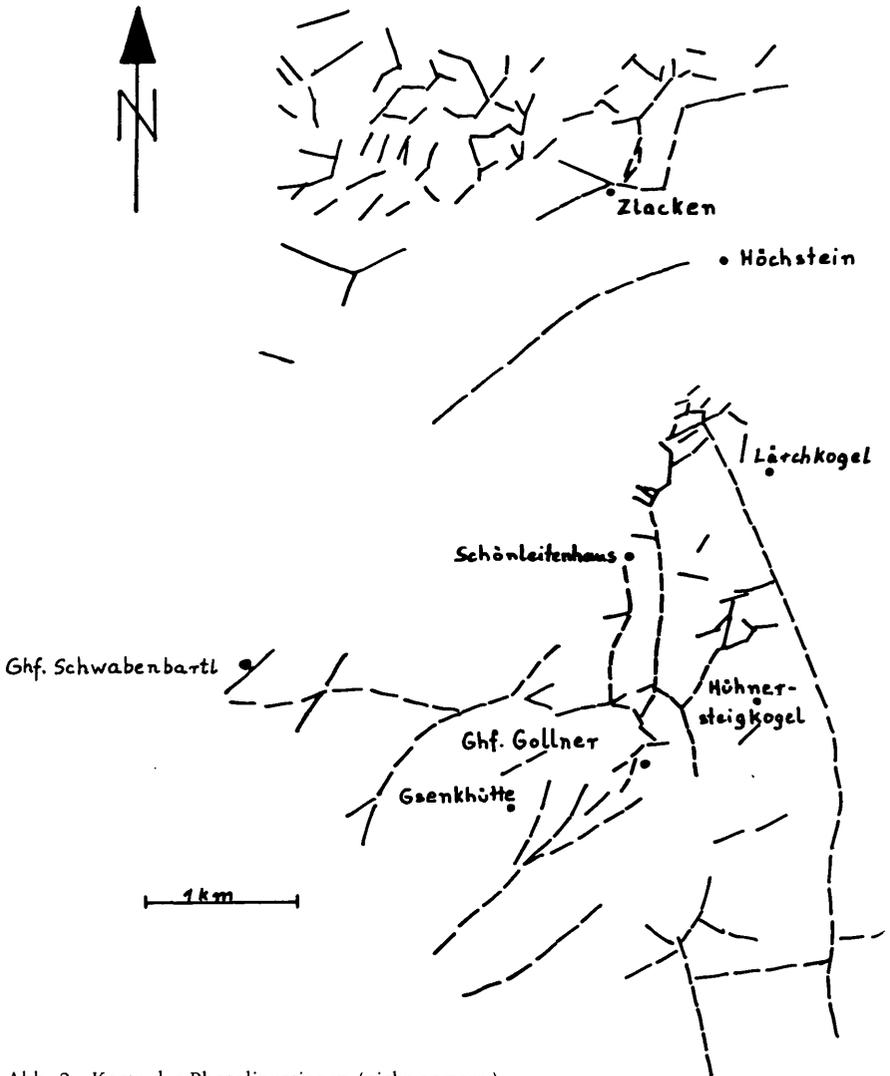


Abb. 2: Karte der Photolineationen (nicht entzerrt).

Insgesamt zeigen die Störungslinien die für die Kalkalpen dominanten NNE- und NW- bis WNW-Richtungen (BUCHROITHNER 1984), die mit TOLLMANN 1977 als vom Sockel der Böhmisches Masse durch die überschobenen Nördlichen Kalkalpen gepaust interpretiert werden können. Sie wären demnach in der Endphase der Überschiebung der Nördlichen Kalkalpen oder später entstanden.

Schichtlagerung und Klüftung

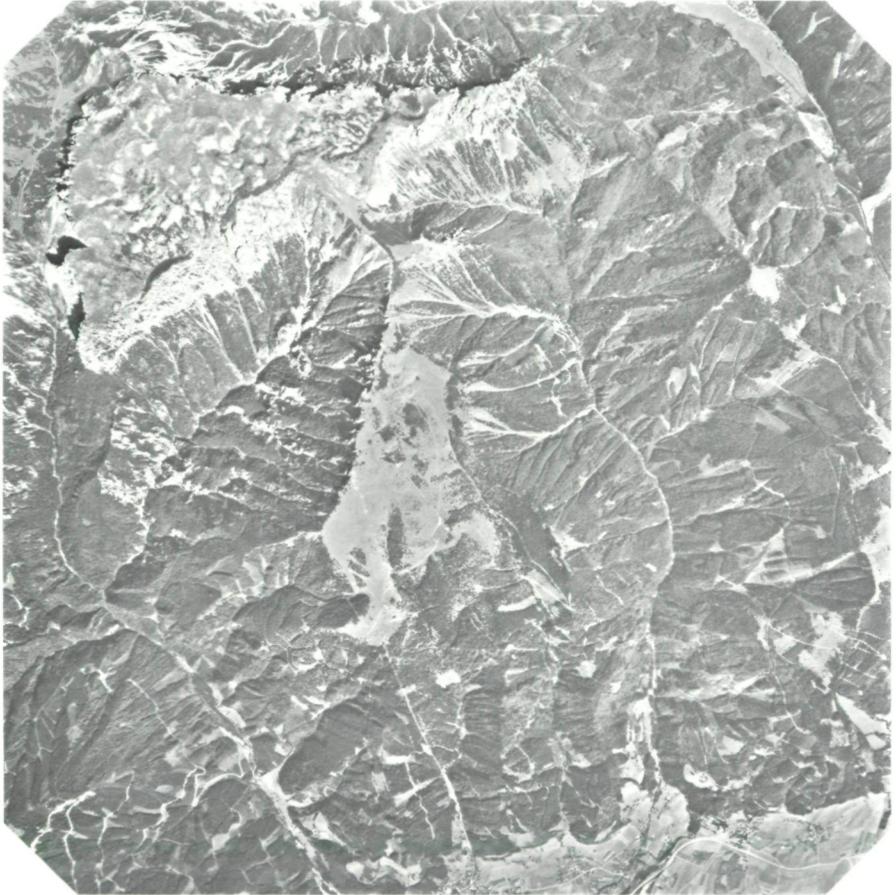
Die Streichwerte des Aflenzer Kalkes variieren im Arbeitsgebiet stark. Die Flächenpole der Schichtflächen im SCHMIDTSchen Netz lassen eine Muldenstruktur erkennen, deren Schichten flach bis mittelsteil einfallen. Das Streichen im Nordflügel

Tafel III

Luftbild des südöstlichen Hochschwabgebietes. In der Bildmitte Schönleitenplateau mit Aflenzer Bürgeralm (am Ende der Sesselliftschneise). Links oben dreieckig geformter Riffkalkklotz der Mitteralm, von Dolinen zerfurcht. Nach SE dendritisches Gewässernetz des Endriegelbaches anschließend. Rechts oben Tal bei Seewiesen, rechts unten Aflenzer Tertiärbecken.

Luftbild 9138/82 des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, Wien.

Luftbild: Vervielfältigt mit Genehmigung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (Landesaufnahme) in Wien, Zl. L 62 656/85.



der Mulde verläuft etwa W-E mit S-Fallen, während im Südflügel NW-SE-Streichen und NE-Einfallen vorherrschen. Eine auf dem SCHMIDT'schen Netz rekonstruierte Muldenachse streicht etwa W-E bis WSW-ENE und fällt mit 20° nach E ein. YAMAC 1972 ermittelte in bezug auf die Werfener Schichten eine NE-SW-streichende, etwas nach E abtauchende Mulde. Die Klufflächen stehen mit $70-90^\circ$ steil und zeigen alle deutliche Maxima in der NNW-SSE- bis NW-SE-Richtung. Diese Hauptkluftrichtung stimmt mit den von YAMAC 1972, 1973 a, 1973 b erhobenen Werten für das südöstliche Hochschwabgebiet überein. Das zweite Maximum liegt in der ENE-WSW-Richtung, die NE-SW-streichenden Klüfte sind nur untergeordnet vertreten.

Der Vergleich der Häufigkeitsmaxima der Photolineationen (Abb. 2) und der Klüftung zeigt, daß sie in der NW- und der NE-Richtung liegen.

Das etwa senkrecht aufeinanderstehende Kluftsystem und die Schichtlagerung lassen auf die formenden tektonischen Kräfte rückschließen. Da für die Mürzalpendecke ein mehrweniger N-S gerichteter Transport angenommen werden kann und eine W-E- bis WSW-ENE-streichende Muldenachse vorliegt, läßt sich das Kluftmaximum in der NNW-Richtung als Querklüfte (ac-Klüfte) interpretieren, die parallel zur stärksten Einengung (N-S-Deckenschub) streichen und auf Dehnung senkrecht zur Faltenachse zurückgeführt werden. Das zweite, nicht so dominierende Kluftmaximum in ENE-WSW-Richtung wird als Längsklüfte (bc-Klüfte) angesehen, die parallel der Muldenachse verlaufen.

6. Hydrogeologie

Die wasserwirtschaftliche Bedeutung des Hochschwabgebietes ist auf die wasserstauenden Werfener Schichten zurückzuführen, die den Untergrund der W-E verlaufenden Sattel- und Muldenstrukturen bilden und das gesamte Karstwasser stauen, das sich aufgrund der tiefreichenden unterirdischen Entwässerung der Kalke ansammelt. Da die Schichten insgesamt nach N geneigt sind (TRAUTH 1948), erfolgt die Entwässerung über den Werfener Schichten nach N. Deshalb liegen am Nordufer im Salzatal die Quellenschutzgebiete der II. Wiener Hochquellenleitung, während der SE-Abfall des Hochschwabmassivs nur eine geringe Anzahl von Quellen aufweist.

1971 wurde der Wasserverband „Hochschwab Süd“ (FABIANI 1980 b) gegründet, der die Interessen des Bundeslandes Steiermark und der Landeshauptstadt Graz im besonderen an der Trinkwasserversorgung aus dem Hochschwabgebiet vertritt und ein Gegengewicht zum Wiener Einflußbereich im Norden darstellt. Wasserentnahmegebiete sind das Seetal, St. Ilgen und das Tragößtal (MEIDL, NOVAK & WESSIAK 1980).

Der Niederschlag im südöstlichen Hochschwabgebiet wird, aufgrund der intensiven, steil stehenden Klüftung und der durch Kalklösung bedingten Verkarstung des Dachsteinriffkalkes und des Aflenzer Kalkes, offenbar zum großen Teil unmittelbar dem Karstwasserspiegel zugeführt. Dafür spricht, daß auf dem Mitteralplateau und dem Schönleitenplateau (Taf. III) ein Gewässernetz zur Gänze fehlt.

Die hydrogeologische Bedeutung der einzelnen Schichtglieder liegt in ihrer Wasserdurchlässigkeit oder in ihren wasserstauenden Eigenschaften begründet.

Dachsteinriffkalk und Aflenzer Kalk sind als extrem wasserdurchlässig und verkarstungsfähig zu bezeichnen. Im Luftbild zeigen sie kein Gewässernetz. Die dolomitischen Gesteine wie der Hauptdolomit und der Wettersteindolomit, obzwar sie stark zerklüftet sind, vermögen das Niederschlagswasser nur in geringer Menge und wesentlich langsamer unterirdisch abzuleiten (FABIANI 1980 a) als die Kalke. Deshalb ist der Einzugsbereich des Endriegelbaches, nämlich die Flanken der Mitteralm, des Zlacken und der Endriegel, durch ein dendritisches Gewässernetz gekennzeichnet, das sich aus vielen kleinen Gerinnen im runsigen Dolomit zusammensetzt, die das Niederschlagswasser dem Endriegelbach zuleiten.

Wasserstauende Ablagerungen sind die schwarzen Tonsteine der Reingrabener Schiefer, die als wasserstauendes bzw. weniger wasserwegesames Unterlager des „Zwischendolomits“ und des Hauptdolomits Schichtgrenzquellen verursachen. Derartige Quellen liegen am Weg zur Bürgeralm unterhalb vom Ranstein sowie unterhalb der Sagmauer im Feistringgraben. Die Verebnungsflächen der Bürgeralm, des Hühnersteigkogels und der Jauringer Trog weisen als jüngste Ablagerungen Augensteinschotter mit braunrotem Lehm auf, der oft ein sumpfiges Terrain bewirkt.

Dank

Herrn Prof. Dr. E. FLÜGEL danke ich für die Vergabe einer Diplomarbeit in der Obersteiermark, für die Geländeeinführung und die Betreuung der Arbeit. Folgenden Herren sei für Ihre tatkräftige Unterstützung gedankt: Herrn Prof. Dr. J. G. HADITSCH, MU Leoben, der dankenswerterweise Luftbilder und eine Veröffentlichungsgenehmigung für ein Bild besorgte; Herrn Reg.OBR Dr. E. FABIANI, Amt der Stmk. Landesreg. Graz, der mir unveröffentlichte Aufnahmeberichte der Hydrographischen Landesabt. zugänglich machte; den Herren Dr. R. LEIN, Wien, sowie Dr. W. v. GOSEN, Erlangen, für die Diskussion der Ergebnisse.

Literatur

- AHR, W. M. (1973): The Carbonate ramp: An alternative to the shelf model. – Trans. Gulf Coast Ass. Geol. Soc., **23**: 221–225.
- BADIOZAMANI, K. (1973): The dorag dolomitization model – application to the middle Ordovician of Wisconsin. – Journ. Sed. Petrol., **43**: 965–984.
- BITTNER, A. (1887): Aus dem Gebiete der Ennsthaler Kalkalpen und des Hochschwab. – Verh. Geol. R.-A., **3**: 89–98.
- BÖSE, E. (1898): Beiträge zur Kenntnis der alpinen Trias. II. Die Faciesbezirke der Trias in den Nordalpen. – Zeitschr. deutsch. geol. Ges., **50**: 695–761.
- BUCHROITHNER, M. F. (1984): Quantitative evaluation of the major fracture pattern in Austria. – Geol Rdsch., **73**: 399–418.
- CHOQUETTE, P. W. & PRAY, L. C. (1970): Geologic nomenclature and classification of porosity in sedimentary carbonates. – Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull., **54**: 207–250.
- DEFEYOS, K. S., LUCIA, F. J. & WEYL, P. K. (1965): Dolomitization of recent and Pliocene sediments by marine evaporite waters on Bonaire, Netherlands Antilles. In: PRAY, L. C. & MURRAY, R. C. Dolomitization and Limestone Diagenesis. – Soc. Econ. Paleont. Min. Spec. Publ., **13**: 71–88.
- DONOFRIO, D. A. & MOSTLER, H. (1975): Neue Schwebcrinoiden aus Hallstätter Kalken des Berchtesgadener Raumes. – Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **5/2**: 1–28.
- FABIANI, E. (1980 a): Geologisch-morphologische Grundlagen. In: FABIANI, E., WEISSENSTEINER, V. & WAKONIGG, H. Grund- und Karstwasseruntersuchungen im Hochschwabgebiet, Teil I. – Ber. wasserwirtschaftl. Rahmenplanung, **44**: 1–51. – Graz.
- FABIANI, E. (1980 b): Grund- und Karstwasseruntersuchungen im Hochschwabgebiet, Teil II. – Ber. wasserwirtschaftl. Rahmenplanung, **45**: 1–60.
- FRIEDMAN, G. M. (1980): Dolomite Is An Evaporite Mineral: Evidence From The Rock Record And From Sea-Marginal Ponds Of The Red Sea. – Soc. Econ. Paleont. Min. Spec. Publ., **28**: 69–80.
- FRUTH, I. & SCHERREIKS, R. (1984): Hauptdolomit – Sedimentary and Paleogeographic Models (Norian, Northern Calcareous Alps): – Geol. Rdsch., **73/1**: 305–319.
- HANSHAW, B. B., BACK, W. & DEIKE, R. G. (1971): A geochemical hypothesis for dolomitization by ground water. – Econ. Geology, **66**: 710–724.
- HOLZER, H. (1964): Geologische Luftbildinterpretation: Zur photogeologischen Karte des Dachsteinplateaus. – Jb. Geol. B.-A., **107**: 1–9.
- ILLING, L. F., WELLS, A. J. & TAYLOR, J. C. M. (1965): Penecontemporaneous dolomite in the Persian Gulf. In: PRAY, L. C. & Murray, R. C. Dolomitization and Limestone Diagenesis. – Soc. Econ. Paleont. Min. Spec. Publ., **13**: 89–111.

- KOVÁCS, S. & KOZUR, H. (1980): Stratigraphische Reichweite der wichtigsten Conodonten (ohne Zahnreihenconodonten) der Mittel- und Obertrias. – *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, **10/2**: 47–78.
- KOZUR, H. & MOSTLER, H. (1972): Die Conodonten der Trias und ihr stratigraphischer Wert. Teil I: die „Zahnreihen-Conodonten“ der Mittel- und Obertrias. – *Abh. Geol. B.-A.*, **28**: 1–36.
- KRISTAN-TOLLMANN, E. & TOLLMANN, A. (1962): Die Mürzalpendecke – eine neue hochalpine Großeinheit der östlichen Kalkalpen. – *Sitzber. Österr. Akad. Wiss. math.-naturwiss. Kl., Abt. I*, **171**.
- LADWEIN, H. W. (1976): Sedimentologische Untersuchungen an Karbonatgesteinen des autochthonen Malm in Niederösterreich (Raum Altenmarkt – Staats). – *Unveröff. Diss. Phil. Fak. Innsbruck*.
- LAND, L. S. (1973): Contemporaneous dolomitization of middle Pleistocene reefs by meteoric water, north Jamaica. – *Bull. Marine Sci.*, **23**: 64–92.
- LAND, L. S. & EPSTEIN, S. (1970): Late Pleistocene diagenesis and dolomitization, north Jamaica, – *Sedimentology*, **14**: 187–200.
- LASCHET, C. (1984): On the Origin of Cherts. – *Facies*, **10**: 257–290.
- LEIN, R. (1981): Deckschollen von Hallstätter Buntkalken in Salzbergfazies in den Mürztaler Alpen südlich von Mariazell (Stmk.). – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud.*, **27**: 207–225.
- LEIN, R. (1982): Paläogeographie und Tektonische Deformation des Aflenzer Troges im Bereich der westlichen Mürztaler Alpen südlich Mariazell (Stmk.). – *Jber. 1981 Hochschulschwerpkt. S 15*: 203–221.
- LOBITZER, H. (1971): Fazielle Untersuchungen an triadischen Karbonatplattform/Becken-Gesteinen des südöstlichen Hochschwabgebietes (Wetterstein- und Reiflinger Kalk, Dachstein- und Aflenzer Kalk): – *Unveröff. Diss. Phil. Fak. Univ. Wien*.
- LOBITZER, H. (1973/74): Fazielle Untersuchungen an norischen Karbonatplattform-Beckengesteinen (Dachsteinkalk – Aflenzer Kalk) im südöstlichen Hochschwabgebiet, Nördliche Kalkalpen, Steiermark. *Mitt. Geol. Ges. Wien*, **66/67**: 75–91.
- MEIDL, C., NOVAK, J. & WESSIAK, W. (1980): Untersuchung über die Möglichkeit zur Entnahme von Grundwasser im südlichen Hochschwabgebiet und deren Bewirtschaftung. – *Ber. wasserwirtschaftl. Rahmenplanung*, **49**: 1–66. – Graz.
- MEISSNER, F. F. (1972): Cyclic sedimentation in Middle Permian strata of the Permian Basin, West Texas and New Mexico. In: ELAM, J. C., CHUBER, S.: *Cyclic sedimentation in the Permian Basin*. – *West Texas Geol. Soc. midland*, 203–232.
- PLÖCHINGER, B. (1964): Die tektonischen Fenster von St. Gilgen und Strobl am Wolfgangsee (Salzburg, Österreich). – *Jb. Geol. B.-A.*, **107**: 11–69.
- PLÖCHINGER, B. (1980): Die Nördlichen Kalkalpen. In: OBERHAUSER, R.: *Der geologische Aufbau Österreichs*, 218–264. – Springer, Wien.
- SCHLAGER, W. (1967): Hallstätter und Dachsteinkalk-Fazies am Gosaukamm und die Vorstellung ortsgebundener Hallstätter Zonen in den Ostalpen. – *Verh. Geol. B.-A.*, 50–70.
- SCHLAGER, W. & SCHÖLLNBERGER, W. (1973/74): Das Prinzip stratigraphischer Wenden in der Schichtfolge der Nördlichen Kalkalpen, – *Mitt. Geol. Ges. Wien*, **66/67**: 165–193.
- SPENGLER, E. (1918): Ein geologischer Querschnitt durch die Kalkalpen des Salzkammergutes. – *Mitt. Wiener Geol. Ges.*, **11**.
- SPENGLER, E. (1920): Das Aflenzer Triasgebiet. – *Jb. Geol. R.-A.*, **69**: 221–254.

- TOLLMANN, A. (1976 a): Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums. Monographie der Nördlichen Kalkalpen. Teil 2. – 1. Aufl., Franz Deuticke, Wien.
- TOLLMANN, A. (1976 b): Der Bau der Nördlichen Kalkalpen. Orogene Stellung und regionale Tektonik. Monographie der Nördlichen Kalkalpen. Teil 3. – 1. Aufl., Franz Deuticke, Wien.
- TOLLMANN, A. (1977): Die Bruchtektonik Österreichs im Satellitenbild. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **153**: 1–27.
- TRAUTH, F. (1948): Geologie des Kalkalpenbereiches der zweiten Wiener Hochquellenleitung. – Abh. Geol. B.-A., **26**: 1–99.
- WILSON, J. L. (1975): Carbonate Facies in Geologic History. – Springer, New York.
- YAMAC, Y. (1972): Hydrogeologische Studie des Gebietes nördlich von Aflenz Kurort, Steiermark. – Unveröff. Aufnahmsbericht Hydrograph. Landesabt., Amt der Stmk. Landesreg., Graz.
- YAMAC, Y. (1973 a): Hydrogeologische Studie des Östlichen Hochschwabgebietes. – ibidem, Graz.
- YAMAC, Y. (1973 b): Hydrogeologische Studie des Südlichen Hochschwabgebietes zwischen Eisenerz und Seewiesen. – ibidem, Graz.

Anschrift des Verfassers: Sebastian A. NICOL, Saalestraße 4, D-8520 Erlangen