

S A V E Z   G E O L O Ţ K I H   D R U Ţ T A V A   S F R J  
TEKTONSKA KOMISIJA KBGA

ALEXSANDER TOLLMANN

ABLAUF UND BEDEUTUNG DER ALPIDISCHEN OROGENETISCHEN  
PHASEN IN DEN OSTALPEN

Beograd, mart 1971.

ALEXSANDER TOLLMANN \*)

## ABLAUF UND BEDEUTUNG DER ALPIDISCHEN OROGENETISCHEN PHASEN IN DEN OSTALPEN

### Zusammenfassung

Die orogenetische Gestaltung der Ostalpen erfolgte in der alpidischen Ära ebenso wie jene der angrenzenden Orogenabschnitte in phasenhaften Bewegungen. Nach dem Geosynklijalstadium begann die Orogenese mit der austroalpinen Phase des Barreme-Apt. Die Hauptdeckenbildung und -bewegung verteilt sich auf austrische, mediterrane und illyrisch-pyrenäische Phase, die Innenzonen des Orogens zuerst erfassend. Am Aussenrand wirkte der Transversalschub bis in die jungsteirische Phase nach.

### Einleitung

Im Jahre 1924 hatte H. STILLE in weltweiter Zusammenschau den phasenhaften Ablauf der Orogenese in zeitlicher Gliederung dargelegt und eine erste fundamentale Übersicht über die Verbreitung und Stärke der einzelnen orogenen Bewegungsstöße gegeben. Sein Werk erwies sich als ausserordentlich fruchtbar, lenkte es doch das Augenmerk auf ein neues, bis dahin kaum beachtetes, auch stratigraphisch wertvolles Klassifizierungsprinzip. Zwar wurde einerseits auch negative Kritik laut und das Prinzip der Phasengliederung an sich stiess auf eine, vielfach bis heute nicht erlahmte Ablehnung. Andererseits aber regte es an, dieses Schema der Zyklen- und Phasengliederung in den einzelnen Orogenen zu prüfen, weitere Beobachtungen zusammenzutragen und damit ein immer besseres fundament für weiter ausgreifende Vergleiche dieser Art zu fügen.

In den Ostalpen hat z.B. E. Spengler (1927) bald nach Erscheinen von H. STILLE's Werk als berufener Kenner der Kalkalpen aus diesem Raum zu der Phasengliederung positiv Stellung genommen und weitere Beispiele für die Wirksamkeit der Hauptphasen beigebracht. Später war dem Thema in diesem Raum weniger Augenmerk zugewendet worden. Umso mehr aber hat in jüngerer Zeit die Genauigkeit der Einstufung der für die Frage wesentlichen Serien in den Ostalpen durch neue Methoden, durch mikropaläontologische Belege etc. zugenommen, sodass es lohnend schien, auf dieser neuen Basis und auf ungleich breiterer Grundlage als einst nochmals eine Gesamtschau über die Wirksamkeit der einzelnen alpidischen Phasen zu geben. Diese Zusammenstellung wurde vom Verfasser 1966 in Heft 21 der "Geotektonischen Forschungen" unter Vergleich mit den westkarpatischen orogenen Phasen vorgenommen, sodass über dieses Gebirgssystem heute eine neue zusammenfassende Darstellung über unser Thema vorliegt, auf die hier zu verweisen ist. Als jüngster wesentlicher Beitrag zum Thema ist die Arbeit von R. OBERHAUSER (1968) über das orogene Geschehen während Oberkreide und Paläogen in den Ostalpen hervorzuheben.

---

\*) Geol. Inst. d. Univ. Wien

## Die Wirksamkeit der alpidischen Phasen im Geosynklimalstadium (Perm bis tiefe Unterkreide)

Ganz allgemein gilt, dass die Wirksamkeit der Bewegungen in zeitlicher Annäherung an die ab Mittelkreide einsetzende Orogenese kräftiger und distinkter wird, sodass also die jurassischen Bodenbewegungen jene der Trias in den Ostalpen bei weitem übertreffen.

In der Trias sind hier keine nennenswerte Unruhen nachweisbar: Die pfälzische Phase kann in den Ostalpen bisher nirgends erfasst werden, da der permische Alpine Verrucano ohne Diskordanz in das Skyth übergeht und nur der lithologische Umschwung zum Buntsandstein bzw. vom Haselgebirge zum Werfener Schiefer auffällt. Die noch in den Südalpen kräftig wirksame montenegrinische Phase an der Anisbasis ist ebenso wie die dort bedeutsame Iabinsische Phase im Ladin in den Nordalpen kaum fassbar. Sedimentations-Unterbrechungen an der Karnbasis in Schwellenzonen sind neuerdings umstritten. Zur Zeit der altkimmerischen Phase im Rhät/Lias-Grenzbereich und der mesokimmerischen intraliasischen Phase werden Brekzien in den zentralalpiner Einheiten häufig und blockschuttführend, sind aber vertikal nicht eng begrenzt, sodass eher eine wiederholte Bodenunruhe verzeichnet werden kann. Die hochalpine Phase des Dogger wird in den Kalkalpen vielfach, aber keineswegs überall durch eine vorbathonische Schichtlücke im Liegenden des Klauskalkes markiert, die bis zum norischen Plattenkalk hinabreichen kann. Erst die jungkimmerische Phase, u.zw. deren zweiter, jüngerer Bewegungsimpuls (Deister-Phase), etwa an der Grenze Kimmeridge Tithon gelegen, wird durch ihre regionale Wirksamkeit in den Zentralalpen (Riesblock-Brekzien - allerdings nur unscharf datiert) und besonders in den Nördlichen Kalkalpen auffällig: Oberalmer Schichten, Aptychenkalk und Plassenkalk lagern vielerorts stark diskordant über gefaltetem und abgetragenem Untergrund. Die Zahl der anschaulichen Beispiele dieser Diskordanz ist gross, obgleich auch in dieser Zeit nicht alle Teile der Kalkalpen gleichermassen erfasst wurden, sondern auch Regionen mit durchlaufenden, ungestörten Schichtfolgen existieren.

## Das phasenhafte Geschehen während der alpidischen Orogenese

Im Gegensatz zum gesamten westmediterranen System setzt von den Ostalpen an gegen Osten hin in den zentralen Zonen des mediterranen Orogens die kräftige transversale Formung bereits in der mittleren bzw. oberen Kreide ein und erreicht in der vorgosauischen Zeit seinen Höhepunkt, sodass für diese Zonen mit ihrem Ferndeckentransport der tertiäre Nachschub ungleich geringer ist und in dieser Zeit nur mehr die Randzonen ihre grundsätzliche Prägung erhalten. Es ist wesentlich zu beachten, dass alles im folgenden über die Wirksamkeit der kretazischen Phasen Gesagte sich auf den Mittel- und Ostabschnitt der Ostalpen bezieht, während der westliche Teil ab Engadiner Fenster erst später in die Bewegung einbezogen worden ist.

Heute kann in den Ostalpen eine erste kräftige Bewegungswelle bereits vor der austriischen Phase (wende Unter-/Oberkreide) erfasst werden, nämlich im Zeitraum um das Barrême bis tiefe Apt, die als austroalpine Phase bezeichnet

worden ist (A. TOLLMANN 1963, S.193 etc). Sie kündigt sich in den Kalkalpen entweder durch die Bildung wildflyschartiger, orogener Grossblock-führender Brekzien am Ende der tiefkretazischen Sedimentation an (Unkener Brekzie, Rossfeldbrekzie, Ischler Brekzie; - Unterapt jüngst noch darin erfasst - B. PLÖCHINGER 1968, S.86), oder sie ist durch eine Schichtlücke und transgressives Oberapt bis Alb charakterisiert (R. OBERHAUSER 1963, S.53; B.PLÖCHINGER 1964, S.490). - Wiener Gebiet). Diese Phase darf nicht mit der voroberalbis-vecenomanischen austrischen Phase verwechselt werden. Auf Grund fernher verfrachteter Schollen als Komponenten der Brekzie u.a. ist zu vermuten, dass schon in dieser Zeit der Transversalschub einsetzte, dass das Ostalpin in Bewegung kam, gegliedert wurde und in den Kalkalpen die juvavischen Decken in Marsch gesetzt wurden. In den Kalkvoralpen hingegen lässt sich für die Zeit dieser und der folgenden austrischen Phase im Nordabschnitt stellenweise durchlaufende Sedimentation nachweisen, wie jüngst W. ZACHER (1966, S.215) aus dem Westen, dem Allgäu, und H.KOLLMANN (1968, S.126) bzw. J. LÖCSEI (1970, S. 99) aus dem Osten beschrieben haben.

Die Bewegungen der austrischen Phase spielen sich nach H.STILLE knapp vor dem Cenoman ab, wobei dieser Autor noch eine altaustrische Phase (voroberalb) und eine jungaustrische Bewegung (Grenze Alb/Cenoman) unterschieden hat. In den Kalkalpen kann die austrische Phase wieder am besten erfasst werden: Teils durch die transgressive und kräftig diskordante Lagerung des Alb-Cenoman - z.B. klassisch in der Stirnzone der Lechtaldecke (M. RICHTER 1926, S. 57ff.), teils auch durch das Einsetzen von Konglomeraten mit massenhaft exotischen, kristallinen Geröllen in der als Losensteiner Schichten bezeichneten Serie in den Kalkvoralpen, im Osten seit dem mittelalb, besonders ab Oberalb (J.LÖCSEI 1970, S. 99) im Westen ab Cenoman-Beginn. Diesen exotischen, Quarzporphyr - reichen Geröllen kommt eine besondere Bedeutung bei der Beurteilung der Wirksamkeit der kretazischen Phasen zu: Durch die mittelkretazischen Bewegungen (austroalpine und austrische Phase) mussten die Kalkalpen aus ihrer Heimat in die Nachbarschaft eines im Oberalb bis Cenoman (und auch noch in der tieferen Gosau) derartige Gerölle liefernden Rückens gebracht worden sein. Nimmt man auf Grund etlicher Indizien eine "ultrapienidische", also zwischen helvetisch-pienidischem und penninischem Raum gelegene Position dieser heute nicht mehr an der Oberfläche vorhandenen exotikaliefernden Schwelle an, dann würden die Kalkalpen bereits in den frühen Kreidephasen einen gewaltigen Transport erlitten haben und das Pennin zur Gänze (vom Westen abgesehen) verdeckt worden sein (A. TOLLMANN 1963, S.137; 1965, S.116); nimmt man die Lage dieses Rückens innerhalb des Pennin an (R. OBERHAUSER 1968, S. 123 und ähnlich E. CLAR 1965, S. 30, Taf. 3), dann lägen noch mehrweniger grosse Teile des Pennin zu dieser Zeit frei, die Kalkalpen hätten dann bis dahin nur Mittel- und Unterostalpin überschoben. Eine generelle Vorstellungsschwierigkeit besteht nach wie vor bei all diesen Auffassungen: Die Kalkalpen müssten in dieser Zeit bei kontinuierlicher Meeresbedeckung ihres Nordranstreifens (Tiefbajuvarikum) über Unter-, Mittelostalpin (und Teile des Pennin) überschoben worden sein, ohne dass in den erwähnten Einheiten marine Sedimente aus dieser Zeit nachweisbar wären.

Die am präzisesten erfassbaren grossen kretazischen Bewegungen spielten sich in der mediterranen Phase (vorgosauische Phase) in den Kalkvoralpen ab, wo der Zeitpunkt der Deckenbildung gut eingengt werden kann: Die Losensteiner Schichten (Mittelalb bis Mittelturon) sind noch letzter Bestandteil der

zusammenhängenden Schichtfolgen, die Gosau setzt mit dem Coniac transgressiv nach einer generallen oberturonen Schichtlücke ein und übergreift die Deckengrenzen. So liegt die grosse vorgosauische Bewegung eindeutig im Oberturon (R. OBERHAUSER 1968, S. 126). Da diese Bewegung wiederholt mit der an der Grenze von Unter- zu Mittelsanton stattgehabten Ilseeder Phase des subherzynischen Bewegungszyklus gleichgesetzt oder verwechselt worden war, musste für die vor dem Gonic im Oberturon in Erscheinung tretende Phase eine eigene Bezeichnung eingeführt werden (mediterrane Phase A. TOLLMANN 1964a, S. 86; 1964, S. 239). Die intragosauischen Bewegungen hingegen sind in den Ostalpen schwach. Nur in der Ressenphase an der Wende Unter-/Obercampan bzw. im unteren Obercampan (R. OBERHAUSER 1964, S. 131) tritt, verbunden mit einer vorübergehenden Trockenlegung der Kalkalpen, eine Umstellung in der Schwermineral- und Schuttlieferung ein, die in den Kalkalpen nunmehr statt von Norden von Süden her erfolgt, wo die zuvor überfluteten Zentralalpen nunmehr schrittweise über den Meeresspiegel gehoben werden, während im Kalkalpenvorland eine Absenkung zu erwarten ist (A. TOLLMANN 1968, S. 231). Auswirkungen einer iaramischen Phase zur Zeit der Wende von Kreide zum Tertiär sind in den Ostalpen kaum nennenswert vorhanden.

Der nächste grosse Bewegungsschub, zugleich der bedeutendste im Tertiär, erfolgte im illyrisch-pyrenäischen Phasenzzyklus, wobei der illyrische Phase an der Grenze Mittel-/Obereozän mehr Bedeutung als der pyrenäischen Phase an der Eozän/Oligozän-Wende zuzukommen scheint. Zu dieser Zeit ging der zweite Vorschub der Kalkalpen als Ganzes über die bereits trocken liegende Flyschzone der Ostalpen vonstatten, südvergente Rückschüppungen stellen sich im Südrandbereich der Kalkalpen ein, die helvetisch-ultrahelvetische Sedimentation wird mit dem Obereozän beendet und durch die Molassebildung in einem nördlich davon gelegenen, nunmehr sich bildenden Trog abgelöst.

Das Oligozän bedeutet in seinem jüngeren Hauptabschnitt für die Ostalpen eine Zeit der Ruhe, dokumentiert in der Ausbildung der Augensteinlandschaft auf der Nordabdachung dieses Gebirges (vgl. A. TOLLMANN 1968, S. 233).

Nach dieser Ruheperiode wird diese Augensteinlandschaft durch die Bewegungen der altsavischen Phase an der Grenze Chatt/Aquitane durch lokale Schüppungen in den Kalkalpen zerstört, wird die Flyschmasse als Decke abgeschert und gegen Norden überschoben und stellen sich die ersten Schüppungen im Südrandbereich der Molassezone ein. Im steirischen Phasenzzyklus ist die jungsteirische Phase an der Grenze Helvet/Torton am wirksamsten, in welcher Zeit sich weitere Überschiebungen am Flsch-Nordrand und am Aussenrand der Waschbergzone N der Donau gegen die Molasse hin vollziehen. Im späteren Neogen und im Quartär sind allgemein nur mehr epirogenetische Bewegungen von Bedeutung, abgesehen von dem noch mehrere Kilometer weit über Untersarmat vorgetragenen Nordschub der Karavanken im Bereich der nordalpinen Wurzelzone, wohl zur Zeit der attischen Phase an der Wende Sarmat/Pannon.

### Vergleichende Schlussbemerkungen

Ein Vergleich mit den Nachbarabschnitten des mediterranen Orogen, ferner mit anderen Orogenen der Erde zeigt, dass phasenhaftes Geschehen durchaus die Gestaltung der Erdkruste in ihren mobilen Zonen beherrscht, dass Speicherung von

Spannung und Auslösung miteinander wechseln. Er zeigt weiter, dass bedeutend grössere Räume als etwa die Ostalpen von gleichzeitigen orogenetischen Teilbewegungen erfasst werden können, sodass auch hier sehr gute Parallelen über weite Strecken vorliegen - man vergleiche etwa nur die von den Ostalpen über West- und Ostkarpaten bis zur Dobrudscha und darüber hinaus reichenden engen Parallelen in der Wirksamkeit der Kreidephasen. Andererseits aber wird keine weltweite Parallelität des phasenhaften Geschehens sichtbar. In Bezug auf das Mediterrangebiet muss eine im westlichsten Teil der Ostalpen gelegene Grenze hervorgehoben werden, westlich welcher die kretazischen Phasen von der Betischen Kordillere und dem Atlas angefangen bis zum Apennin und zu den Westalpen - nach bisheriger Kenntnis - keine nennenswerte Bedeutung besitzen und erst das Tertiär für die phasenhafte orogene Formung des Gebirgssystems wesentlich wurde, während im Ostmediterrän ab Ostalpen die kretazischen Phasen für die Ausgestaltung der Innenzonen entscheidend verantwortlich waren.

### Literatur

- BREYER, F.: Die orogenen Phasen der gefalteten Molasse, des Helvetikums und des Flysches im westlichen Bayern und in Voralberg.- Abh. dt. Akad. Wiss. Berlin, Kl.III, 1960, H.1, 95-98, Berlin 1960.
- CLAR, E.: Zum Bewegungsbild des Gebirgsbaues der Ostalpen. - Verh.Geol.B.-A., Sdh. G, 11-35, 2 Abb., 4 Taf., Wien 1965.
- KOBER, L.: Tektonische Geologie.- 492 S., 200 Abb., 4 Taf., Berlin (Borntraeger) 1942.
- KOLLMANN, H.: Zur Gliederung der Kreideablagerungen der Weyerer Bögen. - Verh. Geol.β.-A., 1968, 126-137, 2 Taf., Wien 1968.
- KRAUS, E.: Über die jüngsten Bewegungstendenzen der Alpen.-Geol., Rdsch., 43, 108-138, 6 Abb., Stuttgart 1955.
- KUPPER, H.: Ergebnisse aus dem Ostalpenorogen mit Ausblicken auf östlich anschließende Räume.- Geol. Rdsch., 50, 457-465, Stuttgart 1960.
- LOCSEI, J.: Die geröllführende Mittelkreide der östlichen Kalkvoralpen (Abschnitt Losenstein-Wien). - Unveröff. Diss. Phil. Fak. Univ. Wien, 207 S., zahlr. Abb., 20 Mikrofoss.-Taf., 13 Beil.-Taf., Wien 1970.
- OBERHAUSER, R.: Die Kreide im Ostalpenraum in mikropaläontologischer Sicht.- Jb. Geol.B.-A., 106, 1-88. 2 Abb., Taf. 1-2, Wien 1963.
- : Zur Frage des vollständigen Zuschubes des Tauernfensters während der Kreidezeit.- Verh.Geol.B.-A., 1964, 47-52, 3 Abb., Wien 1964.
- : Beiträge zur Kenntnis der Tektonik und der Paläogeographie während der Oberkreide und dem Paläogen im Ostalpenraum. - Jb.Geol.B.-A., 111, 115-145, 2 Abb, Taf. 1-2, Wien 1968.

- PLOCHINGER, B.: Die Kreide-Paleozänablagerungen in der Giesshübler Mulde, zwischen Perchtoldsdorf und Sittendorf (N.-O.).- Mitt. Geol. Ges. Wien, 56 (1963), 469-501, 6 Abb., 2 Tab., 1 Taf., Wien 1964.
- : Die Hallstätter Deckscholle östlich von Kuchl/Salzburg und ihre in das Aptien Reichende Rossfeldschichten-Unterlage.- Verh. Geol. B.- A., 1968, 80-86, 2 Abb., Taf.1, Wien 1968.
- RICHTER, M.: Die Cenomantransgression im Ammergebirge.- Cbl. Miner. etc. B., 1926, 57-64, 3 Abb., Stuttgart 1926.
- SCHIDLOWSKI, M.: Zur Frage jungkimmerischer Bewegungen in den Nördlichen Kalkalpen.- N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1967, 238-241, 1 Abb, Stuttgart 1967.
- SPENGLER, E.: Über die von H. STILLE in der nördlichen Kalkzone der Ostalpen unterschiedenen Gebirgsbildungsphasen.- Cbl. Miner. etc. B, 1927, 138-148, Stuttgart 1927.
- STILLE, H.: Grundfragen der vergleichenden Tektonik.- 443 S., 14 Abb., Berlin (Borntraeger) 1924.
- TOLLMANN, A.: Ostalpensynthese.- 256 S., 23 Abb., 11 Taf., Wien (Deuticke) 1963.
- : Übersicht über die alpidischen Gebirgsbildungsphasen in den Ostalpen und Westkarpaten.- Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Wien, 14 (1963), 81-88, Taf. 8, Wien 1964a.
- : Zur alpidischen Phasengliederung in den Ostalpen.- Anz. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., 1964, 237-246, Wien 1964b.
- : Faziesanalyse der alpidischen Serien der Ostalpen.- Verh. Geol. B.-A., Sdh. G, 103-133, 1 Abb., Wien 1965.
- : Die alpidischen Gebirgsbildungs-Phasen in den Ostalpen und Westkarpaten. - Geotekt. Forsch., 21, 156 S., 20 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1966.
- : Die paläogeographische, paläomorphologische und morphologische Entwicklung der Ostalpen. - Mitt. Osterr. Geograph. Ges., 110, 224-244, Wien 1968.
- ZACHER, W.: Die kalkalpinen Kreide-Ablagerungen in der Umgebung des Tannheimer Tales (Nordtirol).- Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. etc., 6, 213-228, 4 Abb., München 1966.
- ZEIL, W.: Die Kreidetransgression der Bayerischen Kalkalpen zwischen Iller und Traun.- N. Jb. Geol. Palaont. Abh., 101, 141-226, 13 Abb., 1 Tab., Taf. 18-26, Stuttgart 1955.

### Abbildungserläuterung

- Abb. 1. Die alpidischen Phasen in den Ostalpen. Die Linien sollen Stärke und regionale Wirksamkeit der Phasen der Geosynlinal-Periode gegenüber jenen der Orogen-Epoche relativ verkürzt dargestellt, um ihre geringere Bedeutung zu betonen.



