

Ann. Naturhist. Mus. Wien	83	387—398	Wien, Dezember 1980
---------------------------	----	---------	---------------------

Das Karhorn bei Lech/Vorarlberg — eine Deckscholle

Von RENATE ZYLKA und VOLKER JACOBSHAGEN ¹⁾

(Mit 3 Textabbildungen)

Manuskript eingelangt am 26. Juli 1979

Zusammenfassung

Das Karhorn bei Lech ist eine invers gebaute Deckscholle. Von den Obertrias- und Jura-Falten der Allgäuer Hauptmulde ist diese durch eine zwischengeschaltete tektonische Lamelle aus Kreideschiefern getrennt. Über kleine Deckschollen kann sie mit der Juppenspitzen-Schuppe, einem Gleitbrett in der Allgäuer Hauptmulde, parallelisiert werden. Die starke Zerschering des Karhorn-Gebietes ist durch seine Lage zwischen den sich spitzwinklig überlagernden Schuppen des Allgäuer Hauptkamms und der Braunarlspitze erklärbar.

Einleitung

Nordöstlich von Lech am Arlberg erhebt sich zwischen der Furche des Tannberg-Passes und der Lech-Schlucht der Gebirgsstock des Karhorns (2416 m) mit seinen beiden Nebengipfeln, dem Auenfelder Horn (2297 m) und dem Warther Horn (2257 m), ein Wahrzeichen des bekannten Wintersport- und Kurortes (Abb. 1a, b). Seine felsige Gipfelregion aus Karbonatgesteinen der oberen Trias wird allseits von grünen Bergwiesen und Almen flankiert, die auf pelitreichen Serien des jüngeren Mesozoikums gedeihen. Kein Wunder, daß das Karhorn schon in der Frühzeit der Deckentektonik in den Nördlichen Kalkalpen als Deckscholle gedeutet wurde. AMPFERER (1914) sah darin einen Rest der Lechtal-Decke über — wie er glaubte — Allgäu-Schichten in der südwestlichen Fortsetzung der Allgäuer Hauptmulde. Da ihm der Hauptdolomit des Karhorngipfels nach N hin in inverser Folge von rhätischen und tiefliassischen Gesteinen mit den unterlagernden Allgäu-Schichten verbunden zu sein schien, legte er die Deckengrenze mitten in die von ihm für Allgäu-Schichten gehaltenen Bereiche hinein. In späteren Arbeiten (AMPFERER 1930, 1931) hat er bei Korrekturen im Detail diese Ansicht erhärtet. Die inverse Abfolge sah er durch Tauchfalten-Bildung an der Deckenstirn bedingt (AMPFERER 1932b). Den Ursprung dieser Deckscholle suchte AMPFERER in der Höllenspitzen-Schuppe, die er irrtümlich mit der Elbogner Schuppe im Allgäuer Hauptkamm

¹⁾ Anschrift der Verfasser: Prof. Dr. Volker JACOBSHAGEN und Dipl.-Geol. Renate ZYLKA, Institut für Geologie der Freien Universität, Altenstein-Str. 34A, D-1000 Berlin 33. — BRD.

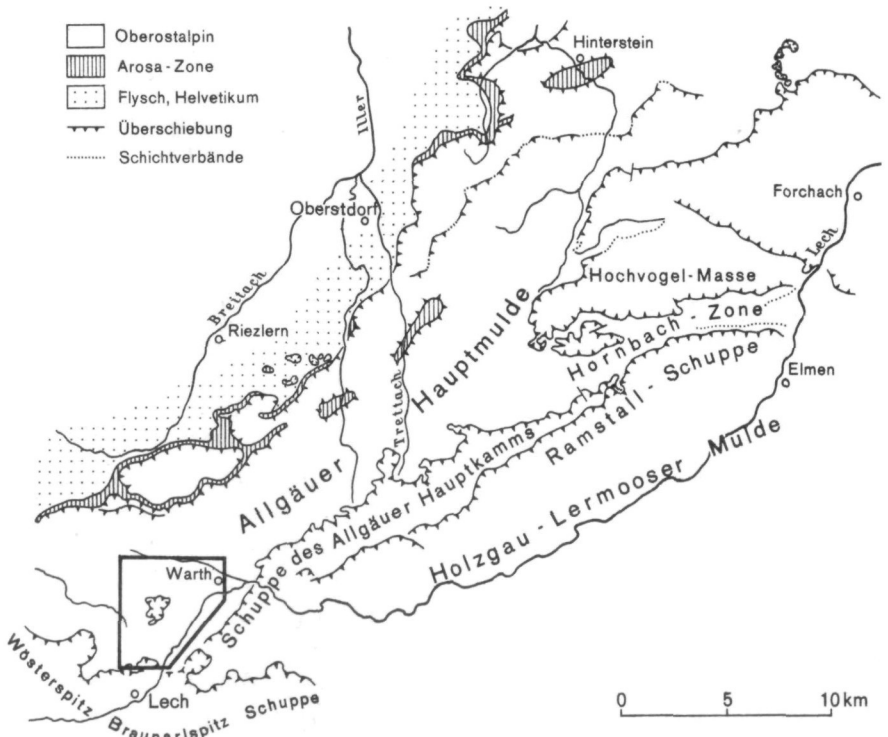
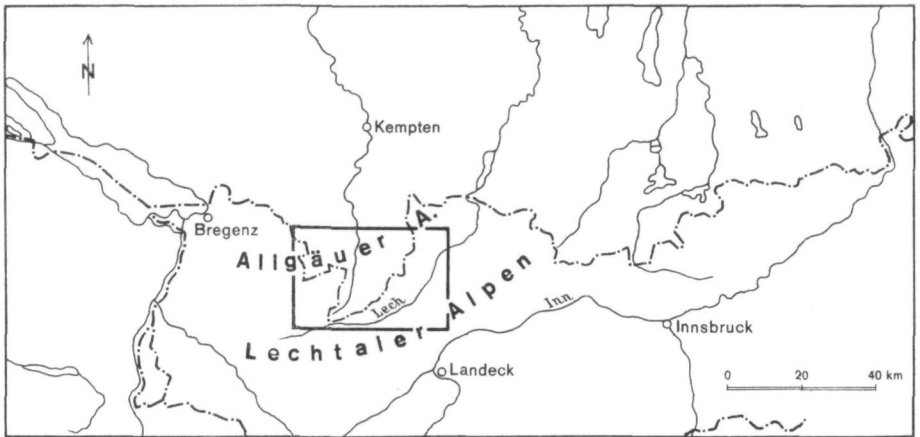


Abb. 1a, b. Lage des Arbeitsgebietes.

parallelisierte. BENZINGER (1929) bestätigte durch eine Kartierung im wesentlichen AMPFERER's Ansicht über die Karhorn-Deckscholle, und später haben sich dem u. a. M. RICHTER (1937), SPENGLER (1953) und HEISSEL (1958) angeschlossen. Nur BLUMENTHAL (1936: 477) stellte neben AMPFERER's Interpretation die Möglichkeit zur Diskussion, daß das Karhorn ... „den verschiedenen

kräftigen Aufwölbungen in der Allgäuer Hauptmulde zu vergleichen ist, also der Allgäu-Decke zugehören würde und seine Klippennatur der intensiven Aufstauung und Zerreißung zu danken hätte“.

Im Zuge der Revision des kalkalpinen Deckenbaus hat sich M. RICHTER (in RICHTER & SCHÖNENBERG 1955) erneut auf die ungestörte Anbindung der Karhorn-Trias an die unterlagernden Allgäu-Schichten berufen, die auf drei Seiten des Berges hervorragend erschlossen sei; nur auf der Südseite stellte er fest, daß der Hauptdolomit dort mit steilen Kontakten tektonisch begrenzt sei. Dementsprechend interpretierte er das Karhorn als einen Pilzsattel, eine Vorstellung, die durch Detailstudien von STENGEL-RUTKOWSKI (1960, 1962) bestätigt schien. Seitdem ist diese Deutung nicht mehr bestritten worden; spätere tektonische Übersichtskarten (z. B. M. RICHTER 1966, 1969; JACOBSHAGEN & OTTE 1968; TOLLMANN 1970) folgten der Skizze von STENGEL-RUTKOWSKI.

Zweifel an der Pilz-Struktur kamen auf, als V. JACOBSHAGEN bei Begehungen im Jahre 1974 bemerkte, daß es sich bei einem Großteil der vermeintlichen Allgäu-Schichten im Auenfeld und auf der Südseite des Karhorns um Gesteine der Kreideschiefer-Serie handelt. Dies bot Anlaß zu einer Neukartierung des Karhorns und seiner Umgebung durch die Verfasser, deren Ergebnisse hier in einer ersten Übersicht vorgelegt werden.

Ergebnisse der Neukartierung

Unsere geologische Kartenskizze (Abb. 2) zeigt einen Ausschnitt aus der Allgäuer Hauptmulde zwischen dem Tannberg-Gewölbe im N und dem Rand der Wösterspitz-Braunarlspitz-Schuppe im Sinne von M. RICHTER (1956) und STENGEL-RUTKOWSKI (1962) im S.

Schichtfolge

a) Trias

Das älteste Schichtglied des Kartengebietes ist der Muschelkalk: dickbankige, dunkle Kalke und dünnplattige Dolomite mit Hornsteinknuern, die nach Datierungen von STENGEL-RUTKOWSKI (1962) an anderer Stelle dem oberen Anis angehören. Sie bilden am NE-Hang der Guggis-Köpfe die Basis der Braunarlspitz-Schuppe. Ladinische Gesteine wurden nirgends angetroffen. Raibler Schichten, Schiefer, Dolomite und Rauhacken in der bekannten Ausbildung, treten ebenfalls nur in der Braunarlspitz-Trias im Süden auf. Der verbreitete Hauptdolomit weist gegenüber der bekannten Ausbildung keine Besonderheiten auf. Er bildet die Gipfelregion des Karhorns und den Kern des Tannberg-Gewölbes nordwestlich Warth. Plattenkalk ist nur am Karhorn stellenweise durch wenige Kalkbänke im Grenzbereich gegen die Kössener Schichten angedeutet. Die Kössener Schichten bestehen aus der üblichen Wechsellagerung von schwarzen Tonschiefern, dunklen Mergeln, Mergelkalken und dünnen Kalkbänken. Ihre Abfolge wird am Auenfelder Horn

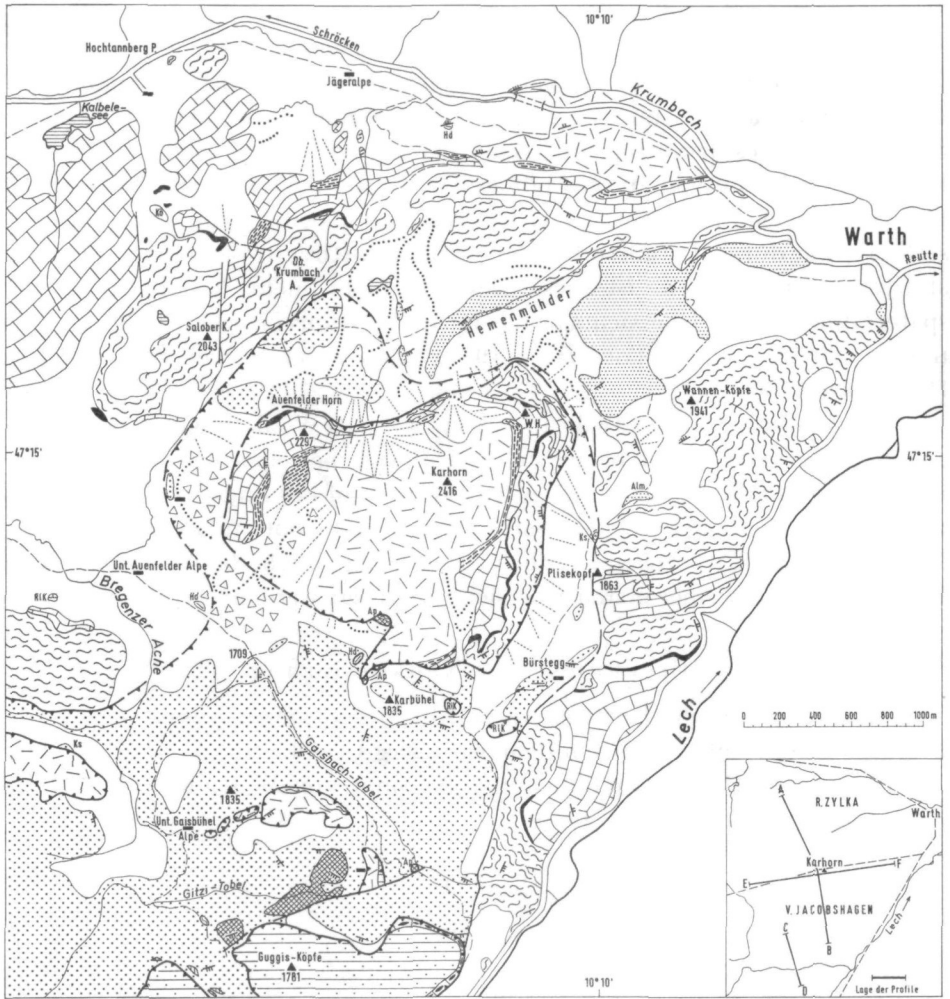


Abb. 2. Geologische Kartenskizze des Karhorn-Gebietes

durch eine kalkige Mittelrippe unterteilt, wie sie auch aus den Klostertaler und den Lechtaler Alpen bekannt ist (HELMCKE 1974; DOERT & HELMCKE 1976). Der Rhätoliaskalk liegt meist in der gebankten back-reef-Fazies vor und weist nahe der Obergrenze zuweilen rote Hohlraumfüllungen und konglomeratische Partien auf. Seine Mächtigkeit unterliegt extremen Schwankungen, die besonders am Nordhang des Karhorns deutlich werden. Als Höchstwert kann 150 m genannt werden.

b) Jura

Über den rhätoliassischen Riffschuttkalken findet sich meist ein schmales Band von Unterlias-Rotkalk. Die mächtigen Allgäu-Schichten in seinem Hangenden schließen in ihrer Ausbildung eng an die Entwicklung in den Allgäuer Alpen (JACOBSHAGEN 1958, 1965) an: Ihre kalkige ältere Abteilung ist bei Warth mindestens 300 m mächtig und wird durch das kieselige Band des Stufenkalks unterteilt. Die mergelreichen Mittleren Allgäu-Schichten mit den oft beschriebenen Manganschiefern treten entgegen den Kartierungen von AMPFERER (1932a) und STENGEL-RUTKOWSKI (1960) nur auf der Nordost-Seite des Karhorn-Massivs auf; im Auenfeld und bei Bürstegg hat man bisher Kreideschiefer für solche gehalten. Jüngere Allgäu-Schichten wurden nirgends angetroffen; Radiolarite des tiefen Oberjura sind nur in wenigen kleinen Scherlingen vor der Front der Braunarlspez-Schuppe bekannt; ebenso Aptychenkalke (Tithon-Neokom). Aus den letzteren bestehen außerdem Schubsetzen im Liegenden der Karhorn-Trias und auf dem Auenfeld.

c) Kreideschiefer-Serie

Von unerwartet großer Verbreitung sind im Kartengebiet Gesteine der Kreideschiefer-Serie. Sie ziehen von W her aus dem Bereich der Mohnenmäher südöstlich der Mohnenfluh ununterbrochen in das Gebiet der Gaisbühel und des Auenfelder Sattels. Auch die Bergwiesen auf der Südseite des Karhorns bestehen fast gänzlich aus Kreideschiefern, die von dort über Bürstegg und den Plise-Kopf hinaus auf der Ostseite des Karhorns verfolgt werden können. Von der Westseite des Berges zieht sich ihr Aufschlußbereich über die Obere Auenfeld-Alpe auf die Nordseite des Auenfelder Horns, wo sie nach E hin unter Hangschutt verschwinden.

In der Hauptsache besteht die Kreideschiefer-Serie aus dunklen, festen Tonschiefern mit olivgrauer Anwitterung und tafeligem Zerfall. Glimmerbestreuung ist in diesen, häufiger aber in eingeschalteten Feinsandsteinen, dunkelgrau mit bräunlichen Verwitterungsfarben, zu beobachten. Die letzteren weisen laminare oder auch Schrägschichtung auf und sind kalkig. Weiterhin kommen vereinzelt Bänke von Mikrobrecien, Spatkalken und auch mergeligen Fukoidenkalken darin vor. Ein kompaktes Paket von Kieselkalken ragt hier und da aus den Schiefen hervor und bildet z. B. den Karbühel (1835 m) westlich Bürstegg.

Obwohl Leitfossilien bisher nicht gefunden werden konnten, ist die lithologische Ausbildung der Serie so charakteristisch, daß eine andere Zuordnung als in die Kreide gar nicht in Betracht kommt. Die früheren Kartierungen (BENZINGER in AMPFERER 1932a, STENGEL-RUTKOWSKI 1960) hatten stattdessen mit z. Z. erheblich von einander abweichenden Grenzen Allgäu-Schichten eingetragen, deren lithologische Abfolge aber grundsätzlich verschieden und in der Umgebung gut bekannt ist (JACOBSHAGEN 1965). AMPFERER (1914, 1930: 126) war auf der richtigen Fährte, als er deutliche Unterschiede zwischen den Allgäu-Schichten des Karhorn-Sockels und den vermeintlichen Allgäu-Schichten darunter hervorhob; er führte sie allerdings lediglich auf unterschiedliche Durchbewegung zurück.

Gebirgsbau

Die geologische Kartenskizze (Abb. 2) und die Profile (Abb. 3) lassen mehrere tektonische Stockwerke erkennen. Das tiefste besteht aus Trias- und Lias-Gesteinen der Allgäuer Hauptmulde, die einen einfachen Faltenbau aufweisen.

Darüber folgt die Einheit der Auenfelder Kreideschiefer. Von ihrer altmesozoischen Unterlage sind diese durch eine flache Scherfläche getrennt; nur im Osten stoßen die Kreideschiefer an der steilen Bürstegg-Störung gegen Strukturen der Unterlage ab.

Auf den Auenfelder Kreideschiefern liegen die Karhorn-Scholle sowie eine

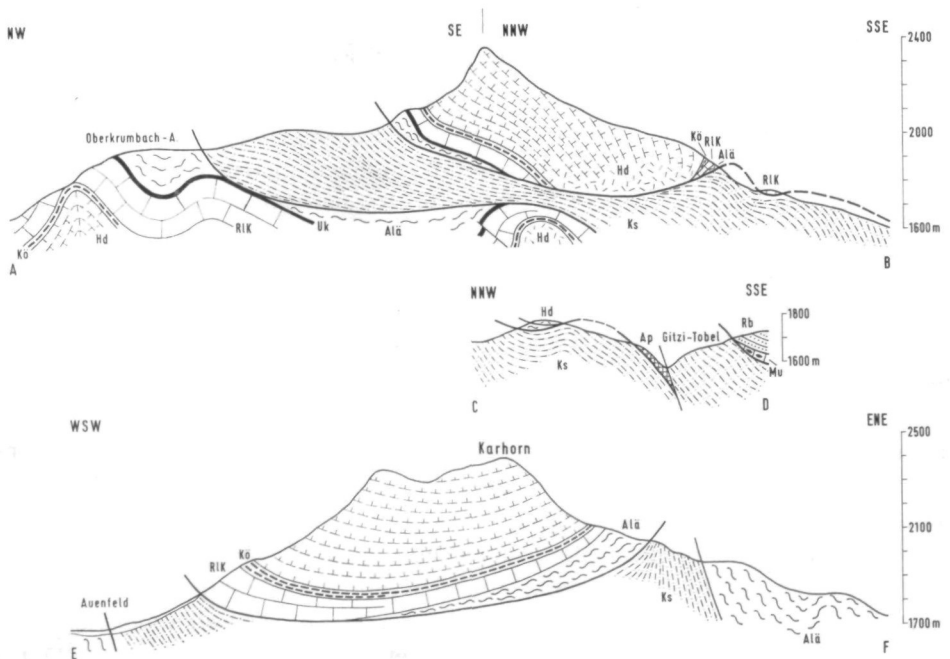


Abb. 3. Geologische Profile durch das Karhorn und seine Umgebung

Reihe kleinerer Deckschollen aus Obertrias- und Jura-Gesteinen. Als tektonisch höchstes Element tritt ganz im Süden noch die Front der Braunarlspitz-Wösterspitz-Schuppe ins Kartengebiet ein.

Allgäuer Hauptmulde

Der Internbau der Allgäuer Hauptmulde unterhalb der Kreideschiefer wird von Falten- und Schuppenstrukturen mit E/W- bzw. ENE/WSW-Streichen beherrscht, die in früheren Arbeiten (STENGEL-RUTKOWSKI 1960, 1962; ZYLKA 1978) beschrieben wurden und hier nur kurz skizziert seien.

Die Nordabfälle der Karhorn-Gruppe werden von den Obertrias-Gesteinen eines Antiklinoriums, des Tannberg-Gewölbes (SCHIDLOWSKI 1961a) aufgebaut, das bei Schröcken aus den Allgäu-Schichten auftaucht und sich nach Osten über den Krumbach und den Rauhger-Rücken bis ins obere Stillach-Tal erstreckt. Daran schließt im S die Schwarzmilz-Mulde (JACOBSHAGEN 1961) an, deren Kern aus Mittleren Allgäu-Schichten in den Hemenmähdern unterhalb des Warther Horns aufgeschlossen ist. Sie kann nach E vor der Stirn der Allgäuer Hauptkamm-Schuppe bis ins Hornbach-Tal verfolgt werden.

Die südlich davon gelegenen Faltenstrukturen sind nur von lokaler Bedeutung: Vom Teschenberg-Sattel (STENGEL-RUTKOWSKI 1961) — östlich Warth ein breites Rhät-Gewölbe — erscheinen in den Wannenköpfen nur noch die umhüllenden Älteren Allgäu-Schichten, verursacht durch Achsen-Abtauchen nach WSW. Ein weiterer, intern verfalteter Rhät-Sattel tritt in den Steilhängen unterhalb des Plisekopfes zutage, im Süden gefolgt von dem breiten Gewölbe südöstlich Bürstegg (Bürstegg-Sattel, STENGEL-RUTKOWSKI 1961). In den beiden letztgenannten Strukturen fallen die Achsen deutlich nach E, sie wurden offenbar durch die W-gerichtete Bürstegg-Aufschubung nachträglich aufgebogen.

Eine letzte Trias-Struktur liegt auf der Westseite des Karhorns und ist im wesentlichen am Nordfuß der Juppenspitze mit Rhätoliaskalk unter Älteren Allgäu-Schichten aufgeschlossen. Ihr gehört offenbar auch ein kleines Hauptdolomit-Vorkommen südöstlich der Unteren Auenfelder Alpe an, das dort bei der Verbreitung des Almweges aufgeschürft wurde. Aus der Kartierung von AMPFERER (1932) entnimmt man, daß es sich um eine Schuppe mit Hauptdolomit an der Basis (Bödenegg) handelt, die gegen W hin im Gebiet der Hinteren Fellalpe durch tektonische Reduktion des Rhäts zu einem Hauptdolomit-Gleitbrett entartet (SCHIDLOWSKI 1961a, b).

M. RICHTER (1956) hatte diesen Trias-Zug irrtümlich mit dem Rhätoliaskalk auf dem SW-Hang des Auenfelder Horns verbunden und als westliche Fortsetzung des vermeintlichen Karhorn-Pilzsattels aufgefaßt, eine Vorstellung, die von SCHIDLOWSKI (1961a, b) und auch von TOLLMANN (1970) übernommen wurde. Hierbei wurde übersehen, daß die Trias des Auenfelder Horns invers, diejenige der Juppenspitze-Basis aber normal gelagert ist. Nach den Ergebnissen der Neukartierung muß das Pilzsattel-Modell auch aus anderen

Gründen (s. u.) aufgegeben werden. Wir betrachten die Trias-Struktur am Fuß der Juppenspitze als selbständiges Element und nennen sie Bödenegg-Schuppe. Sie liegt im Streichen der erwähnten Plisekopf-Falten.

Auenfelder Kreideschiefer-Einheit

Bei der Neukartierung wurde festgestellt, daß die Kreideschiefer-Serie im Gebiet nördlich von Lech eine wesentlich größere Verbreitung hat als bisher angenommen. In der Kartierung AMPFERER's (1932) nehmen sie das Gebiet der Mohnenmähder (Halbfenster der Götzner Alpe) ein und grenzen bei der Unteren Gaisbühl-Alpe ohne Störung an Allgäu-Schichten. STENGEL-RUTKOWSKI (1960) hat sie beiderseits des Gitzi-Tobels noch bis zur Einmündung des Gaisbaches verfolgt und dort ebenfalls gegen Allgäu-Schichten enden lassen.

Tatsächlich dehnt sich die Region der Auenfelder Kreideschiefer von den Mohnenmähdern nach E über Gitzi- und Gaisbach-Tobel bis auf die Nord- und die Ostseite des Karhorns aus, wie oben dargelegt. Sie schieben sich als eine geschlossene Lamelle zwischen Obertrias und Jura am Boden der Allgäuer Hauptmulde und die aus den gleichen Serien aufgebauten Gipfelbereich des Karhorns.

Der Internbau der Auenfelder Kreideschiefer-Einheit ist relativ ruhig und weitspannig, verglichen mit der lebhaften Kleinfaltung in Älteren Allgäu-Schichten. So beobachtet man z. B. in der tief eingeschnittenen Schlucht des Gaisbachs ein geradezu monotones SE-Fallen.

Gegen die unterlagernden Gesteine der Allgäuer Hauptmulde grenzt die Auenfelder Kreideschiefer-Einheit im NW an einer großen Bewegungsbahn, die östlich vom Salober-Kopf steil nach SE einfällt. Auch auf der Ostseite der Juppen-Spitze ist sie aufgeschlossen, sonst überall vom Schutt verhüllt.

Auf der Ostseite des Karhorns dagegen sind den Auenfelder Kreideschiefern an der Bürstegg-Störung die Obertrias- und Lias-Falten der tieferen Allgäuer Hauptmulde steil aufgeschoben. Im Gitzi-Tobel ist diese Störung mit 80° E-Fallen und Aufschleppung der Kreideschiefer direkt zu beobachten. Da die Bürstegg-Aufschiebung die ENE-streichenden Falten der Lechschlucht schräg durchschneidet und deren Achsen aufgebogen hat, muß sie einer jüngeren Quer-Einengung zugeordnet werden.

Karhorn-Scholle

Die Karhorn-Scholle besteht aus einer vollständigen inversen Schichtfolge von Älteren Allgäu-Schichten an der Basis bis in den Hauptdolomit der Gipfelregion, dessen verkehrte Lagerung STENGEL-RUTKOWSKI (1961) auch durch geopetale Sedimentgefüge nachweisen konnte. Die Ränder der Karhorn-Scholle sind schüsselartig aufgebogen, im SE — nahe dem Aufstiegsweg zum Karhorn-Gipfel — lokal sogar bis über die Senkrechte hinaus; allein dort hatte STENGEL-RUTKOWSKI normal gelagerten Hauptdolomit gefunden. Während dieser

Autor darin einen Beleg für die von ihm angenommene Pilzstruktur des Karhorns sah, erklärt sich dieser Befund einfacher durch lokale Deckenfaltung. Diese ergibt sich schon, wenn man die beiden Rhätoliaskalk-Schollen südwestlich Bürstegg in Verbindung mit dem Karhorn sieht (Profil A—B, Abb. 3). Am SW-Rand der Karhorn-Scholle, wo der Hauptdolomit bis an die basale Schubfläche herabreicht, kann sogar ein kleiner Deckensattel unmittelbar beobachtet werden. Der S-fallende Hauptdolomit-Lappen oberhalb des Karbühel ist Süd-schenkel dieser Antikline. In diesem Bereich kommen zwischen der Deckscholle und den Auenfelder Kreideschiefern noch einige kleine Schubfetzen aus Aptychenkalken und Allgäu-Schichten vor.

Normale Schichtverbände zwischen der Karhorn-Scholle und ihrer Unterlage bestehen nirgends. In N, E und S liegt sie unvermittelt den Kreideschiefern auf; auf der W-Seite ist der Kontaktbereich durch gewaltige Schuttmassen und Moränen verhüllt.

Eine weitere Gruppe von fünf Hauptdolomit-Deckschollen findet sich im Gebiet der Unteren Gaisbühel-Alpe zwischen Gaisbach- und Gitzi-Tobel. Die größte dieser Gaisbach-Schollen östlich HP 1835 wird von einer Lamelle aus älteren Allgäu-Schichten unterlagert (Profil C—D, Abb. 3), die östlichste bei der Gaisbach-Alpe von Rhätoliaskalk. Der inverse Bau dieser Einheiten, auf den auch noch Aptychenkalk-Reste in unmittelbarer Nähe hinweisen, und ihre Lagerung auf den Auenfelder Kreideschiefern führt uns wie schon AMPFERER (1931) dazu, sie mit der Karhorn-Scholle zu verbinden und als Relikte derselben tektonischen Einheit zu deuten.

Wenn diese Annahme zutrifft, dann ergeben sich zugleich Hinweise auf die Herkunft dieser Schollen. Denn mit BENZINGER (1929), AMPFERER (1930, 1931), M. RICHTER (1956) und TOLLMANN (1970) darf man davon ausgehen, daß die Gaisbach-Schollen mit dem abgepreßten Hauptdolomit-„Stiel“ der Juppenspitz-Schuppe (auf Abb. 2 westlich der Unt. Gaisbühel-Alpe gerade noch erkennbar) zu verbinden sind. Das impliziert zugleich, daß die Karhorn-Scholle und die mit ihr parallelisierten kleineren Deckschollen als ein Gleitbrett aus der Allgäuer Hauptmulde selbst aufgedrungen und die Auenfelder Kreideschiefer durchbrochen haben müßten. Tatsächlich kann man auch im Gitzi-Tobel nordöstlich der Guggi-Köpfe die östlichste der Gaisbach-Deckschollen mit mittlerem Südfallen zwischen die Kreideschiefer einschließen sehen. An derselben Narbe, einer WSW-streichenden Störung, verschwinden außerdem noch drei Schollen aus Aptychenkalk im Untergrund.

Ob diese Störung über die Mohnenmähder mit der Hangendstörung der Juppenspitz-Schuppe im Sinne TOLLMANN's (1970, 1971) verbunden werden darf, konnte auch bei Durchsicht von Luftbildern nicht entschieden werden; allerdings darf man nicht voraussetzen, daß sich eine Störung mittleren oder flachen Einfallens im Relief ausprägen muß.

In jedem Fall ist gesichert, daß das Karhorn und die Gaisbach-Schollen zu einem flachen Schub Brett zu vereinen sind, die aus der Allgäuer Haupt-

mulde nahe ihrem Südrand ausgepreßt wurde. Heute ist eine Förderweite von annähernd 3 km zu belegen.

Zusammenfassung der Ergebnisse und Ausblick

Das Karhorn hat sich als Deckscholle mit inverser Schichtfolge erwiesen. Eine Deutung als Pilzsattel kann nicht aufrechterhalten werden, da weder ein entsprechender Internbau noch stratigraphische Verbände zu den unterlagernden Kreideschiefer der Allgäuer Hauptmulde existieren; und auch die vermutete Verbindung zwischen dem Karhorn und der Bödenegg-Trias, einem westlich anschließenden Gleitbrett in der Allgäuer Hauptmulde, konnte nicht bestätigt werden.

Mit dem Karhorn sind kleinere Deckschollen bei Bürstegg und westlich des Gaisbaches, sehr wahrscheinlich auch die Juppenspitz-Schuppe, zu einer flachen Schuppe vereint, deren Hauptdolomit-Kern vom Boden der Allgäuer Hauptmulde abgerissen ist und die Auenfelder Kreideschiefer als Gleitbrett durchbrochen hat. In inverser Folge anhaftende Rhät- und Lias-Gesteine sind an der Schuppenstirn relativ vollständig, nach hinten zunehmend reduziert; höherer Jura (Aptychenkalk) tritt nur in Schubfetzen an der Schuppenbasis auf. Das Eintauchen dieser Schuppe kann im Gitzi-Tobel am Südrand der Allgäuer Hauptmulde direkt beobachtet werden. Damit ordnet sich auch das Karhorn in den flachen Gleitbrett-Bau ein, der von TOLLMANN (1970) für die Nord- und Osthänge der Mohnenfluh dargestellt wurde.

Bei der starken Zerscherung des Gebietes wurde auch die Kreidefüllung der sich gegen SW vertiefenden Allgäuer Hauptmulde von ihrer Unterlage abgelöst und als selbständige tektonische Einheit transportiert.

Der ENE-streichende Falten- und Überschiebungsbau der Region konnte von HÜCKEL & al. (1960) wenig weiter östlich auf der Südseite des Allgäuer Hauptkamms als nachgosauisch datiert werden. Noch jünger war eine Quereinengung, aus der z. B. die ungefähr N/S-verlaufende Bürstegg-Aufschiebung, der subquadratische Zuschnitt der Karhorn-Scholle mit aufgebogenen Rändern auch auf der W- und E-Seite sowie die sigmoidale Verkrümmung der Juppenspitz-Schuppe (außerhalb unserer Karte) hervorgegangen sind.

Die extrem starke Zerscherung und tektonische Durchmischung im Karhorn-Mohnenfluh-Bereich könnte dadurch begründet sein, daß dieser zwischen den einander spitzwinklig überlagernden Überschiebungen der Allgäuer-Hauptkamm- und der Braunarlspez-Wösterspez-Schuppe gleichsam in einer geöffneten Schere gelegen ist.

Danksagung

Die Verfasser sind Herrn Priv.-Doz. Dr. D. HELMCKE für Diskussionen und photogeologische Beratung, den Damen R. COUSINO und W. JUNG sowie dem Institut für Angewandte Geodäsie, Außenstelle Berlin, für tatkräftige technische Unterstützung sehr zu Dank verbunden. Die Gelände-Arbeiten wurden aus dem Geotitel der Freien Universität Berlin gefördert.

Literatur

- AMPFERER, O. (1914): Über den Bau der westlichen Lechtaler Alpen. — Jb. k. k. Reichsanst., **64**: 307—326. — Wien.
- (1930): Beiträge zur Geologie des obersten Lechtales. — Jb. geol. B.-A., **80**: 103—146. — Wien.
- (1931): Beiträge zur Geologie des obersten Lechtales und des Großen Walsertales. — Jb. geol. B.-A., **81**: 177—216. — Wien.
- (1932a): Geologische Karte der Lechtaler Alpen 1:25.000, Bl. Klostertaler Alpen. — Geol. B.-A., Wien.
- (1932b): Zur Großtektonik von Vorarlberg. — Jb. geol. B.-A., **82**: 31—64. — Wien.
- BENZINGER, T. (1929): Zur Geologie des Quellengebietes der Bregenzer Ache. — Jb. geol. B.-A., **79**: 425—478. — Wien.
- BLUMENTHAL, M. M. (1936): Die Allgäu-Decke in den Bergen des Grossen Walsertales (Vorarlberg). — Ecl. geol. Helv., **29**: 449—479. — Basel.
- DOERT, U. & D. HELMCKE (1976): Geologie des Flexen-Passes (Vorarlberg/Österreich). Erläuterungen zur geologischen Karte des Flexen-Passes. — *Geologica et Palaeontologica*, **10**: 181—200. — Marburg.
- HEISSEL, W. (1958). Zur Tektonik der Nordtiroler Kalkalpen. — Mitt. geol. Ges. Wien, **50** (1957): 95—132. — Wien.
- HELMCKE, D. (1974): Geologie der südlichen Klostertaler Alpen (Vorarlberg/Österreich). Erläuterungen zur geologischen Karte der südlichen Klostertaler Alpen 1:25.000. — *Geologica et Palaeontologica*, **8**: 131—147. — Marburg.
- HÜCKEL, B., V. JACOBSHAGEN & W. STENGEL-RUTKOWSKI (1960): Über den Bau des Allgäuer Hauptkammes und der Hornbachkette (Nördliche Kalkalpen). — Z. dt. geol. Ges., **112**: 91—104. — Hannover.
- JACOBSHAGEN, V. (1961): Der Bau der südöstlichen Allgäuer Alpen. — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **113**: 153—206. — Stuttgart.
- (1958): Zur Stratigraphie und Paläogeographie der Jura-Fleckenmergel im südöstlichen Allgäu. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenf., **87** (1959): 208—226. — Wiesbaden.
- (1965): Die Allgäu-Schichten (Jura-Fleckenmergel) zwischen Wetterstein-Gebirge und Rhein. — Jb. geol. B.-A., **108**: 1—114. — Wien.
- & O. OTTE (1968): Zur Stellung der Arosa-Zone im Allgäu und im Bregenzer Wald (Ostalpen). — *Geologica et Palaeontologica*, **2**: 97—107. — Marburg.
- KOCKEL, C. W. (1960): Vom Sattel zur Klippe. — Abh. dt. Akad. Wiss. Berlin, (III.), **1** (Festschr. E. Kraus): 40—47. — Berlin.
- RICHTER, M. (1937): Die deutschen Alpen und ihre Entstehung. — 179 S. — Berlin (Borntraeger).
- (1956): Über den Bau der Vorarlberger Alpen zwischen Oberem Lech, Flexenpass und Ill. — Geotekton. Sympos. H. STILLE: 190—204. — Stuttgart.
- (1966): Allgäuer Alpen. — Samml. geol. Führer, Bd. **45**: 1—89. — Berlin (Borntraeger).
- (1969): Vorarlberger Alpen. — Samml. geol. Führer, Bd. **49**: 1—169. — Berlin (Borntraeger).
- & R. SCHÖNBERG (1955): Über den Bau der Lechtaler Alpen. — Z. dt. geol. Ges., **105** (1953): 59—79. — Hannover.
- SCHIDLÓWSKI, M. (1961a): Beitrag zur Geologie des Ostalpins zwischen Kleinem Walsertal und oberem Lech (Vorarlberg, Österreich). — Diss. Freie Univ. Berlin, 80 S. — Berlin.
- (1961b): Zur Revision des ostalpinen Deckenbaus im Allgäu—Vorarlberger Grenzraum. — Z. dt. geol. Ges., **113**: 161—175. — Hannover.
- SPENGLER, E. (1953): Versuch einer Rekonstruktion des Ablagerungsraumes der Decken

- der Nördlichen Kalkalpen. I. Teil: Der Westabschnitt der Kalkalpen. — Jb. geol. B.-A., **96**: 1—64. — Wien.
- STENGEL-RUTKOWSKI, W. (1960): Die Geologie der Umgebung von Lech (Vorarlberg). — Unpubl. Diss. Univ. Marburg, 152 S. — Marburg.
- (1962): Der Bau des Gebirges um Lech (Vorarlberg). — Z. dt. geol. Ges., **113** (1961): 535—576. — Hannover.
- TOLLMANN, A. (1970): Tektonische Karte der Nördlichen Kalkalpen 3. Teil: Der Westabschnitt. — Mitt. geol. Ges. Wien, **62** (1969): 78—170. — Wien.
- (1971): Zur Rehabilitierung des Deckenbaues in den westlichen Nordkalkalpen. — Jb. geol. B.-A., **114**: 273—360. — Wien.
- ZYLKA, R. (1978): Geologie der Allgäuer Hauptmulde und des Nordteils der Karhorn-Struktur zwischen Warth und Hochtannberg (Vorarlberg/Österreich). — Unpubl. Dipl.-Arbeit, 77 S. — Freie Univ. Berlin.