

Die Helvetischen Decken zwischen Melchtal und Brünig

Autor(en): **Hänni, Reto / Möri, Andreas / Pfiffner, Adrian**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern**

Band (Jahr): **35 (1997)**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-523760>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die Helvetischen Decken zwischen Melchtal und Brünig

RETO HÄNNI, ANDREAS MÖRI & ADRIAN PFIFFNER

Zusammenfassung

Das Melchtal und das Kleine Melchtal geben einen guten Einblick in die Tektonik parallel zur Transportrichtung der Helvetischen Decken und liefern interessante Informationen über den lateralen Verlauf der Strukturen. Der Deckenbau steht in direktem Zusammenhang mit der lithostratigraphischen Ausgangslage dieser faziell südlichen helvetischen Sedimente: Mächtige inkompetente Mergelabfolgen führten während der Deformation zu einer Individualisierung der einzelnen kompetenten Schichtglieder. Das Jura-Stockwerk wird der Axen-Decke zugeordnet, während die völlig disharmonisch darüberliegenden Kreidesedimente zur Drusberg-Decke zu zählen sind. Innerhalb der Axen-Decke sind die kompetenten Malmkalke vom vorwiegend schiefrigen Dogger abgeschert und bilden einen fünffach repetierten Schuppenstapel. Mit Hilfe bilanzierter Profilschnitte wurde die interne Deckengeometrie untersucht und die Abwicklungslängen bestimmt. Die Verkürzung erfolgte zu 40% durch Faltung und zu 60% durch Überschiebung.

Résumé

Les vallées du Melchtal et du Klein Melchtal offrent un bon aperçu de la tectonique des nappes helvétiques. Les structures peuvent être observées non seulement parallèlement mais aussi

latéralement à la direction de transport des nappes. Le style de déformation est fortement influencé par la lithologie des sédiments appartenant au faciès helvétique méridional. D'épaisses successions marneuses ont permis aux unités compétentes une déformation disharmonique. L'étage jurassique est attribué à la nappe d'Axen, alors que les sédiments crétacés, reposant d'une manière disharmonique par dessus, sont à corrélérer avec la nappe du Drusberg. Dans la nappe d'Axen, les calcaires compétents du jurassique supérieur se sont décollés du dogger schisteux et ont formé plusieurs écaillés superposant cinq fois la stratigraphie normale. Des coupes géologiques équilibrées ont permis de déterminer la géométrie interne des nappes et les longueurs initiales des couches. Le raccourcissement est achevé à 40% par plissement et à 60% par chevauchement.

Abstract

The Helvetic Nappes between Melchtal Valley and Brünig Pass. The Melchtal and Klein Melchtal valleys render possible the observation of nappe structure along the nappe's transport direction as well as along its strike. Nappe architecture depends highly on lithostratigraphic parameters of the sedimentary sequence, which is attributed to the southern helvetic facies realm: Thick incompetent marls enabled competent units to deform independently of one another

during shortening. The Jurassic layer is attributed to the Axen nappe, while the disharmoniously overlying Cretaceous sediments belong to the Drusberg nappe. Within the Axen nappe the competent Upper Jurassic limestone has been stripped off its Middle Jurassic shaly substratum

and forms a five-fold normal stratigraphic imbrication (antiformal stack). Balanced cross-sections were used to examine the internal nappe structure and to determine undeformed bed-lengths. Of the total shortening some 40% were accomplished by folding, 60% by thrusting.

Einleitung

Das Gebirge zwischen Melchtal und Lungern besteht aus Sedimenten des helvetischen Ablagerungsraumes, die im Verlauf der Gebirgsbildung deformiert und als Decken über mehrere zehn Kilometer nach Nordwesten überschoben wurden. Paläogeographisch stellen die Decken die Sedimentbedeckung des südlichsten Aarmassivs und des Gotthardmassivs dar (PFIFFNER 1985, WYSS 1986).

Tektonisch unterscheidet man im untersuchten Querschnitt zwischen der Drusberg- und der Axen-Decke (Abb. 1). Die Drusberg-Decke beinhaltet Kreide- und Tertiärsedimente, die von der Axen-Decke abgeschert wurden und jetzt als eigene Decke vorliegen. Den Abscherhorizont bilden die inkompetenten Palfris-Vitznau-Mergel. Die Drusberg-Decke geht gegen Osten in die Säntis-Decke, gegen Westen in die Wildhorn-Decke über (PFIFFNER 1993).

Die Stratigraphie des Gebietes wurde bereits von mehreren Autoren untersucht (ARBENZ 1907, ROD 1937, BENTZ 1948, TRÖHLER 1966, ISCHI 1978). Die Schichtreihe reicht im untersuchten Gebiet vom Dogger bis in die Unterkreide und wird durch Kalk-Mergel-Wechselagerungen sowohl im kleinen als auch im grossen Massstab charakterisiert (Abb. 2). Zum strukturgeologischen Bau des engeren Gebietes dagegen existierte bislang einzig ein Stereogramm (ARBENZ 1913), während aus angrenzenden Gebieten teilweise bedeutend mehr bekannt war (BUXTORF et al. 1916, HEIM 1919, ARBENZ 1934a, FICHTER 1934, STAEGER 1944, BENTZ 1948, HANTKE 1961, PFIFFNER 1993, MENKVELD 1995). Die hervorragende geolo-

gische Karte von ARBENZ (1911) enthält leider keinerlei strukturgeologische Informationen und dazu fehlen auch geologische Profilschnitte.

Dieser Artikel ist eine Zusammenfassung zweier Diplomarbeiten (HÄNNI 1995, MÖRI 1995), deren Ziel es war, diese Lücke zu schliessen und mittels geologischer Profilschnitte den Deckenbau zu untersuchen. Das Untersuchungsgebiet wurde im Massstab 1:10 000 kartiert und stratigraphisch beschrieben. Die tektonische Analyse beruht auf zahlreichen strukturgeologischen Messungen und Beobachtungen. Das Ergebnis dieser Untersuchungen präsentiert sich in Form mehrerer Profilschnitte. Die vier östlichen Profilschnitte (Abb. 1) wurden mit dem Programm GeoSec 4.0 konstruiert. Dieses Programm unterstützt das Bilanzieren geologischer Profile, indem Schichtlängen und Flächeninhalte berechnet und abgewickelt werden können. Ein ausgewogenes Profil muss folgende Anforderungen erfüllen:

1. Es dürfen keine Widersprüche mit der Geologie an der Erdoberfläche auftreten;
2. die Längen der einzelnen Schichten müssen vor und nach der Deformation gleich lang sein;
3. die Volumen einzelner Schichtglieder (im Profil als Flächen zu sehen) müssen vor und nach der Deformation gleich gross sein.

Unter der Annahme, dass während der Deformation kein Material die Profilspur verlassen hat, kann damit die geometrische Korrektheit eines Profils überprüft und optimiert werden. Das Programm GeoSec 4.0 erlaubt es ausserdem, in einem ausgewogenen Profil die Deformation rückgängig zu machen und damit die Geometrie des ursprünglichen Sedimentbeckens zu evaluieren.

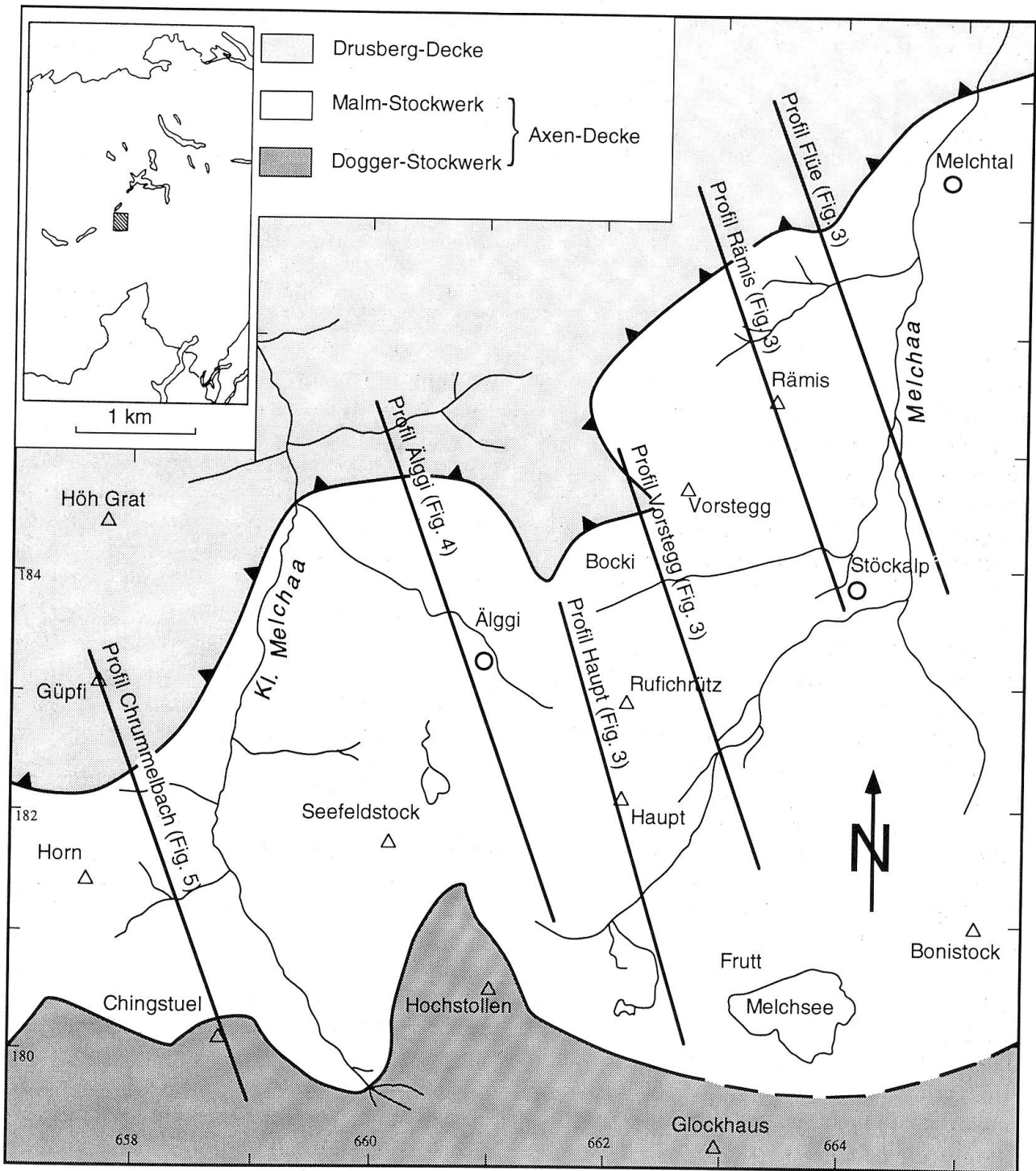


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes, tektonische Übersichtskarte und Lage der Profilsuren.

Der tektonische Bau

Die Berge westlich des Melchtales sind sowohl aus Elementen der Drusberg-Decke als auch aus den darunterliegenden Elementen

ten der Axen-Decke aufgebaut. Die beiden Decken unterscheiden sich nebst ihrem stratigraphischen Inhalt weitgehend durch ihren Deformationsstil. Die Disharmonie zwischen Drusberg- und Axen-Decke wird

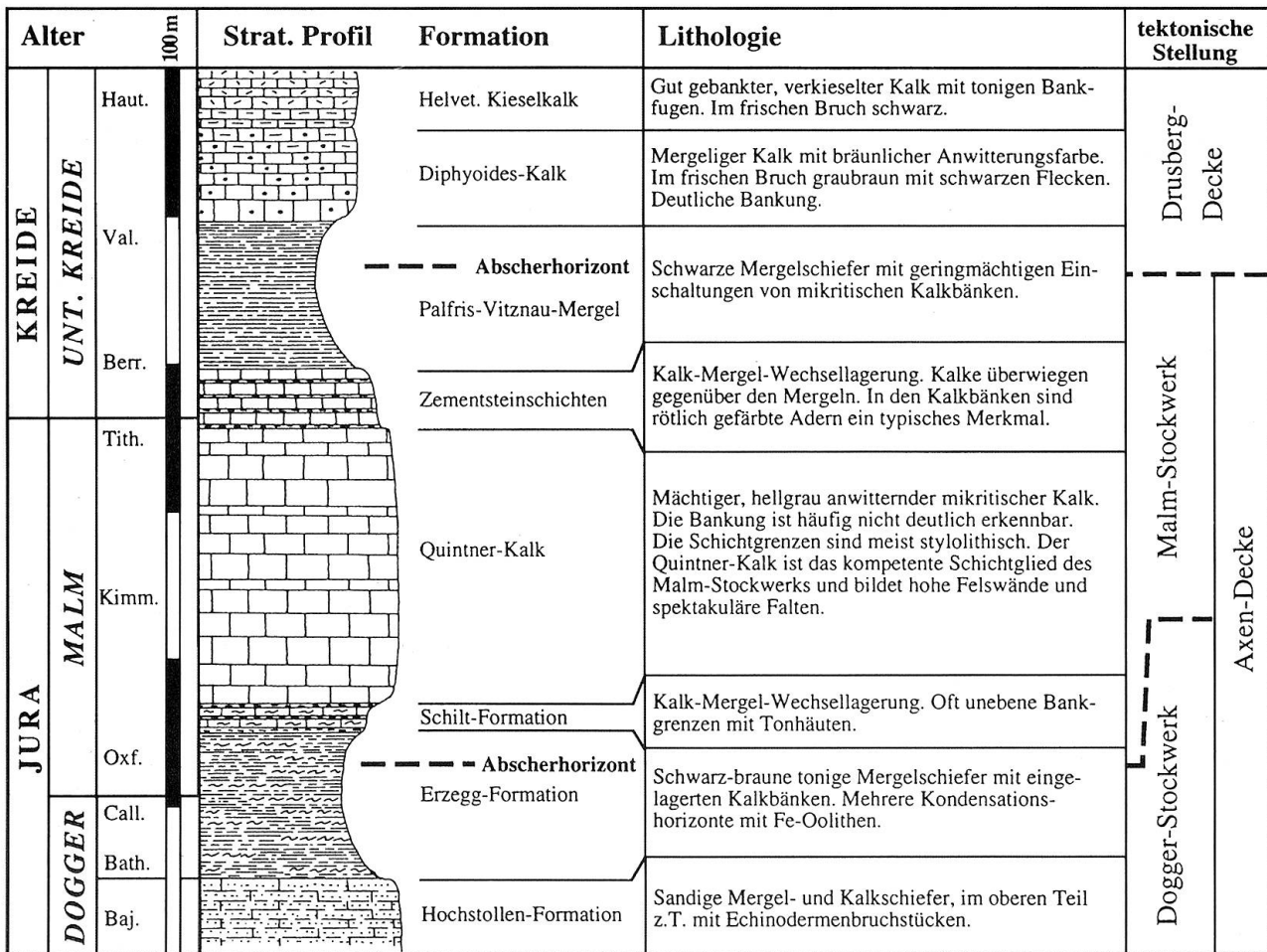


Abb. 2: Stratigraphisches Übersichtsprofil der Schichtreihe im Untersuchungsgebiet. Die Abscherhorizonte in den mächtigen Mergelabfolgen führten zu einer Auftrennung der Schichtreihe in einzelne strukturell unabhängige Elemente.

durch die grosse Mächtigkeit der Palfris-Vitznau-Mergel ermöglicht. Diese bis 300 m mächtige Mergelabfolge erlaubte eine unabhängige Deformation im Hangenden und Liegenden.

Der südlichste, flachliegende Teil der Drusberg-Decke zeigt intern nur wenig Verkürzung. Erst am Arnigrat, wo die Drusberg-Überschiebung steil Richtung Norden einfällt, sind die Kreideschichten intensiv verfaultet. Die Steilstellung der Drusberg-Überschiebung deuten wir als passive Hebung infolge der Verschuppung der Malmkalke im Liegenden (antiformal stack). Nördlich des Untersuchungsgebietes taucht die Drusberg-Decke unter den Sarnersee ab und erscheint erst wieder in der Randkette,

wo sie auf die Subalpine Molasse aufgeschoben ist.

Die mächtigen Felswände auf der Westseite des Melchtals geben einen Einblick in die Struktur der Axen-Decke. Die Profile Flüe, Rämis, Vorstegg und Haupt (Abb. 3) zeigen von E nach W infolge des Axialgefälles (ARBENZ 1928, 1934b) sukzessive höhere, ehemals südlicher gelegene Einheiten innerhalb der Axen-Decke.

Im Profil Flüe erkennt man direkt unterhalb der Drusberg-Überschiebung die dachziegelartig aufeinandergeschobenen Büel, Flüe sowie die Chnebel-Schuppe. Sie alle zeigen an ihrer Stirn die für solche Aufschuppungen typischen Rampenantiklinalen. Diese entstehen, wenn die basale Über-

schiebungsfläche einer Einheit eine Rampe durch eine kompetente Schicht bildet. Dabei kann die Rampe zu Beginn der Überschiebung bereits vorhanden sein, oder sie kann während der Überschiebung angelegt werden. Die Form der Antiklinale hängt von der Geometrie der jeweiligen Rampe ab. Das steile Einfallen der Schichten im Stirnbe- reich dieser Schuppen kann im Büelgraben westlich der Ortschaft Melchtal beobachtet werden. Vom gesamten, anhand der folgen- den Profile beschriebenen Axen-Stockwerk wurden diese Einheiten zuletzt aufeinander- geschoben. Dabei gelangte zuerst die Chne- bel- auf die Flüe-Schuppe und anschliessend wurde dieser Stapel auf die Büel-Schuppe aufgeschoben. Derartige von Süden Rich- tung Norden fortschreitenden Überschie- bungsbewegungen werden als «in sequence thrusting» bezeichnet.

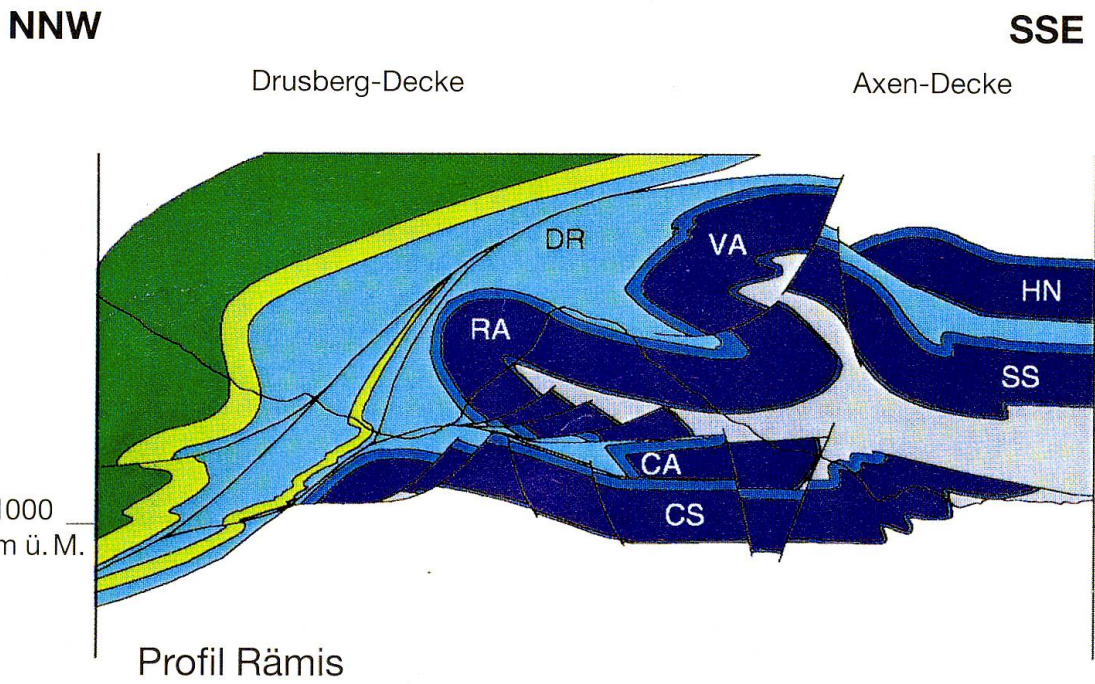
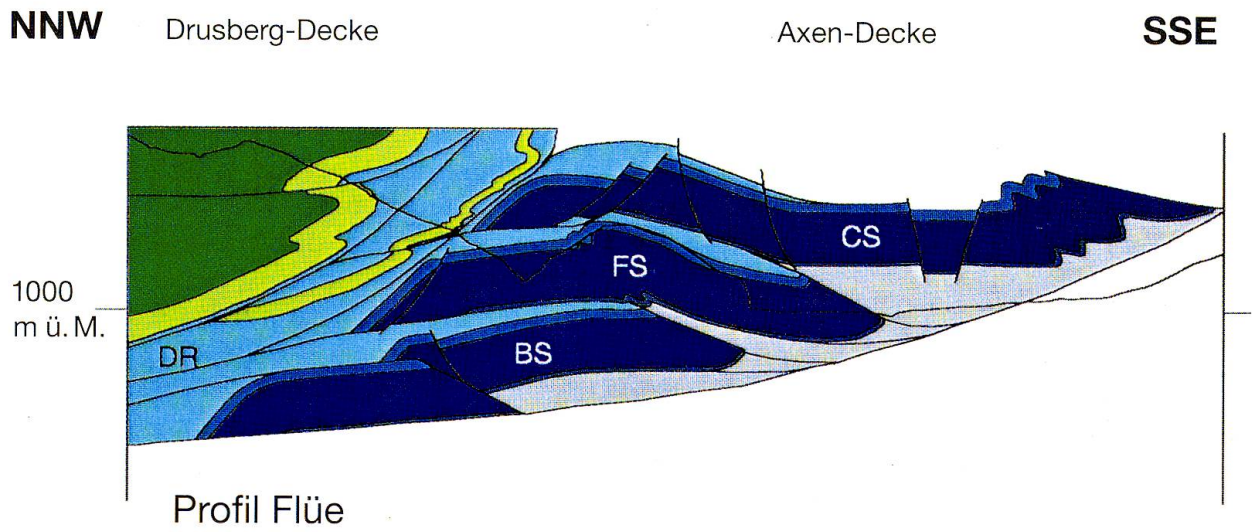
Das Profil Rämis zeigt die nächst höheren Einheiten: Die Rämis- und die Vorstegg- Antiklinale. Diese beiden Grossfalten prägen das Bild zwischen Melchtal und der Stöck- alp. Im Gegensatz zu den tieferliegenden Schuppen im Profil Flüe zeigen diese Einhei- ten beträchtliche Verkürzung durch Faltung. Die Rämis-Antiklinale weist einen durch Normalbrüche stark ausgedünnten Ver- kehrtschenkel auf. Sie wurde von der darun- terliegenden Chnebel-Schuppe abgerissen und über die Chnebel-Antiklinale hinaus Richtung Norden geschoben. Die am Süd- ende der Chnebel-Schuppe liegende, zur Synform aufgerichtete Rampe lässt sich mit der markanten Chnebel-Antiklinale verbind- en. Der flachliegende Normalschenkel lei- tet zur Vorstegg-Antiklinale über, welche Richtung Westen die Rämis-Antiklinale zu- nehmend überfährt, wie dies bei einem Ver- gleich der Profile Rämis und Vorstegg deut- lich zu sehen ist.

Das Profil Vorstegg zeigt den komplizier- ten Aufbau der Vorstegg-Antiklinale. Diese weist zum einen vom Tal aus deutlich er- kennbaren Parasitärfaleten im Scharnierbe- reich auf, zum anderen wird ihr Südschenkel durch eine Rückaufschiebung nach unten versetzt, so dass letzterer neben das Schar-

nier der Antiklinale zu liegen kommt. Dieses Zerdrücken der Falte äussert sich ebenfalls in einer Abschiebung im Vorstegg-Verkehrts- schenkel, was ein Hinweis auf einen Kollaps unter der Überlast höherer Deckeneinhei- ten sein könnte. Die Fortsetzung des Nor- malschenkels der Vorstegg-Antiklinale, die Stepfen-Schuppe, ist mit Ausnahme der hin- ter der Stöckalp aufgeschlossenen, grossen Kinkfalte relativ ungestört. Die am Südende dieser Schuppe steil aufgerichteten Schich- ten können korreliert werden mit der nur noch andeutungsweise vorhandenen Anti- klinale am Nordende des Haupt-Normal- schenkels. Der Haupt-Normalschenkel sei- nerseits ist zusätzlich durch eine auffällige Faltenstruktur verkürzt und endet am Süd- ende in einer engen Synklinale.

Im Profil Haupt erkennt man diese Haupt-Synklinale mit ihrem Verkehrtschen- kel wieder. Unter der Haupt-Synklinale und der Stepfen-Schuppe ist ausserdem der süd- lichste Teil der Schratten-Platte zu erken- nen. Diese muss als die faziell nördlichste Einheit im gesamten Untersuchungsgebiet angeschaut werden, denn die Rampe an ihrem Südende ist mit der frontalen Rampe der Büel-Schuppe zu verbinden. Die Schrat- ten-Platte baut das stark verkarstete Gebiet nördlich der Frutt auf und wird von einem weitverzweigten Höhlensystem durchzogen. Ebenfalls auf diesem Profil erkennt man das Doggerstockwerk der Axen-Decke in Form der auf der Haupt-Synklinale liegenden Hochstollen-Antiklinale.

Die Falten und Überschiebungen des Melchtal-Querschnitts lassen sich lateral ge- gen Westen ins Kleine Melchtal weiterver- folgen. Der Einblick in das Malm-Stockwerk ist dort durch die geringe Tiefe des Talein- schnitts, verbunden mit dem Abtauchen der Faltenachsen gegen WSW, auf die zwei höchsten Schuppen limitiert (Haupt-Synkli- nale, Stepfen-Schuppe). Die Vorstegg- und Rämis-Antiklinalen liegen im Kleinen Melchtal zumeist in bewaldetem Gebiet und entziehen sich dadurch der direkten Beob- achtung. Der laterale Verlauf der Gross- strukturen gegen WSW zeichnet sich durch



Drusberg-Decke

Axen-Decke

untere Kreide

Malm

Dogger



Kieselkalk



Zementsteinschichten



Erzegg-Fm.



Diphyoides-Kalk



Quintner-Kalk



Hochstollen-Fm.

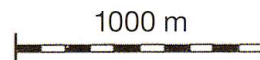
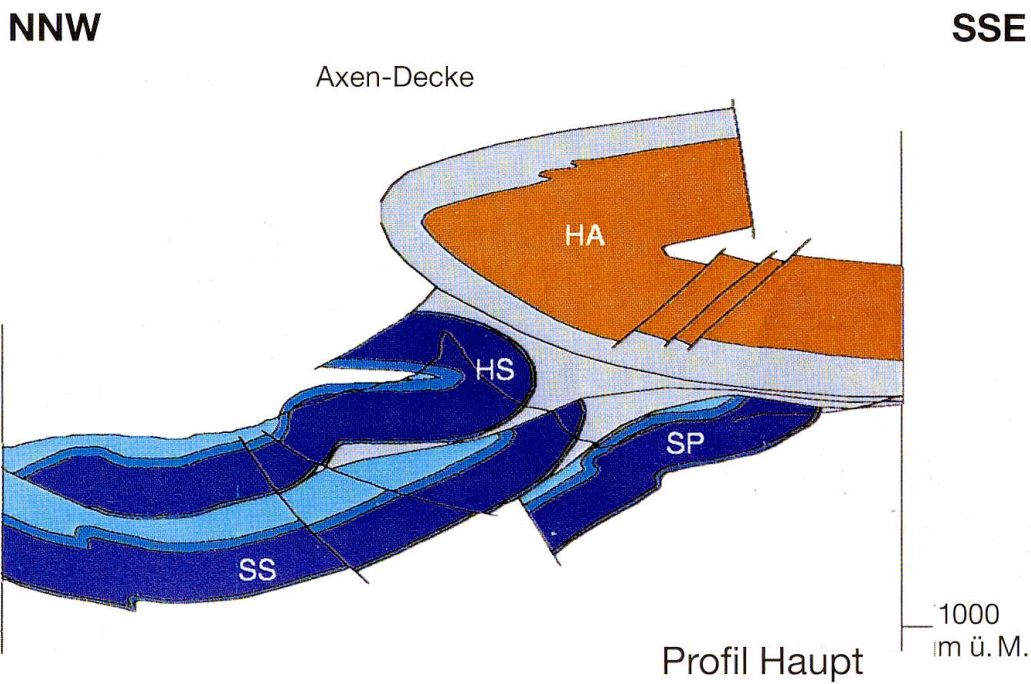
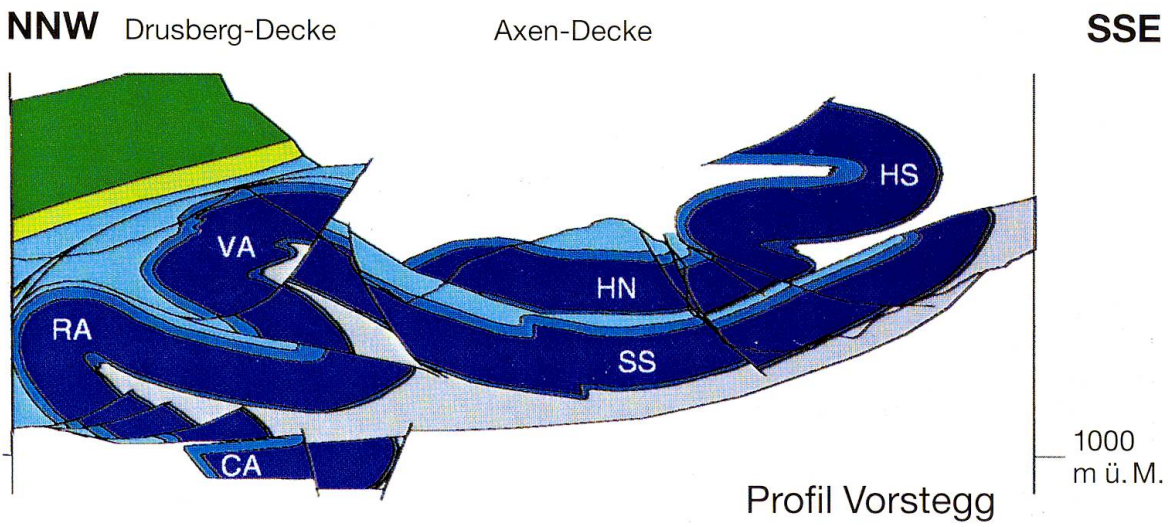


Palfris-Vitznau-Mergel



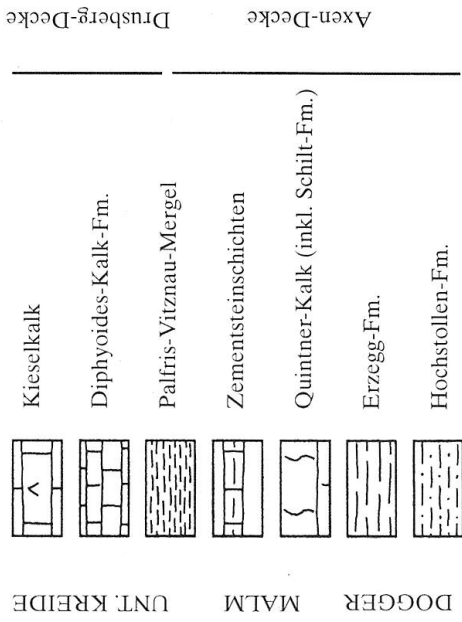
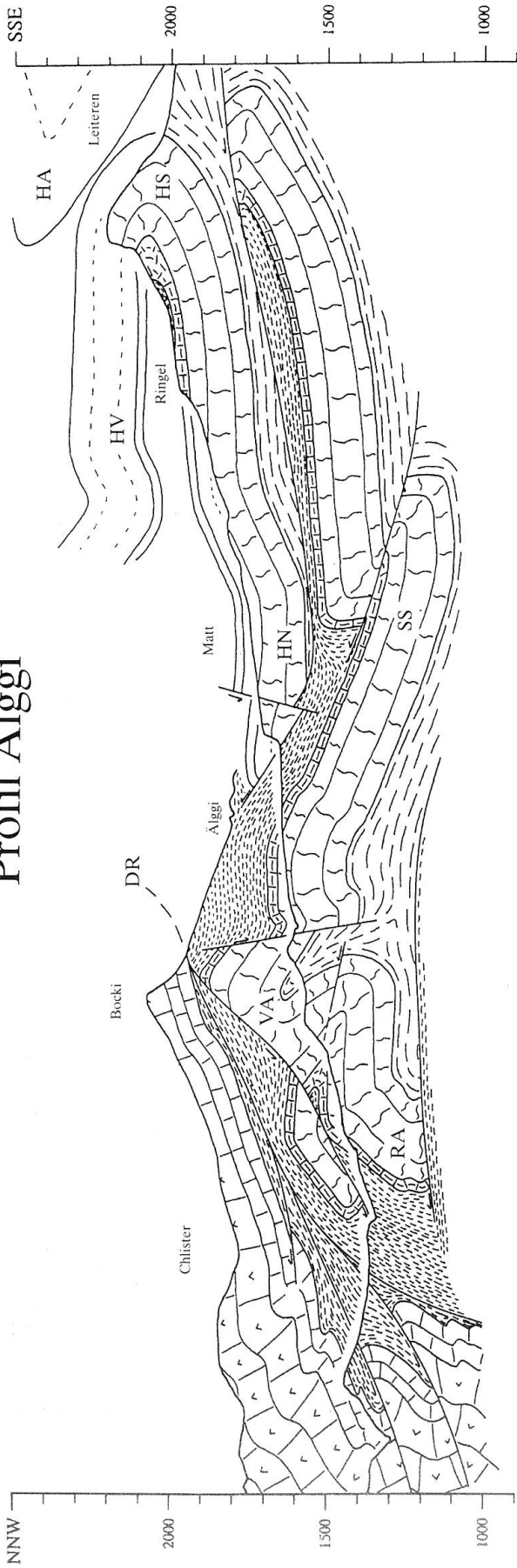
Mürtschen-Mb.

Abb. 3: Geologische Querprofile westlich des Melchtals.



DR Drusberg-Überschiebung	SP Schratten-Platte	CA Chnebel-Antiklinale
HA Hochstollen-Antiklinale	HN Haupt-Normalschenkel	CS Chnebel-Schuppe
HS Haupt-Synklinale	VA Vorstegg-Antiklinale	FS Flüe-Schuppe
SS Stepfen-Schuppe	RA Rämis-Antiklinale	BS Büel-Schuppe

Profil Äggi



- DR Drusberg-Überschiebung
- HA Hochstollen-Antiklinale
- HV Haupt-Verkehrtschenkel
- HS Haupt-Synklinale
- HN Haupt-Normalschenkel
- SS Stepfen-Schuppe
- VA Vorstegg-Antiklinale
- RA Rämis-Antiklinale

Abb. 4: Profil Äggi. Im Unterschied zu Profil «Haupt» ist die Faltenstruktur im Haupt-Normalschenkel bei Ringel nur noch andeutungsweise vorhanden, während sich in der Stepfen-Schuppe eine Überschiebung entwickelt.

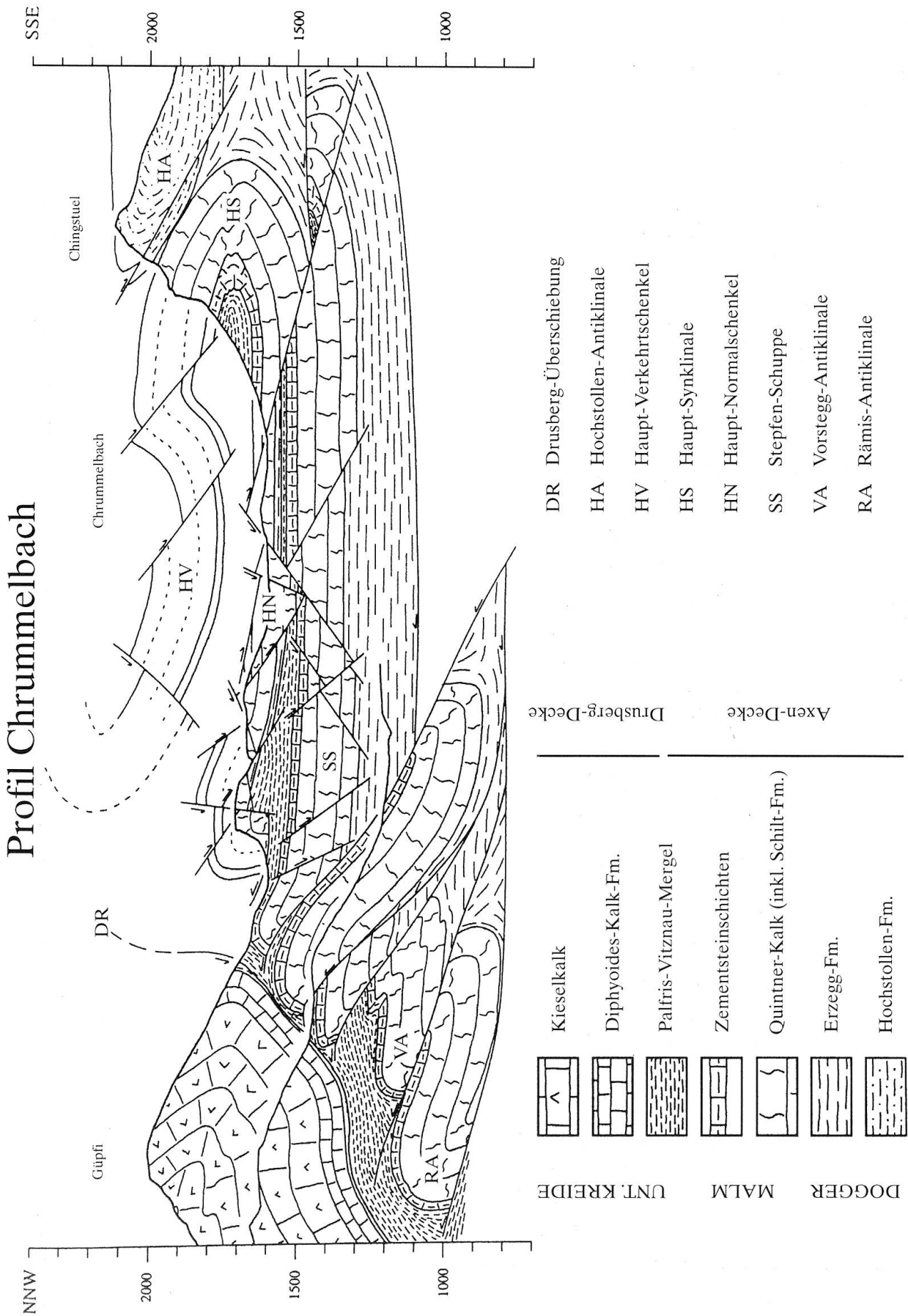


Abb. 5: Profil Chrummelbach. Im Unterschied zum Profil «Äggi» ist der Haupt-Normalschenkel stark ausgedünnt, und die Vorstege- und Rämis-Strukturen haben ihren Faltencharakter verloren.

eine Zunahme der Verkürzung durch Überschiebungen auf Kosten der Verkürzung durch Faltung aus. Dieser Übergang lässt sich am deutlichsten in der Stepfen-Schuppe feststellen: Die Rämisch-Vorstegg-Faltenstruktur des Melchtals geht gegen WSW über in einen Stapel von vier individuellen Schuppen (bei Hütschisbach auf der linken Talseite des Kleinen Melchtals).

Aus geometrischen Gründen muss angenommen werden, dass die auffällige Kinkfalte im südlichen Teil der Stepfen-Schuppe (Abb. 3, Profil «Haupt») gegen Westen in eine Überschiebung übergeht. Der Versatz dieser Überschiebung nimmt gegen Westen zu; auf der linken Talseite des Kleinen Melchtals beträgt dieser bereits 900 m und bedingt eine Rotation des Hangenden um 5° im Uhrzeigersinn.

Die markante Faltenstruktur des Haupt-Normalschenkels klingt gegen Westen rasch ab, während gleichzeitig die Dehnung des Haupt-Normalschenkels in Transportrichtung durch achsenparallele Normalbrüche zunimmt. Dem Haupt-Normalschenkel entspricht auf der linken Seite des Kleinen Melchtals die normalstratigraphische, stark fragmentierte Fäschflüe. Das geologische Kartenbild wird an jener Stelle zusätzlich kompliziert durch eine gegen Westen einfallende Verwerfung, die das Hangende (die Haupt-Synklinale bei Chingstuel) um rund 200 m heruntersetzt.

Der Haupt-Verkehrtschenkel bildet die Felswand zwischen Haupt- und Abschütz sowie den südlichen und westlichen Rand des Chrummelbach-Talkessels bis zum Horn. Beim Horn deuten Kleinfaltenvergenzen eine weiter nördlich anschliessende Antiklinalumbiegung an, die aber der Erosion zum Opfer gefallen ist. Die Schichtserie beim Horn stellt somit, begünstigt durch ihre Lage in der Brünig-Axialdepression, die südlichste Quintner-Kalk-Fazies in diesem Querschnitt dar.

Das Profil Älgi (Abb. 4) liegt parallel zum Profil «Haupt» (Abb. 3) und zeigt gegenüber letzterem im wesentlichen folgende Änderungen: Die Faltenstruktur im Haupt-

Normalschenkel ist nur noch in sehr abgeschwächter Form vorhanden. In der Stepfen-Schuppe unter dem Haupt-Normalschenkel entwickelt sich aus einer Faltenstruktur heraus eine Überschiebung, deren Versatz gegen Westen zunimmt. Die Vorstegg-Antiklinale kommt relativ zum Haupt-Normalschenkel tiefer zu liegen. Ihr Scharnier wird von einer Verwerfung nach unten versetzt. Die Drusberg-Decke bedeckt das Axen-Gebäude wie ein Teppich; die Kreideschuppen unterhalb «Chlister» werden als Kernstörungen einer Falte im Kilometermassstab gedeutet. Man beachte in diesem Profil die steilgestellte Drusberg-Überschiebung. Die Steilstellung wird mit der Überschiebung der Stepfen-Schuppe und der Auffaltung der Rämisch- und Vorstegg-Antiklinalen in Verbindung gebracht.

Das Profil Chrummelbach (Abb. 5) zeigt die starke Fragmentierung des Haupt-Normalschenkels und des Haupt-Verkehrtschenkels durch Verwerfungen. An der Überschiebungstirn des Haupt-Normalschenkels ist eine Antiklinalumbiegung vorhanden, im Gegensatz zum Haupt-Normalschenkel im Profil «Älgi». Die Vorstegg-Antiklinale ist in mehrere übereinanderliegende Schuppen aufgelöst. Der rückwärtige Teil der Stepfen-Schuppe ist seinerseits weit auf diesen Schuppenstapel aufgeschoben. Auf diesem Profil ist bei «Güpfi» ausserdem die Schinberg-Synklinale der Drusberg-Decke zu sehen. Sie beinhaltet die paläogeographisch südlichste Kreideserie der Drusberg-Decke im Untersuchungsgebiet.

Diskussion

Der tektonische Stil der Helvetischen Decken wird im Untersuchungsgebiet durch die Lithostratigraphie stark beeinflusst. Zwei mächtige inkompetente Mergelabfolgen im oberen Dogger und in der unteren Unterkreide wirkten im Verlauf der Verkürzung als Abscherhorizonte und führten zu einer ausgeprägten tektonischen Disharmo-

nie zwischen der Drusberg-Decke und den beiden Axen-Stockwerken. Der Quintner-Kalk, eingebettet in die Mergel der beiden Abscherhorizonte, eignet sich als kompetentes Schichtglied sehr gut als strukturgeologischer Bezugshorizont. Der lange Haupt-Verkehrtschenkel deutet darauf hin, dass der (südliche) Quintner-Kalk bei der Einingung zunächst Falten ausbildete, deren Wellenlängen und Amplituden gegen Norden rasch abnehmen. Bei zunehmender Einingung wurden diese Falten teilweise durchgebrochen und die weitere Verkürzung erfolgte durch Überschiebung (z.B. Chnebel-, Flüe- und Büel-Schuppe). Dabei wurde auch die Drusberg-Überschiebung im Hangen-

den passiv deformiert und lokal steilgestellt. Daraus folgt, dass die Individualisierung der Drusberg-Decke zu einem frühen Zeitpunkt der Anlage der Helvetischen Decken stattgefunden haben muss. Die ursprüngliche Schichtlänge des Quintner-Kalks zwischen Büel-Schuppe und Haupt-Synklinale von 15,3 km wurde auf 4,7 km, d.h. auf ca. 31%, verkürzt. Diese Verkürzung um ca. 10,6 km wurde zu 40% durch Faltung und zu 60% durch Überschiebung erreicht. Zu einem späteren Zeitpunkt erfolgte eine Dehnung in Richtung der Faltenachsen durch Verwerfungen. An der Stirn des Haupt-Normal-schenkels beträgt diese achsenparallele Streckung 20%.

LITERATURVERZEICHNIS

- ARBENZ, P. 1907. Zur Geologie des Gebietes zwischen Engelberg und Meiringen. – *Ecolgae geol. Helv.* 9: 464–483.
- ARBENZ, P. 1911. Geologische Karte des Gebietes zwischen Engelberg und Meiringen. 1:50000. – Spezialkarte Nr. 55.
- ARBENZ, P. 1913. Geologisches Stereogramm des Gebietes zwischen Engelberg und Meiringen. – Spezialkarte Nr. 5^{bis}.
- ARBENZ, P. 1928. Der geologische Bau der Kalkalpen zwischen Obwalden und dem Berner Oberland. – *Mitt. Naturf. Ges. Bern*: 6–10.
- ARBENZ, P. 1934a. Die helvetische Region. – *Geologischer Führer der Schweiz Fasc. II*: 96–120.
- ARBENZ, P. 1934b. Exkursion Nr. 60. Engelberg–Jochpass–Engstlenalp–Frutt–Melchtal–Sarnen. – *Geologischer Führer der Schweiz Fasc. X*: 776–789.
- BENTZ, F. 1948. Geologie des Sarnersee-Gebietes (Kt. Obwalden). – *Ecolgae geol. Helv.* 41/1: 1–140.
- BUXTORF, A., TOBLER, A., NIETHAMMER, G., BAUMBERGER, E., ARBENZ, P. & STAUB, W. 1916. Profile zur geologischen Vierwaldstättersee-Karte 1:50000. – Spezialkarte Nr. 66b.
- FICHTER, H.J. 1934. Geologie der Bauen–Brisen-Kette. – *Beitr. geol. Karte Schweiz (N.F.)* 69.
- HÄNNI, R. 1995. Geologische Untersuchungen im Kleinen Melchtal (OW). – Diplomarb. Univ. Bern.
- HEIM, A. 1919. *Geologie der Schweiz Bd. II.* – Tauchnitz, Leipzig.
- HANTKE, R. 1961. Tektonik der helvetischen Kalkalpen zwischen Obwalden und dem St. Galler Rheintal. – *Vjschr. Naturf. Ges. Zürich* 106/1: 211 S.
- ISCHI, H. 1978. Das Berriasien-Valanginien in der Wildhorn–Drusberg-Decke zwischen Thuner- und Vierwaldstättersee. – *Diss. Univ. Bern*.
- MENKVELD, J. W. 1995. Der geologische Bau des Helvetikums der Innerschweiz. – *Diss. Univ. Bern*.
- MÖRI, A. 1995. Geologische Untersuchungen im Melchtal (OW). – Diplomarb. Univ. Bern.
- PFIFFNER, O. A. 1985. Displacements along thrust faults. – *Ecolgae geol. Helv.* 78/2: 313–333.
- PFIFFNER, O. A. 1993. The structure of the Helvetic nappes and its relation to mechanical stratigraphy. – *J. Structural Geology* 15/3-5: 511–521.
- ROD, E. 1937. Stratigraphie der Graustock–Hutstock-Gruppe. – Stämpfli & Cie., Bern.
- STAEGER, D. 1944. Geologie der Wilerhorngruppe zwischen Brienz und Lungern. – *Ecolgae geol. Helv.* 37/1: 99–188.
- TRÖHLER, B. 1966. Geologie der Glockhaus-Gruppe. – *Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Serie* 13/10.
- WYSS, R. 1986. Die Urseren-Zone – Lithostratigraphie und Tektonik. – *Ecolgae geol. Helv.* 79/3: 731–767.

Reto Hänni und Adrian Pfiffner
Geologisches Institut
Baltzerstrasse 1
CH-3012 Bern

Andreas Möri
Geotechnisches Institut AG
Gartenstrasse 13
CH-3007 Bern

