

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 49 (1956)
Heft: 2

Artikel: Zur Geologie der Wurzelzone östlich des Ossolatales
Autor: Bearth, Peter
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-162077>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 25.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Zur Geologie der Wurzelzone östlich des Ossolatales

Von Peter Bearth, Basel

Mit 2 Textfiguren

In der Auseinandersetzung um die Synthesen ARGAND-STAUB spielt das Wurzelproblem eine wesentliche Rolle, das heisst die Interpretation des Abschnittes zwischen Valle Anzasca und Val Bognanco, vor allem die Deutung der Verhältnisse im Tale der Bogna. Sowohl R. STAUB (1936) als auch der Verfasser (1939) gelangten seinerzeit zu einer Ablehnung der These ARGANDS.

1953 erschien in der Eclogae eine Untersuchung von M. BLUMENTHAL, die der Wurzelzone zwischen Locarno und den Ossolälern gewidmet war. Diese durch Karten und Profile gut belegte Arbeit ist die bisher beste geologische Darstellung des Gebietes. Für den uns zunächst berührenden Teil W des Toce kam BLUMENTHAL im Prinzip zum gleichen Ergebnis wie der Verfasser (1939), indem er die S der Bogna auftretenden Gneise des Camughera und Moncucco zur Monte Leone-Decke rechnete und damit das Kristallin der Bernhard-Decke der von ARGAND konstruierten Wurzel beraubte.

1954 veröffentlichte dann A. AMSTUTZ eine Kartenskizze und ein Profil des Gebietes zwischen Bognanco und dem Anzatal. Er trennt Camughera und Moncucco von der Monte Leone-Decke ab und gibt dem Abschnitt S der Bogna eine radikal neue Deutung.

Wir befassen uns zunächst mit dem ersten Punkt, dem Südrand der Monte Leone-Decke, der im Laufe der Zeit immer wieder bald nördlich, bald südlich der Bogna gezogen wurde. Es genügt hier, auf die Entwürfe von C. SCHMIDT (1907) und auf jene zur Tektonik der Tessiner Alpen (NIGGLI et al., 1936) hinzuweisen. Die Linie Arzo-Cisore von AMSTUTZ erscheint (mehr oder weniger genau) in verschiedenen dieser Entwürfe. Das Hauptverdienst der Arbeit von AMSTUTZ liegt aber darin, dass er im Gegensatz zu seinen Vorgängern versucht hat, diese Linie durch Detailbeobachtungen zu belegen. Obwohl wir in verschiedenen Punkten zu anderen Ansichten gelangt sind, gehen wir mit AMSTUTZ darin einig, dass der Camughera-Moncucco-Komplex von der Monte-Leone-Decke abgetrennt werden muss.

Als Kennzeichen seiner Deckengrenze nimmt AMSTUTZ eingeschobene Fetzen von Mesozoikum an (z. B. Serpentin von Cisore), die allerdings nur sporadisch auftreten, ferner Mylonite und schliesslich eine mächtige Störungszone, die alle im Rücken der Monte Leone-Decke auftreten sollen. Mesozoische Fetzen haben wir aber auch mehrfach S der Linie Arzo-Cisore beobachtet, so zum Beispiel an der Strasse Domodossola-Bognanco bei km 2 (Quarzit und Marmor) und 500 m weiter W (Quarzit). Dazu gehört wahrscheinlich auch der Serpentin direkt S San Marco.

Das alles deutet darauf hin, dass im Rücken der Monte Leone-Decke eine Schuppenzone auftritt. Ob die von AMSTUTZ erwähnten Störungen und die Mylonite mit den Überschiebungen (oder Unterschiebungen) etwas zu tun haben, erscheint ebenfalls zweifelhaft. Dieser Punkt soll im folgenden besprochen werden.

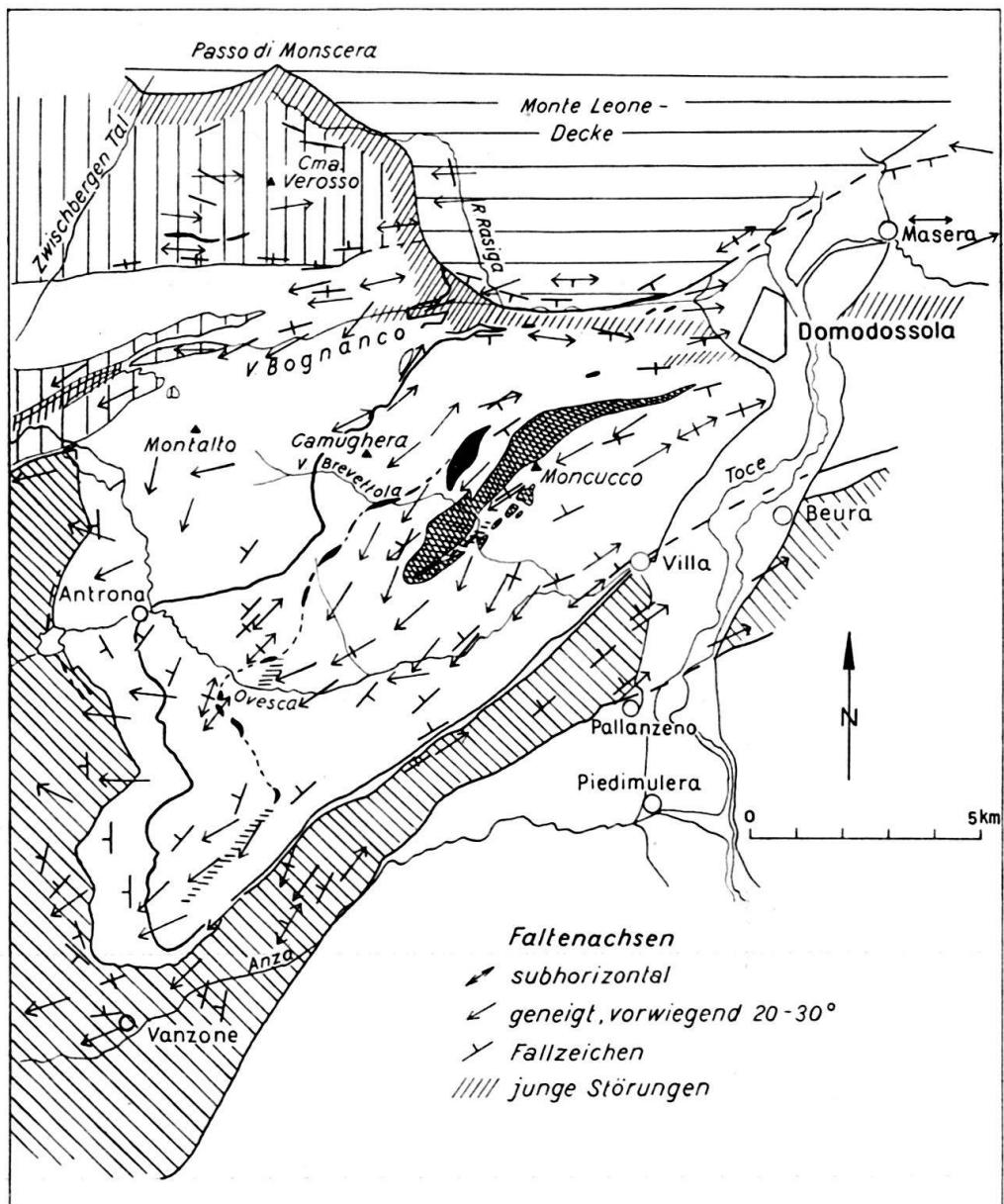


Fig. 1. Strukturkarte des Camughera-Moncucco-Komplexes und seines Rahmens, 1 : 200000
(Legende siehe auch Fig. 2.)

Zunächst aber möchten wir feststellen, dass der Südrand der Monte Leone-Gneise bei Cisore, wie dies E. WENK (1955a) angegeben hat, nach NE ins Val Isorno hineinstreicht und nicht ins Valle di Vigezzo. Die Gneise unmittelbar S von Cisore bilden die westliche Fortsetzung der Zone der Piada di Crana, die zwischen der Isorno-Mulde und dem Valle di Vigezzo durchstreicht (siehe Fig. 1/2). Die tektonische Zugehörigkeit dieser Zone bedarf allerdings noch der Abklärung.

Es lässt sich nun leicht zeigen, dass die von AMSTUTZ als Deckenscheider benutzten grossen Störungen unabhängig von der Deckengrenze verlaufen. Sie streichen nämlich zwischen Vagna und Domodossola in die Südflanke des Bognancotal des Bognancotal hinein (was A. SPICHER schon 1953 beobachtet hatte); das heisst über 1 km

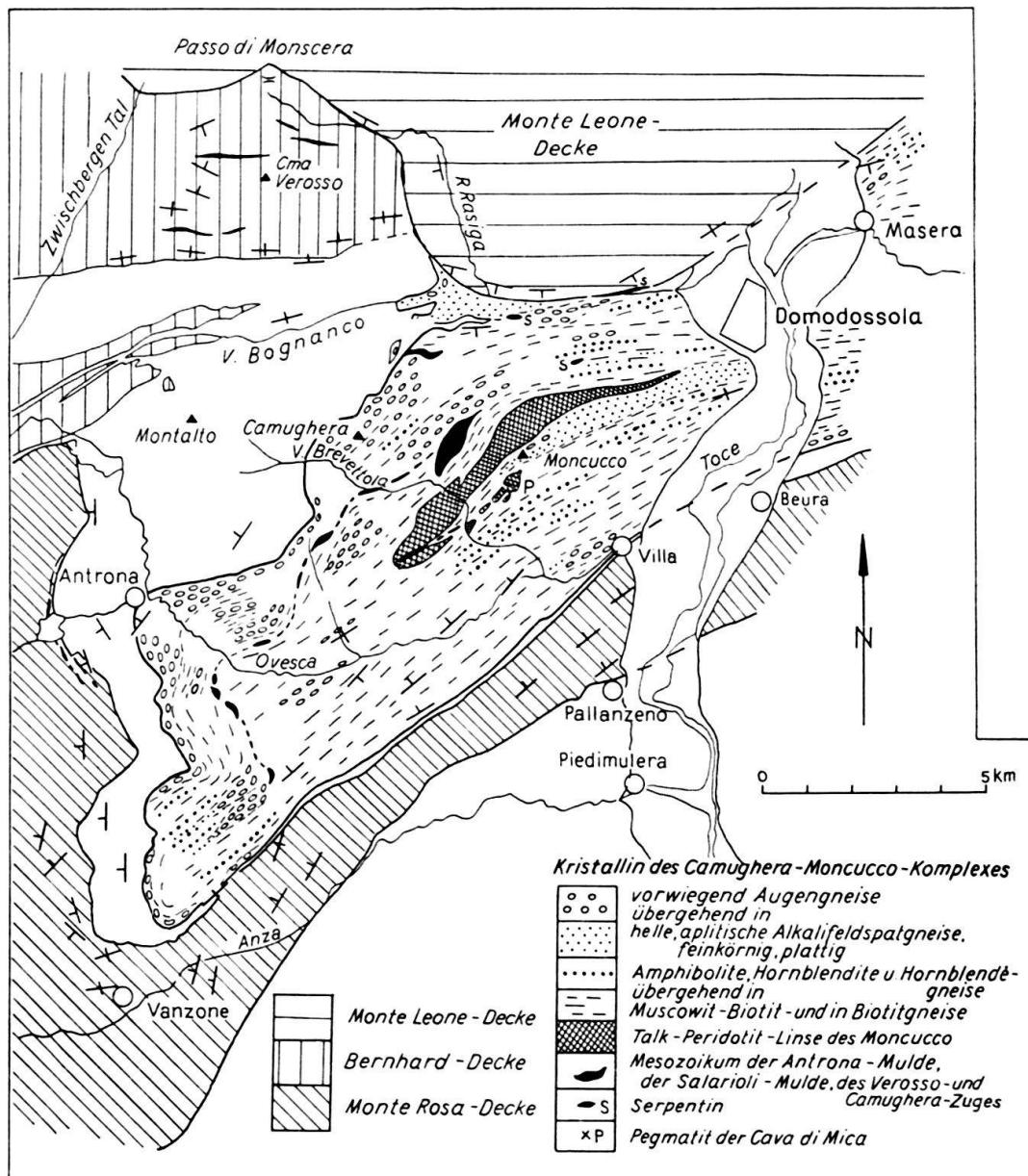


Fig. 2. Geologische Skizze des Camughera-Moncucco-Komplexes, 1 : 200000.

S der Linie Cisore–Val Isorno. Die steil durchziehenden Ruschelzonen S Vagna bilden die westliche Fortsetzung der grossen Störung, die von Locarno her das ganze Centovalli durchzieht. Diese Centovallistörung erreicht bei San Marco im Bognancotal die nach S ausgreifenden Monte Leone-Gneise und folgt nun allerdings zum Teil der Deckengrenze in der Richtung gegen San Bernardo (BEARTH 1939). Ein anderer Zweig aber begleitet die Bognana talaufwärts nach Ovic. Junge Störungen machen sich auch weiter westlich, in den Ophiolithen von Antrona,

am Passo die Preja und im Val Loranco bemerkbar (siehe Fig. 2). Erst im Furggtal scheinen sie ganz auszuklingen. Diese E-W-Linie ist für die Depression Locarno-Loranco verantwortlich, sie ist auch bestimmt für die Morphologie der Täler von Bognanco, Vigezzo und Centovalli. Zusammen mit der glazialen Schuttbedeckung, mit den zahllosen Sackungen und Verstellungen macht sie die geologischen Verhältnisse in diesen Tälern aber auch sehr schwer durchschaubar.

Nun wird diese E-W-Linie, wie erwähnt, bei Terme von einer wohl gleichzeitigen N-S-Störung begleitet, die über den Passo di Monscera und die Furgge nordwärts in die Talfurche des Simplon hineinstreicht.

Ihr weiterer Verlauf ist auf Figur 1 der zusammenfassenden Arbeit des Verfassers im gleichen Heft (S. 281) eingetragen.

Mit der Centovallistörung hängen im Bognanco wahrscheinlich auch die Mylonite im Rücken der Monte Leone-Gneise zusammen. Dieser Punkt bedarf aber noch einer näheren Untersuchung. Jedenfalls kann man sie nicht einfach mit den Überschiebungen in Verbindung bringen. Das erscheint in der penninischen Zone sogar *a priori* unwahrscheinlich. Ein Beispiel aus dem Bognancotal möge das illustrieren. Bei km 4 macht die Bogna eine scharfe Kurve und hier, am Nordufer des Baches, ist ein verschuppter Komplex von Gneisen, Kalkglimmerschiefern und Ophiolithen anstehend – wahrscheinlich die Fortsetzung des Serpentins von Cisore. Die tektonisch gemischten Elemente von Altkristallin und Mesozoikum sind dabei bruchlos miteinander verschweisst, das heißt alle Kontakte sind durch Kristallisation ausgeheilt. Die Verschuppung ist also präkristallin, in Übereinstimmung mit dem, was man in der ganzen penninischen Zone, in den Tauern (BR. SANDER, H. P. CORNELIUS), sowohl als im Wallis und in Savoyen (P. BEARTH, F. ELLENBERGER, RAGUIN) immer wieder beobachten kann. Wo Mylonitisierung auftritt, ist sie stets an jüngere Bewegungen gebunden, die selbstverständlich alte tektonische Linien aufreissen können, dies aber nicht müssen und es oft auch nicht tun. Bognanco macht in dieser Hinsicht keine Ausnahme.

Obwohl also einige der von AMSTUTZ zur Deckentrennung herangezogenen Elemente mit dieser wenig zu tun haben, wird man kaum mehr an der Tatsache rütteln können, dass die Camughera-Moncucco-Gneise vom Monte Leone-Kristallin getrennt werden müssen. Diese Abtrennung ergibt sich fast zwangsläufig, wenn man den bogenförmigen Grundriss des Monte Leone-Deckenrückens betrachtet und beachtet, dass die Innentektonik der Kristallinmassen S und N der Bogna völlig verschieden ist.

Auch lithologisch ist die Trennung berechtigt, obwohl sie im Gelände infolge verschiedener Komplikationen nicht überall sicher durchgeführt werden kann. Die meist feinkörnigen, plattigen Monte-Leone-Gesteine sind fast durchgehend granoblastische Alkalifeldspatgneise (mit Mikroklin und Albit oder Oligoklas). Sie sind makroskopisch von den herrschenden Gneistypen im Camughera-Moncucco-Komplex nur schwer unterscheidbar, da beide häufig Bänderung zeigen und oft mit Hornblendegneisen und Amphiboliten alternieren, im S allerdings viel mehr als im eigentlichen Monte Leone-Kristallin. Besonders am Ausgang des Bognancotales ist eine Unterscheidung der Camughera- von den Monte-Leone-Gneisen im Felde nicht durchführbar. Die charakteristischen Unterschiede sind erst im Mikroskop fassbar. Die Monte Leone-Gneise führen fast immer olivgrünen Biotit

(Camughera–Moncucco braun) und immer ist Epidot (oft mit Orthitkern) vorhanden. (Zur Charakteristik der Monte-Leone Gneise siehe auch O. GRÜTTER.)

Mit der Abtrennung des Camughera–Moncucco-Kristallins von demjenigen der Monte Leone-Decke stellt sich das Problem der Tektonik der Ossolatäler neu.

Erinnern wir zunächst daran, dass ARGAND die Camughera-Gneise als Wurzelstiel seiner Bernhard-Decke auffasste und durch den Sedimentzug Passo Salarioli–Ogaggio–Colle del Pianino (Salarioli-Mulde) vom Moncucco-Komplex (= Monte Leone-Decke nach ARGAND) trennt. Diese Linie kann nun aber nicht mehr die Rolle eines Deckenscheiders übernehmen, da die Gleichstellung von Moncucco mit Monte Leone sich nicht aufrecht erhalten lässt. Die Salarioli-Mulde verband ARGAND dann quer über das Bognancotal hinweg mit dem Dolomitzug von Arzo. Dass diese Verbindung nicht besteht, habe ich 1939 gezeigt. Der ganze Camughera-Komplex biegt (auch darin muss ich AMSTUTZ recht geben), um den gleichnamigen Berg herum in die Südflanke des Val Bognanco hinein.

In ihrer ursprünglichen Form kann die Deutung von ARGAND jedenfalls nicht mehr aufrecht erhalten werden.

In diese Situation bringt nun AMSTUTZ eine prinzipiell neue Interpretation, Nach ihm stellen Camughera und Moncucco eine Einheit dar, die zwar in Verbindung mit der Bernhard-Decke zu bringen ist, aber nun nicht die Wurzel, sondern die nach S gekehrte Stirnpartie der Bernhard-Decke bilden soll, die in einer ersten tektonischen Phase von N her auf das *autochthone* Monte Rosa-Massiv überschoben wurde. Die Bernhard-Decke müsste nach AMSTUTZ im N wurzeln. Die Ophiolithe der Zone von Antrona sind nach ihm nicht anders als die *Unterlage* der Camughera–Moncucco-Zone und entsprechen der normalen mesozoischen Auflagerung des Monte Rosa-Kristallins, dessen Südrand den bekannten Wurzelstiel bildet, während der nördliche Flügel in einzelnen Gneisschuppen bei Bognanco wieder auftauchen soll. Zur Erklärung der Niveaudifferenz zwischen den Ophiolithen von Zermatt und denjenigen von Antrona nimmt AMSTUTZ eine Querfaltung in Verbindung mit nachträglicher Heraushebung an. Eine weitere wesentliche Voraussetzung seiner Deutung bildet dann die Behauptung, dass das achsiale Gefälle im ganzen Gebiet nach NE gerichtet sei, in striktem Gegensatz zu ARGAND, der alle tektonischen Elemente nach SW einfallen lässt.

Das Achsialgefälle

Diese letzte Behauptung von AMSTUTZ lässt sich nun aber direkt durch Messungen kontrollieren. In Figur 1 sind die Ergebnisse zusammengefasst und schematisch dargestellt. (Es wurden nur Faltenachsen berücksichtigt.) Man sieht, dass die Faltenachsen (im Mittel mit 20–30°) nach SW oder W einfallen, konform dem, was man weiter westlich im Loranco- und Zwischbergental und in den Saastälern feststellen kann. Östliches Absinken tritt erst in unmittelbarer Nähe des Ossolatales auf. Eine interessante Ausnahme macht die Camughera-Zone (und der direkt anschliessende Ophiolithrand), die schon von Antrona weg subhorizontale oder schwach NE- (oder E)- fallende Achsen zeigt und damit eine gewisse tektonische Selbständigkeit gegenüber den Moncucco-Gneisen demonstriert (siehe dazu Seite 275). Östliches achsiales Einfallen habe ich 1956 auch im Verossozipfel

festgestellt. Von einem allgemeinen Abstieg aller tektonischen Elemente nach E (siehe AMSTUTZ 1955) kann aber nicht gesprochen werden.

Nun müssen wir uns aber darüber klar sein, dass die gemessenen Faltenachsen in der Regel para- oder vorkristallin angelegt worden sind und ihre Entstehung verhältnismässig späten Deformationen zu verdanken ist. Für die regionale Tektonik haben ferner die intrakristallin gemessenen Falten nur dann eine Bedeutung, wenn sich zeigen lässt, dass sie mit dem achsialen Anstieg der stratigraphischen und tektonischen Grenzflächen (Überschiebungsflächen) übereinstimmen. Das kann aber an vielen Punkten in diesem ausgedehnten Gebiet immer wieder bestätigt werden.

Die Struktur der Antronamulde bei Bognanco

Einen weiteren wesentlichen Punkt der «Synthese» von AMSTUTZ bildet seine Verbindung der Verosso- und Camughera-Gneise, die er durch einen Luftsattel bewerkstelligt, der die Ophiolithe von Antrona-Bognanco überwölbt (siehe Profil AMSTUTZ 1955). Die Ophiolithe müssten nach oben dachfirstartig geschlossen sein, während ARGAND diese Struktur als nach E aufsteigende Mulde auffasste (Löffel von Bognanco).

AMSTUTZ stützt seine Konstruktion einmal auf die Behauptung, dass Nord- und Südschenkel der Ophiolithe im Bognancotal nach oben konvergieren. Der Südflügel fällt mit ca. 50° nordwärts ein (was ich bestätigen kann), der Nordrand nach ihm aber nur mit 30–40°. Die Messungen, die ich in den Gneisen und Ophiolithen westlich und nördlich von Pizzanco durchführte, zeigen aber, dass der Südrand der Verossogneise (und auf diesen kommt es doch wohl an) $\pm 10\text{--}20^\circ$ um die Vertikale herumpendelt, ganz in Übereinstimmung mit dem, was man allgemein E vom Zwischbergental (z. B. am Pizzo Straciugo) beobachten kann (siehe Blatt Saas). Störungen treten erst in der Nähe der Deckengrenze (gegen Monte Leone) auf. Wenn AMSTUTZ (und z. T. auch BLUMENTHAL) abweichende Zahlen angeben, so deshalb, weil sie die durch Sackung und Hackenwurf bedingten Verstellungen übersehen haben.

Nord- und Südschenkel der Ophiolithe von Bognanco konvergieren also nach unten.

Nun entspricht der nördliche Rand der Antronamulde der nach S schauenden Stirne einer Rückfalte, die am Balmhorn (Zwischenbergental) im Querprofil erscheint (siehe M. BLUNEMTHAL 1952, S. 230–235, sowie Profil 1, Taf. XII). BLUMENTHAL zieht die Ophiolithe N San Lorenzo unter diese Rückfalte hinein. Wie weit eine solche Konstruktion möglich ist, geht aber aus den spärlichen Aufschlüssen in jenem Zipfel nicht hervor, denn sowohl bei A. Dente, wie auch bei A. Gallinera streichen die Verossogneise EW und stehen steil. Unmittelbar W der A. Comba fallen die Ophiolithe scheinbar nordwärts unter die Gneise ein; aber gerade jene Aufschlüsse liegen auf einer jungen NS-Störung. Ein sicherer Beweis, dass der Südrand der Verossogneise zwischen San Bernardo und A. Dente eine Umbiegung nach N erfährt, ist also aus den bisherigen Beobachtungen nicht zu erbringen.

Ein Argument, das auf den ersten Blick zugunsten der Interpretation von AMSTUTZ spricht, ist das östliche achsiale Einfallen von Camughera und Verosso. Aber die richtige Einschätzung dieser Tatsache ist wohl nur in regionalem Rahmen möglich (siehe nachstehende Arbeit S. 285). Hier begnügen wir uns mit dem Hin-

weis, dass unmittelbar westlich Bognanco Terme ein kräftiges achsiales Einfallen der Ophiolithe nach Westen einsetzt und dass die Umkehr dieses Einfallens bei Bognanco nur eine Verzögerung im definitiven Ausstreichen der Antronamulde nach E, niemals aber ein tunnelartiges Abtauchen der Ophiolithe unter die Camughera-Gneise bewirken kann.

Der synklinale Charakter der Ophiolithzone von Bognanco wird nun auch durch ihren Innenbau veranschaulicht. N Pizzanco ist in den Ophiolithen eine sehr schöne, nach unten geschlossene Umbiegung zu erkennen, die schon BLUMENTHAL (1953) im Prinzip richtig angibt.

Auch die Verteilung der Ophiolithserien innerhalb der Mulde unterstreicht diese Struktur. Während nämlich im Westen Epidot-Hornblende-Prasiniten (neben Serpentiniten) vorherrschen, spielen E vom Montalto Granat-Zoisit-Amphibolite, (eklogitogene Gesteine) spärlich auch Glaukophanschiefer und häufig flaserige Gabbro-Derivate eine wesentliche Rolle. Bei der A. Forno (V. Bognanco) quert eine Knetzone von Ophiolith und Kalkglimmerschiefern mit schönen tektonischen Geröllen die Bogna und streicht gegen Pizzanco; diese Gesteine machen, zum Teil wenigstens, die Umbiegung N dieser Ortschaft mit.

Diese Struktur wiederholt sich weiter westlich, wo verschiedene Lappen der tauchenden Furgg-Zone aus dem Lorancotal weit nach E in das obere Bognancotal vorstossen (siehe Blatt Saas). Diese Gneislappen zeigen das westliche achsiale Abtauchen ganz besonders schön (z. B. S vom Passo di Preja) und sie lassen mit aller Deutlichkeit erkennen, dass die Ophiolithe vom Bognanco- bis ins Furggtal hinein, das heisst auf eine Strecke von über 15 km, die Gneise unterlagern! Die östliche Fortsetzung dieser tauchenden Gneisantiklinalen müssen wir uns in der Luft über Bognanco hinwegstreichend vorstellen. Dass auch die Muldengesteine nach E sich herausheben, wurde schon oben erwähnt (siehe auch Fig. 2).

Wir stellen also fest, dass die von AMSTUTZ konstruierte Verbindung von Verosso und Camughera mit verschiedenen beobachteten Tatsachen in Widerspruch steht. Die Ophiolithe von Bognanco bilden eine nach unten geschlossene Synklinale und die ARGANDSche Deutung des Löffels von Bognanco kommt den tatsächlichen Verhältnissen sicher näher, als diejenige von AMSTUTZ. Falls also eine Verbindung zwischen Verosso und Camughera besteht, so müsste sie unter und nicht über die Ophiolithe durchgezogen werden.

Bevor wir uns aber dieser Frage zuwenden, werfen wir noch einen Blick auf die Gneis- und Schieferlagen, die in den Ophiolithen des Bognanco-Löffels häufig auftreten. Einzelnen von ihnen kommt in der Interpretation von AMSTUTZ eine grössere Bedeutung zu, da er sie, ganz ähnlich wie die oben erwähnten Gneislappen der Furggzone, als von unten auftauchendes Monte Rosa-Kristallin deutet.

Derartige Lamellen finden sich in den Ophiolithen am Südrand der Verosso-Gneise und am Kontakt mit der Camughera-Zone, hier besonders schön bei der Alp Sella, wo eine stark laminierte Augengneislamelle mit Kalkglimmerschiefern und Ophiolithen, also mit Mesozoikum verschuppt ist. Das Auftreten dieser und anderer Gneis- und Schieferlamellen in der Nähe tektonischer Kontakte spricht schon für eine reine mechanische Einschuppung. Andererseits sind ja – wie AMSTUTZ selber erwähnt – auch die Gneise des Camughera (und z. T. jene des Verosso)

von zahlreichen mesozoischen Zügen (hauptsächlich Ophiolithe) zerschlitzt (auf Fig. 2 nur z. T. eingetragen).

Als tektonisch eingeschuppt betrachte ich deshalb auch die Gesteine S. San Lorenzo, an der Strasse nach Bognanco-Terme. Dieser Aufschluss besteht aus Phengit-Albit-Gneisen, aus albit-führendem Muscowitschiefer und aus Granat-Staurolithglimmerschiefer. Ganz analoge Gesteine sind aber S. der Bogna an mehreren Stellen gefunden worden, zum Beispiel an der Strasse Domo-Bognanco, im Rio di Barca (N Ca del Piano), im Rio di Molezzano (1070 m). Sie kommen auch in den Paragesteinen der Cima di Verosso vor, und es ist jedenfalls viel naheliegender, sie entweder aus diesem oder aus dem Camughera-Komplex herzuleiten, als sie aus dem Kristallin des Monte Rosa zu beziehen. Dasselbe gilt für die (Chlorit-) Muscowit-Albitgneise und Granat-Muscowitschiefer (+Chlorit) an der Abzweigung des Weges von San Lorenzo nach Pizzanco, die AMSTUTZ ebenso grundlos zum Monte Rosa-Kristallin stellt. Typisches Monte Rosa-Kristallin ist in allen diesen Gneisschuppen überhaupt nicht beobachtet worden.

Nun sind sicher nicht alle Schieferlamellen der Ophiolithzone tektonisch eingeschuppt. Einige sind als metamorphe sedimentäre Glieder der Ophiolithserie zu betrachten, zum Beispiel die schmalen Einschaltungen von Muscowitschiefern (\pm Granat), die zum Teil in Kalkglimmerschiefer, zum Teil aber in Quarzite übergehen und in der ganzen Ophiolithserie der Westalpen immer wieder zu beobachten sind. In der Antronamulde treten sie in einer steilstehenden Serie von Ophiolithen und Kalkglimmerschiefern auf, die auf dem Grat E vom Rio Vallaro anstehen. Derartige Gesteine können nicht sicher von eingeschupptem Parakristallin getrennt werden. Staurolithführende Gesteine aber habe ich unter den über 50 untersuchten Proben, die aus verschiedenen Ophiolithgebieten der Westalpen stammen, nie gefunden.

Die Paraschieferlagen der Ophiolithzone von Antrona gehören somit entweder zu dieser selbst oder stellen aus dem Camughera- oder Verosso-Kristallin eingeschuppte Elemente dar – keine einzige Beobachtung aber vermag die Behauptung von AMSTUTZ zu belegen, wonach auch von unten eingeschupptes Monte Rosa-Kristallin daran beteiligt sein soll.

Die Verbindung der Camughera- und Verosso-Gneise

Die Verbindung dieser beiden Einheiten müsste nach dem Gesagten unter den Ophiolithen von Bognanco hindurch erfolgen, wenn sie überhaupt besteht. Rein geometrisch ist sie zweifellos möglich, da die Trennung bei San Lorenzo durch ein lokales Abreissen bedingt sein kann und die Ophiolithe (mit dem Serpentin von San Lorenzo an der Basis) nach E in die Luft ausstrecken. Während der Südrand der Verosso-Gneise, soweit er verfolgt werden kann, steil nordwärts einfällt, fallen die Gneise des Camughera westlich Bognanco Terme mit ca. 30° nach N ein, um gegen E zuerst in eine flache Lagerung (Terme) und dann in Südfallen hinein zu drehen. Diese Torsion des Camughera-Nordrandes hängt vermutlich mit dem Ausstrecken (vielleicht auch Ausglätten) des Löffels von Bognanco zusammen.

Die Verbindung Camughera–Verosso ist also, wie gesagt, geometrisch möglich, aber besteht sie auch tatsächlich?

Diese Frage kann nicht einfach mit ja oder nein beantwortet werden; ausschlaggebend ist hier der lithologische Vergleich der beiden Gesteinsserien und dieser ergibt kein ganz eindeutiges Resultat.

Beim Vergleich solcher Serien muss man unterscheiden zwischen serienmässig typischen und atypischen Gesteinen. Atypisch sind beispielsweise die Augengneise, die in allen benachbarten Einheiten vertreten sind (sporadisch auch in der Monte-Leone-Decke) und deshalb tektonisch nicht viel bedeuten wollen. Typisch sind hingegen echte Paragesteinsserien.

Im Verosso-Komplex sind *Paraschiefer* neben Augengneisen und mittelkörnigen Alkalifeldspatgneisen vorherrschend. Sie bestehen aus Glimmerschiefern, hauptsächlich Granat-Chlorit-Muscowitschiefern, zum Teil albitführend und in Albignaiese übergehend. Diese Schiefer und Gneise mit ihrem graublauen Bruch, rostroter Anwitterung und Einlagerung von Quarzschnüren sind typische Mischabelgesteine und lassen sich in stets gleichbleibender Ausbildung vom Aostatal (Ruitor!) durch das ganze Wallis über Mischabel und Fletschhorn in den Zwischenbergen-Lappen (Verosso) hinein verfolgen. Selbst die nur sporadisch auftretenden, aber sehr typischen chloritoidführenden Granatglimmerschiefer der Mischabelserie sind hier vertreten (z. B. bei A. Pragio). Charakteristisch für diese Serie ist der fast konstante Gehalt an Granat und Chlorit, während Biotit entweder fehlt oder nur sporadisch auftritt. Ein selten fehlender Übergemengteile ist der Titanit.

Verglichen damit sind in der nördlichen Camughera-Zone atypische Augengneise und mittelkörnige helle Alkalifeldspatgneise dominierend, neben gebänderten, feinkörnigen Biotit- und Zweiglimmergneisen. Gesteine, die man makroskopisch als typische Mischabel-Gneise bezeichnen könnte, fand ich nur als schmale Lagen und nur an wenigen Stellen (z. B. im Rio Molezzano, im Graben W Salvagrande, im Rio di Barca, an der Strasse Domo-Bognanco und im Rimozzobach). An drei dieser Vorkommen wurde Stauolith beobachtet, der (nach BLUMENTHAL) sporadisch auch im Verosso-Komplex auftritt, aber geradezu typisch für den Nordflügel der Piada di Crana-Zone ist.

Wenn man also eine Verbindung zwischen Verosso und Camughera postuliert, so muss man zugleich annehmen, dass die im N typische (biotitfreie) und mit konstant bleibendem lithologischen Charakter das Wallis durchziehende, mächtige Mischabelserie im Bognanco weitgehend durch atypische Alkalifeldspatgesteine und durch biotitreiche Gneise verdrängt wird. Ja, man muss sogar annehmen, dass sie verschwindet; denn die Camughera-Gneise gehen nach S (und auch nach E) in den (im Vergleich zu Verosso) lithologisch völlig anders gearteten Verband des Moncucco (resp. Piada di Grana) über, das heisst die tektonische Verbindung Verosso-Camughera wäre ohne Annahme eines gleichzeitigen Fazieswechsels nicht denkbar.

Struktur und lithologischer Charakter des Camughera-Moncucco-Komplexes

Weiter oben wurde schon erwähnt, dass die Faltenachsen in der Moncucco-Zone nach SW eingefallen (ca. 30°), während sie in der Camughera-Zone stark wechselnde, überwiegend aber Ost-Tendenz zeigen. In dieser Hinsicht verhält sich also Moncucco bis hart an das Ossolatal hinan konform zum benachbarten Wallis (incl. Monte Rosa!), während das Verhalten von Camughera mit einem Einbruch

der Tessiner Tektonik in unser Revier verglichen werden kann. Dieses gegensätzliche Verhalten erscheint umso merkwürdiger, als einzig und allein die Camughera-Zone, wenigstens im nördlichen Teil, lithologisch unter obigem Vorbehalt an das Wallis (Verosso) angeschlossen werden könnte, während Moncucco ganz eindeutig nach E weist und seine Fortsetzung in der Zone von Orselina findet (siehe S. 277).

Das unterschiedliche tektonische Verhalten der Camughera-Zone kann durch eine späte Verstellung dieses Blockes entlang der Salarioli-Mulde bedingt sein. Die intensive Verknetung, Verschuppung und Mylonitisierung in und in der Nähe dieser Linie (BEARTH 1939) zeigt deutlich kräftige postkristalline Bewegungen an. Die mesozoischen Elemente dieser Mulde reissen immer wieder ab und ihr Verlauf war bisher auch (z. B. im Val Brevettola) nur ganz ungenügend bekannt. Mesozoische Einschaltungen treten übrigens auch ausserhalb der Salarioli-Mulde auf, zum Beispiel im Brevettolatal, teilweise in tektonischem Kontakt mit dem Talk-Peridotitzug des Moncucco (z. B. bei A. Pradurino) zum Teil aber auch verknetet mit Gneisen, ohne dass es uns bisher gelungen wäre, eine plausible Deutung dieser Einlagerungen zu geben. Es ist aber wahrscheinlich, dass ihnen in der Tektonik dieses Abschnittes nur eine sekundäre Bedeutung zukommt. Dies ergibt sich vor allem daraus, dass die Camughera-Zone nach S in die Moncucco-Zone hineinstreicht. Folgt man dem Südrand der Moncucco-Zone von NE nach SW, so gelangt man in das Val Bianca, wo beide Einheiten ineinander übergehen (siehe auch BEARTH 1939). Weder 1939 noch 1955 habe ich eine tektonische Grenze zwischen beiden feststellen können. Postkristalline, im Streichen liegende Störungszonen sind hier zwar recht häufig, durchsetzen aber einen einheitlichen Verband aus feinkörnigen Zweiglimmergneisen, mit Übergängen zu Hornblendegneisen und Einlagerungen von Amphiboliten (auch Augengneisen), das ist genau dieselbe Serie wie am Moncucco-SE-Grat. Camughera und Moncucco haben somit auch die gleiche Wurzel, und eine Trennung im Sinne ARGANDS erscheint zum mindesten sehr unwahrscheinlich. In beiden Zonen treten dieselben Gesteinstypen auf, Unterschiede sind nur im quantitativen Anteil festzustellen; denn in der Camughera-Zone dominieren grobflaserige Augengneise, während diese in der Moncucco-Zone zugunsten feinkörniger, gebänderter Zweiglimmergneise zurücktreten. Die im Moncucco-Komplex sehr verbreiteten Amphibolite und Hornblendegneise, die durch alle Übergänge mit diesen verbunden sind, fehlen auch in der Camughera-Zone nicht, sind hier aber N der Val Bianca eher spärlich vertreten. Hingegen finden sie sich wieder häufiger in der östlichen Fortsetzung der Camughera-Zone zwischen Rio Rimozzo und dem Ossolatal, wo deshalb eine Unterscheidung von Camughera- und Moncucco-Gneisen so wenig möglich ist wie im Val Bianca.

Wir betrachten aus diesen Gründen Camughera und Moncucco als eine Einheit im tektonischen und lithologischen Sinne. Vergegenwärtigen wir das, und vergleichen wir diesen Komplex mit demjenigen der Fletschhorn-Verossomasse, so erscheint eine direkte Verbindung von Camughera (Moncucco) und Verosso auch von diesem Standpunkt aus als äusserst unwahrscheinlich.

Ein Element der Moncucco-Serie bedarf noch der Erwähnung; es sind dies die teilweise in Talkschiefer umgewandelten Peridotite, die das vordere Val Brevettola in zwei Zonen queren, von denen die mächtigere nördlich, die zweite südlich vom

Moncuccogipfel durchstreicht. Diese Peridotite werden im Streichen von Hornblenditen abgelöst, die schliesslich in Amphibolite und Hornblendegneise übergehen; sie gehören vermutlich zur Moncucco-Serie und wären in diesem Falle nicht als mesozoisch zu betrachten. Ein Detail ist hier noch erwähnenswert. Der zweite kleinere Peridotitzug (siehe Fig. 2) ist in grosse Boudins aufgelöst, was S vom Moncucco, zwischen Aulamia und diesem Gipfel, sehr schön zu sehen ist. Die Fugen zwischen den einzelnen Boudins sind durch Muscovit-Pegmatite ausgeheilt, von denen ein besonders grobkörniger bei Cava di Mica abgebaut wird.

Zwischen dem Pegmatit und dem zum Teil in Talkschiefer umgewandelten Peridotit erfolgte ein intensiver Stoffaustausch; der Talk wurde in Biotit umgewandelt, während im Pegmatit grosse Strahlstein- und Biotitkristalle sich entwickelten.

Kleinere Muscovitpegmatitlagen sind in der Moncucco-Serie sehr verbreitet. Ich betrachte alle diese Vorkommen als westlichste Ausläufer der Pegmatitzone des Centovalli. Der Pegmatit der Cava di Mica teilt mit vielen dieser Gänge eine nachkristalline Durchbewegung, die die Glimmerpakete gestaucht und den Kalifeldspat granuliert hat.

Die Verbindung des Camughera-Moncucco-Komplexes zum Tessin

Es bleibt uns zum Schluss noch übrig, die Verbindungen des Camughera-Moncucco-Komplexes nach E, also zum Tessin hin, zu untersuchen. Diese sind entschieden eindeutiger als jene nach dem Wallis. Das gilt vor allem für die Moncucco-Zone, deren Fortsetzung über das Ossolatal hinweg ganz klar ist. Die zwischen Domo und Villadossola durchstreichende Zone erscheint in den steilstehenden Gneisen östlich des Toce zwischen Cave del Croppo und Quarata wieder. Im Tessin bildet die Zone von Orselina ihre Fortsetzung. Sie wird als Wurzel des Maggia-Lappens betrachtet. Es ist also diese Zone, die in der Umbiegung von Vanzone (Val Bianca) unter den Ophiolithen der Antrona-Mulde verschwindet.

Weniger eindeutig erscheint die Parallelisierung der Camughera- mit der Zone der Pioda di Crana. Diese Verbindung wird eben durch die Centovallistörung durchschnitten. Immerhin lässt sich feststellen, dass der Nordflügel der Pioda di Crana-Zone der von Paragneisen (Staurolith-Glimmerschiefer!) Amphiboliten und Augengneisen gebildet wird, auch am Eingang zum Bognancotal erscheint. Die plattigen hellen Gneise, die den Kern der Pioda di Crana-Zone bilden, fehlen im Westen oder sind dort nur durch schmale Züge vertreten; infolge des axialen Anstieges nach Westen verschwindet die Hauptmasse vor Erreichen des Bognantales. Wir möchten nochmals unterstreichen, dass der lithologische Charakter der Pioda di Crana-Zone (=Camughera) eine Gleichsetzung mit den Verosso-Gneisen, die nördlich Bognanco in der gleichen tektonischen Position erscheinen, als äusserst unwahrscheinlich erkennen lässt.

RÉSUMÉ

Dans le présent travail, j'ai essayé de donner une description de la structure et du caractère lithologique du complexe Camughera-Moncucco. On doit séparer ce complexe de la nappe du Monte Leone (A. AMSTUTZ). Nos observations dans ce segment ont confirmé l'interprétation d'ARGAND et nous ont obligés de refuter celle de M. AMSTUTZ. Surtout pour des raisons litho-

logiques, nous ne pouvons admettre qu'il y existe une relation directe entre les gneiss de Camughera-Moncucco et ceux du Verosso. Vers l'Est, la zone de Moncucco correspond à la zone d'Orselina, mais l'équivalent des gneiss de Camughera doit être cherché dans la zone de la Pioda di Crana.

LITERATURVERZEICHNIS

- AMSTUTZ, A. (1954): *Pennides dans l'Ossola et problèmes des racines*. Arch. Sci., Genève, 7/6.
 – (1955): *Structures alpines; Ossola, Coeur du problème etc.* C. r. Acad. Sci. 241, 888.
- ARGAND, E. (1911): *Les nappes de recouvrement des Alpes pennines et leurs prolongements structuraux*. Mat. Carte géol. Suisse [n.s.], 31^e livre.
 – (1934): *La Zone pennique*. Guide géol. Suisse, Fasc. III.
- BEARTH, P. (1939): *Über den Zusammenhang der Monte Rosa- und Bernhard-Decke*. Eclogae geol. Helv. 32/1.
 – (1952): *Geologie und Petrographie des Monte Rosa*. Beitr. geol. Karte Schweiz [NF] 96.
- BLUMENTHAL, M. (1952): *Beobachtungen über Bau und Verlauf der Muldenzone von Antrona*. Eclogae geol. Helv. 45/2.
- GRÜTTER, O. (1929): *Petrographische und geologische Untersuchungen in der Region von Bosco (Valle Maggia)*. Verh. naturf. Ges. Basel 40, 78.
- NIGGLI, P., PREISWERK, H., GRÜTTER, O., BOSSARD, L., & KÜNDIG, E. (1936): *Geologische Beschreibung der Tessiner Alpen zwischen Maggia- und Bleniotal*. Beitr. geol. Karte Schweiz [NF], Lfg. 71.
- SCHMIDT, C. (1907): *Über die Geologie des Simplongebietes und die Tektonik der Schweizeralpen*. Eclogae geol. Helv. 9, 484.
- WENK, E. (1955a): *Ergebnisse einer Rekognoszierung im Gebirgsdreieck Domodossola-Camedo-P. Porcarescio*. Eclogae geol. Helv. 48/1, 125.
 – (1955b): *Eine Strukturkarte der Tessinalpen*. Schweiz. min.-petr. Mitt. 35/2, 311.

Karten

Carta geol. d'Italia 1 : 100 000, Foglio Domodossola.

Geologische Generalkarte der Schweiz 1 : 200 000.

Bl. 6 Sion und Bl. 7 Ticino. Hg. v. d. Schweiz. Geol. Komm. 1942 und 1955.

Geolog. Atlas der Schweiz 1:25000. Bl. Saas, 1954.