

**Zeitschrift:** Eclogae Geologicae Helvetiae

**Band:** 44 (1951)

**Heft:** 1

**Artikel:** Über die Beziehung zwischen Alpen und Apennin und die Gestaltung der alpinen Leitlinien Europas

**Kapitel:** Von den jungtertiären Vorgängen im Apennin-Alpenstrang und seiner Umgebung

**Autor:** Staub, Rudolf

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-161431>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 19.10.2024

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

ziehungen zwischen diesen beiden Gebirgen damit in gar keiner Weise erschöpft; denn die Bewegungsvorgänge haben bekanntlich, weder in den Alpen noch im Apennin, mit dem Beginn des mittleren Oligozäns ihr Ende gefunden, sondern hielten, wie die Dislokationen in der subalpinen Molasse am Nordrand der Alpen und der emilianische Apennin oder auch grosse Teile des Südalpenbaues ja in jeder Klarheit zeigen, über lange Zeit noch weiter an und erreichten an der Wende vom Miozän zum Pliozän, ja zonenweise bis tief ins Pliozän hinein, ein weiteres Maximum an Intensität. Diese *jüngeren Bewegungen* aber schufen erst *das heutige Bild*, resp. die heute vorliegende und *tatsächlich beobachtbare Struktur* der Ketten, und *auf diese jüngeren Bewegungen gehen so durchaus naturgemäss auch eine grosse Menge von auffallenden Sonderzügen in den Alpen und im Apennin, ja im ganzen westlichen Mittelmeergebiet zurück*. Der primär, in der ersten grossen orogenetischen Phase der vorstampischen Zeit geschaffene Bau wurde im Jungtertiär noch weiter recht beträchtlich deformiert. Das zeigt die Geschichte der Molassebildungen, das zeigt der Bau der Alpen und das zeigt endlich auch der Bau des Apennins.

Diesen Dingen wenden wir uns nun einmal, auf den bisherigen Grundlagen weiterbauend, etwas näher zu.

### **Von den jungtertiären Vorgängen im Apennin-Alpenstrang und seiner Umgebung**

Dass praktisch der ganze padanische Teil des Apennins als wirklicher Gebirgszug erst im späteren Jungtertiär, an der Wende vom Miozän zum Pliozän, in den äussersten padanischen Randfalten sogar erst im oberen Pliozän entstanden, resp. dem Meere entstieg ist, als eigentliches Molassegebirge im ursprünglich einfachen Südflügel des padanischen Tertiärbeckens durch weiteren Zusammenschub des primär nur einfach gebauten padanischen Gebirgsabfalles gebildet, wurde bereits erwähnt und geht aus allen lokal-geologischen Gegebenheiten dieses Gebietes seit Jahrzehnten ohne weiteres hervor. Dass darüber hinaus der ganze Untergrund der Po-Ebene konform diesem emilianischen Apenninrand deformiert und zusammengeschoben wurde, geht aus den bereits erwähnten Schweremessungen und den Ölsondierungen in der Po-Ebene, aus vielen weit zerstreuten Mitteilungen klar hervor. Dass endlich auch der Südalpenrand, an dem die einzelnen südalpinen Bau-Elemente schräg abgeschnitten werden oder flexurartig zur Tiefe sinken, von Este bis nach Ivrea hinüber diesem „emilianischen“ Apenninrand und seiner westlichen Fortsetzung gegen Alessandria – mit Ausnahme der piemontesischen Vorwelle der Colli Torinesi allerdings – weitgehend konform und fast ständig in derselben Distanz von demselben verläuft, wurde gleichfalls schon besprochen (pag. 12 und in den „Betrachtungen über den Bau der Südalpen“). Diese Dinge bilden aber nur die zunächst auffälligsten Züge, *die Alpen und Apennin durch den Untergrund der Po-Ebene miteinander, zu einem einzigen tektonischen System verknüpfen*. Der gegenseitigen Beeinflussungen aber sind viel mehr, und zwar spielen auch hier, wie anderswo in den Gebirgen der Erde, die beidseits den eigentlichen Gebirgsstrang begleitenden *starren Schollen* und deren weitere Tektonik und Gestaltungsgeschichte eine für das Verständnis dieser Dinge durchaus ausschlaggebende Rolle. Wir wollen daher zunächst einmal versuchen, etwas näher festzustellen, in was für Dingen diese *gegenseitigen Beeinflussungen* im breiten *Querstreifen der Alpen/Apennin-Zone* im Detail bestanden, auch wenn es sich dabei vorerst nur um vereinzelte Hinweise handeln kann und die Erfassung der Gesamtheit dieser Zusammenhänge noch eine schöne Aufgabe künftiger Weiterforschung und ausgedehnter Sonderarbeiten bleiben muss.

Mehrere Dinge fallen im *Bau der Alpen* sofort auf. Der im *schweizerischen Gebirgssektor* scheinbar *besonders gesteigerte* – und nach der primären Schubphase auch noch besonders stark weiter deformierte – *Deckenbau*, der sowohl gegen die Westalpen wie die Ostalpen hin an Intensität deutlich abnimmt. Dann die *grosse rätische Alpenbeugung*, die alle Elemente der rätischen Alpen, vom Säntis und Glarus bis hinein nach Venezien umfasst und ostwärts vom gewaltigen Vorstoss der südalpinen Elemente in Südtirol und Venezien flankiert wird, mit dem direkt vor der Adria gelegenen und vor derselben im friulanischen Kettenabschnitt besonders stark vorgetriebenen Bogen der bellunesischen Einheit als praktisch innerstem südalpinen Element. Endlich die so überaus enge, im Gesamtbau der Alpen fast gebrechlich elegant erscheinende *Schlinge der Westalpen*, mit ihrer noch besonderen, scheinbar mit transversalen Zerrungen und Schleppungen verknüpften *Einengung im Norden des Golfes von Genua*. Dass der Westalpenbogen nach dem Abschluss der vorstampischen grossen Deckenschübe, die an sich einen ersten *Primärbau* von *Alpen* und *Apennin* geschaffen hatten, noch weiter zusammengestossen und die beiden Bogenflügel so einander weiter genähert wurden, geht schon aus der im ersten Abschnitt erwähnten räumlichen *Überschneidung von alpinen und apenninen Arealen* im Gebiete südlich der heutigen Po-Linie klar hervor. Dass dabei auch der *nördliche Apennin als Ganzes*, d. h. als primär in ihren Hauptstrukturen bereits fertige Gebirgskette, *nach* zur grossen Hauptsache abgeschlossener Deckenbildung, gleichfalls noch von einer generell *gegen Nordosten* gerichteten, gegenüber den primären Hauptphasen der apenninen Orogenese zwar invers wirkenden, aber nur mehr *sekundären* Bewegung erfasst wurde, zeigt die gegen den padanischen Raum hin gerichtete und in denselben sogar fortsetzende *Tektonik des padanischen Apenninabfalles* mit ihren mehr und mehr gegen die Po-Ebene überkippten randlichen Gewölbe-Elementen, und ist übrigens von ARGAND und mir schon vor vielen Jahren, allerdings mit wesentlich verschiedenen Mechanismen, angenommen worden. Es ist aber als durchaus wichtig festzuhalten, dass es hier, *im Gegensatz zur vor-chattischen Zeit*, zu keiner Deckenbildung grösseren Stiles mehr kam, sondern höchstens zu einer *Gesamtaufschuppung* des im Grundprinzip *schon fertigen Gebirgskörpers* längs einer wohl schon *altererbten Bruchflächenschar* in der Fortsetzung *adriatischer Brüche* im heutigen *Untergrund der Po-Ebene*. In dieser Beziehung ist ausschlaggebend, dass vor allem das grosse tektonische Hauptphänomen des Nordapennins, d. h. die weitreichende Liguriden-Überschiebung – und zwar ganz gleichgültig welcher Entstehung dieselbe im einzelnen auch sei – bereits *vorstampisch beendet* war. Wir dürfen daher *in gar keinem Falle* aus dem übrigens auch nur abschnittsweise verwirklichten *Überkippen der emilianischen Randfalten* des Nordapennins gegen die Po-Ebene hin auch auf eine *primäre* Schubrichtung des Gesamt-Apennins *von der Tyrrhenis her* schliessen, wie dies bisher und bis heute immer wieder geschehen ist, sondern wir haben im Gegenteil anzuerkennen, dass diese „*tyrrhenischen Impulse*“ im apenninen Bau gegenüber dessen Hauptplan *nur sekundärer Natur* und erst lange *nach* der Bildung des apenninen Deckenbaues als solche überhaupt zustande gekommen sind, *der Zusammenschub des primären Apenninbaues* aber ganz unzweideutig – nach der ganzen Anordnung der alpin-apenninischen Grosszonen, dem Verlauf der Faziesräume vor allem, aber auch nach dem dominierenden Faltenbild der tyrrhenischen Seite, ja oft sogar fast des ganzen Kettenquerschnittes –, auf weit älterer *Bewegung von einem padanisch-adriatischen Rücklandsblock her* beruht. Es sind damit sowohl der *Westalpenbogen* als auch der *nördliche Apennin*, unter Umständen sogar auch der *umbrische Bogen* des nördlichen Kalkapennins, noch *lange nach ihrer Entstehung abermals weiter von Süden gegen Norden zusammen-*

gestossen, dabei in ihren Kurven schärfer akzentuiert und gegen die Po-Ebene, und wohl auch zum Teil gegen die Adria vorbewegt worden, was besonders für den umbrischen Bogen selber ja ohne weiteres, nach seiner ganzen Tektonik zutrifft, aber auch für einzelne Sonderzüge der östlichen Toskana zu gelten scheint. Im Westalpenbogen aber bleibt die Bewegung gegen die Po-Ebene vor allem auf den südlichen Flügel, d. h. die Ligurischen Alpen beschränkt.

Auf was kann nun dieser *späte Nordstoss des Apennins* als praktisch schon fertiger Gebirgsblock, mit den genannten Effekten einer scharfen Verengung des an sich schon primär in flacherer Anlage entstandenen ersten Westalpenbogens, und der renegant zum südlichen Alpenbau verlaufenden und damit wohl nur unter Überwindung grosser Widerstände vollzogenen *Deformation des padanischen Untergrundes*, in seinen tieferen Ursachen zurückgehen? Dass es sich hier um recht starke und zum Teil sogar sehr kräftige Deformationen und damit auch um *mächtige Blockverschiebungen* handeln muss, steht wohl ausser Frage. Es lohnt sich jedoch, vorgängig einer Diskussion der Ursachen dieser Kettendeformation und der späten Umgestaltung des padanischen Untergrundes, zunächst noch weitere heute jederzeit sichtbare *Phänomene im Alpenkörper*, die in auffälliger Weise auf den Kettenabschnitt vor dem postulierten „genuesischen“, besser „*ligurischen Rückenstoss*“ beschränkt erscheinen, etwas mehr ins Licht zu stellen. Dann erst sind wir imstande, die ganze Grösse und alle tatsächlichen und möglichen Konsequenzen dieses *spätalpinen Deformationsmechanismus* wirklich zu erfassen; wir werden umgekehrt aber auch sehen, dass mit diesen im Grunde genommen sicher ausseralpin bedingten Phänomenen noch eine Unmenge von *Besonderheiten im Bau der Alpen* selber weiter abgeklärt und einem vertiefteren Verständnis entgegengeführt werden können.

Vieles ist hier zu erwähnen: da ist zunächst der altbekannte Gegensatz zwischen West- und Ostalpenbogen in Bezug auf das Zutagetreten der *autochthonen Zentralmassive*. Dieselben sind auf den alpinen Raum im nördlichen „Vorland“-Bereich des genuesisch-ligurischen Nordstosses beschränkt; sie verschwinden an der Rheinlinie dort, wo im Süden der Po-Ebene die „genuesische“ Deformation im emilianischen Apennin gegen Südosten sich zurückzieht und schwächt. Der definitive Aufstieg dieser autochthonen Massive zu ihrer heutigen Form erfolgte aber bekanntlich erst in einer Zeit *nach* der Hauptschüttung der miozänen Nagelfluhen, da dieselben ja noch, bis an ihre obersten Teile, die vielleicht der pontischen Stufe entsprechen mögen, stets in grossartigem Maßstab *zentralalpines* Material enthalten. *Die Entstehung der westalpinen Massivmauer* fällt so mit der *genuesischen Deformationsphase* Liguriens und der damit genetisch auf das engste verbundenen weiteren *Zusammenpressung des Westalpenbogens zeitlich zusammen*. Desgleichen liegt vor diesem „genuesischen“ Sektor, d. h. dem gegen Norden vorbewegten Verbindungsstück der ligurischen Alpen mit dem genuesischen Apennin, der *Hauptvorstoss der helvetischen Decken* im Abschnitt der Schweizer Alpen, die nach erfolgter Überschiebung über die autochthone Zone *anlässlich der späteren Aufwölbung der Massive* samt ihrer präalpinen Last mit jeder Sicherheit *noch weiter vorgetragen* worden sind; denn sie schieben sich schliesslich, wenn auch nicht in grösserem Ausmass wie einst angenommen worden war, noch klar *über den Südrand der subalpinen Molasse*, die ja einst, nach ihrer ganzen Genese des bestimmtesten, *über die helvetische Zone hinweg geschüttet* worden war. Was hier auf *junge Schweregleitung* im Sinne AMPFERERS, LUGEONS und GAGNEBINS, oder aber blosser *tektonische Reaktivierung*, Vorpressung und Weiterschub gerade *durch den späten Aufstieg der Massive* und den demselben nachdrängenden weiteren *Blockvorstoss der gesamten inneren Alpentheile* zurückgeht, ist für uns hier vorderhand

ohne Belang, auch wenn solche Schweregleitungen gerade vor dem Kulminationsabschnitt des Aarmassivs durch das besondere Vorprellen der Pilatus-Kette zwischen Brunnen und dem Thunersee in grossartigem Ausmass dokumentiert erscheinen. Tatsache aber bleibt auf jeden Fall, dass die helvetischen Decken gerade *zwischen Rhonedurchbruch und Bregenzerwald*, d. h. bis etwa an den Meridian von Cremona heran, besonders stark vorgeprellt und der Molasse aufgeschoben sind. Dass des ferneren auch die grossen *subalpinen Molasseschollen* als durchaus *eigenes alpines Randelement*, mit ausgeprägten jungen Schubflächen und kräftigem An-, ja zonenweise Aufschub auf das mittelländische Molassebecken, gleichfalls und in erster Linie im Raum *zwischen Genfersee und Allgäu* besonders kräftig entwickelt sind, somit zwischen den Meridianen von Nizza-Cuneo im Westen, von Brescia-Parma im Osten, fällt weiter in frappanter Weise auf. Die grossartigen subalpinen Molassescherben vom Typus der Rigi-, Kronberg-, Speer-, Stockberg-, Gäbris-, Blumen- und Mont Pélérin-Schollen liegen, bis hinüber vor die Kette der Voirons und hinaus ins Immenstätterhorn und sogar gegen Kempten, samt und sonders *vor dem genannten genuesischen Sektor*. Dass weiter eine *transversale Schwelle* die *Tessiner Achsenkulmination der Alpen* und damit auch jene des Gotthard- und Aarmassivs, ja darüber hinaus selbst jene noch des Schwarzwaldes, über den Raum beidseits Mailand mit dem nördlichen Apennin verbindet, und zwar weit eher mit dessen *maximaler nördlicher Ausbauchung*, im Sektor von Pavia etwa, als nur mit dem lokaleren Phänomen des Fensters von Bobbio-San Stefano di Aveto, ist weiter von Bedeutung; denn die Tessiner Achsenkulmination stellt nicht nur die axiale Höchststauung des gesamten Alpengebirges dar, zu der sie eben in relativ junger Zeit zum heutigen Ausmass noch weiter akzentuiert worden sein kann, sondern auch eine *Zone maximaler seitlicher Zusammenpressung des gesamt-penninischen Baues* auf den engsten von demselben in den Alpen überhaupt eingenommenen Querschnitt. Man vergleiche in dieser Hinsicht nur die Breite der Tessiner Alpen zwischen Gotthard und ostalpiner Wurzelzone, d. h. der Linie Locarno-Bellinzona, mit jener der penninischen Bezirke in Westbünden oder im Wallis. Betrachtet man dazu die heutige Anordnung auch der *südalpinen Molasse* zwischen Brescia, Como und dem Südende des Langensees, so scheint deren bogenförmige Ausbuchtung gerade im Bereiche hinter der Tessiner Kulmination auffällig genug, um auch einen *zeitlichen Zusammenhang* zwischen diesem nordwärts-schauenden *insubrischen Molasse-Bogen* und einer weiteren Aufwölbung der Tessiner Kulmination in der Insubrisch/emilianischen Spätphase der alpinen Zusammenschübe zu bezeugen. Dass im übrigen die Stauungszone der sog. *insubrischen Antiklinalen* zwischen Adamello und Sesia zum grössten Teil gleichfalls vor dem Hauptvorstoss des Neo-Apennins im Raum zwischen Parma, Pavia und Alessandria liegt, und in diesen Abschnitt auch die stärkste *Unterschiebung der alpinen Wurzeln* fällt, in den Südalpen auch der Sondervorstoss der *Grigna/Generoso-Scholle*, ist weiterhin bemerkenswert.

Im Raume der *westlichen Südalpen* ist, neben dem generell in „emilianischer“ Richtung verlaufenden Gebirgsrand, eine Reihe von sonderbaren *Interferenzerscheinungen* auffällig, wo prinzipiell bereits im Sinne des beginnenden Westalpenbogens südwestwärts einschwenkende nördlichere Bau-Elemente an gleichfalls in emilianischer Richtung verlaufenden Linien *schief abstossen*. So sind vor allem auffallend die Gegensätze zwischen den generell von Nordosten gegen Südwesten verlaufenden Elementen der bergamaskischen Einheit beidseits Val Brembana oder an der Albenza, oder in der Alta Brianza und bis Mendrisio hinein, und den ostwest-, ja oft sogar nordwestwärts streichenden Linien des bergamaskischen Randsaumes zwischen Bergamo und der niederen Brianza bis nach Como und

Mendrisio hinein. Dass weiterhin auch der besonders stark zusammengestaute und darum so komplexe Grigna-Abschnitt gerade vor den emilianischen Hauptvorstoss im Südosten von Pavia fällt, ist abermals hier zu vermerken. Ob schliesslich durch diesen späten genuesischen Gesamtvorstoss gegen den padanischen Untergrund und die Schweizer Alpen nicht sogar auch die *penninische Tektonik beidseits der Tessiner Alpen* noch beeinflusst worden ist, steht heute prinzipiell und durchaus zur weiteren Diskussion. Vorderhand jedoch scheint der in sich als eigenes Sondergebiet so geschlossene *Raum der Tessiner Decken* nicht einfach, etwa im Sinne KOSSMATS, als ein im Gebiete der Tessiner Kulmination nur um geringe Beträge unter seine beidseitigen, einstmals *streichenden* Nachbarsektoren etwas axial unterschobenes, gewissermassen *lokales* und im Streichen *nicht allgemein durchhaltendes* Element in einer sonst einheitlich gebauten und im Streichen allgemein durchziehenden penninischen *Gesamtzone* deutbar zu sein, und dies sowohl aus faziellen wie tektonischen Gründen. Wohl aber zeigt sich gerade in diesem Sektor eine auffällige *Akzentuierung des alpinen Längsprofils*, verbunden mit einer zum Teil grossartigen *Verbiegung der alpinen Falten- und Deckenachsen*, vom flexurartig steilen Niedersinken im Simplongebiet und der merkwürdigen Queraufwölbung der Mischabel-Deckenbasis im hinteren Laquintal – wo ja die Zone von Antrona als so auffallendes „querstreichendes Halbfenster“ im Kern einer regelrechten Querfalte erscheint –, über die seit langem bekannte Querzone der Maggia-täler bis hinüber zu den Querfaltenbündeln der Rätischen Alpen, ins Misox, an den Bernhardin und den Splügen, ja sogar Valle di Lej, Avers und den Murettopass. Ein Phänomen, das mit der weiteren Aufwölbung und *Verstärkung der Tessiner Kulmination* im Abschnitt *vor dem nachrückenden Nordapennin* auf das engste genetisch verbunden ist, vom Simplon bis ins oberste Engadin, den Berninapass und selbst das Puschlav. Dass ferner im Sektor der Schweizer Alpen jüngere Deformationen auch die grosse mittelpenninische Einheit der *Mischabeldecke* in besonders grossem Ausmass betroffen haben, steht nach der komplizierten und sicher erst nachträglich entstandenen Ausgestaltung ihrer Basisfläche und einer Serie querer Zusammenstauchungen im Sinne eigentlicher Querfaltung wohl sicher. Und wenn wir im schweizerischen Osten die vorgeschobene Lage der Klippendecke ohne weiteres mit passivem Vorschleppen unterostalpinen Falknis/Sulzfluh-Scherben an der Basis der aktiv vorgestossenen oberostalpinen Hauptschubmasse der Silvretta und der Kalkalpen des Rätikon verstehen und begründen können, so zeigt andererseits gerade das Zurückweichen der oberostalpinen Kristallinfronten gegen Westen hin nur zu deutlich, dass das im westschweizerischen Sektor so klare und ganz besonders ausgeprägte *Vorprellen der exotischen Massen der Préalpes romandes*, d. h. der westschweizerischen Klippen-, der Simmen- und der Brecciendecke, auf einen besondern und *anderen* Vorgang zurückgeführt werden muss, nämlich auf das von *Lugeon* und *Gagnebin* so überzeugend geforderte, im übrigen aber auch bereits von ARGAND vor Jahrzehnten schon angenommene *Abgleiten* von – vielleicht weniger nur „hochgestauten *Massivschwellen* –, sondern von mit denselben verbundenen, neu-akzentuierten *Sonderschwellen der zentralalpinen Zone* sogar, die abermals vor dem „ligurischen“ Apennin-Vorstoss gelegen wären. Dass im Verlaufe des Jungtertiärs aber solche weiteren Akzentuierungen des alpinen Querschnittes effektiv stattgefunden haben, zeigt in grossartiger Weise der weithin zyklische Ablauf der Molasse-Sedimentation auch im Grossen, vor allem der unvermittelte Einsatz erneuter Geröllschübe aus den Zentral-Alpen zu Beginn des Burdigals, über einem weitgehend geröllfreien, mit Ausnahme der lokalen subalpinen Schuttfächer meist nur sandig-mergeligen Aquitan bis weit ins schweizerische Mittelland und sogar den Jura

hinaus, und die weitere gewaltige und immer wieder neu und kraftvoll sich erhaltende zentralalpine Geröllausfuhr bis in das obere Torton hinauf. Lauter Dinge, die abermals besonders ausgeprägt im *schweizerischen* Molasse-Sektor und damit wiederum im *Bereich des genuesischen Blockvorstosses* verwirklicht erscheinen, wo die Geröllausfuhr aus den zentralen Alpen ja in den grossen Nagelfluh-Fächern des Napf und der Ostschweiz die weitaus grössten Ausmasse im gesamten nordalpinen Molassebecken erreicht hat. Sowohl gegen Osten wie gegen Westen flaut dieser alpine Geröll-Export in das Vorlandbecken, *und* gegen die padanische Tiefe rasch und deutlich ab.

Damit kommen wir mit unserer Betrachtung nun in die eigentlichen Westalpen hinein, deren Bau gemäss der Verengung der westalpinen Bogenschlinge natürlich ganz besonders kräftige Zeugnisse für den zu ihrem Verständnis überhaupt mechanisch notwendigen „genuesischen“ Vorstoss aufweisen muss. In der Tat fallen in dieser Beziehung eine ganze Menge merkwürdiger *Besonderheiten im Westalpenbau* auf.

Da ist zunächst einmal die grossartige Einknickung der alpinen Randzüge der südlichen Basses-Alpes in der *Keltung des Var*, im Norden von Nizza, hervorgerufen entweder durch eine Unterschiebung des provençalischen Sonderblockes mit dem alten Kernmassiv Maures/Estérel unter die alpinen Randfalten, oder durch besonderen Widerstand des genannten Massivs gegenüber den vom südpiemontesischen Raum südwestwärts zum Ausweichen gezwungenen helvetischen Randelementen. Dass gerade in diesem wichtigen Sektor der südlichsten Alpen, d. h. auf dem Querschnitt *Maures/Mercantour*, durch die neueren Untersuchungen FALLOTS und seiner Schüler auch klare Zeugen erhöhter Zusammenpressung oder eines jungen ganz *besonderen* Aufstieges des Mercantour anhand von kleineren Deckenstrukturen im Tal der Roja aufgedeckt worden sind, zeigt die besondere Intensität der tektonischen Spannungen zwischen Mercantour und Massiv der Maures nur abermals in nicht unerwarteter Weise.

In der *autochthonen Massivzone* der Westalpen ist weiterhin aber seit langem aufgefallen die einer effektiven Knickung derselben äusserst ähnlich sehende bruske Änderung der Streichrichtung, und zwar – nach dem Verlauf der mesozoischen Mulden zu schliessen – des alpinen Streichens, wie sie zwischen dem südlichen Belledonne- und Grandesrousses-Massiv einerseits, dem Pelvoux andererseits ganz offenkundig und in grosser Schärfe besteht. Ob diese Knickung aber wirklich nur in jenem blossen generellen Zurückweichen der Kristallingrenze vom Aussenrand der Belledonne zum Aussenrand des Pelvoux im Raume zwischen Vizille und dem oberen Drac sich bekundet und von diesem Zurückweichen effektiv auch zur Gänze illustriert wird, ist eine weitere Frage. Denn es scheint dort ein äusserer Teil des Belledonne-Massivs über die Kuppel von La Mure im Tale des Drac weitzustreichen, um sich über den Dom von Remollon an der Durance und durch den Untergrund des Fenstergewölbes von Barcelonnette zu verbinden (?) mit dem Mercantour, während die inneren Elemente der Grandesrousses und des Pelvoux in auffallender Schärfe – die trennenden Sedimentmulden laufen im Godemar und Champsaur *fast quer unter die penninischen Fronten hinein* – sogar *radikal gegen Osten abgeknickt* erscheinen. Die Zone des Pelvoux strebt so, wie schon vor Jahren angenommen wurde, weit hinter den Mercantour hinein, und wir stehen daher hier, in der äusseren Massivzone der französischen Alpen, in Tat und Wahrheit vor einer *äusserst scharfen* und in Wirklichkeit weit kräftigeren *Knickung der Massivachsen* als der blosse Verlauf der kristallinen Aussengrenze zwischen Belledonne, Pelvoux und dem faziell überhaupt schon eher „provençalischen“ Mercantour rein äusserlich dies vermuten liess.

Noch andere Dinge fallen in dieser autochthonen Zone der Westalpen auf. Wenn der Ostteil der Belledonne, samt deren Rückensplittern in den Grandes-Rousses, wirklich über das Massiv des Chaillol im Süden der Mulde des Godemar ostwärts unter den Flysch der Dourmillouse zieht und somit des weiteren fast quer unter die Front des Briançonnais, so erfährt auf jeden Fall der Westteil der Belledonne im eigentlichen *Mercantour* gegenüber dem Sektor am Drac eine sehr beträchtliche Verstärkung durch *vermehrte Heraushebung*. Dazu stellt sich an der Front dieser äusseren Massivzone, vor dem Mercantour, im *Dom von Barrot* eine weitere Komplikation des „helvetischen“ Vorlandes ein, die eben, samt der genannten neuerlichen Akzentuierung der Massivzone und deren Südwestabfall im Mercantour selber, auf beträchtliche jüngere Nordstösse des provençalischen Gesamtblockes, vor allem eine kräftige *Unterschiebung des Massivs der Maures* gegen die in Bildung begriffene südliche Alpenkette zurückgeführt werden muss. Und wenn wir endlich den *Pelvoux* selber näher betrachten, so scheint er uns mit seinem so seltsam rundlichen Umriss, der in der ganzen autochthonen Massivreihe bis an den Tödi hinauf in seiner Art einzig dasteht, kaum anders zu verstehen zu sein denn als ein durch eigentliche, *quer* zur alpinen Normal-Schubrichtung, d. h. *in der Richtung der Kettenachse* stattgehabte *Längsschübe* an der genannten Westalpenknickung *besonders herausgehobenes Fragment* einer inneren, in den ganzen übrigen Westalpen bis hinauf an den Gotthard sonst verborgen bleibenden Massivzone. Nicht umsonst zeigt auch der Pelvoux eine Faziesentwicklung seiner mesozoischen Umhüllung, die wir im Sektor der Schweizer Alpen erst weit hinter der helvetischen Schelfzone, d. h. in den Schiefergebirgen des Lugnez und am Südabfall des Gotthard wieder finden. Aber der Pelvoux überschiebt oder überstülpt nun nicht nur an den Mulden von Godemar das gegen Osten abdrehende, primär frontal gelegene Belledonne-Element des Chaillol gegen *Süden* hin, sondern er überschiebt, hoch über dem Tale von La Grave, auch recht klar seine eigene nördliche Sedimentumhüllung auf höchst kräftige und eigenartige Weise gegen *Norden* hin, in den berühmten Verkeilungen von Kristallin, Trias und Lias am Fusse der Meije. So erscheint der „Knopf“ des Pelvoux als ein durch *in axialer Richtung tätig gewesene Schübe* nur ganz lokal *besonders herausgehobenes innerstes autochthones Element*, als ein eigentlicher, auch entsprechend seiner ganzen so scharf neubelebten morphologischen Gestaltung *erst in junger Zeit noch besonders herausgedrängter*, allerdings *grossartiger zentraler Pfeiler der westalpinen Massivzone*.

Die autochthone Massivzone der französischen Westalpen legt somit in ihrer Innentektonik ein höchst beachtenswertes Zeugnis von der gewaltigen Kraft der in einer letzten orogenetischen Phase noch *axial* auf den Westalpenbogen einwirkenden, im Sinne ganz bedeutender *Querfaltung* aufzufassenden *Zusammen-schübe*. Es ist aber diesen Dingen, obwohl schon FRANCHI, NOVARESE und ARGAND mehrfach auf eine notwendig stattgehabte nachträgliche *Verkürzung* und damit auch *kräftige Akzentuierung* des westalpinen Bogens in relativ junger Zeit aufmerksam gemacht haben, wohl weiter systematischer noch nachzugehen, und es wird vielleicht in dieser Beziehung einmal von besonderem Interesse auch noch werden der Nordzipfel des Belledonne-Massivs, wo im Winkel von Beaufort die tektonischen Komplikationen desselben sich auffallend und unvermittelt rasch häufen gegen den Montblanc hin, und wo man an etwas schief aneinander vorbei wirksam gewordene axiale Schubkomponenten denken könnte, die vielleicht auch noch für den klassischen Bau des Mont Joly mitverantwortlich sein könnten.

Sicher sind nun aber seit langem die Folgen dieser Zusammenpressungen in der Achsenrichtung des Westalpenbogens in den inneren *penninisch-piemontesischen* Zonen, wo nach FRANCHI und STELLA in erster Linie ARGAND auf diese Dinge



besonders hingewiesen hat. Der kurze kräftige *Dom des Gran Paradiso*, in seiner äusseren Gestalt so ähnlich dem „Knopf“ des Pelvoux, sinkt axial ausserordentlich rasch in die beidseits anschliessenden Achsendepressionen von Lanzo und von Aosta hinab, und er ist auch in dieser Beziehung genetisch ganz direkt mit dem Pelvoux zu vergleichen, auch wenn eine wirkliche axiale Maximalherauspressung durch eigentliche Querfalten hier, bis auf wenige verdächtige Stellen in Valsavaranche und südlich Cogne, scheinbar nicht stattgefunden hat. Die axialen Schwankungen sind aber auf jeden Fall hier ganz besonders ausgeprägt, in einem Masse, das sich weiterhin gegen die Schweizer Alpen und durch dieselben hindurch bis in die Tauern hinein nicht mehr wiederfindet. Es ist zwar möglich, dass neuerliche Querfaltung nördlich Alagna allerdings auch noch den südlichen Rücken der Monte Rosa-Kuppel ergriffen hat. Bekannt ist weiter im westalpinen Sektor das bruske Wiederauftauchen der Zone der Valsavaranche in der kurzen *Kuppel des Mont Ambin*; die axiale *Knickung der Sesia-Zone* im Raume von Lanzo; die *Querfaltenbündel* der nördlichen und vielleicht auch der südlichen *Doramaira-Masse*, im Gebiete der Rocciavrè vor allem; dann das bruske Abdrehen von deren südlichen Teilen gegen Saluzzo hin; die auf jeder geologischen Karte sichtbar werdende auffällige *Vorknickung der Achsen zwischen Gran Paradiso und Doramaira-Massiv*, wodurch die Monte Rosa-Zone in diesem Sektor, *vor dem Westsegment des Apenninbogens* in den Colli Torinesi und dem *ligurischen Vorstoss am Golf von Genua*, irgendwie *nordwestwärts vorgeschleppt* erscheint, wobei auch die *Mischabel-Rückfaltung in Valsavaranche* gegenüber jener am Mont Ambin ganz bedeutend *verstärkt* wird, durch die mit dieser Vorschleppung automatisch verbundene stärkere Unterschiebung des Gran Paradiso gegenüber jener der nördlichen Doramaira-Masse in der Gegend von Susa. Deutliche Zeugen querere, d. h. in *axialer* Richtung stattgehabter Schübe liegen ferner in den schief zum grajischen Gebirgsbogen so merkwürdig *zusammengeschachtelten* Elementen zwischen *Vanoise, Grande Casse* und *Mont Pourri* vor, und es ist in dieser Hinsicht auffallend, wie diese internen axialen Komplikationen der Mischabeldecke jenseits der stauenden Ecke des Montblanc sich verlieren, die verschiedenen Elemente des Briançonnais-Fächers, der Vanoise und der Val Savaranche im zentralen Wallis weitgehend ausgeglättet hintereinander ostwärts ziehen und auf solche Weise die axiale Ineinanderschachtelung der Grajischen Alpen dort fehlt. Östlich Val des Dix verliert sich, aber nun wohl bereits unter dem Einfluss der „ligurischen Rückland“-Impulse und dem damit zusammenhängenden maximalen Vorstoss der Walliser Dent-Blanche-Decke, sogar die grosse und durch die ganzen Westalpen erkennbare „Rückfalte“ der frontalen Briançonnais-Zone am Ostrand des *Bagnes-Fächers*, in der Gruppe des *Pic d'Arzinol*, und scheint, nach einer queren Stauchung allerdings, quasi vorgewürgt, jenseits Val d'Hérens in der einheitlicheren, wohl in sich zerschlitzten, aber keinen eigentlichen Stirnfächer mehr aufweisenden, sondern als Ganzes scharf nordwärts bis über das Rhonetal hinaus vorstrebenden Kristallplatte der *zentralen Walliser Mischabeldecke* aufzugehen. Nähere Studien in der Umgebung von Evolène und Hérémente sind zur Sicherstellung dieser Dinge zwar noch weiter notwendig. Dass aber auch das Element der Kuppel von *Boussine* gegen Osten hin sich verliert und mit dem Bagnes-Fächer zum einen einheitlichen und generell nach Norden getriebenen Mischabel-Kern im Nicolai-Tal verschmilzt, gehört in die gleiche Kategorie der von den Westalpen gegen Osten hin sich vollziehenden Veränderungen des penninischen Baues und verrät einmal mehr den im penninischen Bogen des Wallis nochmals *besonders gesteigerten Nordmarsch* aller Elemente *vor der genuesischen Stossfront*. Mit der weiteren Annäherung an die grosse Querlinie Pavia-Tessin-Gotthard aber komplizieren sich schon wenig öst-

lich der Vispertäler, wohl auch mitbedingt durch den gesteigerten Widerstand des hier nun rasch aufsteigenden Aarmassivs im Raume nördlich Brig, die Dinge erneut und in zunehmendem Masse; das zeigen am Simplon die Verfaltungen der Bérisal-Gneisse mit der Monte Leone-Masse, das Auftreten eines neuen, östlichen Bagnes-Fächers und weiter die scharfen Komplikationen der Mischabeldecke vom Laquin- und Zwischbergental gegen Val Bognanco und Antrona hin nur allzu deutlich.

Auf besonderen Zusammenschub des Westalpenkörpers an der Front des ligurisch-genuesischen Nordstosses, z. T. zwar auch auf die von demselben im Verein mit dem Massiv der Maures erzwungene Achsenverknickung des Westalpenbogens gehen aber noch *weitere Eigentümlichkeiten des westalpinen Baues* zurück. So erscheint wohl in den *Westalpen*, vom Ambin über Valsavaranche bis nach Zermatt und Saas, der innere Teil der *Mischabeldecke* in besonders grossartiger *Rückfaltung* über die Zone der Monte Rosa/Gran Paradiso-Kuppel *gegen das Innere des Westalpenbogens überkippt*, von derselben auf über 200 km Länge durch speziell kräftige Unterschiebung erzeugt; in den entsprechenden tektonischen Elementen *Graubündens* aber finden wir, nur knapp 120 km weiter östlich, diese grossartige Rückfaltungszone nur mehr *schwach* angedeutet im oberen Bergell. Die Intensität dieser Mischabelrückfalten erreicht ihr Maximum wohl in Valsavaranche, vor der erwähnten *speziellen Vorknickung der Achse der Monte Rosa-Zone* zwischen Gran Paradiso und Doramaira-Massiv, sie mag dort durch Querstauchungskomponenten im Westalpenbogen noch verstärkt worden sein, hält aber weiterhin in klassischer Form ja an bis nach Zermatt, Saas und die Weissmiesgruppe, wo sie durch axiales Ausheben wohl heute verschwindet, bestimmt aber einst über den Tessiner Alpen auch noch weit ostwärts fortgezogen ist. *Diese ganze Rückfaltenstrecke*, die im Grunde ja schon von Savona und Pradlèves in die Westalpen herauf zieht, *liegt klar vor dem jüngeren Rückenstoss im Raume des ligurischen Golfes* und steht damit wohl *mit demselben auch in genetischer Beziehung*. Denn wo dieser genuesische Vorstoss des Apennins, jenseits der Transversale Genua-Pavia, mit seiner Aussenfront konform dem emilianischen Apenninrand und der Po-Linie südostwärts zurückweicht und damit augenscheinlich *an Intensität verliert*, da erscheint, im Sektor *Graubündens*, auch die Mischabelrückfaltung bei weitem nicht mehr in ihrer westalpinen Prägnanz, da *lockert sich der Bau der Alpen* überhaupt, da tritt auch die penninische Kristallinstirn der Mischabeldecke *nicht mehr* wie im Wallis oder den Westalpen *bis nahe an die autochthone Massivmauer heran* oder *sogar über dieselbe hinaus*, wie zwischen Visp und Sierre etwa, sondern da bleibt diese mittelpenninische Hauptfront, wenn auch immer noch mit einer gewaltigen Frontalstauung im Fächer von Ferrera, viel weiter im Süden, im Schams und Rheinwald *zurück*, und zwar stellenweise *um mehr als 30 km* hinter dem Aarmassiv-Südrand bei Truns. Dass im selben bündnerischen Alpensektor die *Dent-Blanche-Kerne* der *Errdecke* um *fast 40 km* hinter den südlichen Aarmassivresten zurückbleiben, während im Wallis die Front des Dent-Blanche-Systems den Südrand der autochthonen Massivzone, der wohl durch die Linie Brig-Visp-Mont Dolent primär gegeben erscheint, praktisch überhaupt erreicht, sei weiterhin festgestellt.

Es zeigen sich somit im Bau der Alpen, wie er sich heute kundgibt, *zwischen West- und Ostabschnitt* der Kette eine ganze Reihe von *Unterschieden*, deren *blosses Vorhandensein* sich prachtvoll in das allgemeine Bild eines letzten *noch besonderen Vorstosses einer mächtigen starren Scholle im Hinterland der apenninen Randbogen im Süden von Pavia*, d. h. *etwa im Raume des Golfes von Genua* einfügt, und dies sogar dann, wenn wir den Deckenbau der Westalpen gegenüber dem heute

üblichen Schema sehr weitgehend reduzieren wollten. Denn an diesem Zusammenspiel zwischen alpinen und apenninischen Räumen nehmen in erster Linie nur die *sekundären Akzentuierungen* des Quer- und des Längsprofils der Kette teil.

Umgekehrt aber lehren die gewaltigen Strukturen der *Ostalpen*, dass, trotz des klaren südöstlichen *Zurückweichens* des Apenninrandes zur Adria hin, die *Effekte der tangentialen Schübe gegen Osten zu erneut und in grossartigem Maßstabe zunehmen*, mit dem schon von Glarus an sich abzeichnenden *Vortrieb des ostalpinen Gebirgsbogens* als ganzem, mit der *Steigerung der oberostalpinen Schubweiten* gegenüber den Westalpen, mit der mächtigen und tiefgreifenden *Aufwölbung des Tauernfensters*, das, im Gegensatz zu manchen neueren Anschauungen, gemäss seinen durchaus gesicherten Schistes-lustrés-Serien als solches tatsächlich besteht, mit dem *jungen Vordringen der Bozener Scholle* samt jenem der Oetzmasse, oder mit dem *Vorstoss der bellunesischen Randeinheit* am oberen Piave bis weit in die Südalpen hinauf. Der *ostalpine Bogen* setzt damit ohne Zweifel *ein eigenes neues „Kraftzentrum“* in seinem südlichen Rückland voraus, das nun aber nicht mehr im Sektor des „ligurischen“ Vorstosses liegt, sondern in dem weit östlicheren *Vorschub eines besonderen Adria-Blockes*. Der Bogen der *Ostalpen* hat damit, obwohl heute weitgehend mit den westlichen Abschnitten des Gesamtgebirges verbunden, und klar mit den westlichen Alpen zu einer einzigen Gebirgskette verschweisst – durch seine Haupt-Fazieszonen, tektonischen Übergänge und Angleichungen –, im Detail *doch seine eigene Geschichte*. Der heutige *Westalpensktor* zwischen Bernina und Mittelmeer liegt klar unter dem Sondereinfluss eines jungen Blockvorstosses des *Nordapennins* und einer dahinter nachdrängenden *ligurischen Masse*, die *Ostalpen* aber erhalten ihr Sondergepräge ganz deutlich unter dem Eigenvorstoss eines *adriatischen Blockes*.

Zwei verschiedene Gross-Schollen des heutigen Mittelmeergebietes haben somit, zum mindesten in den Spätphasen der Orogenese, die heutigen Unterschiede des alpinen Baues zwischen Ost- und Westabschnitt der Alpenkette geschaffen. Aber während die *adriatische Masse* ohne jeden Zweifel ein weitgehend aktives Element des *afrikanischen Rücklandes* der alpinen Ketten bedeutet, haben wir im *Ligurischen Meer*, im Hinterland der Westalpen und der Schweizer Alpen, als stossende Masse ebenso zweifellos zunächst den *korsisch-sardischen Block* anzunehmen, d. h. ein – zwar schon primär weit südlicheres – *Fragment des europäischen Vorlandes*, das nur seinerseits durchaus *passiv*, vom westlichen Afrika her, vor der rechten Flanke des Balearenbogens erneut nochmals in die alpine Kettenschlinge hineingestossen worden ist. Bevor wir aber gerade diese und noch andere für den Bau Europas von fundamentaler Wichtigkeit werdenden Dinge weiter verfolgen, sei nochmals kurz an den südlichsten Alpenabschnitt längs der *ligurischen Küste* zurückgekehrt. Dort fallen unter anderem folgende Punkte in mechanisch-tektonischer Hinsicht weiter auf:

Das merkwürdige östliche *Abdrehen der Briançonnais-Zone* im Südosten des Mercantour, und dies, trotzdem sich nirgends ein sichtbar auftauchendes Vorland-Hindernis von der Art eines weiteren Mercantour oder auch nur Anzeichen eines solchen zeigen würden, wurde bereits erwähnt; ebenso der resolute Charakter dieses Einschwenkens zur ligurischen Küste besonders im Raume von *Savona*. Dazu kommt nun aber weiter noch etwas anderes: das ist ein durchaus auffälliges *erneutes Wiedererstarken* der Briançonnais-Zone – oder einer inneren Ablösung derselben – von der Mercantour-Achsenkulmination gegen Osten hin, verbunden mit dem Wiederauftreten mächtiger alter Kerne, die nach ihren Dimensionen durchaus jenen des Wallis oder Graubündens vergleichbar sind. Eine Erscheinung, die noch um so eigentümlicher wirkt, als nördlich des Mercantour diese Briançonnais-

Stirnzone bekanntlich über weite Räume mit ihren alten Kernen kaum in Erscheinung tritt. Der Grund zu diesem abermaligen Erstarken des Briançonnais-Fächers und zu dessen weiteren höchst kräftigen Kern-Komplikationen, im Querschnitt des Pic d'Ormea und von dort noch weit gegen Osten, liegt offensichtlich im *verstärkten Widerstand* einer unter dem ligurischen Meer, vielleicht aber bereits unter dem so auffällig breiten Flyschgebiet von Imperia verborgenen starren *Vorlandmasse*, oder viel eher noch in einem erneuten *Nordstoss* einer solchen und damit verbundener gesteigerter *Unterschiebung des gesamten südlichen Westalpensegmentes*. Dank derselben tritt südlich Acqui auch der kristalline Kern der Monte Rosa-Kuppel auf einer neuen Achsenkulmination unter dem Ophiolithmantel der Gruppe von Voltri empor, im Deckenscheitelgewölbe von Valosio; und wenn wir östlich Savona die Zone der zunächst noch normal der ligurischen Küste entlang streichenden Triasaufbrüche von Arenzano/Cogoleto als die südliche Basis der *Ophiolith-Serien von Voltri*, wie das neue Blatt Genova der geologischen Karte Italiens wenigstens andeutet, schief und scharf nordöstlich über den *Passo del Turchino* bis nach *Campo Ligure* hinauf streichen sehen, als *gegen Norden vorgewürgte*, in sich weiter und zum Teil höchst komplexe *Antiklinalzone*, so ist wohl ein Nordstoss heute im Meere südlich der ligurischen Küste begrabener Massen zur Begründung dieser Phänomene überhaupt nicht mehr von der Hand zu weisen. Durch einen solchen *Vorstoss „ligurischer“ Massen* kam es im Raume von Genua zu einer regelrechten und scharfen *Vorschleppung der Alpenkette* gegen Norden, sichtbar im Element der Gruppe von Voltri durch das Auftauchen des schiefen Quersattels des Passo del Turchino; aber diese grosse *Verknickung der Achsen* im genannten Raum ist als blosser *horizontale Schleppungserscheinung* an der Westflanke der erst weiter *östlich*, im Querschnitt Genua-Pavia *besonders aktiv nordwärts gedrängten Gebirgssektoren* zu betrachten. Auch an eigentliche Querfaltungs-Phänomene im Sinne *schräger Zerrungsfalten* ist in diesem scharf nordwärts geschleppten ligurisch-genuesischen Gebirgsabschnitt zu denken, Dinge, die vielleicht auch an der ostalpinen Deckenbahn im Dach der Gruppe von Voltri, in der oft auffallend direkt flexurartig steil in die Tiefe sinkenden *Serie von Sestri-Voltaggio* sich ausdrücken. Dass diese alte Deckenbahn dabei weiter verschert, zerbrochen und in den einzelnen Abschnitten auch gegeneinander schief verschoben worden ist, passt nur weiter zum gegenwärtig vorgefundenen Bilde. Es zeigen sich somit *gerade im alpinen Bau Liguriens sehr ausgeprägte Sonderzüge*, die mit der *Einengung des Westalpenbogens* genetisch abermals auf das engste *verbunden* sind und die wie jene, aber nun ganz direkt, auf einen *ausgedehnten und höchst kräftigen Nordstoss* heute in der Tiefe des ligurischen Meeres *versunkener mächtiger Massen* zurückgeführt werden müssen. Und wenn wir vor diesem ligurischen Kettenabschnitt des weiteren, und nur gerade hier, zwischen Alessandria und Casale die *Colli Torinesi* als eigene *apenninische Vorwelle* dem Becken von Asti entsteigen sehen, bis hinüber nach Turin, so fügt auch dieser piemontesische Sonderzug sich nur abermals in bester Weise unserem allgemeinen Bilde ein.

\* \* \*

Damit aber sind nun eine grossartige Reihe tektonischer Züge der Alpen, der Po-Ebene und des Nordapennins auf eine relativ späte, aber ungemein kräftige *Deformation des primären alpin-apenninischen Grundplanes* zurückgeführt, und wir haben nach deren tieferen Ursachen zu forschen, im besonderen nach der konkreten *Entstehung* der nunmehr wohl erwiesenen *alpin-apenninen Kettenverknickung*.

Die Lösung wird einfacher als es vorerst scheint, denn sie muss zunächst rein theoretisch wohl am ehesten in einem *späten Blockvorstoss der korsosardischen Vorlandmasse in die ligurische Verknickung und den nördlichen Apennin hinein* gesucht werden, wie ein solcher zwar schon vor über 25 Jahren im „Bau der Alpen“ mit aller Deutlichkeit angenommen worden ist. Erscheint dies nach den gegebenen und heute erreichbaren Daten möglich, und wie hat man sich dieses Blockspiel im einzelnen vorzustellen?

Das *korso-sardische Massiv* bildet, zusammen mit dem Fragment der Maures und der katalanischen Masse, primär mit jeder Sicherheit das nördliche resp. äussere Vorland der alpinen Geosynklinal-Ketten, gegen Westen sich lose verbindend mit der iberischen Meseta und der alten Zentralzone der Pyrenäen, gegen Norden – durch den zwar erst heute so schmalen Untergrund der Provence – sich irgendwie fortsetzend in den herzynischen Untergrund Frankreichs, vor allem das Zentralplateau. Ein derart mit seiner iberischen und gallischen Nachbarschaft zu einer *mechanischen Einheit verschweisster*, gewissermassen verhängter korsosardischer Block hätte nun aber höchstens als *Ganzes* auf seine Umgebung wirken können und er wäre damit *niemals* imstande gewesen, gerade speziell *nur die westalpine Schlinge, den Nordapennin, die Po-Ebene* und die dahinter liegenden *Schweizer Alpen* auf die geschilderte Weise zu deformieren und dabei ganz besonders *den Abschnitt von Genua noch speziell „einzudrücken“*. Nur *getrenntbewegte, gegeneinander weitgehend frei bewegliche Sonderschollen* können dieses tektonische Spiel wirklich betrieben haben, und wir haben uns daher einmal nach sonstigen, auf dem Festland tatsächlich beobachtbaren *Anzeichen der Auflösung des europäischen Vorlandes in verschiedene Einzelschollen* etwas näher umzusehen.

Dass der europäische Vorland-Kontinent während der Zeit der alpinen Bewegungen, genau wie der afrikanische, tatsächlich in verschiedene Einzelschollen zersplittert ist, die heute durch gewaltige und ausgedehnte schief und quer zum alpinen Kettengürtel verlaufende *Bruch- und Grabensysteme* voneinander getrennt erscheinen, zum Teil mit beträchtlichem Vulkanismus an den Trennungsfugen und in den Grabentiefen, daneben auch durch transversale Verschiebungen oft gegeneinander verschoben sind, ist längst bekannt und gehört wohl zu den Grunderkenntnissen europäischer Geologie. Es sei erinnert an den grossen portugiesischen Randbruch am Westabsturz der iberischen Meseta gegen den Atlantik hin, an den Rhône/Saône-Bruch am Ostabfall des Zentralplateaus, an die Gräben und Vulkanreihen der Auvergne und der Limagne, den Nordostrand des aquitanischen Beckens, die Rheintalbrüche und ihre nördlichen Ausläufer bis in und über die norddeutsche Tiefebene hinauf oder hinaus in die Niederrheinische Bucht gegen Bonn und Köln, samt dem jungen Vulkanismus des Kaiserstuhls, des Rhön und des Vogelsberges, der Eiffel und des Laachersees, die Bodenseebrüche mit dem Vulkanismus des Hegau und des Bodensees und ihre weiteren schon längst angenommenen südlichen Ausstrahlungen bis hinauf zum Hirschsprung, den Hohen-Kasten- und Gonzenbrüchen im Gebiete von Sargans, den Südwestabbruch des Thüringerhorstes, des Fichtelgebirges, der böhmischen Masse, die Phänomene des böhmischen und bayrischen Pfahls, den Elbegraben Böhmens und der Lausitz oder die schlesischen Randbrüche im Osten der Sudeten, im Norden an die norwegische Rinne, die Brüche Schonens, an der unteren Donau das Bruchgebiet um die Dobrudscha und anderes mehr. Auch auf Sardinien zeigt sich bekanntermassen die alpine Aufsplitterung des alten Vorlandblockes in einer deutlichen Abtrennung der westlichen Randgebiete der Nurra und des Igliese durch den grossen Graben des Campidano und von Sassari und dessen mächtigen jungen Vulkanismus, ein Gebilde, dessen weiterem Ostrand auch die brüsk abbrechende

Westküste Korsikas nordwärts zu folgen scheint. Dass daneben auch Bruchsysteme *konform dem Streichen* der alpinen Ketten verlaufen, sei gleichfalls in Erinnerung gebracht, in erster Linie der Guadalquivir- und der Donaubruch, zwischen Belfort, Besançon und Dôle die subjurassische Bruchtiefe als Verbindungsstück zwischen Rhein- und Saônegraben am Südabfall der Vogesen, im Südosten der nordbulgarische Bruch der Walachei, vor der Nordfront der Karpathen der Weichselbruch am Südrand der Sudeten und der Lysagora, oder im Süden des Erzgebirges die durch die böhmischen Vulkanreihen so klassisch garnierte Karlsbader Linie oder endlich, vielleicht als westliche Ablösung des Weichselbruches, jene grossartig konsequent bleibende Linie, die der Kernstörung der grossen Molasse-Antiklinale der Schweiz zugrunde liegt, die zwischen dem Alpenrand und dem Gebiet der flach liegenden Molasse das eigentliche und kaum mehr bewegte Vorland der Alpen gegen Süden hin in grosser Schärfe abschliesst und damit das alpin noch zusammengestossene Gebiet der subalpinen Molasse vom eigentlichen äusseren Vorlandblock abtrennt.

*Eine höchst beträchtliche Zersplitterung des alpinen Vorlandes zu alpiner Zeit steht somit jedenfalls fest*, auch wenn dieselbe an einen Orte etwas früher, am anderen etwas später eingesetzt hat; denn das liegt nur in der Natur der über grosse Zeiträume sich hinziehenden bald rascher, bald langsamer zur Auslösung gelangenden alpinen Krustenbewegungen. Und dass andererseits auch der alpine *Rücklandblock der alten Gondwanamasse* an gewaltigen Bruchsystemen aufgesplittert wurde, im grossen zur selben Zeit wie die europäischen Vorlandschollen, ist gleichfalls schon seit langem bekannt und zum Teil ebenfalls grossartig dokumentiert: von den Küsten Vorderindiens und West-Australiens über die afrikanischen Brüche und das Rote Meer bis hinauf nach Syrien und an den Südfuss des Taurus. Aber auch innerhalb des heutigen *östlichen Mittelmeeres*, und sogar noch darüber hinaus in den einst afrikanischen Fragmenten *Südeuropas* und sogar der *Alpen*, sind *Ausstrahlungen* dieser afrikanischen resp. genauer „*erythräischen*“ *Brüche* bekannt geworden: im jungen Grabeneinbruch des Ägäischen Meeres – der nach DESIO und anderen auch transversale Schollenverschiebungen aufweist, nebst beträchtlichem Vulkanismus und überaus kräftigen Bebenherden –, in den Bruchsystemen Südkalabriens, in den vulkangekrönten Spalten zwischen Aetna und den liparischen Inseln, die in durchaus auffälliger Art dem Steilabsturz Siziliens und der maltesischen Schwelle zur jonischen Tiefe folgen und mit demselben bis hinab in die Grosse Syrte weisen, dann, abermals weiter westlich, in der mit Pantelleria vulkanisch garnierten sizilianischen Strasse, der Enge von Tunis. *Überall herrscht dabei die grossartig konsequente erythräische Richtung in durchaus klarer Weise vor*. Und wenn wir hier nun abermals einen Schritt weitergehen, bis in die *italienische Halbinsel* und die *Alpen* hinauf, so erkennen wir weitere und für die feinere Erfassung des alpinen Baues wiederum recht eigentlich entscheidende, ja *grundlegende Zusammenhänge*, die in ihrer Grössenordnung und Bedeutung selbst noch weit über das hinausgehen, was vor vielen Jahren schon SEIDLITZ, vielfach basierend auf den SIEBERGSchen Erdbebenstudien im östlichen Mittelmeer, in seiner grossen Synthese der Mittelmeerländer erstmals angeschnitten und konkreter verfochten hat.

Schon die *Adria* an sich zeigt, wie die *italienische Halbinsel selber*, im übrigen auch die *dinarischen und hellenischen Ketten* des westlichen Balkans und die *Vardarlinie* zwischen Belgrad und Saloniki, durchaus *die lapidare Richtung der erythräischen Brüche*; und in abermals gleicher Richtung streicht auch der Westrand der Dobrudscha, die Bruchzone der Dämboviža mit dem jähen Abbruch der

Flysch-Karpathen, der östliche Aussenrand der *Karpathen*, samt deren Flyschfalten und der ostkarpathischen Kernzone, und schliesslich auch die berühmten *karpynskischen Linien Russlands*, vor allem die *Westabbrüche der russischen Tafel*, samt den Tälern des Sereth, des Pruth und Teilen des Dnjestr. Ist es unter diesen Umständen verwegen, auch einmal das *östliche Italien* etwas näher auf solche Dinge zu prüfen?

Da zieht vom *Golf von Tarent*, dort schon aus jeder Tiefenkarte ersichtlich, eine auf dem italienischen Festland meist von Pliozän erfüllte höchst auffällige *Tiefenzone* in fast gerader Linie dem Ostrand des südlichen Apennins und dessen Ausläufern in den Marken entlang bis hinauf nach *Rimini* und *San Marino*, im Osten stückweise begrenzt von den am Monte Gargano bis über 1000 m über das Meer aufragenden Kreideschollen Apuliens, des Gargano und des Monte Conero bei Ancona. Im übrigen folgt auch die adriatische Küste Italiens, nicht überall zwar, aber generell, der Richtung dieser „*ostitalischen*“ *Senke* in auffallender Weise. Dieselbe erscheint daher ganz natürlich am ehesten als eigentliche *Bruch- und Grabenzone* im Westen der weiterhin auch noch *quer* zerstückelten apulisch-garganisch-anconesischen *Horstreste*, gewissermassen als ein heute verlandetes altes Randgebiet der *Adria*. Diese selber kann wohl als seit dem Pliozän ostwärts sich ablösende weitere und abermals etwas jüngere, jedoch *noch nicht sehr entwickelte Grabentiefe* aufgefasst werden, womit alle möglichen Besonderheiten des adriatischen Untergrundes keineswegs ausgeschlossen erscheinen. Das somit hier seit dem Pliozän scheinbar erfolgte östliche Abwandern der Grabentiefe lässt aber weiterhin die Frage berechtigt erscheinen, ob nicht weiterhin auch schon der mächtige ostapennine *Flyschtrog des Molise*, der den Abruzzenschelf an seinem Ostrand weithin begleitet und denselben in durchaus brüsker Weise östlich begrenzt, ganz einfach eine *erste Anlage des ostitalischen Grabensystems* und damit der späteren *Adria-Einbrüche* gewesen sein könnte. Dieser „*Molise-Graben*“ müsste zwar allerdings bereits zur Zeit der oberen Kreide mindestens vom Abruzzenschelf sich distanziert haben, grenzen doch am Ostrand der *Majella* die Rudistenkalkgebiete der Abruzzenscholle und die „*argille scagliose*“ im Molisetrog ganz unvermittelt in schwer verständlicher Weise aneinander. Natürlich haben seither sicher auch *tangentiale Bewegungen* diese Zone ergriffen, und zwar oft in beträchtlichem Ausmass, so dass die Abgrenzung zwischen Abruzzen- und Moliseraum, und jene der Molise-Zone gegen den garganischen Horst hin, *heute nicht mehr geradlinig* verläuft, im Sinne einer einfachen „*Grabengrenze*“, vielmehr der Molise-Flysch sich *in flachem Bogen* einerseits besonders in das Gebiet im Nordwesten des *Gargano*, andererseits aber auch in der Richtung auf die *Abruzzenscholle* und den *Matese* vorgeschoben hat. Das ändert aber nichts an der Tatsache, dass *zwischen dem Golf von Tarent und der Po-Ebene* eine zwar wohl in sich weiter noch komplexe, primär aber fast sicher *grabenartige Zone* existiert, die weithin *konform der Bruchzone der Aegäis und der Vardarlinie der Balkan-Halbinsel* verläuft und die *mit dieser erythräischen Richtung wohl abermals kaum von ungefähr geradewegs auch auf das junge System der vicentinischen und euganäischen Brüche der Südalpen hinläuft* – vor allem auf den *Schio-Bruch* und seine Fortsetzungen –, und die damit bis über Trento und Val di Non hinaus, d. h. fast *bis in die zentralen Alpen hinein stösst*, an der *Po-Linie* aber vielleicht auch weiterhin sich aufsplittert gegen den südlichen Alpenrand, und vielleicht auch gegen den Rand des Apennins; durchaus analog übrigens der schon aus der Gegend von Ancona vollzogenen gewissermassen gegenständigen Abirrung des berühmten *Quarnero-Bruches* am Ostrand Istriens. Dass dieser letztere, zusammen mit der auffälligen, wenn auch nur wenig ausgeprägten adriatischen *Quertiefe im Westen von Lissa*, dem südlichen Abbruch des

*Monte Gargano*, den südöstlichen *Abbrüchen des kalabrischen und apulischen Schelfes in die jonischen Tiefen*, im Tyrrenischen Meer dem *Südabbruch des sardischen Schelfes* und dem *Querbruch zwischen Korsika und Sardinien*, und dessen mutmasslicher Fortsetzung im iberischen Westen, dem berühmten *Bruch am Guadalquivir*, in durchaus auffälliger Weise der Richtung des *zweiten grossen afrikanischen Bruchsystems*, der sog. „*Somali*“-*Richtung* folgt und damit *weitere afrikanische Elemente* in diesen Gebieten sich abzeichnen, ist abermals bemerkenswert und zeugt unzweifelhaft für eine grossartige und sehr verbreitete *Bruchvergitterung*, deren tieferen Ursachen wohl auf allgemeine *Torsionsspannungen* im Gefolge der durch die Krustenabkühlung und -kontraktion verursachten allgemeinen *Gewölbeverschärfung* des Planeten zurückgehen mögen.

Sicher aber scheint heute, *von den Alpen der ganzen Adria entlang bis zum Golf von Tarent*, eine ganz *gewaltige Bruchzone erster Ordnung* vorzuliegen, die in ihren nördlichen und südlichen Bezirken auch durch einen kräftigen, und zwar bis in das Quartär hinein reichenden Vulkanismus, jenen des *Vultur* und der *Sinni-Crati-Senke* im Süden, jenen der *Euganeen* im Norden, dazu über weite Strecken auch durch kräftige immer wieder *aktiv werdende Bebengebiete* gekennzeichnet ist. Diese „*ostitalische Bruchzone*“ trennt am Golf von Tarent auch die so verschieden gestalteten Schollen Apuliens und der Kalabrischen Masse, sie dürfte zudem auch dort, genau wie in den Alpen, aber wohl in noch grösserem Ausmass, sogar von kräftigen *Transversalverschiebungen* begleitet sein. Die „*ägäische*“ *Bruchzone* aber scheint sich in durchaus ähnlicher Weise nördlich der Vardarlinie längs den *Save- und Draubrüchen* gleichfalls *bis an die Zentralalpen im Bachergebirge* heran zu erhalten, dabei aber ähnlich wie die ostitalische Bruchzone gleichfalls weiter *aufsplitternd* zu den oststeyrischen Vulkanlinien von *Gleichenberg*, dem auffallenden Ostabbruch des Semmering-Blockes im Oedenburger- und Rosaliengebirge und endlich der berühmten *Thermenlinie von Baden* und dem *Ostabbruch der nördlichen Kalkalpen und der alpinen Flyschzone bei Wien*, samt dem den Durchbruch der *Donau* bei Wien und die *transversale Verschiebung* des äusseren Karpathenrandes gegenüber dem Alpenrand im Wienerwald bedingenden Bruchsystem, das heute die östlichsten Alpen von den westlichsten Karpathenzügen trennt. Und abermals durchaus analoge Bruchlinien, ja eigentliche *Grabenfelder* beginnen sich, als östliche Aufsplitterungen der Aegäis- und der Vardarbrüche, auch im pannonischen Raum *Ungarns* in grossem Maßstab abzuzeichnen, von Inner-Serbien über Belgrad längs *Donau* und *Theiss*, vom Ostabbruch des Fünfkirchener Gebirges bis weit über *Budapest* und in die Nordkarpathen hinein, oder längs der *Tokajer Vulkanreihe* und dem Ostabbruch der inneren Karpathenzone bis über *Kaschau* hinaus, oder im *Debrecziner Senkungsfeld* und den Brüchen zwischen *Temesvar*, *Groszwardein* und *Sziget* bis hinauf über *Munkács* und an den Fuss des *Marmaroschgebirges*.

Damit aber scheint nun ohne jeden Zweifel *eine weit ausgedehnte, ganz gewaltige und fast allgemeine Aufsplitterung sowohl des Vorlandes wie des Rücklandes der mediterranen Gebirge* in grossartige, *gegeneinander im Prinzip frei bewegliche*, aber *doch kräftig genug bleibende Einzelschollen* effektiv, und zwar *bis in die alpinen Gebirge hinein*, vorzuliegen, und wir können daher heute auf weithin gesicherten Grundlagen versuchen, dieses ganze an sich sicher bestehende Schollenmosaik einmal im Geiste in *gegenseitiges Spiel* zu setzen. Denn dieses Spiel könnte unter den gegebenen Umständen und nach den bisher erlangten Einsichten sehr wohl in der Lage sein, uns das *Verständnis der alpinen Leitlinien Europas* sehr weitgehend zu erleichtern.