

Basel und die Plattentektonik

Autor(en): Hans Laubscher

Quelle: Basler Stadtbuch

Jahr: 1989

<https://www.baslerstadtbuch.ch/.permalink/stadtbuch/a9282b09-1fa6-4103-803d-77ffae53782d>

Nutzungsbedingungen

Die Online-Plattform www.baslerstadtbuch.ch ist ein Angebot der Christoph Merian Stiftung. Die auf dieser Plattform veröffentlichten Dokumente stehen für nichtkommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung gratis zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrücke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des vorherigen schriftlichen Einverständnisses der Christoph Merian Stiftung.

Haftungsausschluss

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

Die Online-Plattform [baslerstadtbuch.ch](http://www.baslerstadtbuch.ch) ist ein Service public der Christoph Merian Stiftung.

<http://www.cms-basel.ch>

<https://www.baslerstadtbuch.ch>

Basel und die Plattentektonik

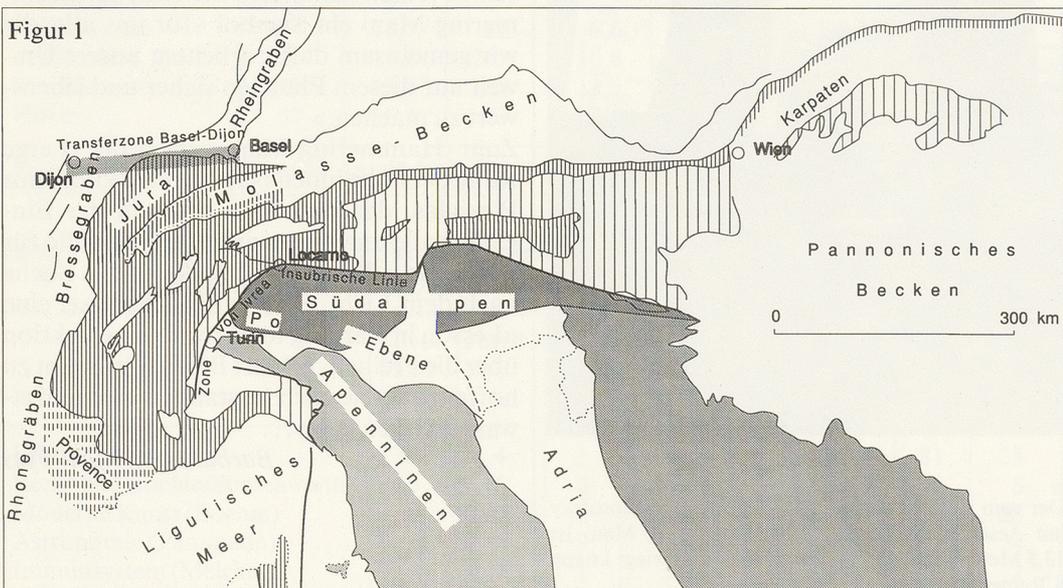
Das geologische Denken wird seit den späteren sechziger Jahren weltweit durch die Konzepte der Plattentektonik bestimmt. Auch die populäre Presse hat sich dieses Themas bemächtigt: die Entstehung von Vulkanen, von Kontinenten, Ozeanen und Gebirgen wird auch dem Laien im Lichte der Plattentektonik geschildert. Es darf also als bekannt vorausgesetzt werden, dass die Erdrinde in eine Anzahl grosser Platten zerlegt ist, von der Grössenordnung von Tausenden von Kilometern; dass diese auf einem zähflüssigen Erdmantel schwimmen, getrieben von Wärmeströmen in diesem Erdmantel; dass Ozeane dort entstehen, wo die Platten auseinanderdriften, und Gebirge dort, wo sie gegeneinander treiben; dass im besonderen die Alpen (Fig. 1) durch die Kollision der afrikanischen und der eurasiatischen Platte entstanden sind (Fig. 2, 3).

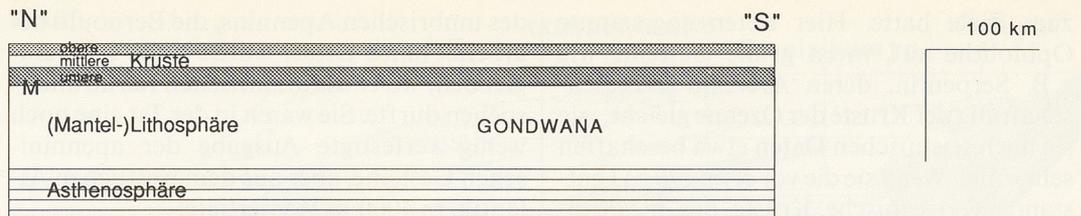
Nach zehnjähriger praktischer Tätigkeit in

Venezuela, hauptsächlich als Explorationsgeophysiker bei einer amerikanischen Erdölgesellschaft, kehrte der Verfasser 1958 an die Universität Basel zurück. Die Karibik, die Geophysik, amerikanische wissenschaftliche Tradition und Literatur hatten einen tiefen Eindruck hinterlassen und spornten dazu an, all dies in Basel zu erproben.

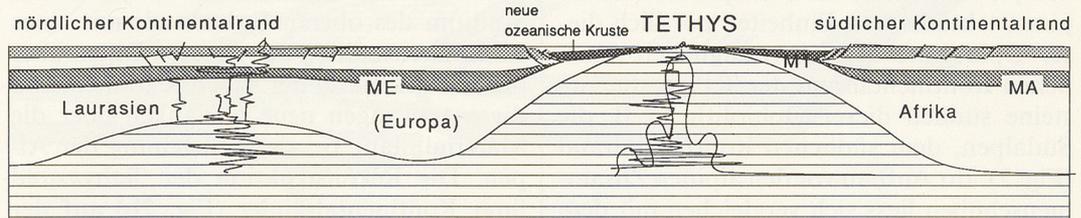
Von besonderem Interesse waren die damals laufenden Untersuchungen in den Südalpen. So gelang es dem Doktoranden Daniel Bernoulli nachzuweisen, dass die Luganerlinie – eine markante geologische Grenze ungefähr zwischen Lugano und Mendrisio – einer riesigen

1 Tektonische Karte der Alpen und ihrer Umgebung. Grau sind die afrika- bzw. adriawärts, vertikal schraffiert die europawärts geschobenen Massen (weit schraffiert: südlicher Kontinentalrand der Tethys = ostalpine Decken, eng schraffiert = nördlicher Kontinentalrand). Die Zone von Ivrea ist grossenteils von jungen Ablagerungen des Pobeckens verdeckt. ▽





a) Vor Auseinanderdriften von Afrika und Europa (ca. 200 MJ)



b) Nach Auseinanderdriften von Afrika und Europa (ca. 150 MJ)



d) Der Bau der oberen Kruste in c), vergrössert

c) Nach Zusammenschub von Afrika und Europa (heute)

Figur 2

sigen Abschiebung von über 4000 m entsprach, die hauptsächlich zur Zeit des untern Lias (vor 200 Mio. Jahren [MJ]) in Bewegung war. Abschiebungen sind Zerrstrukturen, die ein Auseinanderdriften dokumentieren. Was bedeuteten sie für die Entstehung der Alpen?

Anfangs der sechziger Jahre hatten neue paläomagnetische Studien Indizien für riesige Verschiebungen der Kontinente erbracht. Insbesondere war es der englische Geophysiker Runcorn, der mit Überzeugung die neuen Befunde propagierte. Nun muss man wissen, dass es gerade die englischen Geophysiker gewesen waren, die für die meisten Erdwissenschaftler die Idee der «Wegenerschen Kontinentaldrift» zu Fall gebracht hatten mit dem scheinbaren Beweis, dass sie physikalisch unmöglich sei. Offenbar war nun aber die Zeit gekommen, die Geologie im Lichte einer modernisierten Kontinentalverschiebungslehre einer neuen Synthese zuzuführen. Die Kenntnis der Meere und ihres tieferen Untergrundes, mit Hilfe neu entwickel-

ter Techniken erst in den vergangenen Jahren in grossem Masse gewonnen, passte vorzüglich in dieses Unterfangen. Die Daten aber lagen bei den grossen ozeanographischen und geophysikalischen Instituten Amerikas, diese mussten die weltweiten Aspekte weiter verfolgen. Für uns war es vor allem wichtig, Alpen und Rheingraben neu zu analysieren. Bernoulli war nach Jahren praktischer Tätigkeit nach Basel zurückgekehrt und begann an einem Nationalfonds-Projekt zu arbeiten, das die Abklärung der Entstehung der alten Meere und ihrer Kontinentalränder im Bereich der heutigen alpinen Gebirge

2 Die plattentektonische Entwicklung des Alpenraumes. M=Mohorovičić-Diskontinuität (Basis der Kruste, wo die Erdbebenwellen sprunghaft ansteigen; ME: von Europa, MA: von Afrika, MT: der Tethys, M2: der Alpen). In den Aufbeulungen der Asthenosphäre sind Diapire von heissem Mantel sowie (dünne Linien) Absonderungen und Aufstiegswege basaltischer Magmen eingezeichnet. Die Alpen sind nur ein kleiner Teil des bis 2000 km breiten Deformationsgürtels der kollidierenden Platten von Afrika und Eurasien.

zum Ziele hatte. Hier treten sogenannte Ophiolithe auf, meist grüne Gesteine wie z. B. Serpentin, deren Art und Vergesellschaftung der Kruste der Ozeane gleicht, wie sie nach seismischen Daten etwa beschaffen sein sollte. Wenn sie die vor etwa 170 MJ entstandene ozeanische Kruste des mesozoischen (ca. 200–130 MJ) Mittelmeeres, der Tethys, darstellten, dann entsprachen die alpinen tektonischen Einheiten nördlich dieser Ophiolithe dem ursprünglichen nördlichen Kontinentalrand der Tethys, die Gesteine südlich dieser Ophiolithe, z. B. die Südalpen, dem südlichen Kontinentalrand (Fig. 2). Ihr Aufbau vor den alpinen Zusammenschüben liess sich vergleichen mit dem der immer besser bekannt werdenden atlantischen Kontinentalränder. Von diesen wusste man schon, dass sie zunächst längs grosser Abschiebungen zerbrochen waren und dann allmählich in grosse Meerestiefen versanken. So also waren die alten Abschiebungen der Alpen, insbesondere auch die Luganerlinie, zu verstehen. Sie dokumentierten ein Auseinanderdriften von Afrika-Südamerika auf der einen, Eurasien-Nordamerika auf der andern Seite und die Entstehung des Tethys-Meeres in der unteren Jurazeit (vor ca. 200 MJ). Dabei wurde die ursprünglich um die 30 km dicke, spezifisch leichte kontinentale Kruste ausgedünnt (Fig. 2). Die Meerestiefe, in der die Sedimente abgelagert wurden, wächst mit abnehmender Krustendicke. Umgekehrt sollte sich also aus der Bestimmung der Ablagerungstiefe der Sedimente in den heutigen Gebirgen die Dicke der damaligen kontinentalen Kruste abschätzen lassen. Dies ist Voraussetzung für eine Materialbilanz der Alpenfaltung, unabdingbar für ein wirkliches, quantitatives Verständnis der Alpenfaltung. Leider gibt es auch heute noch keine Indikatoren zur quantitativen Bestimmung der Ablagerungstiefe von Sedimenten unterhalb etwa 200 m.

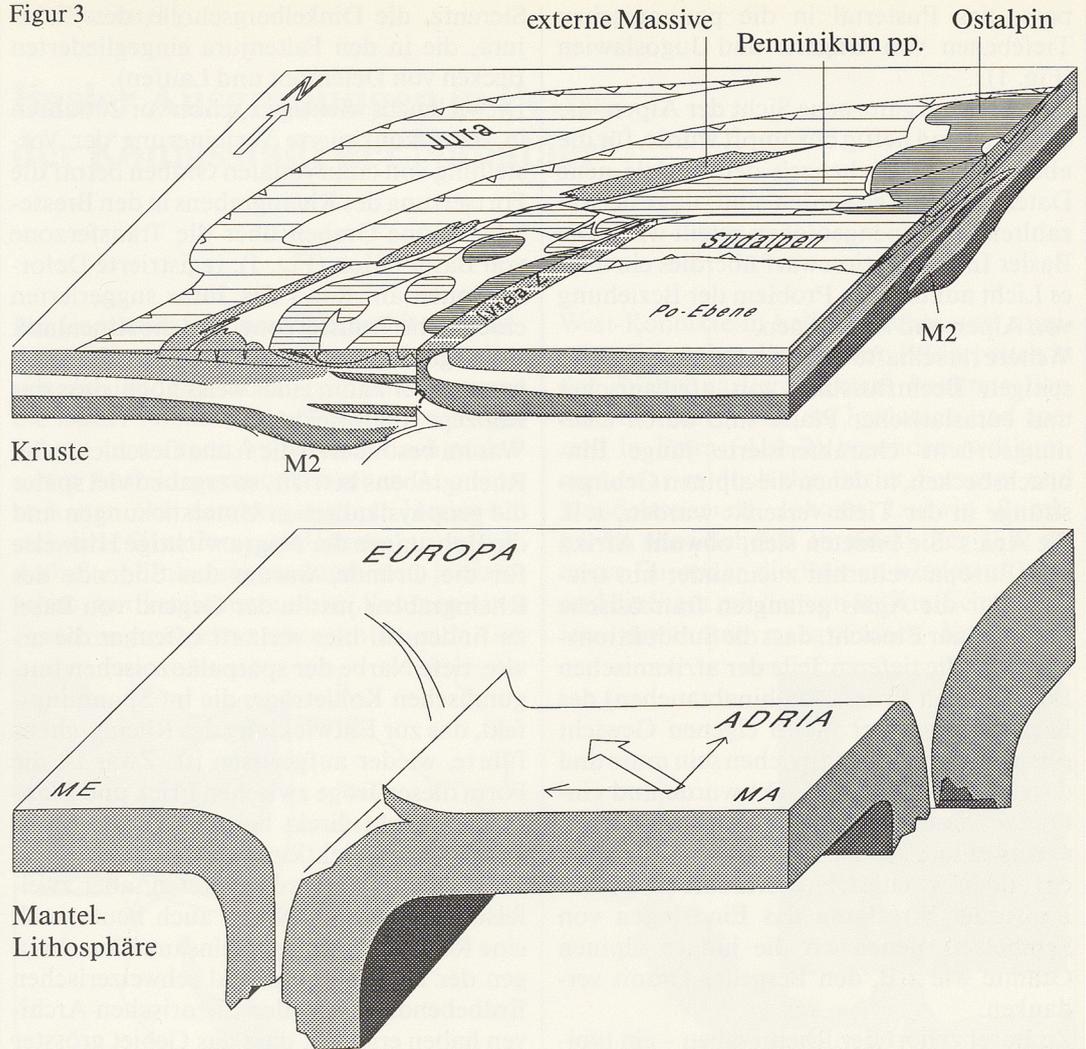
Ein ehemaliger Studienkollege Bernoullis, Hanspeter Luterbacher, heute Professor in Tübingen, hatte Beziehungen zum Tiefsee-Bohrprojekt der amerikanischen ozeanographischen Institute. Die Ergebnisse einer Bohrung im tiefen Atlantik südöstlich von New York erinnerten ihn an die Schichtfolge

des umbrischen Apennins, die Bernoulli bearbeitet hatte. Dieser wurde in die USA eingeladen, wo er die atlantischen Kerne untersuchen durfte. Sie waren in der Tat eine noch wenig verfestigte Ausgabe der apenninischen Gesteine, aber aus dem westlichen Atlantik, in 4000 m Wassertiefe!

Der Verfasser selbst hatte inzwischen im Rahmen des internationalen Projekts zum Studium des oberen Erdmantels mit einer Zusammenstellung der neueren Daten über die Tiefenstruktur der Alpen begonnen, und diese erzwangen neue Gedanken über die Materialbilanz bei der Entstehung der Alpen. Die Rekonstruktion der Tethys und ihrer Kontinentalränder (Fig. 2b) auf der einen, das Bild des Tiefgangs der Alpen und ihrer Bestandteile (Fig. 2c) auf der andern Seite: das waren Anfangszustand und Endprodukt der Alpenfaltung, die es nun nach den Erkenntnissen der historischen Geologie in einer Abfolge von kinematischen Schritten zu verbinden galt.

Auch für die rätselhafte Zone von Ivrea in den westlichen Südalpen (Fig. 1, 3) ergaben sich von Basel aus neue plattentektonische Perspektiven. Sie erstreckt sich von westlich von Locarno bis Cuneo (80 km südlich Turins) und zeichnet sich durch besonders dichte Gesteine aus, die aus dem oberen Erdmantel in die Basis der Kruste eingedrungen waren und die Krustengesteine besonders hohen Temperaturen ausgesetzt hatten. Die Geophysiker der Alpenländer hatten eben erst unter Benützung von Sprengungen, die künstliche Erdbebenwellen erzeugten, die Ivreazone sondiert und waren zu überraschenden Resultaten gelangt: Die Gesteine hoher Dichte waren wie ein Vogelkopf mit dem Schnabel nach Nordwesten in die weniger dichten Gesteine der bis über 50 km mächtigen Alpenkruste eingebettet, während sie gegen Südosten in die Unterkruste des alpinen Hinterlandes unter der Poebene abzutauchen schienen. Uns schien dieser Vogelkopf die tektonische Einspiessung eines Spans von unterer Kruste und oberem Mantel aus dem Bereich der adriatischen Platte, einem Absprengsel der afrikanischen Platte, zu sein. Diese Interpretation hat in neuester Zeit, nach zwanzig Jahren, durch die refle-

Figur 3



xionsseismischen Alpen traversen von Franzosen (ECORS), Italienern (CROP) und Schweizern (NFP 20) eine wesentliche Stütze erhalten. Sie lenkte die Aufmerksamkeit auf ganz neue Prozesse bei der Kollision von Platten.

Die Zone von Ivrea war zudem eine Herausforderung für eine dreidimensionale Bewegungsgeschichte (Kinematik) der Alpen. Wenn dieser Span gegen Westen in den Westalpenbogen eingespiess wurde, so musste sich die adriatische Platte an den Zentral- und Ostalpen vorbeibewegt, sie rechts (dextral) liegen gelassen haben (Fig. 3). Als Schiene der dextralen Horizontalverschiebung (Fig. 3), in der Plattentektonik gemein-

3 Dreidimensionales Blockdiagramm des Alpenbaus, stark generalisiert. Mantel und Kruste sind der Übersichtlichkeit halber getrennt. Sie sind voneinander abgesichert und ganz verschieden gebaut. Die Adria-Platte gehört im wesentlichen zur afrikanischen Platte und hat sich seit 80 MJ relativ zu Europa nach NW bewegt mit einer Nordkomponente, die die Zentral-, Süd- und Ostalpen, und einer Westkomponente, die die Westalpen aufgebaut hat. Die Insubrische Linie entspricht einer Dextralverschiebung.

hin als «Transform»- oder «Transfer»-Brüche bezeichnet, bot sich das vordem ganz anders interpretierte Störungssystem der «Insubrischen Linie» an, das die Südalpen vom Rest des Alpenkörpers trennt (Fig. 1). Diese Linie beginnt im Westen bei Locarno und führt über den Joriopass, das Veltlin, den Tonale-

pass, das Pustertal in die pannonischen Tiefebene von Ungarn und Jugoslawien (Fig. 1).

Das war eine ganz neue Sicht der Alpen, die entsprechend heftig bekämpft wurde, für die aber in der Zwischenzeit derart viele neue Daten bekannt geworden sind, dass sie von zahlreichen Alpengeologen geteilt wird. Die Basler Interpretation warf überdies ein neues Licht auf das alte Problem der Beziehung von Alpen und Apenninen.

Weitere rätselhafte Phänomene der wechselseitigen Beeinflussung von afrikanischer und eurasiatischer Platte sind durch Dehnungsbrüche charakterisierte junge Einbruchbecken, in denen die alpinen Gebirgsstränge in der Tiefe versenkt wurden, z. B. die Ägäis. Sie bildeten sich, obwohl Afrika und Europa weiterhin zueinander hin trieben. Für die Ägäis gelangten französische Forscher zur Einsicht, dass die Subduktionszone (wo die tieferen Teile der afrikanischen Platte in den Erdmantel hinabtauchen) des Kretabogens unter ihrem eigenen Gewicht gegen Afrika zurückgewichen sein muss und dass so die Ägäis gestreckt wurde und einbrach. Dieses Modell wurde in Basel übernommen und gleichzeitig für die Geschichte der Alpen erweitert. Hier erlaubte eine kurze Phase der Streckung das Eindringen von Schmelzen, denen wir die jungen alpinen Granite wie z. B. den Bergeller Granit verdanken.

Zu Basel gehört der Rheingraben – ein typischer Vertreter der intrakontinentalen Gräben, deren bekannteste Vertreter die ostafrikanischen Grabensysteme oder «Rifts» sind. Diese wiederum werden als sich entwickelnde konstruktive Plattengrenzen betrachtet, die gelegentlich einen Ozean wie den Atlantik entstehen lassen und dann als Gräben in mittelozeanischen Rücken in Erscheinung treten. Der Rheingraben hat sich bekanntlich nie so weit entwickelt, obwohl er Zeit dazu gehabt hätte. Er ist in einem embryonalen Stadium stecken geblieben. In Basel kann man also das Frühstadium eines solchen Grabens studieren, und zwar an seiner besonders komplexen Südostecke, wo er sich in verschiedene Teilsysteme aufsplittet (vor allem die Teilgräben von Dannemarie und

Sierentz, die Dinkelbergscholle, den Tafeljura, die in den Faltenjura eingegliederten Becken von Delémont und Laufen).

Die vielleicht wichtigste schon vor 20 Jahren in Basel konzipierte Verfeinerung der Vorstellung von embryonalen Gräben betraf die Fortsetzung des Rheingrabens in den Bresse- oder Saône-Graben über die Transferzone von Basel-Dijon (Fig. 1): registrierte Deformationen am Rand des Juras suggerierten eine solche Transferzone, und die Kinematik verlangt sie. Sie ist heute allgemein anerkannt, aber kaum einer weiss noch, dass das Konzept von Basel kam.

Was im besonderen die frühe Geschichte des Rheingrabens betrifft, so ergaben viel später die geophysikalischen Untersuchungen und die Bohrungen der Nagra wichtige Hinweise für die Gründe, warum das Südende des Rheingrabens just in der Gegend von Basel zu finden ist: hier verläuft offenbar die uralte, tiefe Narbe der spätpaläozoischen burgundischen Kohletröge, die im Spannungsfeld, das zur Entwicklung des Rheingrabens führte, wieder aufgerissen ist. Zwar ist die Form dieser Tröge zwischen Frick und Blanzuy noch nicht direkt bekannt und nur aufgrund von Projektionen von Strukturen an der Erdoberfläche zu vermuten; aber zweifelsohne spielt die Narbe auch heute noch eine Rolle für Basel: gemeinsame Forschungen der französischen und schweizerischen Erdbebendienst in den historischen Archiven haben ergeben, dass das Gebiet grösster Schäden des Erdbebens von Basel 1356 eine langgestreckte Ellipse ist, die sich von Basel nach Dijon erstreckt.

Weitere Beiträge von Basel an die Plattentektonik haben den Rahmen von Alpen und Rheingraben gesprengt. Sie betreffen namentlich die weiteren alpin-mediterranen Kettengebirge vom Atlantik bis Oman sowie die ausserordentlich komplexe NW-Ecke von Südamerika.

Alle diese Beiträge waren nicht einfach ein Echo auf die anderorts propagierte, oft recht dogmatische Lehre von der Plattentektonik. Sie brachten nicht nur Verfeinerungen und Erweiterungen, sondern z. T. auch drastische Modifikationen aufgrund lokaler geologisch-geophysikalischer Daten.