

**Zeitschrift:** Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin  
**Herausgeber:** Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung  
**Band:** - (2004)  
**Heft:** 63

**Artikel:** Alpen in Bewegung  
**Autor:** Frei, Pierre-Yves  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-552855>

#### 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](#)

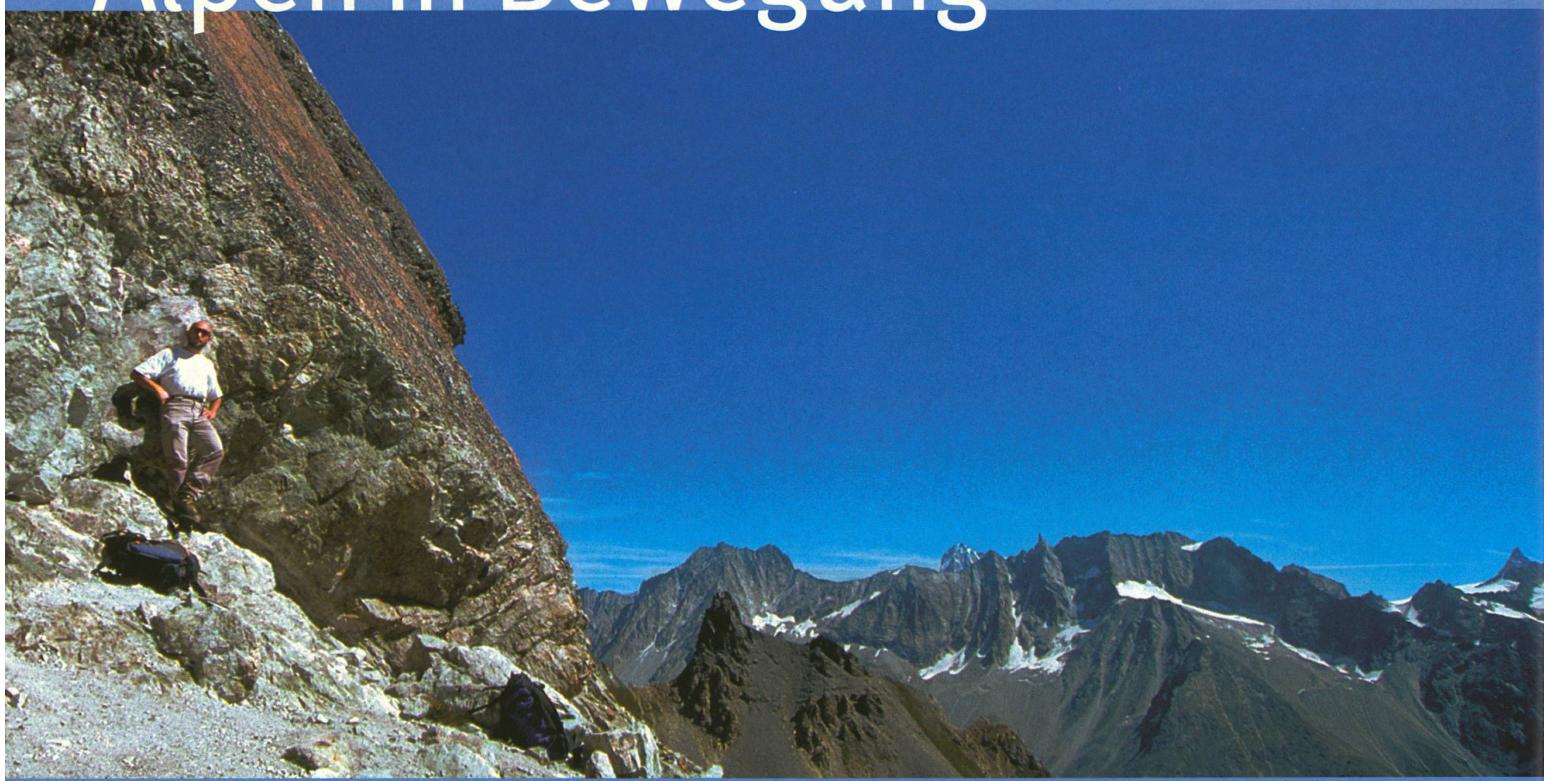
#### Terms of use

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:** 24.01.2026

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

# Alpen in Bewegung



An der Universität Neuenburg tragen drei Geologen überraschende Hinweise zusammen, die auf Ausdehnungsbewegungen in den Alpen schliessen lassen. Geht es mit dem Gebirge zu Ende?

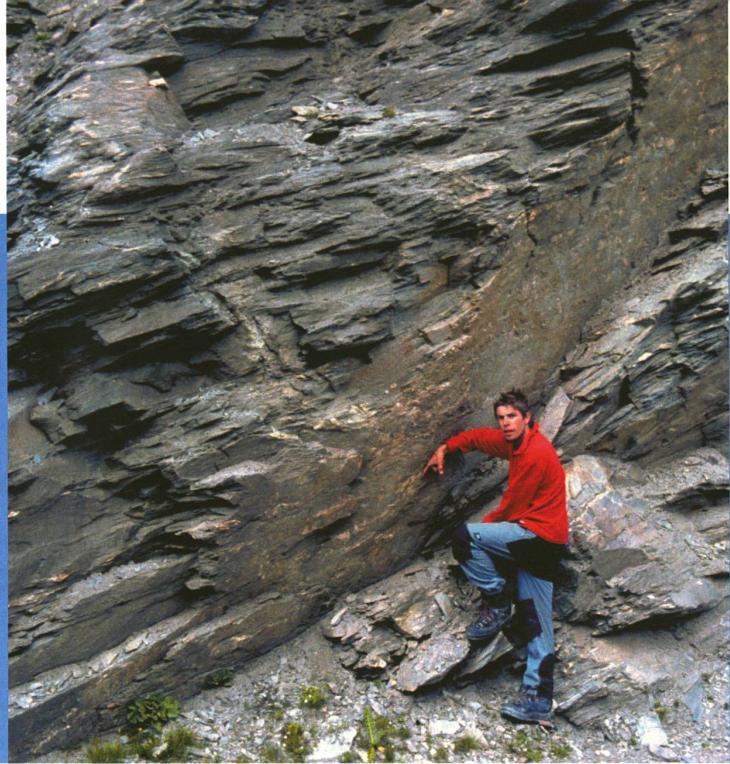
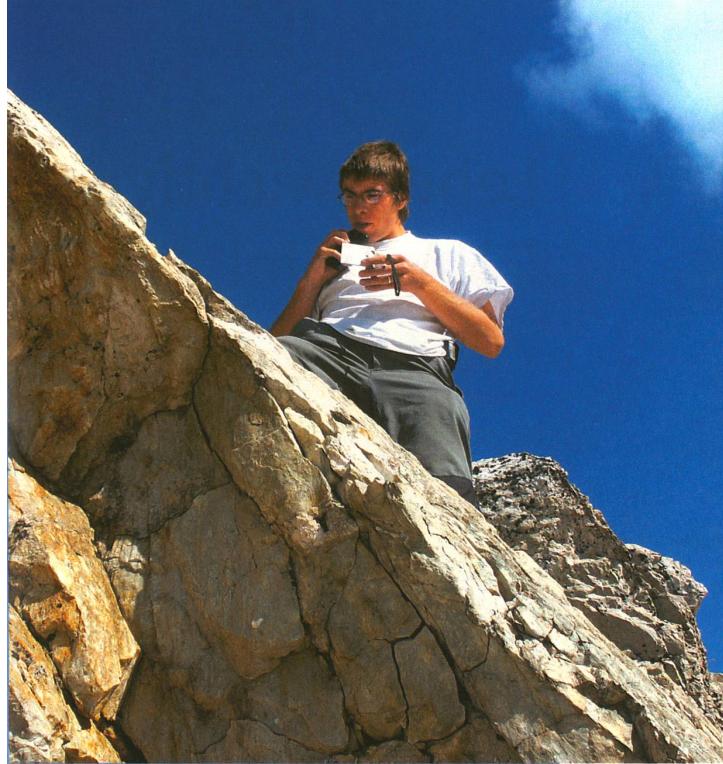
VON PIERRE-YVES FREI  
BILDER UNIVERSITÄT NEUENBURG



In der Wissenschaft haben es neue Theorien schwer. Damit sie sich durchsetzen können, müssen manchmal Berge versetzt werden. Deshalb musste wohl auch Christian Sue Ende der 1990er-Jahre gegen die Skepsis seiner Kollegen kämpfen, als er seine Doktorarbeit in Grenoble abschloss. «Ich zeigte damals, dass das Briançonnais (östlich des Pelvoux- und des Belledonne-Massivs) keineswegs zusammengedrückt wurde, wie man dies in den Alpen erwartet, sondern dass es deutliche Zeichen einer Ausdehnung gab. Vielleicht war also der Druck, der durch die Kollision des afrikanischen mit dem europäischen Kontinent erzeugt worden war und der seit 40 Millionen Jahren zur Hebung der Alpen

geführt hatte, verschwunden, und die Alpen wuchsen nicht mehr weiter. Diese Idee war vor zehn Jahren noch ketzerisch. Nun findet sie immer mehr Anhänger.»

Christian Sue liess sich von der frühen Kritik nicht entmutigen. Heute verfolgt er seinen Ansatz an der Universität Neuenburg weiter. Er dehnte seine Arbeiten auf die westlichen Alpen aus, die im Wesentlichen vom Simplonpass bis zum Argentera-Massiv reichen. Mehrere Doktoranden unterstützen ihn, indem sie das Problem aus verschiedenen Blickwinkeln untersuchen. So arbeitet Bastien Delacou mit seismotektonischen Daten von 389 Erdbeben jüngerer Datums. «Ein Erdbeben ist die Folge einer tektonischen Bewegung, einer so genannten Verwerfung, bei der in der Tiefe Gesteinsschichten brechen und sich gegeneinander verschieben. Wird eine solche Bewegung vom regionalen Netz seismischer Sensoren gut erfasst, dann lässt sich bestimmen, ob ein Erdbeben durch eine Ausdehnung oder eine Kompression verursacht wird. Wenn ich



Christian Sue (links) und sein Doktorand Jean-Daniel Champagnac (oben, rechts) lesen aus den Zeichen des Gebirges verschiedene Dehnungsbewegungen heraus.

sämtliche Daten zusammentrage, erhalte ich eine Karte der Alpen, aus der die Kompressions- und Ausdehnungsbereiche hervorgehen. Und ganz offensichtlich lässt sich eine deutliche Tendenz zu einer Ausdehnung entlang dem Hauptkamm der westlichen Alpen feststellen.»

#### DIE BOTSCHAFTEN DER BRÜCHE

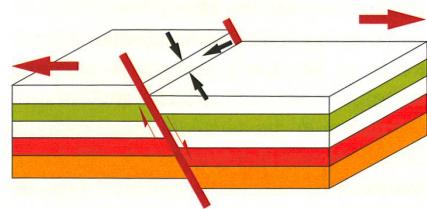
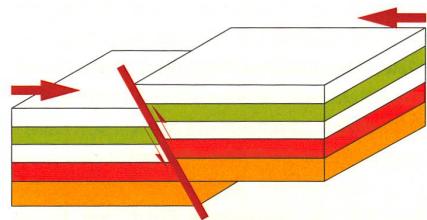
Jean-Daniel Champagnac wiederum verfolgt einen anderen Weg. Drei Sommer lang war er in den Alpen unterwegs, um Verwerfungen zu erfassen. Unsere Berge weisen wie alle Gebirge zahlreiche Verwerfungen auf. Je nach den Bedingungen, unter denen eine Deformation stattfindet, kommt es durch die tektonischen Bewegungen zu Faltungen oder zu Verwerfungen. Diese Brüche enthalten eine Botschaft. Wer sie zu lesen versteht, erfährt, was für Kräfte die Bewegungen ausgelöst haben. Eine normale Verwerfung ist das Ergebnis einer Ausdehnung. Im umgekehrten Fall – bei einer Kompression – kommt es zu einer so genannten inversen Verwerfung.

«Ich habe rund 4000 Verwerfungen vermessen. Die grosse Mehrheit, das heisst rund 85 Prozent, sind die Folge einer Ausdehnung, und etwa 15 Prozent sind das Ergebnis einer seitlichen Verschiebung.»

Christian Sue und seine Doktoranden waren nicht nur überrascht, als sie in den Inneren Alpen einen allgemeinen Trend zur Dehnung entdeckten. Für noch grössere Aufregung sorgte die Feststellung, dass es sich sogar um zwei verschiedene Dehnungssysteme handelt. «Die Extension, die wir mit Hilfe der Verwerfungen nachgewiesen haben, wirkt parallel zur Gebirgskette», präzisiert der Oberassistent aus Neuenburg. «Die mit den seismotektonischen Aufzeichnungen festgestellte Bewegung hingegen breitet sich fächerartig senkrecht zur Kette aus. Als wir diese beiden Muster entdeckt haben, waren wir überrascht. Es bedeutet, dass den beiden Phänomenen je ein eigener Mechanismus zu Grunde liegt und dass die beiden Mechanismen zu unterschiedlichen Zeitpunkten wirkten.» Ein weiterer Beweis dafür, dass die Alpen eine nicht ganz gewöhnliche Bergkette darstellen. Fachleute sind sich einig, dass dieses Gebirge komplexer, verschachtelter, zerrissener und zerstückelter ist als seine Verwandten in den Anden oder im Himalaja.

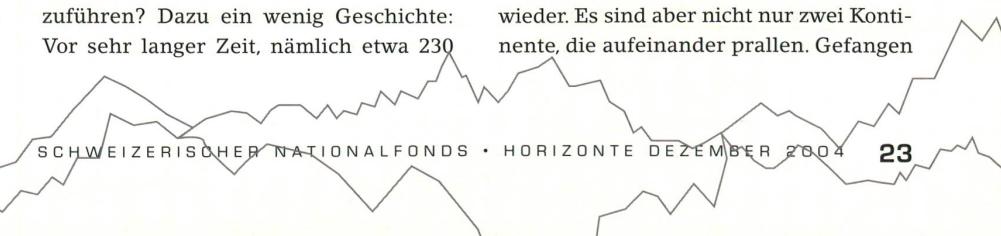
Worauf ist diese Komplexität zurückzuführen? Dazu ein wenig Geschichte: Vor sehr langer Zeit, nämlich etwa 230

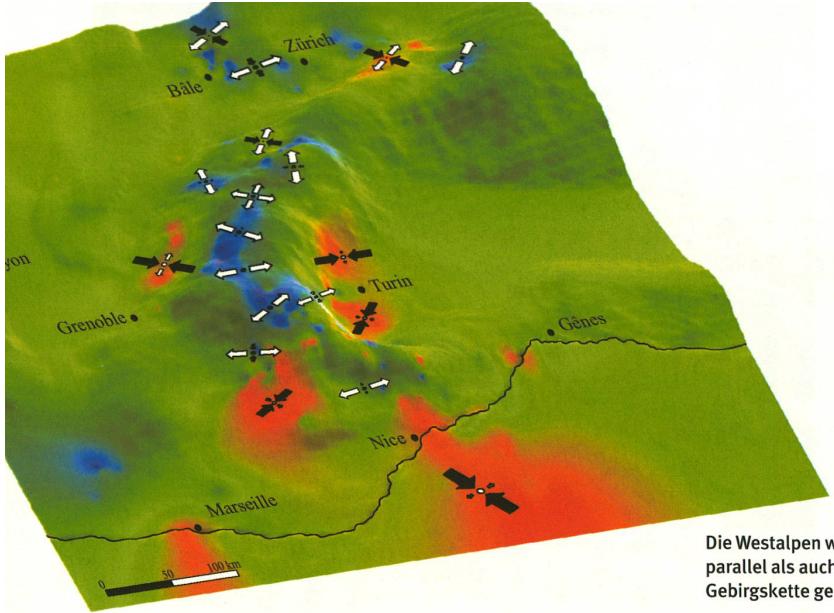
Millionen Jahren, gab es nicht mehrere Kontinente, sondern nur einen einzigen zusammenhängenden Superkontinent. Die Kontinentaldrift hatte sämtliche Landmassen zu einer einzigen Einheit, der Pangäa, zusammenrücken lassen. Einige Dutzend Millionen Jahre später öffnet



Inverse Verwerfung (oben), normale Verwerfung (unten)

sich ein Ozean: Das Tethysmeer und der Atlantik entstehen und spalten Pangäa. Die Kluft wird über mehrere Dutzend Millionen Jahre immer grösser. Dann folgt plötzlich die umgekehrte Bewegung: Nachdem sich Afrika und Europa voneinander entfernt haben, nähern sie sich wieder. Es sind aber nicht nur zwei Kontinente, die aufeinander prallen. Gefangen





Die Westalpen werden sowohl parallel als auch senkrecht zur Gebirgskette gedehnt.

in diesem kontinentalen Schraubstock liegen eine Reihe kleinerer Landmassen wie das Briançonnais oder Apulien und mehr oder weniger grosse Meere wie das Walliser oder das Piemontesische Meer. Damit nicht genug: Die europäische und die afrikanische Platte schieben sich nicht einfach brav übereinander, sondern sie verkeilen und überschneiden sich, als ginge es darum, Generationen von Geologen ratlos zu machen.

So traf der apulische Mikrokontinent vor 40 oder 50 Millionen Jahren wie ein Keil auf Europa. Die Alpenfaltung beginnt. «Dieser apulische Kontinent spielt eine entscheidende Rolle», fährt Christian Sue fort. «Oder genauer: die Art seiner Kollision mit Europa. Wahrscheinlich drehte er sich gleichzeitig, als er Europa rammte, was die geschwungene Form der Alpen erklären würde.»

Die Dynamik des apulischen Kontinents ist für das Team aus Neuenburg wichtig. Sie könnte nämlich dafür verantwortlich sein, dass sich die Alpen nicht in allen Regionen gleich verhalten. «Die seismotektonischen Daten zeigen, dass in der westlichen Alpenregion heute Ausdehnung vorherrscht», erläutert Bastien Delacou. «Afrika hält zwar immer noch Kurs auf Europa, die Folgen dieser Annäherung sind in den Westalpen jedoch nicht mehr spürbar.»

Handelt es sich einfach um einen regionalen Stillstand, oder kündigt sich eine neue Entwicklung der gesamten Gebirgskette an? «Um dies zu beurteilen, müssen wir die Ursachen für die Ausdehnungsvorgänge kennen», erklärt

Jean-Daniel Champagnac. «Bisher lassen sich nur Hypothesen aufstellen. Eines ist jedoch sicher: Die beiden Dehnungsbewegungen haben unterschiedliche Ursachen. Im Fall der Extension parallel zur Alpenachse, die wir durch die Verwerfungen entdeckt haben, muss diese Entwicklung bereits seit Anfang des Miozäns andauern, seit rund 20 Millionen Jahren also. Zu jener Zeit öffnete sich das Ligurische Meer und bot den zusammengepressten Alpen einen Ausweg nach Südwesten. Wenn Sie etwas Knete in der Faust zusammenpressen, sehen Sie, dass die Masse auf die Seiten ausweicht, wo sie auf keinen Widerstand stößt.»

#### VERGLEICHBAR MIT REIFEM VACHERIN

Die Dehnung senkrecht zur Alpenachse, die mit der Auswertung der Erdbeben entdeckt wurde, wird nach Ansicht der Neuenburger Forscher eher von der Schwerkraft verursacht. Christian Sue vergleicht die Alpen mit reifem Vacherin, der langsam zerfliesst: «Am dicksten sind die Alpen im Zentrum. Sobald der Druck des apulischen Kontinents auf Europa nachlässt, breiten sich die Alpen von dort her wieder aus.»

Wir werden uns wohl damit abfinden müssen: Selbst wenn einzelne Bereiche der Alpen noch wachsen, verläuft der Gesamtrend in die umgekehrte Richtung. Deshalb dürften es die Alpen bezüglich Höhenmeter nie mit dem Himalaja oder den Anden aufnehmen können. Ausser es handelt sich einfach um eine geologische Siesta, und die Kollision gewinnt in einigen Millionen Jahren wieder tüchtig an Fahrt. ■

# Lebenswichtige DNA-Zipfel

An den Enden der DNA sitzen Schutzkappen, die bei der Zellalterung und bei Krebs eine wichtige Rolle spielen. Joachim Lingner und sein Team am Schweizerischen Institut für Experimentelle Krebsforschung untersuchen, wie sie erneuert werden.

VON ERIKA MEILI  
BILD SPL/KEYSTONE

**M**it Hilfe der Bäckerhefe ist Joachim Lingner neuen Ansätzen der Krebstherapie auf der Spur. Ein Einzeller als Modell für die Krebsforschung? Der Grund liegt bei Lingners Interessengebiet: Es sind die Schutzkappen an den Enden der DNA-Fäden, in der Fachsprache Telomere genannt. Sie sind bei allen Organismen mit linearer DNA zu finden, von den Säugetieren bis zu den Pilzen wie der Bäckerhefe. Mit Hilfe menschlicher Zellkulturen testen Lingners Mitarbeiter, inwieweit die Erkenntnisse, die mit der Hefe gewonnen werden, auch auf den Menschen übertragbar sind.

Telomere sind denn auch etwas ganz Elementares. Denn ohne die Schutzkappen würden die Chromosomen, wie die DNA-Fäden auch heißen, an den Enden zusammengehängt. «Chromosomen brechen oft, und die zelleigenen Reparaturmechanismen sind sehr effizient. Doch sie dürfen nicht an den Chromosomenenden aktiv werden», erklärt Joachim Lingner. Denn zusammengeklebte Chromosomen können bei der Zellteilung nicht richtig auf die beiden Tochterzellen verteilt werden – die Zellen sterben ab.

Die Schutzkappen bestehen aus normalen DNA-Bausteinen. Beim Menschen sind sie bei der Geburt etwa 15 000 Bausteine lang. Doch mit jeder Zellteilung