

Hinweise auf kaledonische (ocloyische) und eoherzynische (chanische) Tektonik in Südbolivien

Joachim Müller¹⁾, Jörg Maletz²⁾, Volker Jacobshagen¹⁾ & Bernd-D. Erdtmann³⁾

1) Institut für Geologie, Geophysik und Geoinformatik, Freie Universität Berlin; 2) Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Greifswald; 3) Institut für Geologie und Paläontologie, Technische Universität Berlin

Resumen

Nuevos hallazgos de graptolitos entre Tupiza y San Vicente indican una edad Caradociana que permiten completar la columna estratigráfica del Ordovícico de la Cordillera Oriental en el sur de Bolivia. Documentado es una columna de las rocas caradocianas a mas de 3000 m, que esta sobreyaçida por una secuencia sedimentaria ordovícica de edad insegura cuyo espesor mínimo es de 2400 m. Sin embargo, la falta de diamictitas o tillites glaciales en estos estratos excluye la presencia del Ashgilliano superior. Sobre todo estas secuencias están compuestas de rocas turbidíticas que contienen abundantes estructuras de deslizamiento en la parte superior. Nosotros interpretamos el grano espeso y la aparición de estructuras de deslizamiento como indicio de fuerte actividad tectónica en el Caradociano durante la Orogenesis Ocloyica (Ordovícico superior - Silúrico inferior). Interpretamos la subsidencia rápida de la cuenca trasero durante la Orogenesis en el Ordovícico superior.

Geologischer Überblick

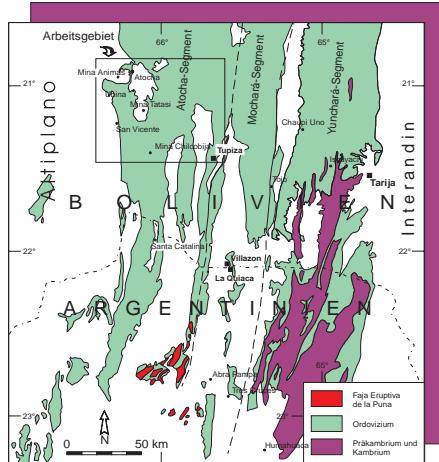


Abb. 1: Ostdordillere Südboliviens und südliche Verlängerung.

Die Ostkordillere Südboliviens besteht fast ausnahmslos aus mächtigen ordovizischen Siliziklastika, überdeckt von residualen Kreide- und Tertiär-vorkommen. Sie kann aufgrund des unterschiedlichen Baustils und des unterschiedlichen Alters des ordovizischen Basements von W nach E in drei Bereiche eingeteilt werden (Abb. 1): In (1) das Atocha-Segment (Llanvirn - ?unteres Ashgill), (2) das Mochará-Segment (Tremadoc - unteres Arenig), (3) Yunchará-Segment (Tremadoc - mittleres Arenig).

Als Grenzen zwischen den Segmenten werden große Störung bzw. Störungssysteme angenommen, die z.T. in Verbindung mit der Faja Eruptiva de la Puna stehen.

Während das Ordovizium im Yunchará-Segment und in NW-Argentinien untersucht und in einzelne Formationen unterteilt wurde, gibt es für das Atocha- und Mochará-Segment Südboliviens nur sehr wenige Daten über das Ordovizium.

Ordovizium des Atocha-Segments

Im Atocha-Segment belegen Graptolithenfunde Llanvirn und Caradoc (Abb. 2). In Ermangelung von Fossilkunden konnte das genaue Alter in stratigraphisch höheren Bereichen nicht bestimmt werden. Das Fehlen glazialer Diamiktite oder Tillite schließt die Präsenz von oberem Ashgill jedoch aus.

Das Llanvirn des Atocha-Segments ist nur östlich von Tupiza als Schelffazies aufgeschlossen. Westlich von Tupiza besteht das mehr als 5.5 km mächtige Ordovizium im wesentlichen aus anchi- bis epimetamorphen Turbiditen, bestehend aus unreifen, stark schräg-geschichteten Sandsteinen und dunklen Peliten. Feinsandstein- bis Tonfraktion und chaotische Sequenzen (Facies C, D, (E), und F nach Pickering et al., 1986) sind vorherrschend, Geröll- bis Grobsandfraktion (Facies class A und B nach Pickering et al., 1986) fehlen vollständig.

Fünf lithostratigraphische Einheiten lassen sich unterscheiden (Abb. 2). Innerhalb der ordovizischen Sequenzen ist ein thinning- und fining-upward festzustellen. Dies lässt auf eine Entwicklung von semi-distaler (unit A) zu distaler Ablagerung

Auswirkung der ocloyischen Deformation

Die Mächtigkeit von über 5 000 m, intensive Schrägschichtung und Rippelbildung der strukturell unreifen Turbiditabfolgen sowie das Auftreten der Rutschmassen zeugen von **rascher und mächtiger Sedimentakkumulation im Llandeilo-?unteren Ashgill**.

Das Einsetzen von Rutschmassen interpretieren wir als **Anzeichen intensiver tektonischer Aktivität im Zuge der ocloyischen Orogenese** (oberes Ordovizium - unteres Silur).

Die minimale **Subsidenzrate** lag bei **317 m/Ma**. Diese Sedimentationsrate widerspricht der Annahme von einer deutlichen Verringerung der Sedimentation im oberen Ordovizium.

Der nur leicht ansteigende globale Meeresspiegel und die starke Beckensubsidez, die aus der großen Sedimentakkumulation resultiert, deuten eher auf **fortlaufendes Rifting im Oberordovizium** als auf eine Schließung des Beckens im Zuge einer ostgerichteten Vorlandüberschiebung.

Series	Graptolites	Lithology	Lithostratigraphy
Caradocian	Orthograptus calcaratus	Unit E (Tapijal B)	Mudstone, darkgrey-bluishgrey, including slippings and some quartzitic sandstone layers with ripples ca. 1300 m
			Alternate bedding of mostly thin-bedded, quartzitic sandstones, mudstones including slippings ca. 870 - 1030 m
			Quartzitic, mostly turbiditic sandstones, first occurrence of slippings 500 - 700 m
			Alternate bedding of turbiditic sandstone and mudstone ca. 1520 m
			Thickbedded quartzitic, partly turbiditic sandstones (grey) and mudstones (darkgrey), thinning eastwards ca. 1150 m

Abb. 2: Lithostratigraphische Einheiten des Ordoviziums westlich von Tupiza (Atocha-Segment)

Flute casts

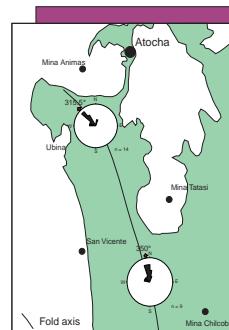


Abb. 3: Orientierungen der Strömungskolkmarken (flute casts)

Mit Hilfe von Strömungskolkmarken (flute casts) wurde versucht eine Orientierung der oberordovizischen Beckenachse zu rekonstruieren. Die Richtung der Paläo-currents parallel zum allgemeinen Streichen der Faltenachsen-Ebenen (Abb. 3) lässt auf eine **postsedimentäre Rotation** des nördlichen Bereichs um eine vertikale Achse gegen

Da die Rotation nicht quantifiziert werden kann, ist eine genaue

Rekonstruktion der Beckengeometrie unmöglich. Geht man

jedoch von einer vernachlässigbar kleinen Rotation im S aus,

resultiert bei einem beckenparallelen Transport der Turbidite eine ungefähre N-S-Orientierung der Beckenachse.

Nach SE gerichtete Strömungsmarken und die gebremste

Beckensubsidez in NW-Argentinien könnten Anzeichen für

unterschiedliche Entwicklung getrennter Becken in NW-Argentinien und Südbolivien im mittleren bis oberen Ordovizium sein.

Hinweise auf chanische Deformation

Die Schieferung des Ordoviziums wurde im westlichen Abschnitt des Atocha-Segments auf ihr Alter und ihre Kinematik untersucht:

Syntektonisch gebildete Illite der Fraktion $<2 \mu\text{m}$ in oberordovizischen Chloritglimmerschiefern wurden mit Hilfe der K/Ar-Methode auf **374,8 ± 8,0 Ma** bzw. **310 ± ? Ma** datiert.

Zudem haben Kley & Reinhard (1993) aus Illitkristallinitäten und Vitritin-Reflexionen auf Ausbildung der Schieferung bei mindestens 200° - 250° unter 7 km Sedimentbedeckung geschlossen.

Es wird daher angenommen, daß die **Ausbildung der Schieferung im südbolivianischen Ordovizium während der chanischen Orogenese** im oberen Devon bzw. Karbon entstanden ist. Damit wäre neben Peru und der Titicaca-Region auch in Südbolivien eine eoherzynische (chanische) Deformationsphase belegt.

Druckschatten



Photo 1: Druckschatten an framboidalen Pyriten

Annähernd spiegelsymmetrischen Druckschatten an framboidalen Pyriten (Photo 1) lassen koaxiale Verformung im Zuge reiner Scherung vermuten, doch punktsymmetrische Lösungssäume belegen nicht-koaxiale Verformung bei einfacher Scherung. Druckschatten, die sich mit zunehmender Entfernung vom Framboid verjüngen, lassen eine nachträgliche Deformation der Faserkristallitate vermuten, auch wenn nur jeweils ein Wachstumsinkrement beobachtet werden konnte. Die Druckschatten belegen die geringe Verformung in der

Literatur

- Fortey, R.A., Harper, D.A.T., Ingham, J.K., Owen, A.W. & Rushton, A.W.A. (1995): A revision of Ordovician series and sages from the historical type area. - *Geol. Mag.*, 132 (1): 15-30.
Kley, J. & Reinhard, M. (1993): Geothermal and tectonic evolution of the Eastern Cordillera and the Subandean Ranges of southern Bolivia. In: K.-J. Reutter, E. Scheuber & P. Wigger (eds.): *Tectonics of the Southern Central Andes*, Springer, Berlin.
Pickering, K.T., Stow, D.A.V., Watson, M. and Hiskott, R.N. (1986): Deep-water facies, processes and models: a review and classification scheme for modern and ancient sediments. - *Earth Sci. Rev.*, 23: 75-174.