

Die neogene Entwicklung des zentralen Tien Schan, Kasachstan. Erste Ergebnisse von Apatit-Spaltpurdatierungen und morphotektonischer Analyse von Satellitendaten *Poster*

Nadine Seib¹ Jonas Kley¹ Ralf Freitag¹ Thomas Voigt¹

Einführung

Der Tien Schan ist ein etwa E–W erstrecktes, rund 2500 km langes und bis 250 km breites Gebirge in Zentralasien. Einzelne Gipfel sind über 7000 m hoch. Obwohl durch die Kollision Indiens mit Asien entstanden, ist der Tien Schan ein Intraplatten-Orogen, dessen Hebung lange nach dem Beginn der Kollision vor 50 Ma und weit nördlich der Suture einsetzte (Sobel & Dumitru 1997). Von Tibet ist der Tien Schan durch das kaum deformierte Tarim-Becken getrennt (Abb. 1).

Hohe und schroffe Topographie, starke Seismizität (Molnar & Ghose 2000) und GPS-Daten zeigen, dass das Orogen auch heute sehr aktiv ist (Abdrakhmatov et al. 1996, Reigber et al. 2001). Der Tien Schan nimmt gegenwärtig etwa 40% der Gesamtkonvergenz Indiens mit Asien auf. Die Struktur des Tien Schan wird dominiert von E–W-streichenden, nach N und S gerichteten Überschiebungen (Avouac et al. 1993, Yin et al. 1998), die sich meist deutlich in der Morphologie äußern. Auffallend ist die großräumige Gliederung des Orogens durch NW–SE-streichende dextrale Blattverschiebungen, die auch in das nördliche Vorland reichen (Tapponnier

& Molnar 1979). Den Unterbau des Tien Schan bildet ein paläozoisches Akkretionsorogen (Zonenshajin et al. 1990). Im Mesozoikum entstand eine ausgedehnte Fastebene. In der späten Kreide oder dem frühen Tertiär setzte die Ablagerung kontinentaler Serien ein, die im jüngeren Känozoikum sehr mächtig werden. Die synorogenen Sedimente liegen manchmal konkordant, oft aber auch deutlich winkeldiskordant auf dem paläozoischen Sockel. In beiden Fällen bilden sie häufig asymmetrische Falten, die oft mit Störungen verknüpft sind. Geländestufen und ein starker Einfluss auf die Entwicklung des Entwässerungsnetzes weisen viele Störungen als gegenwärtig aktiv aus. Unser Untersuchungsgebiet liegt im Südosten Kasachstans. Es umfasst die Nordflanke des Tien Schan und seinen zentralen Teil mit den höchsten Erhebungen. Im Untersuchungsgebiet liegt das nach E propagierende Ende eines seismisch aktiven Störungssystems, das weiter westlich die nördliche Randstörung des Gebirges bildet, wo es unter der Millionenstadt Almaty (Alma-Ata) verläuft und eine ernste Bedrohung darstellt. Die Entwicklung dieses Störungssystems soll über verschiedene Zeitskalen mit verschiedenen Methoden untersucht werden.

Apatit-Spaltpurdaten

Erste Apatit-Spaltpurdatierungen aus Graniten und granitischen Gneisen zeigen zwei deutlich getrennte Bereiche (Abb. 2).

Die niedrigen, durch aktive Störungen begrenzten Bergzüge im N haben mesozoische Abkühlalter. Diese Bereiche haben seit dem Mesozoikum keine starke Exhumierung erlebt. Auch die Bedeckung durch känozoische Vorlandsedimente war nicht mächtig ge-

¹ Institut für Geowissenschaften, Universität Jena, Burgweg 11, 07749 Jena

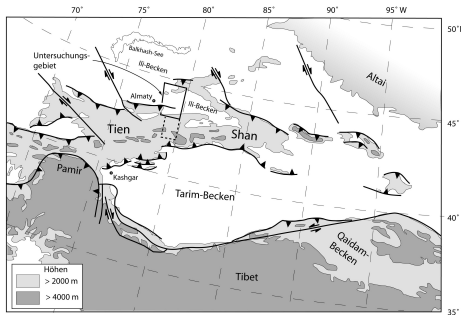


Abbildung 1: Lage und Hauptstörungssysteme des Tien Shan, stark vereinfacht

nug, um die beprobten Gesteine über die Schließungstemperatur des Apatit-Spaltspursystems (ca. 110°C) zu erwärmen. Weiter südlich treten junge Alter von ca. 10 Ma auf. Hier wurde nach 10 Ma eine Überdeckung von ca. 3–4 km Mächtigkeit abgetragen, die vermutlich aus alten Gesteinen des Gebirgskerns bestand. Die Spurlängenverteilung in diesen Proben deutet auf rasche Exhumierung und Abkühlung. Die heute seismisch aktive Randstörung wurde wahrscheinlich erst später angelegt. Weitere Spaltspuruntersuchungen sollen Exhumierungsalter aus dem höchsten Teil des Gebirges und aus dem Hangendblock der Randstörung bei Almaty liefern. Außerdem soll die Grenze zwischen dem stark und dem schwach exhumierten Bereich (Abb. 2) durch zusätzliche Datierungen genauer festgelegt werden, um die Hebung einem bestimmten Störungssystem zuordnen zu können.

Morphotektonische und struktur-geologische Untersuchungen aus Satellitendaten

Große Teile des Untersuchungsgebiets sind entweder zu trocken oder liegen zu hoch für dichten Bewuchs. Sie eignen sich deshalb ideal für Methoden

der Fernerkundung, mit denen große Gebiete rasch untersucht, vom Boden aus nur schwer erkennbare Strukturen erfasst und Geländeuntersuchungen gezielt geplant werden können. Bisher haben wir Landsat TM7-Szenen und die digitalen Höhenmodelle aus 90 m-SRTM (Shuttle Radar-)Daten benutzt. Direkte strukturgeologische Beobachtungen aus diesen Daten sind versetzte geologische oder morphologische Elemente und Faltenbau. Bearbeitete Landsat-Daten zeigen durch wesentlich verbesserte Auflösung der Stratigraphie selbst in Gebieten mit geringem Geländere relief deutlich großräumige Falten neogener Sedimente, die bisher nicht kartiert waren. Die Hebung der Gebirgszüge steuert im Zusammenspiel mit Klimaschwankungen die Ablagerung alluvialer Fächer, die Ausbildung von Talprofilen und die Bildung von Terrassen. Das Entwässerungsnetz ist oft der sensibelste Anzeiger aktiver Deformation. Die Bearbeitung der SRTM Daten erlaubt die Analyse verschiedenster morphologischer Parameter mit statistischen und/oder manuellen Verfahren. Abb. 3 zeigt als Beispiel eine Analyse der Konvexität der Oberflächen.

Die Verbindung von Landsat- und SRTM-Daten ermöglicht eine sehr gute Visualisierung und verbesserte Interpretation der räumlichen Zusammenhänge von Strukturen und Geländeformen. Die meisten wissenschaftlichen Arbeiten waren bisher auf den chinesischen Tien Shan im Osten und Kirgistan im Westen konzentriert. Der zentrale Tien Shan in Kasachstan ist bis heute eine wenig untersuchte Region. Die hier vorgestellten Arbeiten sind nur ein erster Schritt zu weiteren Forschungen. Sie zeigen aber schon jetzt, wie wirkungsvoll die eingesetzten Methoden sind.

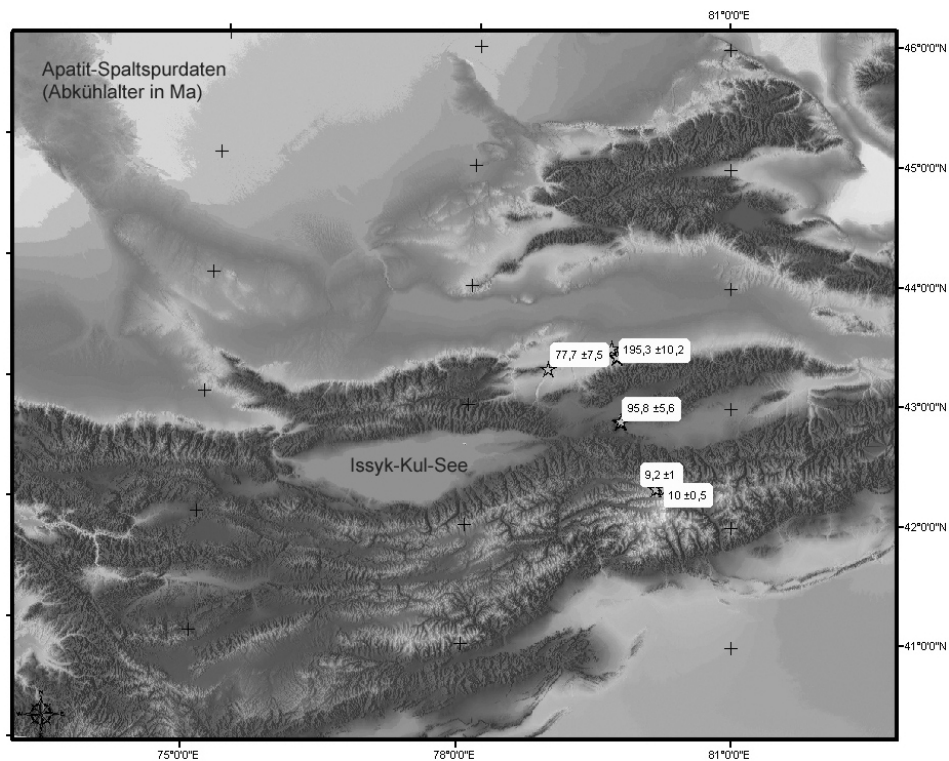


Abbildung 2: Probenahmepunkte und Ergebnisse der Spaltspur-Thermochronologie

Literatur

- Abdrakmatov KY, et al. (1996) Relatively recent construction of the Tien Shan inferred from GPS measurements of present-day crustal deformation rates. *Nature* 384, 450–453
- Avouac JP, Tapponnier P, Bai M, You H & Wang G (1993) Active thrusting and folding along the northern Tien Shan and late Cenozoic rotation of the Tarim relative to Dzungaria and Kazakhstan. *J Geophys Res* 98(B4), 6755–6804
- Molnar P & Ghose S (2000) Seismic moments of major earthquakes and the rate of shortening across the Tien Shan. *Geophysical Research Letters* 27(16), 2377–2380
- Reigber C et al. (2001) New space geodetic constraints on the distribution of deformation in Central Asia. *Earth and Planetary Science Letters* 191, 157–165
- Sobel ER & Dumitru TA (1997) Thrusting and exhumation around the margins of the western Tarim basin during the India-Asia collision. *J Geophys Res* 102(B3), 5043–5063
- Tapponnier P & Molnar P (1979) Active faulting and Cenozoic tectonics of the Tien Shan, Mongolia and Baykal regions. *J Geophys Res* 84, 3425–3459
- Yin A, Nie S, Craig P & Harrison TM (1998) Late Cenozoic tectonic evolution of the southern Chinese Tian Shan. *Tectonics* 17(1): 1–27
- Zonenshajin LP, Kuzjmin MI & Napatov LM (1990) Plate tectonics of the U.S.S.R. territory. Nedra 1990, pp 334 (in Russian)

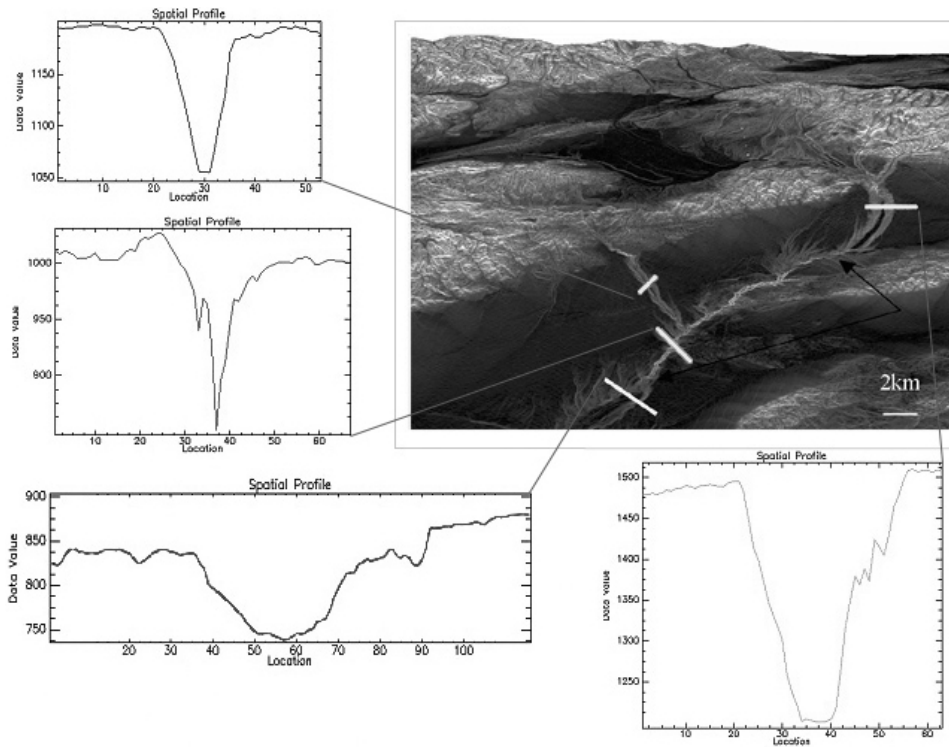


Abbildung 3: 'Profile Convexity' der SRTM Daten und verschiedene Formen von Talquerschnitten in einem Teil des Untersuchungsgebiets. Ebene Talböden und Kerbtäler sind deutlich kontrastiert. Der am stärksten eingeschnittene V-förmige Flussabschnitt (zwischen Pfeilen) deutet auf schnelle Hebung des querenden Hügelzugs. Starkes lokales Relief (hell) korreliert hier deutlich mit aktiv sich hebenden Bereichen