

Zusammenfassung

Die nordchilenische Küste zeichnet sich durch gehobene, gut erhaltene marine Terrassen aus. Die Expositionsdatierung der Terrassenformation ermöglicht die Bestimmung und Eingrenzung von tektonischen Hebungsraten, welche für ein besseres Verständnis der geodynamischen Prozesse entlang des äußeren Forearcs aktiver Subduktionszonen essentiell sind. Trotz des breiten wissenschaftlichen Interesses an diesen Terrassen seit mehr als 100 Jahren hat es sich als schwierig erwiesen, ihre Entstehung klar zu datieren, was zu großen räumlichen und zeitlichen Lücken in den Aufzeichnungen der tektonischen Hebung führte. Während Hebungsraten aus robusten Berechnungen des Marinen Isotopen Stadium 5 vorliegen, gibt es für höhere Terrassen nur wenig sichere Altersangaben, welche oft unter der vereinfachten Annahme, dass jede Terrasse einen marinen Hochstand widerspiegelt, über größere Distanzen extrapoliert wurden. Die Hauptmotivation der hier vorgestellten Arbeit ist es, ein genaueres Bild von den Hebungsmustern entlang der nordchilenischen Küste zu erhalten, und die Annahme einer räumlich einheitlichen, konstanten Hebung seit dem Mittleren Pleistozän, in einem breiten tektonischen Rahmen, zu überprüfen.

In dieser Arbeit werden von kosmogenen ^{10}Be abgeleitete Expositionsalter von 139 Oberflächenproben mariner Terrassen, welche von sieben Lokationen zwischen 21°S und 30°S stammen, dargestellt. Durch höhensequenzielle Beprobung mariner Terrassen an vier Lokationen wird die zeitliche und räumliche Variabilität der Hebungsraten aufgedeckt. Ergänzt wird der Datensatz der marinen Terrassen durch weitere 39 Proben, von aufgegebenen fluviatilen Terrassen des Huasco Flusses ($\sim 28^\circ\text{S}$), welche sich in unmittelbarer Nähe zur Küste befinden. Indem multiple Messungen von jeder Terrassenoberfläche durchgeführt wurden, wird gezeigt, dass einzelne oder amalgamierte, kosmogene Nuklid-Expositions-Altersbestimmungen oftmals fehlerhafte Alter hervorrufen. Mehrere Messungen von einzelnen Klasten von jeder Terrasse werden benötigt, um durch geomorphologische Prozesse verursachte Altersabweichungen zu identifizieren.

Die von den Terrassenaltern, auf typischen Zeitskalen zwischen 10^4 – 10^5 Jahren, abgeleiteten vertikalen Krustenbewegungen, zeigen vorwiegende Hebungsraten in der Größenordnung von dm/ka und bis zu über 1 m/ka und maximale Subsidenzraten von 2.79 m/ka . Während die Hebungsraten zum größten Teil mit anderen Studien dieser Region übereinstimmen, zeigt eine detailliertere Analyse der Ergebnisse räumliche und zeitliche

Trends, welche entgegen vorheriger Annahmen einer einheitlichen Hebungsrate entlang der nordchilenischen Küste stehen. Innerhalb der letzten ~ 200 ka sind die im Süden des Untersuchungsgebietes ermittelten Hebungsraten gesunken, während sie über der gleichen Zeitspanne im Norden eine Zunahme zeigen. Der Drehpunkt dieses "Wippen"-Effekts, befindet sich in einer Zone von gleichmäßig langsamer Hebung zwischen $\sim 26^\circ\text{S}$ - 27°S und erstreckt sich möglicherweise bis 28°S . Im Vergleich zu empirisch modellierten Hebungsraten über Zeitskalen von Millionen Jahren und den wenigen Datierungsergebnissen, die über eine Million hinausragen, sind die hier über kürzere Zeitspannen gezeigten Hebungsraten schneller. Auf der anderen Seite, zeigen Vergleiche zu dekadischen Messungen von Erdoberflächenbewegungen (über Kopplungsverhalten entlang der Plattengrenzen), nur mit der Mejillones Halbinsel ($\sim 23^\circ\text{S}$) einen erkennbaren Zusammenhang. Hier sind die Hebungsraten doppelt so schnell im Vergleich zu den nördlich und südlich angrenzenden Küstenabschnitten. Die Bereiche schneller Hebungsraten neben angrenzenden Blöcken von rezenter Subsidenz, untermauern die Thesen, dass Halbinseln entlang der nordchilenischen Küste tektonische Anomalien darstellen.

Die breite und oberste Flussterrasse, die in der Nähe der Mündung des Huasco-Flusses beprobt wurde, hat sich in eine >150 m mächtige glaziofluviale Sedimentablagerung eingeschnitten und gibt ein Alter für die Aufgabe der Terrasse von 1.24 ± 0.27 Ma. Dieses Alter, fällt mit dem Beginn der Änderung der Periodizität der Glazialzyklen von 40 ka auf 100 ka zusammen, was darauf hindeutet, dass der Sedimenttransport in Richtung nordchilenischer Küste zumindest teilweise durch eine globale Klimaänderung angetrieben wurde. Wenn Sedimenttransport bis hin zum Trench Subduktionsprozesse am Platteninterfacebereich moduliert und die mächtige Sedimentablagerung nahe der Küste mit einer globalen Klimaänderung in Zusammenhang gebracht werden, ist das Terrassenalter von 1.24 ± 0.27 Ma ein Hinweis für einen Link zwischen klimatischen und tektonischen Prozessen.

Abstract

Well preserved, uplifted marine terraces are prevalent along the coast of northern Chile. Determining ages of terrace formation allows rates of tectonic uplift to be constrained, which is essential to better understand the geodynamic processes along the outer forearc of active subduction zones. Despite broad scientific interest in these terraces for over one hundred years it has proven difficult to obtain sound ages for their formation, resulting in large spatial and temporal gaps in the subsequent records of tectonic uplift. While robust estimates exist for uplift rates since Marine Isotope Stage 5, there are only a few solid age constraints for the higher levels and these have often been extrapolated over large distances using simplified assumptions to relate individual Marine Isotope Stages to terrace formation. The main motivation of the work presented here is to obtain a more accurate picture of the patterns of uplift along the northern Chilean coast, allowing notions of spatially uniform, constant uplift since the middle Pleistocene to be tested and the implications for uplift within a broader tectonic framework to be considered.

In this thesis, cosmogenic ^{10}Be derived exposure ages from 139 surface samples collected from marine terraces at seven locations between 21°S and 30°S are presented. By sampling flights of terraces at four of these sites, the temporal as well as spatial variability of uplift rates is revealed. The marine terrace dataset is complimented by 39 samples collected from an abandoned terrace of the Huasco River ($\sim 28^{\circ}\text{S}$), in close proximity to the coast. By making several measurements from each terrace surface it is shown that single, or amalgamated, cosmogenic nuclide exposure age determinations will often produce incorrect ages. Multiple measurements of individual clasts from each terrace are needed to identify the age biases brought about by geomorphic processes.

The rates of vertical crustal motion derived from the terrace ages on typically $10^4 - 10^5$ year timescales show mostly uplift rates on the order of dm/ka, reaching in excess of 1 m/ka and maximum rates of subsidence of 2.79 m/ka. While rates of uplift are, for the most part, consistent with other studies of this region, a more detailed inspection of the results shows spatial and temporal trends that challenge previously asserted notions of uniform uplift along the northern Chilean coastline. Since the last ~ 200 ka, the uplift rates found in the south of the study area have decreased, while over the same time-scale, rates in the north show an increase. This ‘see-saw’ effect has pivoted around a zone of uniformly slow uplift at $\sim 26^{\circ}\text{S} - 27^{\circ}\text{S}$ and may extend until 28°S . In comparison to empirical models of uplift on million year timescales and the few available dates of terraces in excess of a million years, the uplift rates measured here over shorter timespans are more rapid. At the other extreme, comparisons between interplate coupling derived from decadal measurements of ground motion only show

recognizable relationships with uplift rates at the Mejillones Peninsula (~23°S). Here, uplift rates of northern crustal blocks are twice as rapid as the surrounding coastline and lie adjacent to other blocks which are subsiding, reinforcing notions that peninsulas along the northern Chilean coast represent tectonic anomalies.

The broad and uppermost fluvial terrace sampled near the mouth of the Huasco River has been incised into a >150 m thick glaciofluvial sediment deposit and gives an age for abandonment of 1.24 ± 0.27 Ma. This coincides with the global onset of the 40 ka to 100 ka change in periodicity of glacial cycles, suggesting transport of sediment towards the coast of northern Chile is driven, at least in part, by global climatic change. If sediment supply to the trench modulates subduction processes at the plate interface and the deposition of large amounts of sediment near the coast is related to a climatic change, then the 1.24 ± 0.27 Ma terrace age may be evidence for a link between climate and tectonic processes.