

# **A new atmospheric dataset for High Asia**

Development, validation and applications in climatology and in glaciology

Fabien Maussion

## **Zusammenfassung**

Das Tibet-Plateau mit seinen angrenzenden Gebirgszügen (TP) ist eines der markantesten geologischen Merkmale auf der Erde. Es spielt eine wesentliche Rolle als beeinflussender Faktor der globalen atmosphärischen Zirkulation, auf ihm entspringen mehrere der größten asiatischen Flüsse und große Mengen Eis, Schnee und Permafrost sind auf ihm gespeichert. Das Klima auf dem TP unterliegt sowohl dem Einfluss der Westwinde der mittleren Breiten, als auch des asiatischen Monsuns. Allerdings ist die Interaktion dieser beiden Faktoren und ihr jeweiliger Beitrag zu regionaler Klimavariabilität und Klimawandel noch ungenügend verstanden. Der beobachtete Rückgang von Gletschern und Seespiegelschwankungen deutet auf einen möglichen Klimawandel hin, aber die starke räumliche Variabilität dieser Phänomene erschwert die Interpretation bezüglich klimatischer Antriebe.

Trotz dieser Relevanz ist das Wissen über Klima und Wasserkreislauf des Tibet-Plateaus stark begrenzt. Aus geschichtlichen und politischen Gründen sind direkte Messdaten aus der Region spärlich und für die hohen Lagen des Tibet-Plateaus kaum vorhanden. In dieser Arbeit stelle ich einen Lösungsansatz für dieses Problem vor: einen neuen hochaufgelösten atmosphärischen Datensatz, die High Asia Reanalysis (HAR). Die HAR wurde mittels dynamischem Downscaling globaler Analysedaten unter Verwendung des Weather Research and Forecasting (WRF) Modells für die Periode 2001-2011 generiert. Dieser neue Datensatz liefert bodennahe und atmosphärische Variablen in hoher räumlicher (bis zu 10 km) und zeitlicher (stündlich) Auflösung. Im Rahmen dieser Arbeit wird der Entwicklungsprozess der HAR sowie Ergebnisse des Datensatzes präsentiert.

Um eine geeignete Modellkonfiguration zur Erstellung der HAR zu ermitteln, wurden verschiedene Konfigurationen getestet und mit Beobachtungen während eines Starkniederschlagsereignisses auf dem TP verglichen. Dies ging mit der Entwicklung neuer Evaluierungsmethoden einher, um die unbekannt Genauigkeit und die mangelhafte räumliche Repräsentation der Verhältnisse auf dem TP durch Beobachtungen zu berücksichtigen. Zusätzlich wurde eine automatische Wetterstation (AWS) auf dem Zhadang-Gletscher (südzentrales TP) in 5600 m ü. NN installiert. Diese AWS liefert einmalige Daten aus großer Höhe für diese Region.

Die Ergebnisse zeigen, dass HAR bekannte räumliche Niederschlagsmuster und deren Saisonalität reproduziert. Zudem liefert sie im Vergleich zu bereits existierenden Datensätzen auf Grund ihrer hohen Auflösung wichtige Zusatzinformationen im Bereich der Schneefalleigenschaften, Niederschlagsfrequenzen oder orographischen Niederschläge. Die Muster der Niederschlags-saisonalität auf dem TP sind komplex und durch ein Winterregime im Westen, ein Frühlingsregime im nördlichen und südlichen TP und ein Sommerregime in den übrigen Regionen bestimmt. Zusammenhänge zur Interpretation der Gletscherveränderungen werden durch eine neue Klassifikation von Gletscherakkumulationsregimen veranschaulicht. Zusätzlich treten Regionen mit höherer interannueller Variabilität und Anfälligkeit für Starkniederschlagsereignisse hervor. Ein weiteres Ziel der HAR ist die Bereitstellung von Antriebsdaten für Wirkmodelle (z.B. hydrologische und glaziologische Modelle). Daher wird das Potenzial der HAR als "Ersatz" für Beobachtungen am Beispiel der komplexen räumlichen Begebenheiten am Zhadang-Gletscher gezeigt.

Es ist von besonderem Interesse die starke räumliche Variabilität des Niederschlags und seiner Charakteristika im Hinblick auf sowohl (i) großskalige Antriebsfaktoren des Klimasystems wie die Westwinde und den Asiatischen Monsun, als auch (ii) lokale Einflüsse wie Seen und Topographie zu analysieren. In diesem Zusammenhang präsentiert die Arbeit interdisziplinäre Projekte, die neue Herangehensweisen entwickeln und die HAR mit Feldmessungen, Fernerkundungsmethoden und glaziologischer Modellierung kombinieren. Aus Satellitenbildern gewonnene Flächenänderungen zeigen, dass der Zhadang Gletscher mindestens seit 1976 zurückgeht. Eine physikalisch basierte Modellkette ermöglicht es, die Massenbilanz am Zhadang mit der Dynamik des Asiatischen Monsuns in Verbindung zu bringen. Sie zeigt, dass der Zeitpunkt des Monsunbeginns einen deutlichen Fußabdruck auf dem Gletscher durch den Albedoeffekt hinterlässt. Je später im Jahr sich die Monsunzirkulation einstellt, desto höher ist der resultierende Massenverlust auf dem Gletscher. Unter Verwendung der HAR und idealisierter Modellexperimente wurde der nahegelegene Nam Co See als ein weiterer wichtiger Faktor identifiziert, der den lokalen Niederschlag durch Abschwächung der Konvektion im Sommer und Verstärkung des Schneefalls im Herbst beeinflusst.

Die meisten Seen auf dem TP frieren im Winter zu. Der Zeitpunkt des Zufrierens und weitere Eisphänologiemasse enthalten nützliche Informationen zur Klimavariabilität. In diesem Sinn bringt eine weitere Studie die HAR Temperaturdaten mit satellitengestützten Eisphänologiemassen in Zusammenhang.

Die vorliegende Arbeit bietet ein solides wissenschaftliches Gerüst für ähnliche Projekte, die sich mit regionaler Reanalyse befassen. Der HAR Datensatz ist für die wissenschaftliche Community frei verfügbar und schafft eine neue Grundlage zum besseren Verständnis von atmosphärischen, kryosphärischen und hydrologischen Prozessen auf dem TP.

Link zur Dissertation: <http://opus4.kobv.de/opus4-tuberlin/frontdoor/index/index/docId/4836>



*Tibetische Nomaden vor der Nyainqentanglha Bergkette in der Nähe vom Nam Co See. Photo F.M., Mai 2009*