

Markus Wagner

**Zur pedologischen Relativdatierung
glazialgeomorphologischer Befunde aus dem
Dhaulagiri- und Annapurna-Himalaja im
Einzugsgebiet des Kali Gandaki (Zentral-Nepal)**

*Pedological relative dating of glaciogeomorphological features from
the Dhaulagiri and Annapurna Himalaya along the catchment of the
Kali Gandaki (central Nepal)*

mit 15 Tabellen, 162 Figuren und 54 Photos

with extended summary, 15 tables, 162 figures, and 54 photos in English

Geography International

herausgegeben von
Prof. Dr. Matthias Kuhle
Geographisches Institut der Universität Göttingen

Band 1

Markus Wagner

Zur pedologischen Relativdatierung glazialgeomorphologischer Befunde aus dem Dhaulagiri- und Annapurna-Himalaja im Einzugsgebiet des Kali Gandaki (Zentral-Nepal)

Pedological relative dating of glaciogeomorphological features from the Dhaulagiri and Annapurna Himalaya along the catchment of the Kali Gandaki (central Nepal)

D 7 (Diss. Universität Göttingen)

Shaker Verlag
Aachen 2007

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Göttingen, Univ., Diss., 2007

Copyright Shaker Verlag 2007

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-6725-4

ISSN 1865-6609

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Vorwort

Die vorliegende Arbeit geht der Frage nach, wie gut sich pedochronologische Datierungsmethoden zur Relativdatierung glazigener Akkumulationen im extremen Hochgebirge eignen. Für die Anregung zu diesem Dissertationsprojekt und die Betreuung der Arbeit möchte ich mich bei Herrn Professor Dr. Matthias Kuhle bedanken, für die Übernahme des Korreferats bei Frau Privatdozentin Dr. Lasafam Iturrizaga. Ein Stipendium der Graduiertenförderung des Landes Niedersachsen schuf dabei den finanziellen Freiraum zur Durchführung der zeitintensiven Geländearbeiten und Laboranalysen.

Sechswöchige Geländearbeiten wurden zwischen Oktober und November 2001 im Einzugsgebiet des Kali Gandaki im zentralnepalesischen Himalaja durchgeführt. Die durch den Geländeaufenthalt anfallenden Zusatzkosten wurden dabei durch ein Aufstockungsstipendium des DAAD abgedeckt. Für die große Unterstützung bei der Organisation der Forschungsreisen sei stellvertretend Frau Doma Lama, Herrn Gyaltsen Sherpa, sowie Herrn Dil Kumar gedankt.

Ein Großteil der pedologischen Laboranalysen erfolgte im Labor des Geographischen Instituts der Universität Göttingen. Für die fachliche Beratung und intensive Unterstützung bei der Planung und Durchführung der Laborarbeit möchte ich dem Laborleiter Dr. Jürgen Grotheer, sowie Frau Petra Voigt und Frau Anja Södje herzlich danken. Die Korngrößenanalyse wurde teilweise im Institut für Chemie und Biologie des Meeres in Wilhelmshaven

durchgeführt. Ich danke der Institutsleiterin Frau Dr. Gisela Gerdes, sowie Frau Elke Ahrensfeld für die unkomplizierte Bereitstellung der Laborausrüstung. Herrn Professor Dr. Gerhard Wörner, Herrn Dr. Gerald Hartmann und Frau Angelika Reitz vom Geowissenschaftlichen Zentrum der Universität Göttingen, Abteilung Geochemie, sei gedankt für die Möglichkeit zur Durchführung der Röntgenfluoreszenzanalysen, sowie die geduldige Einarbeitung und Betreuung bei der Probenvorbereitung. Ein Teil der Kosten für die RFA-Analysen übernahm dankenswerterweise der Universitätsbund Göttingen e.V.. Herrn Dr. Ludwig Haumaier vom Lehrstuhl für Bodenökologie der Universität Bayreuth gilt mein Dank für wertvolle Hinweise zur Durchführung einiger spezieller pedochronologischer Analyseverfahren.

Für zahlreiche fruchtende und anregende Diskussionen zum Inhalt und zur Form der Arbeit gilt insbesondere Frau Dr. Sigrid Meiners und Herrn Dr. Oliver König großer Dank.

Besonderer Dank gebührt meinen Eltern, welche neben ihrer finanziellen Unterstützung mit großer Geduld die Promotionszeit begleiteten und nicht zuletzt durch ihre akribische Durchsicht des Manuskripts zum Gelingen der Arbeit beitrugen.

Göttingen im Februar 2007

Markus Wagner

Inhaltsverzeichnis

	Vorwort	
	Inhaltsverzeichnis.....	VII
	Tabellenverzeichnis.....	XI
	Figurenverzeichnis.....	XIII
	Photoverzeichnis.....	XV
	Anhangverzeichnis.....	XVI
	Abkürzungsverzeichnis.....	XVII
1	Einleitung.....	1
1.1	Problemstellung und Zielsetzung.....	1
1.2	Gang der Abhandlung.....	2
1.3	Stand der Forschung.....	2
2	Material und Methoden.....	7
2.1	Glazialgeomorphologie.....	7
2.1.1	Methoden der Schneegrenzberechnung.....	8
2.1.2	Auswahl der Schneegrenzberechnungsmethoden.....	10
2.1.3	Die Schneegrenze als relativchronologisches Instrument.....	11
2.2	Bodenprofilaufnahme, Probennahme sowie pedophysikalische und pedochemische Laboranalyseverfahren.....	12
2.3	Pedochronologische Auswertungsmethoden und Indizes.....	13
2.3.1	Auf der Elementverlagerung beruhende pedochronologische Auswertungsmethoden und Indizes.....	13
2.3.2	Auf der Bildung pedogener Oxide und der Bodenfarbe beruhende pedochronologische Auswertungsmethoden und Indizes.....	20
2.3.3	Auf der Korngrößenzusammensetzung des Feinbodens beruhende pedochronologische Auswertungsmethoden und Indizes.....	24
2.4	Pedochemische und pedophysikalische Indizes zur Überprüfung der Profilhomo- genität.....	26
3	Generelle Anmerkungen zur Relation und Tragfähigkeit der verwendeten Schneegrenzmetho- den vor dem Hintergrund der Rekonstruktion vorzeitlicher Schneegrenzverläufe im extremen Hochgebirge des Himalaja.....	29
4	Das Untersuchungsgebiet.....	33
4.1	Zur Orographie, dem Klima und der naturräumlichen Ausstattung des oberen Kali Gandaki und seiner Nebentäler.....	33
5	Das Jhon Khola.....	41
5.1	Das Thoron Khola und das Linke Thoron Khola Seitental.....	43
5.1.1	Zur Glazialgeomorphologie und der Auswahl geeigneter Bodenprofilstandorte im Thoron Khola, Linken Thoron Khola Seitental und Dhanladada Khola.....	45
5.1.2	Zum Verlauf der rezenten und vorzeitlichen Schneegrenze im Thoron Khola, Linken Thoron Khola Seitental und Dhanladada Khola.....	51
5.1.3	Zusammenfassung: Zur Chronologie der Bodenprofilstandorte auf Basis der Glazialgeomorphologie und resultierender Schneegrenzberechnungen.....	57
5.1.4	Beschreibung der Bodenprofile im Thoron Khola, Linken Thoron Khola Seitental und Dhanladada Khola.....	59
5.1.5	Ergebnisse der Verwitterungsindizes für die Bodenprofile im Thoron Khola, Linken Thoron Khola Seitental und Dhanladada Khola.....	61
5.1.5.1	Ergebnisse der auf der Elementverlagerung beruhenden Verwitterungsindizes.....	62

5.1.5.2	Ergebnisse der auf der Bildung pedogener Oxiden und der Bodenfarbe beruhenden Verwitterungsindizes.....	65
5.1.5.3	Ergebnisse der auf der Korngrößenverteilung innerhalb des Feinbodens beruhenden Verwitterungsindizes.....	67
5.1.6	Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse der pedochronologischen Untersuchung.....	67
5.1.7	Zusammenfassung: Zur Eignung der pedochronologischen Untersuchung als Maßstab der Vergletscherungsgeschichte im Thoron Khola, Linken Thoron Khola Seitental und Dhanladada Khola.....	69
5.2	Das Madek Dumda Khola.....	71
5.2.1	Zur Glazialgeomorphologie und der Auswahl geeigneter Bodenprofilstandorte im Madek Dumda Khola.....	71
5.2.2	Zum Verlauf der vorzeitlichen Schneegrenze im Madek Dumda Khola.....	74
5.2.3	Zusammenfassung: Zur Chronologie der Bodenprofilstandorte auf Basis der Glazialgeomorphologie und resultierender Schneegrenzberechnungen.....	77
5.2.4	Beschreibung der Bodenprofile im Madek Dumda Khola.....	79
5.2.5	Ergebnisse der Verwitterungsindizes für die Bodenprofile im Madek Dumda Khola.....	81
5.2.5.1	Ergebnisse der auf der Elementverlagerung beruhenden Verwitterungsindizes.....	82
5.2.5.2	Ergebnisse der auf der Bildung pedogener Oxiden und der Bodenfarbe beruhenden Verwitterungsindizes.....	84
5.2.5.3	Ergebnisse der auf der Korngrößenverteilung innerhalb des Feinbodens beruhenden Verwitterungsindizes.....	86
5.2.6	Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse der pedochronologischen Untersuchung.....	87
5.2.7	Zusammenfassung: Zur Eignung der pedochronologischen Untersuchung als Maßstab der Vergletscherungsgeschichte im Madek Dumda Khola und Dhanladada Khola.....	88
6	Das Thini Khola.....	91
6.1	Zur Glazialgeomorphologie und der Auswahl geeigneter Bodenprofilstandorte im Thini Khola.....	93
6.2	Zum Verlauf der rezenten und vorzeitlichen Schneegrenze im Thini Khola.....	97
6.3	Zusammenfassung: Zur Chronologie der Bodenprofilstandorte auf Basis der Glazialgeomorphologie und resultierender Schneegrenzberechnungen.....	101
6.4	Beschreibung der Bodenprofile im Thini Khola.....	103
6.5	Ergebnisse der Verwitterungsindizes für die Bodenprofile im Thini Khola.....	105
6.5.1	Ergebnisse der auf der Elementverlagerung beruhenden Verwitterungsindizes.....	105
6.5.2	Ergebnisse der auf der Bildung pedogener Oxiden und der Bodenfarbe beruhenden Verwitterungsindizes.....	107
6.5.3	Ergebnisse der auf der Korngrößenverteilung innerhalb des Feinbodens beruhenden Verwitterungsindizes.....	108
6.6	Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse der pedochronologischen Untersuchung.....	109
6.7	Zusammenfassung: Zur Eignung der pedochronologischen Untersuchung als Maßstab der Vergletscherungsgeschichte im Thini Khola.....	110
7	Die Westabdachung des Nilgiri-Massivs und der Mündungsbereich des Thapa Khola.....	111
7.1	Zur Glazialgeomorphologie und der Auswahl geeigneter Bodenprofilstandorte an der Westabdachung des Nilgiri-Massivs und dem Mündungsbereich des Thapa Khola.....	113
7.2	Zum Verlauf der rezenten und vorzeitlichen Schneegrenze an der Westabdachung des Nilgiri-Massivs und dem Mündungsbereich des Thapa Khola.....	117
7.3	Zusammenfassung: Zur Chronologie der Bodenprofilstandorte auf Basis der Glazialgeomorphologie und resultierender Schneegrenzberechnungen.....	120

7.4	Beschreibung der Bodenprofile an der Westabdachung des Nilgiri-Massivs und dem Mündungsbereich des Thapa Khola.....	123
7.5	Ergebnisse der Verwitterungsindizes für die Bodenprofile an der Westabdachung des Nilgiri-Massivs und dem Mündungsbereich des Thapa Khola.....	125
7.5.1	Ergebnisse der auf der Elementverlagerung beruhenden Verwitterungsindizes.....	125
7.5.2	Ergebnisse der auf der Bildung pedogener Oxiden und der Bodenfarbe beruhenden Verwitterungsindizes.....	127
7.5.3	Ergebnisse der auf der Korngrößenverteilung innerhalb des Feinbodens beruhenden Verwitterungsindizes.....	128
7.6	Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse der pedochronologischen Untersuchung.....	129
7.7	Zusammenfassung: Zur Eignung der pedochronologischen Untersuchung als Maßstab der Vergletscherungsgeschichte an der Westabdachung des Nilgiri-Massivs und dem Mündungsbereich des Thapa Khola.....	130
8	Das Kali Gandaki südlich des Hohen Himalaja.....	133
8.1	Zur Glazialgeomorphologie und der Auswahl geeigneter Bodenprofilstandorte im Kali Gandaki südlich des Hohen Himalaja.....	135
8.2	Zum Verlauf der rezenten und vorzeitlichen Schneegrenze im Kali Gandaki südlich des Hohen Himalaja.....	142
8.3	Zusammenfassung: Zur Chronologie der Bodenprofilstandorte auf Basis der Glazialgeomorphologie und resultierender Schneegrenzberechnungen.....	148
8.4	Beschreibung der Bodenprofile im Kali Gandaki südlich des Hohen Himalaja.....	151
8.5	Ergebnisse der Verwitterungsindizes für die Bodenprofile im Kali Gandaki südlich des Hohen Himalaja.....	155
8.5.1	Ergebnisse der auf der Elementverlagerung beruhenden Verwitterungsindizes.....	156
8.5.1.1	Die Bodenprofile 20, 21 und 22 im Bereich des Dhampus-Beckens.....	156
8.5.1.2	Die Bodenprofile 23, 24, 25 und 26 südlich des Dhampus-Beckens.....	257
8.5.2	Ergebnisse der auf der Bildung pedogener Oxiden und der Bodenfarbe beruhenden Verwitterungsindizes.....	159
8.5.2.1	Die Bodenprofile 20, 21 und 22 im Bereich des Dhampus-Beckens.....	159
8.5.2.2	Die Bodenprofile 23, 24, 25 und 26 südlich des Dhampus-Beckens.....	160
8.5.3	Ergebnisse der auf der Korngrößenverteilung innerhalb des Feinbodens beruhenden Verwitterungsindizes.....	161
8.5.3.1	Die Bodenprofile 20, 21 und 22 im Bereich des Dhampus-Beckens.....	161
8.5.3.2	Die Bodenprofile 23, 24, 25 und 26 südlich des Dhampus-Beckens.....	162
8.6	Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse der pedochronologischen Untersuchung.....	163
8.7	Zusammenfassung: Zur Eignung der pedochronologischen Untersuchung als Maßstab der Vergletscherungsgeschichte im Kali Gandaki südlich des Hohen Himalaja.....	165
9	Zusammenfassende Darstellung und Beurteilung der Befunde aus den untersuchten Teileinzugsgebiete des Kali Gandaki.....	169
9.1	Zu den glazialgeomorphologischen Befunden ausgewählter Einzugsgebiete des Kali Gandaki.....	169
9.2	Zusammenfassende Beurteilung der Schneegrenzberechnungen vorzeitlicher Gletscherstadien in ausgewählten Einzugsgebieten des Kali Gandaki.....	170
9.3	Zusammenfassende Beurteilung der Möglichkeit der pedologischen Relativdatierung glazigener Akkumulationen in ausgewählten Einzugsgebieten des Kali Gandaki.....	174
10	Zusammenfassung.....	177
11	Extended Summary.....	179
11.1	Glacial morphological results of selective topographic catchment areas of the Kali Gandaki.....	179

11.2	Concluding assessment of the ELA-calculation of prehistoric glacier stages in selected catchment areas of the Kali Gandaki.....	180
11.3	Concluding assessment of the options for pedological relative dating of glacial accumulations in selected catchment areas of the Kali Gandaki.....	184
12	Summary.....	187
13	Literaturverzeichnis.....	189
	Tabellen 1 – 15	
	Figuren 1 – 162	
	Photos 1 – 54	
	Anhang 1 – 9	