

**Kritische Analyse der Rekonstruktionen  
der letztglazialen Vergletscherung  
im Nepal-Himalaja  
(Himalaja Südabdachung)**

Bildband der Dissertation

zur Erlangung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Doktorgrades

‘Doctor rerum naturalium’

der Georg-August-Universität Göttingen

im Promotionsprogramm Geowissenschaften / Geographie  
der Georg-August University School of Science (GAUSS)

vorgelegt von

Dipl.-Geogr. Elisabeth Spitzer

aus Heilbad Heiligenstadt

Göttingen 2020

# INHALTSVERZEICHNIS

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

I

<b>1.</b>	<b>EINFÜHRUNG IN DIE UNTERSUCHUNGSGBIETE</b>	
1.1	LAGE	
1.1.1	<b>Vergleichsuntersuchungsgebiete</b>	
1.1.1.1	Karte I-II	1-2
1.1.2	<b>Hauptuntersuchungsgebiet Solukhumbu</b>	
1.1.2.1	Karte II	
1.2	Forschungsrouten im Hauptuntersuchungsgebiet	
1.2.1	<b>Talaufwärts von Lukla</b>	
1.2.1.1	Karte III	3
1.2.2	<b>Talabwärts von Lukla</b>	
1.2.2.1	Karte IV	4
1.3	Geologie des Hauptuntersuchungsgebietes	
1.3.1	<b>Khumbu</b>	
1.3.1.1	Karte V	5
1.3.2	<b>Solu</b>	
1.3.2.1	Karte VI-VII	6-7
1.4	Letzteiszeitliche Maximalvergletscherung des Hauptuntersuchungsgebietes	
1.4.1	<b>Karte VIII</b>	8
1.4.2	<b>Tabelle I</b>	9-13
1.4.3	<b>Tabelle II</b>	14
1.4.4	<b>Diagramm I</b>	15
1.5	Letzteiszeitliche Maximalvergletscherung der Vergleichsuntersuchungsgebiete	
1.5.1	<b>Karte IX</b>	16
1.5.2	<b>Karte X</b>	16
<b>2.</b>	<b>LOBUCHE KHOLA</b>	
2.1	Talabschnitt vom Khumbu Gletscher bis zum Konfluenzbereich zum Imja Khola (Thokla - Periche)	
2.1.1	<b>Foto 1-27</b>	
2.1.1.1	Foto 1-5	17-20
2.1.1.2	Foto 6-27	23-40
2.1.2	<b>Sedimentprobe 1</b>	21-22
2.1.3	<b>Talquerprofil 1</b>	30
2.1.4	<b>Karte 1-6</b>	41-52
<b>3.</b>	<b>IMJA KHOLA</b>	
3.1	Talabschnitt von den Gletschern Nuptse, Lhotse Nup, Lhotse / Imja und Ama Dablam / und Chhukung bis zum Konfluenzbereich zum Lobuche Khola (Chhukung - Dingboche)	
3.1.1	<b>Foto 28-47</b>	
3.1.1.1	Foto 28-36	53-61
3.1.1.2	Foto 37-47	67-74
3.1.2	<b>Sedimentprobe 2</b>	62-63
3.1.3	<b>Aufschluss 1</b>	64-66
3.1.4	<b>Talquerprofil 2</b>	68
3.1.5	<b>Karte 7-8</b>	75-78
3.2	Talabschnitt von den Orten Dingboche und Periche bis zum Ort Pangboche	
3.2.1	<b>Foto 48-85</b>	
3.2.1.1	Foto 48-58	79-85
3.2.1.2	Foto 59-81	88-103



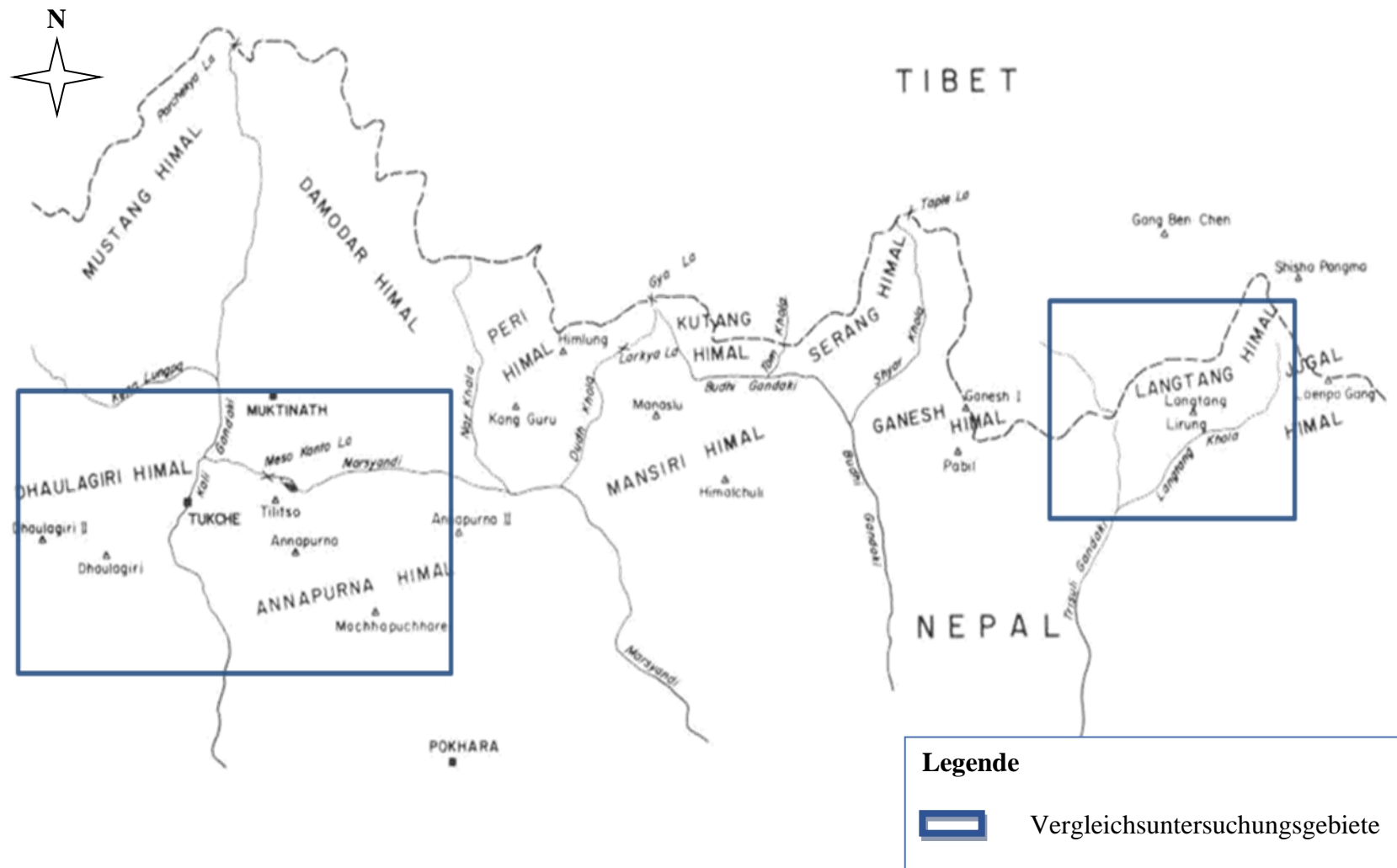
3.2.1.3	Foto 82-85	109-112
<b>3.2.2</b>	<b>Sedimentprobe 3-4</b>	
3.2.2.1	Sedimentprobe 3	86-87
3.2.2.2	Sedimentprobe 4	104-105
<b>3.2.3</b>	<b>Aufschluss 2</b>	106-108
<b>3.2.4</b>	<b>Talquerprofil 3-4</b>	
3.2.4.1	Talquerprofil 3	84
3.2.4.2	Talquerprofil 4	95
<b>3.2.5</b>	<b>Karte 9-13</b>	113-121
3.3	Talabschnitt vom Ort Pangboche bis zu den Orten Phortse und Tengboche	
<b>3.3.1</b>	<b>Foto 86-107</b>	122-134
<b>3.3.2</b>	<b>Talquerprofil 5</b>	130
<b>3.3.3</b>	<b>Karte 14-16</b>	135-138
3.4	Talabschnitt von den Orten Phortse und Tengboche bis zum Ort Namche Bazar	
<b>3.4.1</b>	<b>Foto 108-136</b>	
3.4.1.1	Foto 108-131	139-156
3.4.1.2	Foto 132-136	162-164
<b>3.4.2</b>	<b>Sedimentprobe 5-7</b>	
3.4.2.1	Sedimentprobe 5	157-158
3.4.2.2	Sedimentprobe 6-7	165-168
<b>3.4.3</b>	<b>Aufschluss 3</b>	159-161
<b>3.4.4</b>	<b>Talquerprofil 6-7</b>	
3.4.4.1	Talquerprofil 6	146
3.4.4.2	Talquerprofil 7	141
<b>3.4.5</b>	<b>Karte 17-19</b>	169-176
<b>4.</b>	<b>DUDH KHOSI</b>	
4.1	Talabschnitt vom Ort Namche Bazar bzw. vom Konfluenzbereich zwischen Imja Khola und Bhote Khosi bis zum Ort Monjo	
<b>4.1.1</b>	<b>Foto 137-149</b>	177-186
<b>4.1.2</b>	<b>Talquerprofil 8-9</b>	
4.1.2.1	Talquerprofil 8	179
4.1.2.2	Talquerprofil 9	184
<b>4.1.3</b>	<b>Karte 20-21</b>	187-190
4.2	Talabschnitt vom Ort Monjo bis zum Ort Ghat	
<b>4.2.1</b>	<b>Foto 150-166</b>	191-203
<b>4.2.2</b>	<b>Talquerprofil 10</b>	199
<b>4.2.3</b>	<b>Karte 22-23</b>	204-208
4.3	Talabschnitt vom Ort Ghat bis zum Ort Lukla	
<b>4.3.1</b>	<b>Foto 167-208</b>	
4.3.1.1	Foto 167-169	209-211
4.3.1.2	Foto 170-175	214-218
4.3.1.3	Foto 176-177	221-222
4.3.1.4	Foto 178-193	228-240
4.3.1.5	Foto 194-196	248-249
4.3.1.6	Foto 197-208	257-263
<b>4.3.2</b>	<b>Sedimentprobe 8-14</b>	
4.3.2.1	Sedimentprobe 8	212-213
4.3.2.2	Sedimentprobe 9	219-220
4.3.2.3	Sedimentprobe 10	226-227
4.3.2.4	Sedimentprobe 11-12	244-247
4.3.2.5	Sedimentprobe 13-14	253-256
<b>4.3.3</b>	<b>Aufschluss 4-6</b>	
4.3.3.1	Aufschluss 4	223-225
4.3.3.2	Aufschluss 5	241-243

4.3.3.3	Aufschluss 6	250-252
<b>4.3.4</b>	<b>Karte 24-25</b>	264-267
4.4	Talabschnitt vom Ort Lukla bis zum Ort Kharikhola	
<b>4.4.1</b>	<b>Foto 209-237</b>	
4.4.1.1	Foto 209-217	268-274
4.4.1.2	Foto 218-230	276-286
4.4.1.3	Foto 231-237	290-294
<b>4.4.2</b>	<b>Sedimentprobe 15</b>	287-288
<b>4.4.3</b>	<b>Talquerprofil 12-16</b>	
4.4.3.1	Talquerprofil 12	282
4.4.3.2	Talquerprofil 13-14	275
4.4.3.3	Talquerprofil 15	289
4.4.3.4	Talquerprofil 16	283
<b>4.4.4</b>	<b>Karte 26-27</b>	295-298
4.5	Talabschnitt vom Ort Kharikhola bis zum Ort Mukli	
<b>4.5.1</b>	<b>Foto 238-255</b>	
4.5.1.1	Foto 238-250	299-308
4.5.1.2	Foto 251-253	313-316
4.5.1.3	Foto 254-255	319
<b>4.5.2</b>	<b>Sedimentprobe 16-18</b>	
4.5.2.1	Sedimentprobe 16-17	309-312
4.5.2.2	Sedimentprobe 18	317-318
<b>4.5.3</b>	<b>Talquerprofil 11, 17-22</b>	
4.5.3.1	Talquerprofil 11	299
4.5.3.2	Talquerprofil 17	300
4.5.3.3	Talquerprofil 18	302
4.5.3.4	Talquerprofil 19	304
4.5.3.5	Talquerprofil 20	305
4.5.3.6	Talquerprofil 21	307
4.5.3.7	Talquerprofil 22	319
<b>4.5.4</b>	<b>Karte 28-29</b>	320-324
LEGENDE FÜR DIE GEOMORPHOLOGISCHEN KARTEN		325-326
TABELLE 1		327-330
TABELLE 2		331-332
TABELLE 3		333-334
TABELLE 4		335-336
TABELLE 5		337-338
TALQUERPROFILE IN GOOGLE EARTH		339-349
LITERATURVERZEICHNIS		
KARTENVERZEICHNIS		

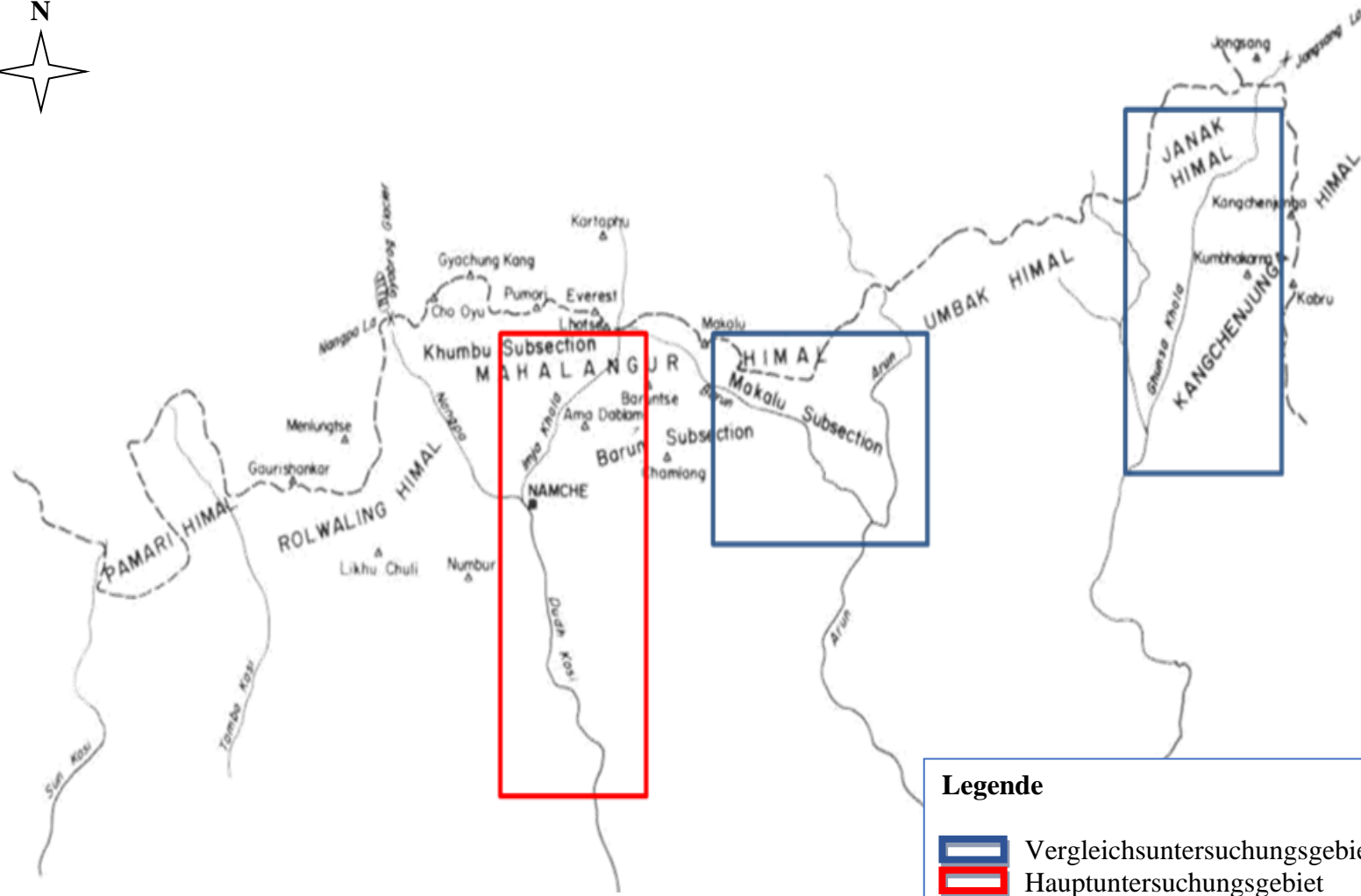
## Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
Bw	Brennweite
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
d.h.	das heißt
E	Osten
E	Probenbezeichnung bei Barnard, Owen, Finkel (2006)
E.	Elisabeth
ENE	Ostnordost
ESE	Ostsüdost
Fig.	Figure, Abbildung
GE	Google Earth
geol.	geologische
geom.	geomorphologische
Gew. %	Gewichtsprozent
gg.	gegenüber
GMG	Google Maps Gelände
GPS	Global Positioning System
H.	Heinz
hpts.	hauptsächlich
K	Probenbezeichnung bei Bäumler 2001
m	Meter
mm	Millimeter
N	Norden
NE	Nordost
NW	Nordwest
NNE	Nordnordost
NNW	Nordnordwest
NW	Nordwest
o.g.	oben genannt
OSL	Optisch Stimulierte Lumineszenz
P	Probe
P	Bodenprofilbezeichnungen bei Heuberger, Weingartner (1985)

S	Süden
SE	Südost
s.h.a.	siehe hierzu auch
SK	Probenbezeichnung bei Richards et al. (2000)
SSE	Südsüdost
SSW	Südsüdwest
SW	Südwest
sog.	sogenannte
Tab.	Tabelle
TCN	Terrestrische Cosmogene Nuklide
U	Trogtalserien bei Fushimi (1978)
u.g.	unten genannte
W	Westen
WNW	Westnordwest
WSW	West südwest
vgl.	vergleiche
z.B.	zum Beispiel



Karte I: Übersichtskarte über die Untersuchungsgebiete im Nepal-Himalaja aus Carter (1985) bearbeitet. Die blauen umrandeten Gebiete deuten auf die Vergleichsuntersuchungsgebiete Dhaulagiri- und Annapurna-Himal sowie auf den Langtang-Himal.



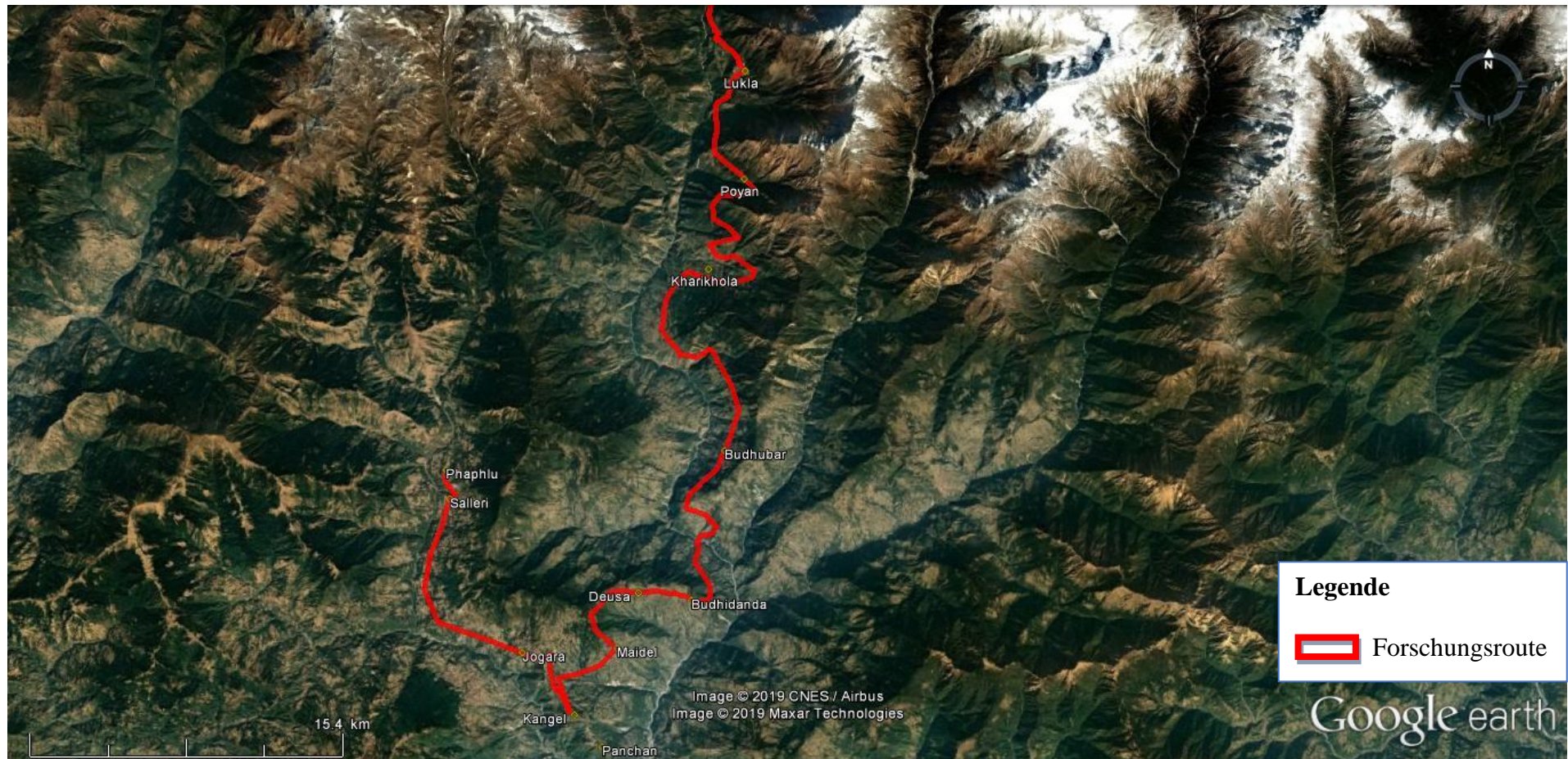
Karte II: Übersichtskarte über die Untersuchungsgebiete im Nepal-Himalaja aus Carter (1985) bearbeitet. Die blauen umrandeten Gebiete deuten auf die Vergleichsuntersuchungsgebiete Mahalangur-Himal und Kangchendzönga-Himal. Das rot umrandete Gebiet verweist auf das Hauptuntersuchungsgebiet des Solukhumbu. Der Ort Namche Bazar kann als ungefähre Grenze zwischen Khumbu Himal im Norden und das Gebiet des Solu im Süden angesehen werden.





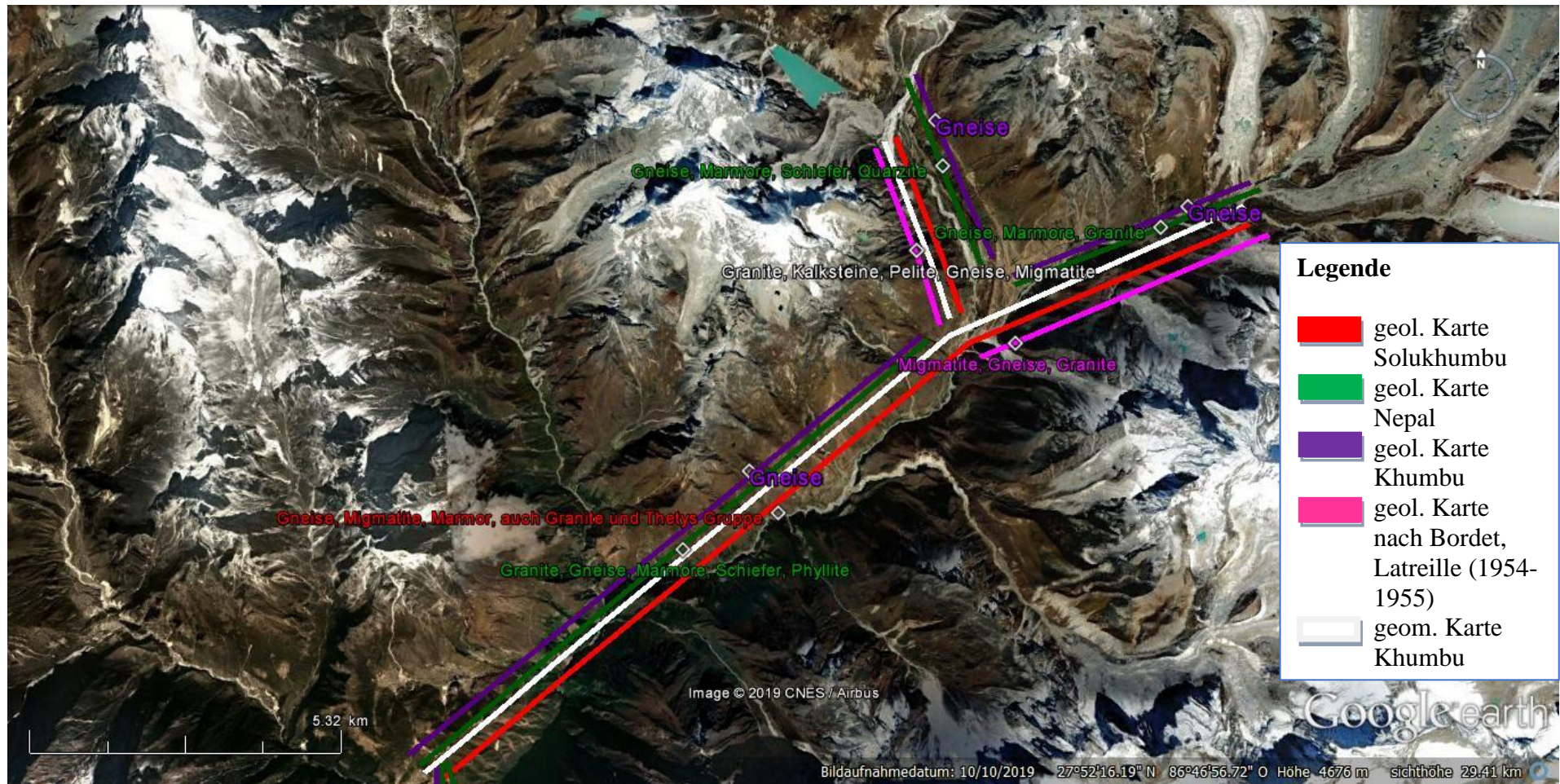
Karte III: Forschungsrout oberhalb des Ortes Lukla im Hauptuntersuchungsgebiet Solukhumbu ohne Touren rund um die Orte. Lukla-Ghat-Phakding-Monjo-Namche Bazar-Phungi Thanga-Tengpoche-Pangboche-Pheriche-Thokla-Dingboche-Chhukung-Dingboche-Phortse-Khumjung-Namche Bazar-Lukla. Quelle Google Earth.





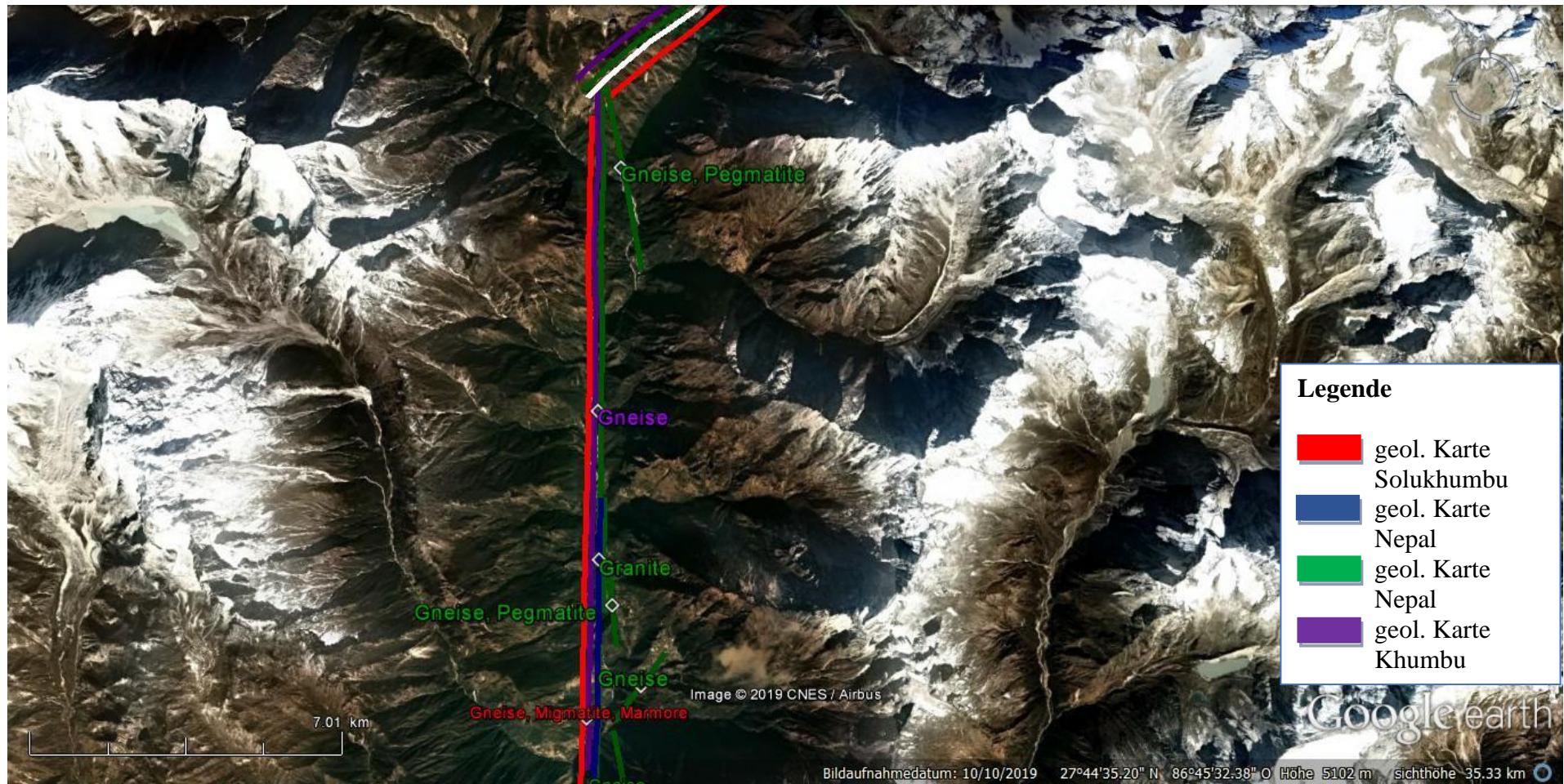
Karte IV: Forschungsrout unterhalb des Ortes Lukla im Hauptuntersuchungsgebiet Solukhumbu ohne Touren rund um die Orte. Lukla-Poyan-Kharikhola-Budhubar-Budhidanda-Maidel-Kangel-Jogara-Salleri-Phaphlu. Quelle Google Earth.





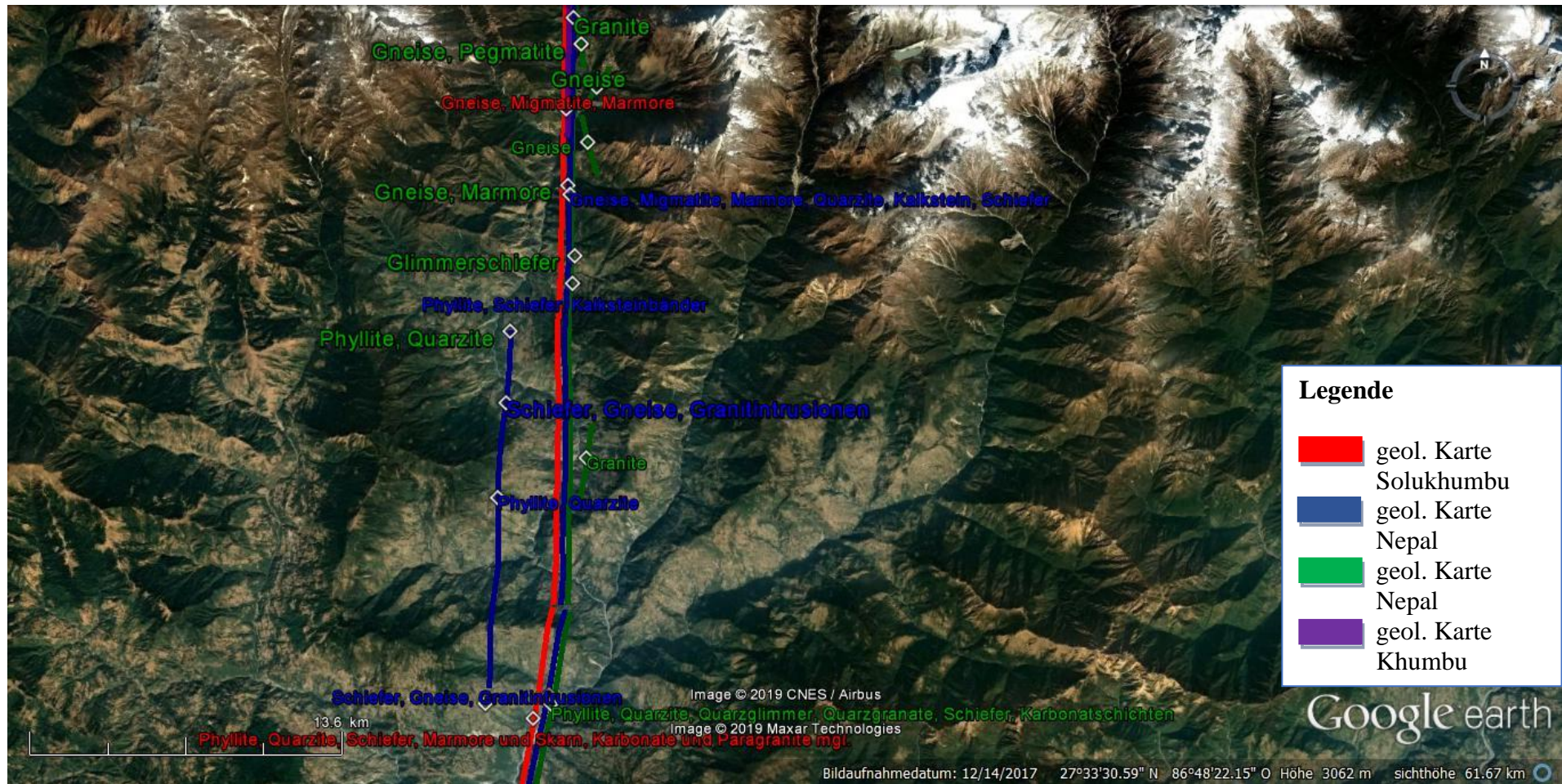
Karte V: Anstehende Gesteine laut verschiedener geologischer Karten im Gebiet des Khumbu (rot: geologische Karte Solukhumbu 1:1.000.000, grün: geologische Karte Nepal 1:125:000, lila: geologische Karte Khumbu 1:50.000 nach Vuichard (1985), rosa: geologische Karte 1:50.000 nach Bordet, Latreille (1954-1955), weiß: geomorphologische Karte Khumbu 1:50:000 nach Kalvoda (1978)).





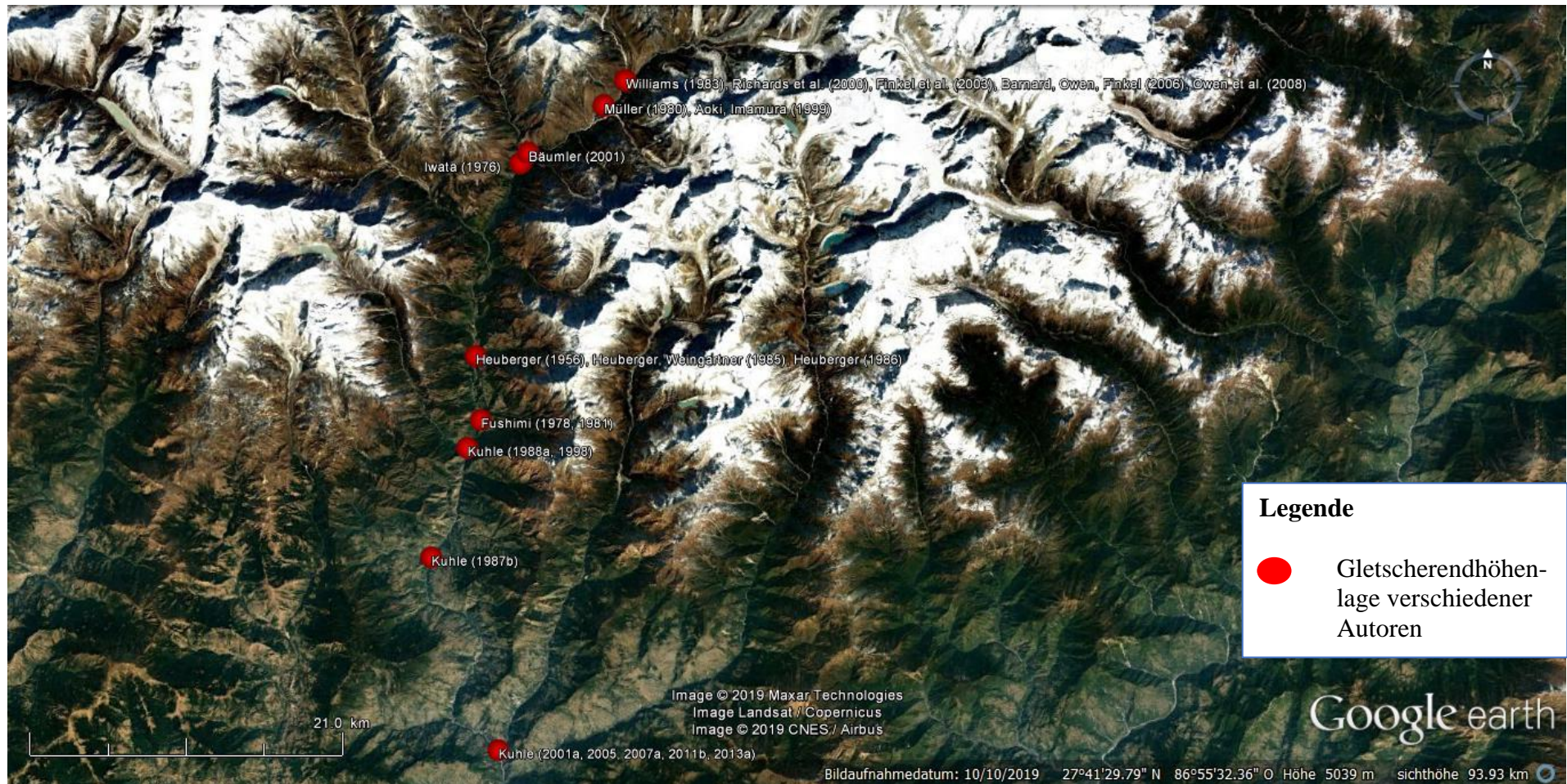
Karte VI: Anstehende Gesteine laut verschiedener geologischer Karten im Gebiet des Solu von Namche Bazar bis Lukla (rot: geologische Karte Solukhumbu 1:1.000.000, blau: geologische Karte Nepal 1:250.000, grün: geologische Karte Nepal 1:125.000, lila: geologische Karte Khumbu 1:50.000 nach Vuichard (1985)).





Karte VII: Anstehende Gesteine laut verschiedener geologischer Karten im Gebiet des Solu talabwärts von Lukla (rot: geologische Karte Solukhumbu 1:1.000.000, blau: geologische Karte Nepal 1:250.000, grün: geologische Karte Nepal 1:125.000, lila: geologische Karte Khumbu 1:50.000 nach Vuichard (1985)).





Karte VIII: Letzthochglaziale Gletscherendhöhenlage laut verschiedener Forschungsarbeiten: 4.200 m (Williams 1983, Richards et al. 2000, Finkel et al. 2003, Barnard, Owen, Finkel 2006, Owen et al. 2008), 4.200 bis 4.000 m (Müller 1980, Aoki, Imamura 1999), 4.200 bis 3.625 m und 3.800 bis 3.500 m (Bäumler 2001, Iwata 1976), 2.500 bis 2.450 m (Heuberger 1956, Heuberger, Weingartner 1985, Heuberger 1986), 2.000 m (Fushimi 1978, 1981), 1.800 m (Kuhle 1988a, 1998), 1.580 m (Kuhle 1987b) und 880 m Kuhle (2001a, 2005, 2007a, 2011b, 2013a).

Literaturquellen	letzthochglaziale Gletscherendhöhenlage		angewendete Methode bzw. Arbeitstechnik				Untersuchungsgebiet Lobuche Khola, Imja Drangka, Dudh Khosi	
			geomorphologische Analyse	relative Datierung	absolute Datierung	sonstige		
<b>Heuberger (1956)</b>	2.500 m	südlich von Ghat	Schneegrenzberechnungen, Formen: z.B. Moränen bzw. Erratika, Rundhöcker bzw. eisgerundete Felsen, Schwemmkegel, Terrassen, Bergsturzaflagerungen, Kare	z.B. beschrieb er Flechten /	/		talabwärts bis Lukla	auch Solu
<b>Müller (1959)</b>	keine Angaben	bis talabwärts von Aisyalukharka untersucht, aber wo lagen die Formen	Formen: Moränen, Schliifformen, Kare	/	/	Wetterelementbeobachtungen und -messungen, aber auch Gletscherbeobachtungen und -messungen (z.B. Oberflächengeschwindigkeit), Frostbodenuntersuchungen	talabwärts bis Aisyalukharka	auch Solu
<b>Miller (1970)</b>	ungenau Angaben	pleistozäne Vergletscherung unterschied sich nicht maßgeblich von rezenter	Formen: Moränen, Spülformen	Lichenometrie	/	Messungen	Khumbu Gletscher, Route über Namche	nur Khumbu
<b>Benedict (1976)</b>	keine Angaben	/	/	/	<sup>14</sup> C	/	talabwärts etwa bis Periche	nur Khumbu

<b>Iwata (1976)</b>	3.625 bis 4.200 m (konnte auch spätglazial sein)	End- Ufermoräne bei Thyangboche	Formen: Moränen, Trogtäler	z.B. Frischegrad- /Verwitterungsgrad, Querprofil, Bodenprofil, Moränenprofil	/	/	talabwärts bis Thyangboche	nur Khumbu
<b>Fushimi (1977)</b>	keine Angaben	nur Periche Moränen beschrieben	Formen: Moränen, Rundhöcker mit Gletscherschrammen, Trogtäler	z.B. Verwitterungsgrad, Bodenentwicklung, Trogtalserien	/	/	Gyajo (nördlich von Khunde), Dzonglha, Ngojumba und Lobuche Gletscher	nur Khumbu
<b>Fushimi (1978)</b>	2.000 m	südlich von Lukla	Formen: Moränen und andere Sedimente, Trog- und Kerbtal	Trogtalserien	<sup>14</sup> C	/	talabwärts etwa bis Lukla	auch Solu
<b>Müller (1980)</b>	4.000 bis 4.200 m	Periche Moränen bis auf 4.000 m	mit Schneegrenzberechnungen; Formen: Kare, Moränenreste, glaziale Terrasse	Lichenometrie	<sup>14</sup> C	/	Gletscher im Imja Khola, Dudh Khosi und Bote Khosi	nur Khumbu
<b>Fushimi (1981)</b>	2.000 m	südlich von Lukla	Formen: Moränen, Trogtäler	Trogtalserien	/	Zusammenhänge zwischen Tektonik, Topographie und Klima	talabwärts etwa bis Lukla, Route talabwärts bis zum Deku Khola	auch Solu
<b>Williams (1983)</b>	4.200 m	südlich von Periche	mit Karten- und Satellitenbildinterpretation, Schneegrenzberechnungen; im Dudh Khunda Tal Formen: Moränen, Kare, Trogtäler	pedologische Befunde und Verwitterungsunterschiede	/	/	nur Dudh Khunda Tal	nur Khumbu
<b>Kuhle (1984)</b>	keine Angaben	glazigene Kerbtäler deuteten auf Vergletscherung	mit Satellitenbilddauswertung; Formen: Trogtäler, glazigene Kerbtäler, Ufermoränen, Ufermulden, Eisrandlagen	/	/	/	Khumbu, südlich des Mt. Everest, Cho Oyo, Lhotse und Makalu	nur Khumbu



<b>Heuberger, Weingartner (1985)</b>	2.450 bis 2.500 m	südlich von Ghat	Formen: Moränen, Bergsturزابlagerungen, Felsformen	Bodenanalyse bzw. Verwitterungsgrade	/	/	Khumjung bis Lukla, Route bis südlich der Hinku Konfluenz (Jubing nach Dube, Halesi und Rumjatar)	auch Solu
<b>Heuberger (1986)</b>	2.500 m	südlich von Ghat	Formen: Moränen	Bodenanalyse	/	/	Ghat bis etwa Khari Khola	Solu
<b>Kuhle (1986a)</b>	keine Angaben	nur Formen im Ngozumpa Gebiet	mit Schneegrenzberechnungen	Lichenometrie	<sup>14</sup> C	/	Ngozumpa Drangka	nur Khumbu
<b>Kuhle (1987a)</b>	keine Angaben	nur Formen im Ngozumpa Gebiet	mit Schneegrenzberechnungen	Lichenometrie	<sup>14</sup> C	/	Ngozumpa Drangka	nur Khumbu
<b>Kuhle (1987b)</b>	1.580 m	Deku Khola Konfluenz, glaziale Beweise bei Namche Bazar, Nyambua Thyang, Chhutawa, Julming	mit Schneegrenzberechnungen; Formen: z.B. Kare, Ufermoränen, glaziolimnische Sande	/	/	Oberflächentemperatur sowie Solarstrahlungsmessungen	talabwärts bis Julming	auch Solu
<b>Kuhle (1988a)</b>	1.800 m	Konfluenz zum Lumding Drangka	mit Schneegrenzberechnungen; Formen für Dudh-Khosi-Gletscher: Glättungen, Transfluenzspässe, Schliffkehlen	/	/	/	talabwärts bis Surke	auch Solu
<b>Bäumler et al. (1991)</b>	ungenau Angaben	Eis nicht mehr Lukla erreicht	Formen: Moränen, glazifluviale Ablagerungen	Bodenanalyse	im Langtang: <sup>14</sup> C	/	Route talabwärts bis zum Deku Khola	auch Solu
<b>Bäumler, Kemp-Oberhettinger, Zech (1996)</b>	ungenau Angaben	Eis nicht mehr Lukla erreicht	Formen: Moränen, glazifluviale Ablagerungen	Bodenanalyse	im Langtang: <sup>14</sup> C	/	Route talabwärts bis zum Deku Khola	auch Solu

<b>Bäumler, Zech (1998)</b>	vermutlich wie bei Bäumler et al. (1991) und Bäumler, Kemp-Oberhettinger, Zech (1996)	/	Formen: Moränen, glazifluviale Ablagerungen	Bodenanalyse	im Langtang: <sup>14</sup> C	/	vermutlich wie bei Bäumler et al. (1991) und Bäumler, Kemp-Oberhettinger, Zech (1996)	vermutlich auch Solu
<b>Kuhle (1998)</b>	1.800 m	Konfluenz zum Lumding Drangka	mit Schneegrenzberechnungen	/	/	/	talabwärts bis Surke	auch Solu
<b>Aoki, Imamura (1999)</b>	4.200 bis 4.000 m	südlich von Periche	Formen: Moränen	/	TCN	/	rund um Periche	nur Khumbu
<b>Richards et al. (2000)</b>	4.200 m	südlich von Periche	Formen: Moränen, Terrassen, glazifluviale und glazilimnische Sedimente	/	OSL	/	Chhukung, Periche und Thokla, Thyangboche und Pangboche	nur Khumbu
<b>Bäumler (2001)</b>	3.500 bis 3.800 m	talabwärtigere glaziale Beweise nicht vorhanden oder zerstört bzw. überprägt	Formen: Moränen, glazifluviale Ablagerungen, Trogtäler, Kerbtal	Bodenanalyse	im Langtang: <sup>14</sup> C	/	wie bei Bäumler et al. (1991)	auch Solu
<b>Kuhle (2001a)</b>	900 bis 1.100 m	Abrasionsformen bei Jubing	Formen: glazigene Abrasionsformen	/	/	/	talabwärts bis Jubing	auch Solu
<b>Finkel et al. (2003)</b>	4.200 m	südlich von Periche	Formen: Moränen	/	TCN	/	oberes Imja Khola und Lobuche Khola	nur Khumbu
<b>Kuhle (2005)</b>	880 m	Konfluenzbereich zum Hinku	mit Schneegrenzberechnungen, Sedimentanalysen, Talquerprofile, viele Fotos; viele Formen	Lichenometrie	<sup>14</sup> C	/	talabwärts bis zum Deku Khola	auch Solu
<b>Barnard, Owen, Finkel (2006)</b>	4.200 m	südlich von Periche	mit sedimentologischen und stratigraphischen Analysen, Talquerprofile; Formen: Moränen, 'landslides',	/	TCN	/	talabwärts bis Pangboche-Yaral	nur Khumbu



			Paläokanäle, Fächer, Terrassen					
<b>Kuhle (2007a)</b>	ca. 900 m	Abrasionsformen bei Jubing	mit Schneegrenzberechnungen; Formen: glazigene Abrasionsformen	/	/	/	talabwärts bis Jubing	auch Solu
<b>Rai, Yoshida, Upreti (2007)</b>	keine Angaben	vermutlich bis südlich von Lukla, da dort Moränen	Formen: unterschiedliche Sedimenttypen bei unterschiedlichen Plattformen, darunter Moränen	/	/	/	rund um Lukla	Solu
<b>Owen et al. (2008)</b>	4.200 m (beziehen sich auf Owen, Benn 2005)	südlich von Periche	/	/	/	Neuberechnung von OSL- und TCN-Daten	oberes Imja Khola und Lobuche Khola	nur Khumbu
<b>Kuhle (2011b)</b>	ca. 900 m	Konfluenzbereich zum Hinku	mit Sedimentanalysen, viele Formen	/	<sup>14</sup> C	/	talabwärts bis zum Deku Khola	auch Solu
<b>Kuhle (2013a)</b>	ca. 900 m	Konfluenzbereich zum Hinku	mit Sedimentanalysen, Fotos, Formen: Moränen	/	/	/	talabwärts bis Jubing	Solu

Tab. I: Forschungsüberblick zur Vergletscherungsgeschichte des Nepal-Himalaja bzw. des Hauptuntersuchungsgebietes Solukhumbu. Angaben zur letzthochglazialen Gletscherendhöhenlage, zur angewendeten Methodik bzw. Arbeitstechnik sowie zum Untersuchungsgebiet der jeweiligen Forschungsarbeiten.

Literaturquellen	letzthochglaziale Gletscherendhöhenlage in m	geom. Analyse			relative Dat.			absolute Dat.			Untersuchungsgebiet
		< 3 Typen	> 3 Typen	> 5 Typen	Licheno-metrie	Bodenentwicklung	sonst.	<sup>14</sup> C	OSL	TCN	
Miller (1970)	–	X	–	–	X	–	–	–	–	–	Khumbu
Benedict (1976)	–	–	–	–	–	–	–	X	–	–	Khumbu
Iwata (1976)	3.625 bis 4.200	X	–	–	–	X	X	–	–	–	Khumbu
Fushimi (1977)	–	–	X	–	–	X	X	–	–	–	Khumbu
Müller (1980)	4.000 bis 4.200	X	–	–	X	–	–	X	–	–	Khumbu
Williams (1983)	4.200	X	–	–	–	X	X	–	–	–	Khumbu
Kuhle (1984)	–	–	X	–	–	–	–	–	–	–	Khumbu
Kuhle (1986a)	–	X	–	–	X	–	–	X	–	–	Khumbu
Kuhle (1987a)	–	X	–	–	X	–	–	X	–	–	Khumbu
Aoki, Imamura (1999)	4.200 bis 4.000	X	–	–	–	–	–	–	–	X	Khumbu
Richards et al. (2000)	4.200	–	X	–	–	–	–	–	X	–	Khumbu
Finkel et al. (2003)	4.200	X	–	–	–	–	–	–	–	X	Khumbu
Barnard, Owen, Finkel (2006)	4.200	–	X	–	–	–	–	–	–	X	Khumbu
Owen et al. (2008)	4.200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Khumbu
Heuberger (1956)	2.500	–	–	X	X	–	–	–	–	–	Solukhumbu
Müller (1959)	–	X	–	–	–	–	–	–	–	–	Solukhumbu
Fushimi (1978)	2.000	–	X	–	–	–	X	X	–	–	Solukhumbu
Fushimi (1981)	2.000	X	–	–	–	–	X	–	–	–	Solukhumbu
Heuberger, Weingartner (1985)	2.450 bis 2.500	X	–	–	–	X	X	–	–	–	Solukhumbu
Kuhle (1987b)	1.580	X	–	–	–	–	–	–	–	–	Solukhumbu
Kuhle (1988a)	1.800	X	–	–	–	–	–	–	–	–	Solukhumbu
Bäumler et al. (1991)	–	X	–	–	–	X	–	X (im Langtang)	–	–	Solukhumbu
Bäumler, Kemp-Oberhettinger, Zech (1996)	–	X	–	–	–	X	–	X (im Langtang)	–	–	Solukhumbu
Bäumler, Zech (1998)	vermutlich -	X	–	–	–	X	–	X (im Langtang)	–	–	vermutlich Solukhumbu
Kuhle (1998)	1.800	X	–	–	–	–	–	–	–	–	Solukhumbu
Bäumler (2001)	3.500 bis 3.800	–	X	–	–	X	–	X (im Langtang)	–	–	Solukhumbu
Kuhle (2001a)	900 bis 1.100	X	–	–	–	–	–	–	–	–	Solukhumbu
Kuhle (2005)	880	–	–	X	X	–	–	X	–	–	Solukhumbu
Kuhle (2007a)	ca. 900	X	–	–	–	–	–	–	–	–	Solukhumbu
Kuhle (2011b)	ca. 900	–	X	–	–	–	–	X	–	–	Solukhumbu
Heuberger (1986)	2.500	X	–	–	–	X	–	–	–	–	Solu
Rai, Yoshida, Upreti (2007)	–	X	–	–	–	–	–	–	–	–	Solu
Kuhle (2013a)	ca. 900	X	–	–	–	–	–	–	–	–	Solu

Tab. II: Forschungsüberblick zur Vergletscherungsgeschichte des Nepal-Himalaja bzw. des Hauptuntersuchungsgebietes Solukhumbu. Angaben zur letzthochglazialen Gletscherendhöhenlage, zur angewendeten Methodik bzw. Arbeitstechnik sowie zum Untersuchungsgebiet der jeweiligen Forschungsarbeiten.

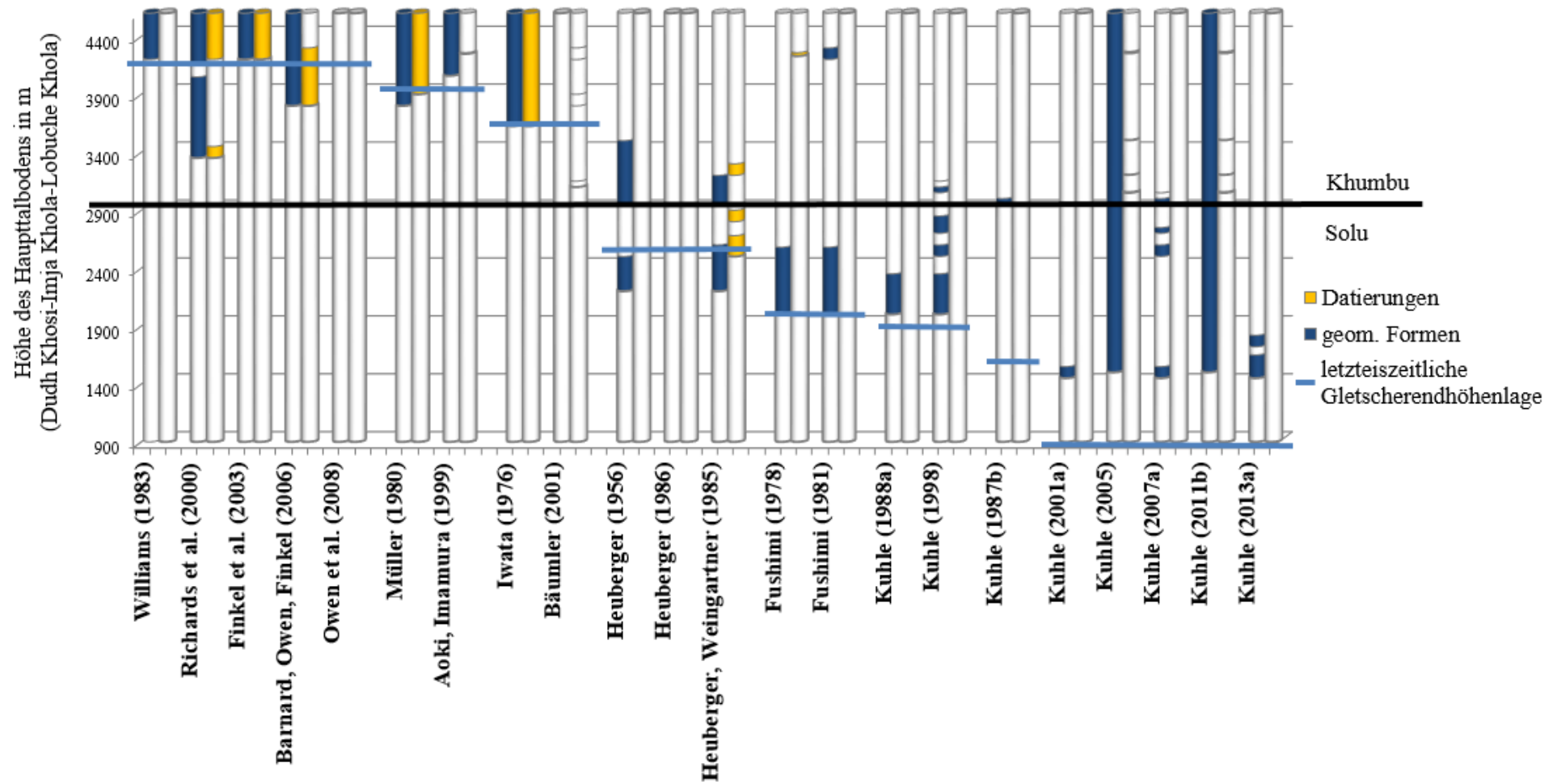
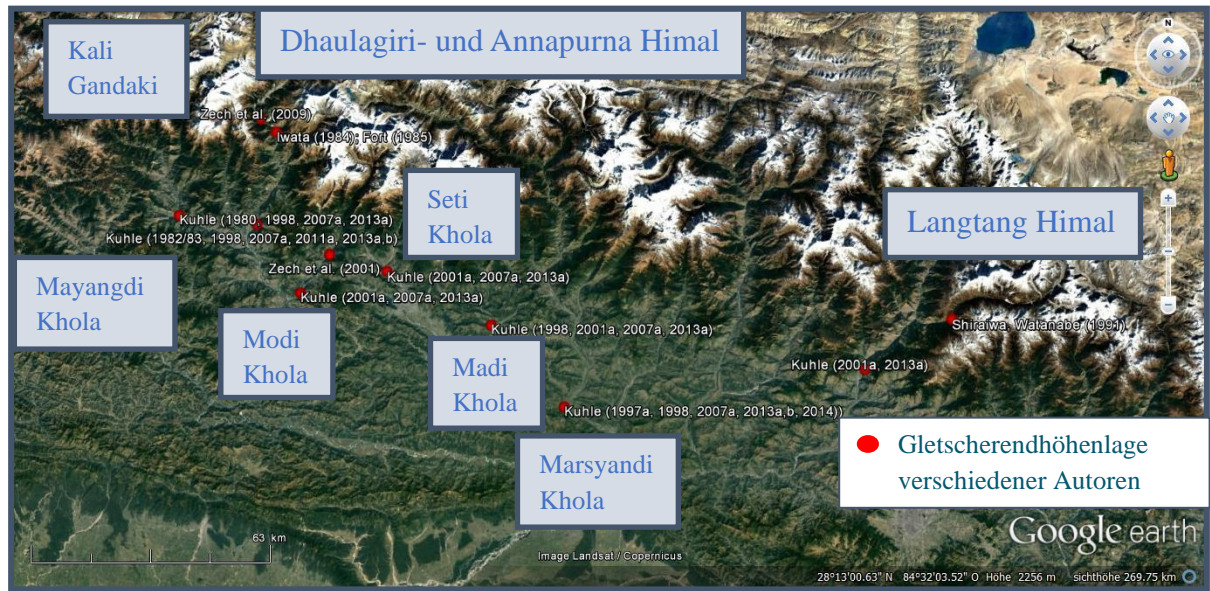
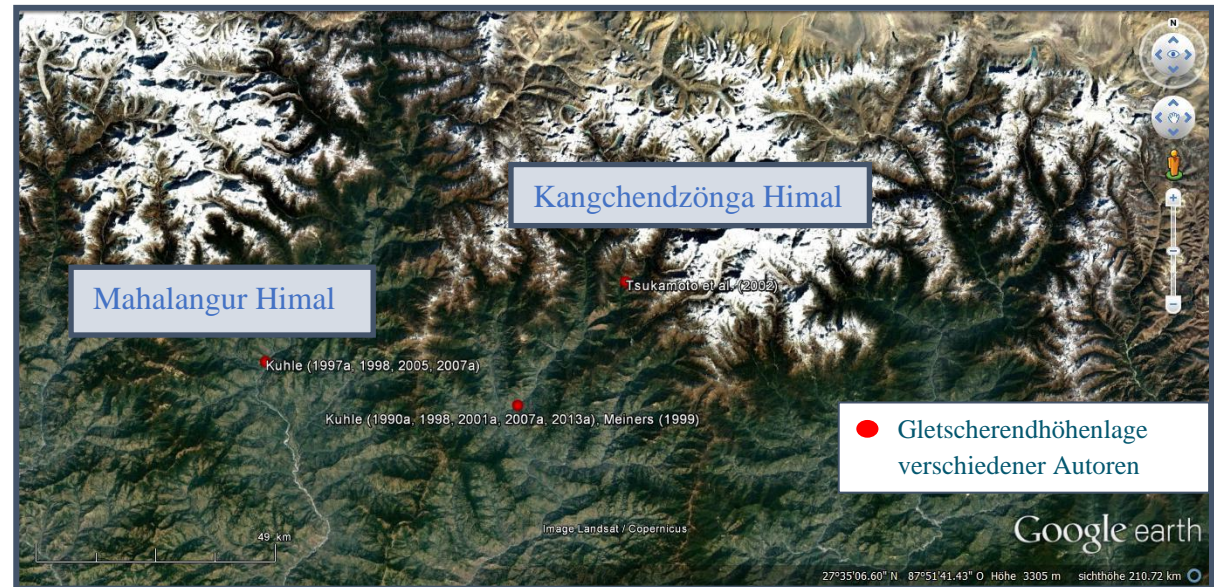


Diagramm I: Forschungsüberblick zur Vergletscherungsgeschichte des Nepal-Himalaja bzw. des Hauptuntersuchungsgebietes Solukhumbu. Angaben zur letzthochglazialen Gletscherendhöhenlage, zur angewendeten Methodik bzw. Arbeitstechnik sowie zum Untersuchungsgebiet der jeweiligen Forschungsarbeiten.

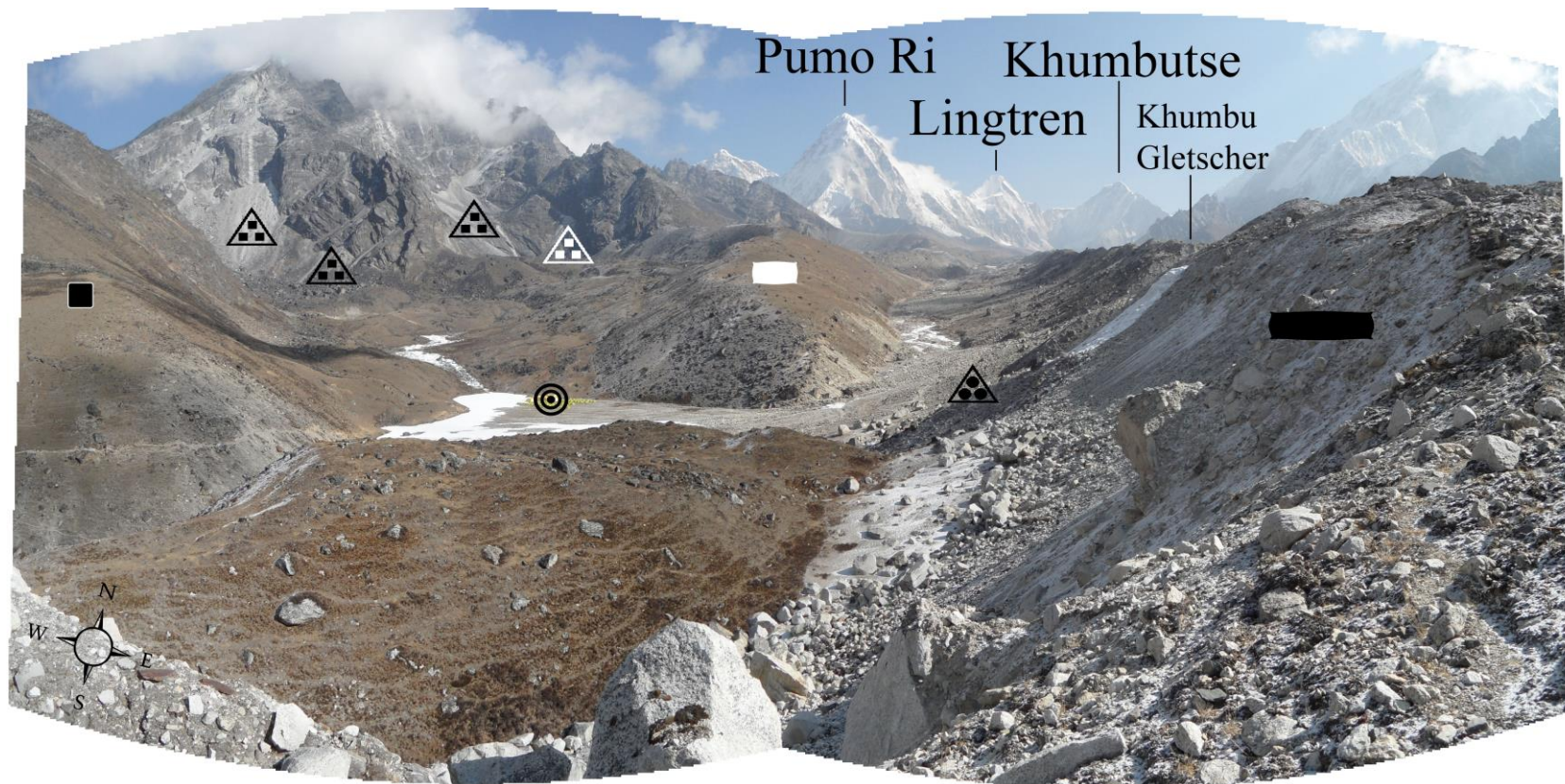


Karte IX: Letzthochglaziale Gletscherendhöhenlage laut verschiedener Forschungsarbeiten im Dhaulagiri- und Annapurna Himal (Mayangdi Khola: Kuhle 1980,1998, 2007a, 2013a, Kali Gandaki: Zech et al. 2009, Iwata 1984, Fort 1985, Kuhle 1982/83, 1998, 2007a, 2011a, 2013a, Modi Khola: Zech et al. 2001, Kuhle 2001a, 2007a, 2013a, Seti Khola: Kuhle 2001a, 2007a, 2013a, Madi Khola: Kuhle 1998, 2001a, 2007a, 2013a), Marsyandi Khola: Kuhle 1997a, 1998, 2007a, 2013a, 2014)) und Langtang Himal (Shiraiwa, Watanabe 1991, Kuhle 2001a, 2013a).

Karte X: Letzthochglaziale Gletscherendhöhenlage laut verschiedener Forschungsarbeiten im Mahalangur Himal (Kuhle 1997a, 1998, 2005, 2007a) und Kangchendzönga Himal (Tsukamoto et al. 2002, Kuhle 1990a, 2001a, 2007a, 2013a, Meiners 1999).



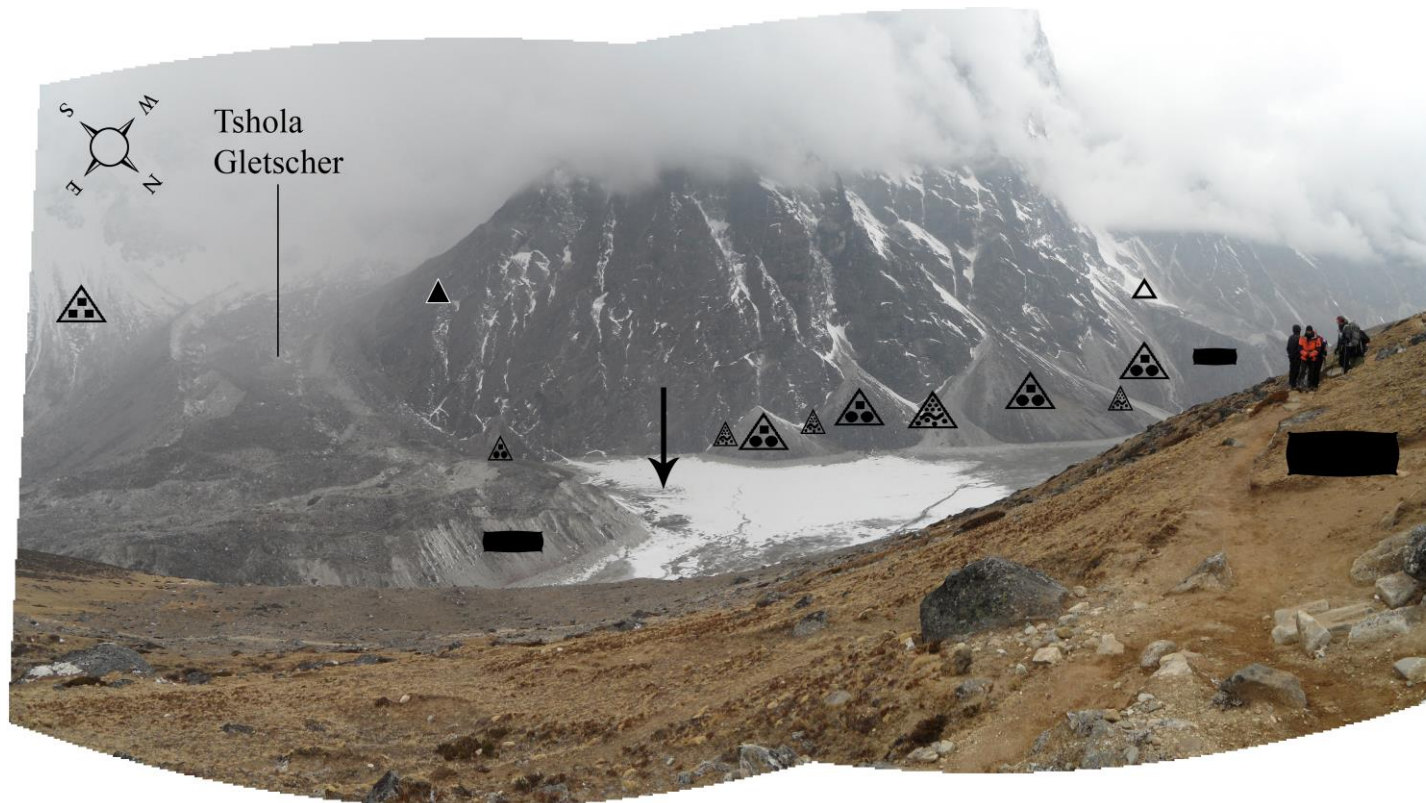




↑ Foto 1:  
 Blick von der Seitenmoräne des Khumbu Gletscher (■ schwarz; nach Kuhle 2005:Fig. 3 Stadium VII bis X) auf das Lobuche Camp (⊙). Seitlich dieser Seitenmoränen entstanden durch Schmelzwassereinbrüche sog. Sander (▲, siehe auch Kuhle 2005:Foto 63), wobei die Moränenmaterialien teilweise wohl auch verstürzten. Neben dieser Seitenmoräne war eine ältere Ufermoräne (■ weiß; nach Kuhle 2005:Fig. 3 neoglaziales Stadium V, nach Müller 1980:Fig. 3 Unterstadium des Dughla Stadium oder undeutliche Dughla Moränen, nach Iwata 1976:Fig. 1 Thyangboche Stadium) des vorzeitlich mächtigeren Khumbu Gletscher zu sehen, wobei sich nach Kuhle (2005:Foto 63) neben dem Sander Reste der Ufermoräne des Stadiums VI befanden. Am Südosthang des Lobuche (East) waren neben glaziären Dreieckshängen (▲) postglaziale reine Sturzschuttfächer / -kegel (▲) entstanden, die jedoch übergangsweise vor geraumer Zeit Mischfächer / -kegel aus Schutt- und Moränenmaterial darstellten. Abgelagerte hochglaziale Grundmoränenmaterialien auf den Hängen wurden nämlich in diesem Bereich schrittweise durch Hangprozesse hangabwärts transportiert. Diese Moränenmaterialien waren jedoch dort von den aktuellen Sturzprozessen im Anstehenden vollkommen überlagert. An anderen Hangbereichen sind daneben aber diese Grundmoränenablagerungen (■) noch heute zu erkennen oder auch zwischen den reinen Sturzschuttfächern. Anstehende Gesteine waren hier verschiedene Gneise, daneben Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. schwarze Gneise (vgl. geologische Karte Khumbu). Auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955) waren hier fluvioglaziale Materialien sowie im Hangbereich alte und aktuelle Moränen und auf der Karte von Kalvoda (1971-1975) eine fluvioglaziale Terrasse sowie im Hangbereich Moränen des Changri Typs und neben Anstehendem Schuttkegel aus polygenetischem Detritus visualisiert.

Standort: auf der Seitenmoräne des Khumbu Gletscher (GPS: 27° 56.001'N 86° 48.319'E), orographisch rechte Lobuche Khola Talseite; absolute Höhe: 4.885 m/GPS, 4.880 m/GE, 4.870 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.803 m/GE, 4.800 m/GMG (relative Höhe: ca. 77 m/GE, 70 m/GMG); Sicht gen NNE; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 03.04.2012.





↑ Foto 2:  
 Blick von der orographisch rechten Ufermoräne (■ Mitte) des vorzeitlichen Khumbu Gletscher auf den Tshola Gletscher mit seinen Seiten- bis Endmoränen (■ links, nach Kuhle 2005:Fig. 3 Grundmoränenpodest, nach Iwata 1976:Fig. 1 Lobuche Stadium Moränen), der talaufwärts den See Tshola Tsho (↓) aufstaute (siehe auch Bild b in Fig. 13 bei Barnard, Owen, Finkel 2006). Am Nordosthang des Arakam Tse, auf der orographisch rechten Talseite des Tshola Khola, waren neben Seiten- bis Endmoränen (■ rechts; nach Kuhle 2005:Foto 65 Grundmoränenpodest dieses Podest- oder Dammgletschers) des Arakam Tse Nordostgletschers mit darüber lagerndem aktiven Lawinenkegel (Δ; siehe hierzu Kuhle 2005:Foto 65) und glaziären Dreieckshängen (▲) mehrere Fächer- / Kegelformen ausgebildet. Vorrangig fanden sich Mischfächer / -kegel aus verstürztem Schutt- und Moränenmaterial (▲) sowie aus diesen Moränenmaterialien an den Seiten der Sturzfächer / -kegel entstandene Murschwemmfächer / -kegel (▲). Erstgenannte Sturzfächer/-kegel waren dadurch entstanden, dass sich vorher auf dem Hang des Arakam Tse abgelagerte Grundmoränen mit Schutt aus postglazialen Sturzprozessen im Anstehenden zusammen verstürzten. Bei der Entstehung der Fächer / Kegel waren jedoch fluviale Hangabwärtsprozesse nicht ganz auszuschließen, so dass diese auch Mischformen darstellten, wobei aber die Sturzprozesse überwogen haben müssen. Die Murschwemmfächer entstanden nach der Sturzfächer- / -kegelentstehung aus den beteiligten Grundmoränenmaterialien durch vorwiegend fluviale Prozesse. Anstehende Gesteine waren hier verschiedene Gneise, daneben Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu). Auf der Karte von Kalvoda (1971-1975) waren im Hangbereich neben Anstehendem Schuttkegel aus polygenetischem Detritus visualisiert, wobei rund um den Tshola Gletscher Moränen des Khumbu Typs gekennzeichnet waren.

Standort: auf der orographisch rechten Ufermoräne des vorzeitlichen Khumbu Gletscher westlich von Thokla (GPS: 27° 55.554'N 86° 47.849'E), orographisch rechte Tshola Khola Talseite; absolute Höhe: 4.813 m/GE, 4.805 m/GMG; Schmelzwasserrinne Khumbu Gletscher bei ca. 4.622 m/GE, 4.620 m/GMG (relative Höhe: ca. 191 m/GE, 185 m/GMG); Sicht gen SW; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 03.04.2012.



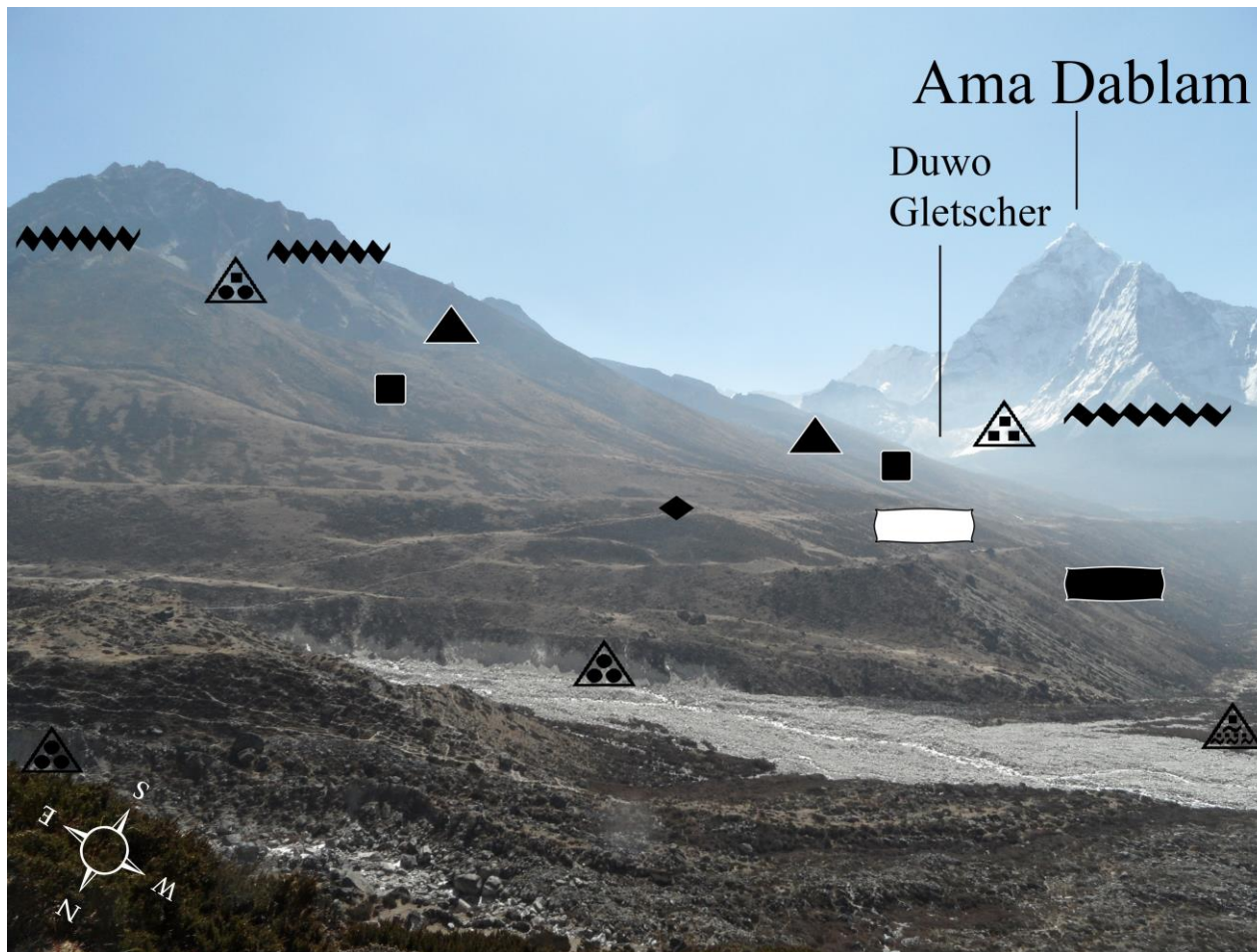
↑ Foto 3 und ↑ Foto 4:

Blick auf die vorzeitliche Ufermoräne des Khumbu Gletscher. Nach Kuhle (2005:Foto 63) gehörte diese dem neoglazialen Stadium V an, wobei Finkel et al. (2003:Fig. 1) diese durch TCN-Datierungen ins Thyangboche Stadium einordneten. Da die Ufermoräne auf der Oberfläche sehr blockreich erschien, war es schwierig nachzuvollziehen, welche sechs Blöcke Finkel et al. (2003) beprobten. Eine genaue Koordinatenangabe wäre hilfreich gewesen. In Fig. 1 bei Finkel et al. (2003) war nur zu erkennen, wo die Blöcke mit den Nummern 84 bis 89 ungefähr lagen. Auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955) waren hier alte Moränen und auf der Karte von Kalvoda (1971-1975) Moränen des Changri Typs visualisiert.

Standort Foto 3: auf der vorzeitlichen orographisch rechten Ufermoräne des Khumbu Gletscher westlich von Thokla (GPS: 27° 55.538'N 86° 47.923'E), orographisch rechte Lobuche Khola Talseite; absolute Höhe: 4.818 m/GPS, 4.808 m/GE, 4.805 m/GMG; Schmelzwasserrinne Khumbu Gletscher bei ca. 4.622 m/GE, 4.620 m/GMG (relative Höhe: ca. 186 m/GE, 185 m/GMG); Sicht gen N; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 03.04.2012.

Standort Foto 4: auf der vorzeitlichen orographisch rechten Ufermoräne des Khumbu Gletscher westlich von Thokla (GPS: 27° 55.459'N 86° 47.921'E), orographisch rechte Lobuche Khola Talseite; absolute Höhe: 4.767 m/GPS, 4.754 m/GE, 4.750 m/GMG; Schmelzwasserrinne Khumbu Gletscher bei ca. 4.590 m/GE, 4.588 m/GMG (relative Höhe: ca. 164 m/GE, 162 m/GMG); Sicht gen NE; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 03.04.2012.





← Foto 5:

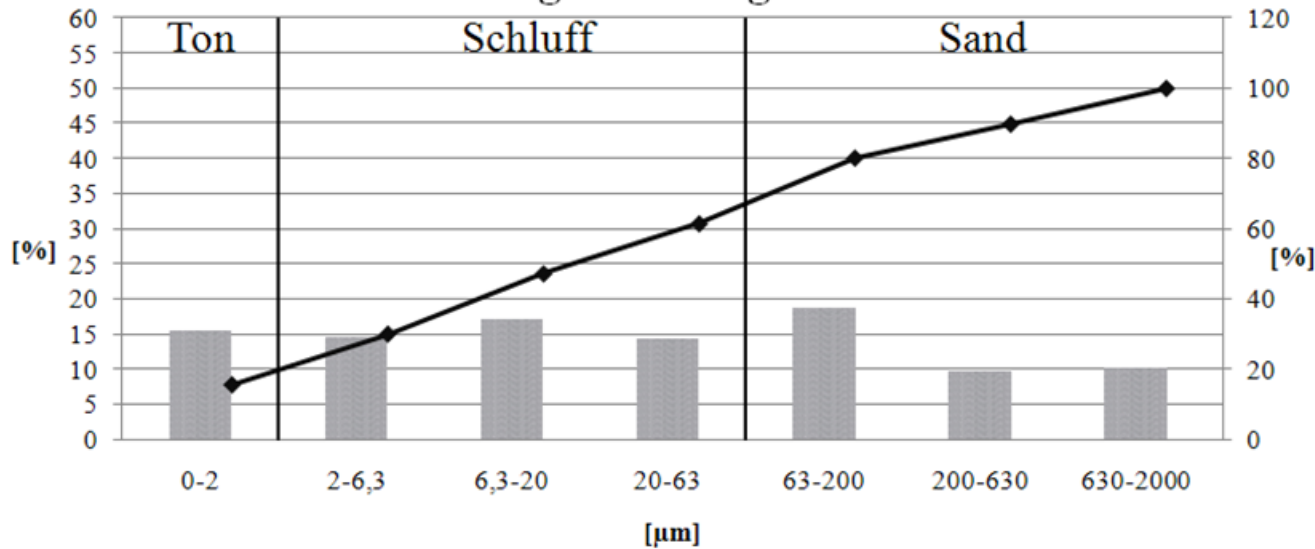
Orographisch linker Talbereich talabwärts des Khumbu Gletscher. An der Morphologie dieses Talhanges konnte die oberste bzw. hochglaziale Schriffgrenze (\*\*\*\*) auf ca. 5.390 bis 5.400 m abgelesen werden, welche in etwa dieser von Kuhle (2005:Fig. 22, Foto 78) entspricht. In Bezug zum rezenten, mit Schottern aufgeschütteten, Haupttalboden auf ca. 4.350 m ergab sich eine ungefähre hochglaziale Eismächtigkeit von ca. 1.040 bis 1.050 m. Nach Kuhle (2005:Fig. 3/Profil 12, Fig. 22) – der den vorzeitlichen Haupttalboden rekonstruierte – betrug die maximale Eismächtigkeit in diesem Talabschnitt ca. 1.200 m. Ein weiterer Beweis für die einstmalige mächtige Vergletscherung waren die auf den Hängen vorhandenen Grundmoränenreste (■), die sich über den glaziären Dreieckshängen (▲) abgelagerten sowie stellenweise verstützten und zusammen durch Sturzprozesse aus dem Antstehenden Sturzfächer / -kegel aus Schutt- und Moränenmaterialien (▲) formten. An vielen Orten waren diese Mischfächer / -kegelformen durch reine Sturzfächer / -kegel aus Schutt überlagert, so dass die maximale Vergletscherung nicht überall an Fächer- / Kegelformen nachvollzogen werden konnte. Zudem sind auf dem Foto verschiedene Ufermoränenzüge (■ schwarz und weiß; nach Kuhle 2005:Fig. 5 Ufermoränen Stadium V und IV) zu sehen sowie durch Schmelzwasserabflüsse des Khumbu Gletscher entstandene Anrissbereiche im Moränenmaterial (▲) und Schwemmschutfächer (▲). Unterhalb des Ama Dablam verwies die Schriffgrenze auf eine Eismächtigkeit von 1.200 m (Schriffgrenze auf 5.330 m Höhe, Talboden auf ca. 4.130 m). Diese stimmte mit der angegebenen 1.200 m mächtigen rekonstruierten Eisdecke von Kuhle (2005:Fig. 3/Profil 15) durch den rekonstruierten vorzeitlichen Talboden überein.

Anstehende Gesteine waren hier Glimmergneis, Schiefer, Quarzit (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. schwarze Gneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. Migmatite im Gneis und bei Pokalde schwarze Gneise (vgl. geologische Karte Khumbu 1). Auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955) waren auf der orographisch linken Lobuche Khola Talseite alte und aktuelle Moränen und auf der Karte von Kalvoda (1971-1975) neben Anstehendem und den Denudationshängen Schuttkegel aus polygenetischem Detritus visualisiert. Eine Sedimentprobe (◆) wurde entnommen.

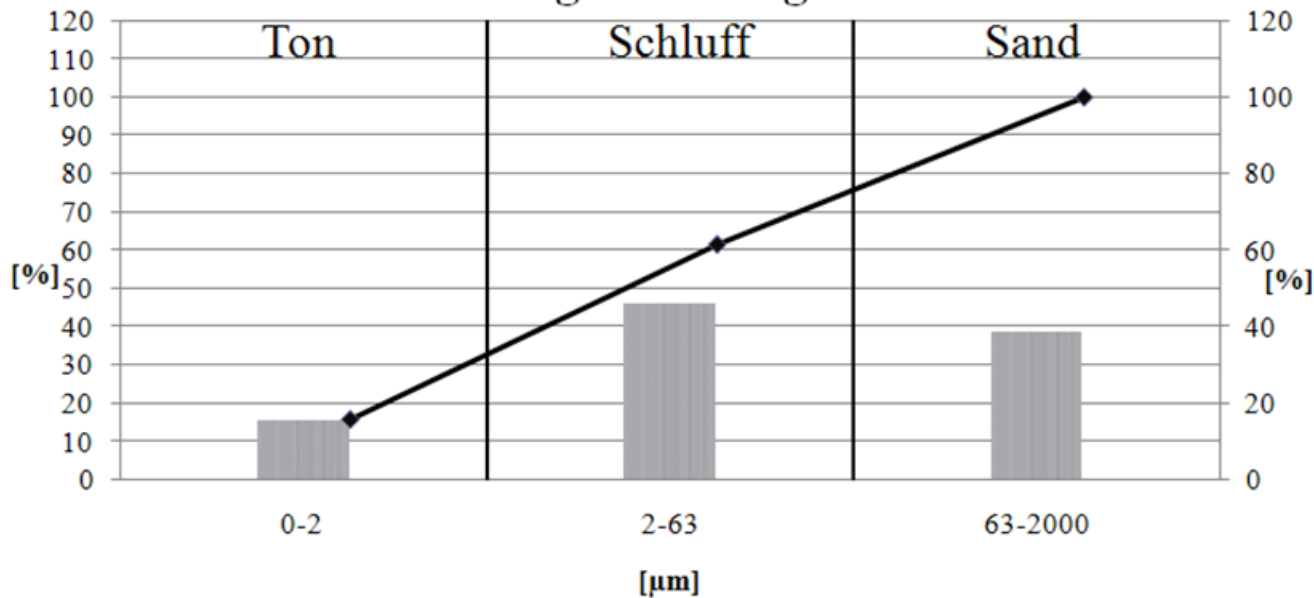
Standort: südwestlich von Thokla (GPS: 27° 55.287'N 86° 48.055'E), orographisch rechte Lobuche Khola Talseite; absolute Höhe: 4.615 m/GPS, 4.595 m/GE, 4.598 m/GMG; Schmelzwasserrinne Khumbu Gletscher bei ca. 4522 m/GE, 4.518 m/GMG (relative Höhe: ca. 73 m/GE, 80 m/GMG); Sicht gen SE bis SSE bzw. 140°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 02.04.2012.



**Probe 1 - Korngrößendiagramm 1**

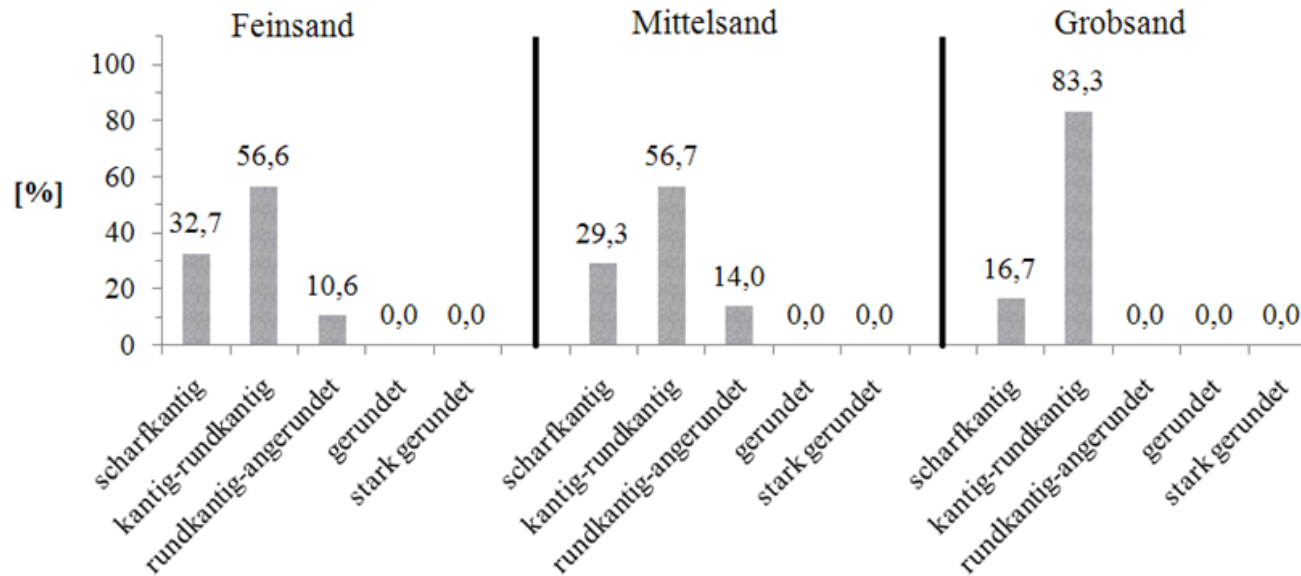


**Probe 1 - Korngrößendiagramm 2**

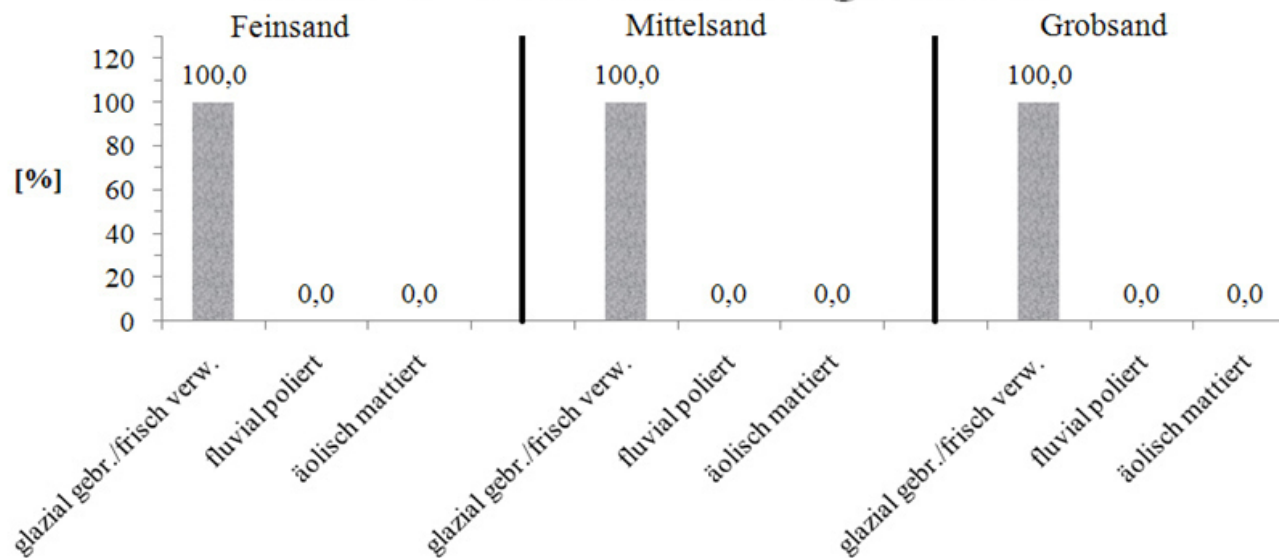


← Korngrößendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 1 von der orographisch linken Lobuche Khola Talseite (siehe Foto 5 und 6; 27° 55.124'N 86° 48.490'E). Angaben des Ton-, Schluff- bzw. Fein-, Mittel- und Grobschluff- sowie Sand- bzw. Fein-, Mittel- und Grobsandgehaltes wurden in % angegeben. In der Probe waren 15,545 % Ton, 45,905 % Schluff (14,480 % Feinschluff, 17,155 % Mittelschluff, 14,270 % Grobschluff) und 38,551 % Sand (18,701 % Feinsand, 9,654 % Mittelsand, 10,196 % Grobsand) enthalten. Es handelte sich hierbei um eine Moränenablagerung, da diese sich dadurch kennzeichnete, dass alle Korngrößen von Ton bis Sand vorhanden waren, diese also unsortiert war. Die Summenkurve war demnach flach ausgebildet. An der Probeentnahmestelle konnten ebenfalls kleine und große Gesteine ausgemacht werden. Demnach kamen alle Korngrößen – von Ton bis Blockgröße – vor. Vorwiegend waren kantengerundete Blöcke in einer feinen Matrix aufzufinden, was ebenfalls für eine Moräne sprach. Es waren Granite enthalten, die bei anstehenden Gesteinen von verschiedenen Gneisen, darunter auch Marmore (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. schwarzen Gneisen (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. Migmatite im Gneis und bei Pokalde schwarze Gneise (vgl. geologische Karte Khumbu 1) auf Erratika hindeuteten. Nach der geomorphologischen Ausprägung der Moräne handelte es sich hier speziell um eine Ufermoräne.

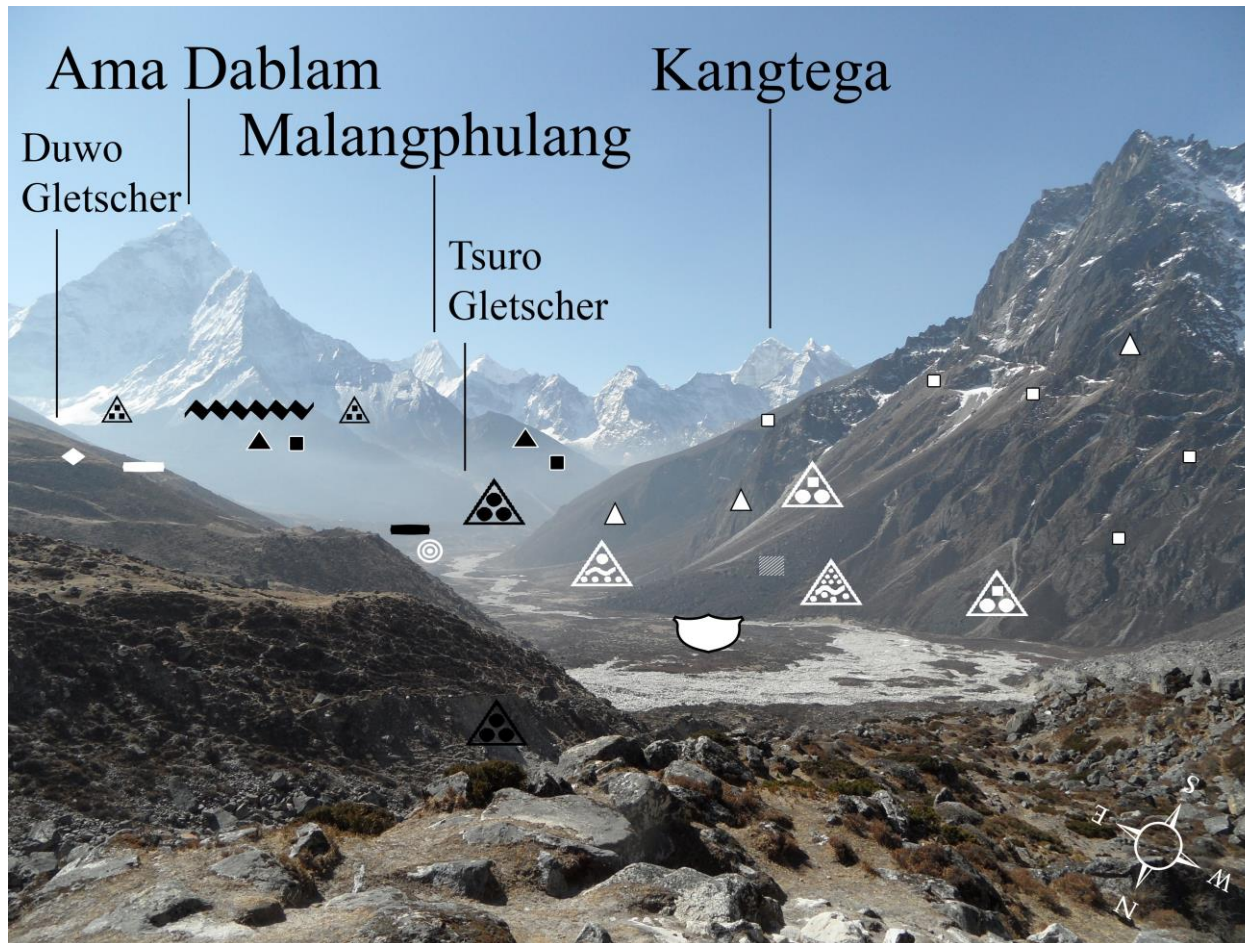
## Probe 1 - Kornformendiagramm 1



## Probe 1 - Kornformendiagramm 2



← Kornformendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 1 von der orographisch linken Lobuche Khola Talseite (siehe Foto 5 und 6; 27° 55.124'N 86° 48.490'E). Angaben des Ton-, Schluff- und Sandgehaltes wurden in % angegeben. Es wurden insgesamt 614 Körner ausgezählt (113 in der Feinsand-, 393 in der Mittelsand- und 108 in der Grobsandfraktion). Somit lag das Hauptaugenmerk der Untersuchung auf der Mittelsandfraktion. In der Probe waren bei allen drei Fraktionen 100 % glazial gebrochene / frisch verwitterte Kornformen enthalten. Da bei diesem Standort – wie bei der Korngrößenanalyse gezeigt werden konnte – Korngrößen von Ton bis Sand und vorwiegend kantengerundete Blöcke vorkamen (daneben auch Erratika enthalten), wurde verständlich, dass die Körner glazial gebrochene waren. Anhand der Klassifizierung in fünf Kategorien scharfkantig, kantig-rundkantig, rundkantig-angerundet, gerundet und stark gerundet konnte gezeigt werden, dass hierbei der fluvial polierte Anteil hoch war, da kantig bis rundkantige sowie rundkantig bis angerundete Körner in der Sedimentprobe vorhanden waren. Der Grobsandanteil zeigte die meisten kantig bis rundkantigen Körner, der Mittel- und Feinsandanteil ungefähr die gleichen Mengenanteile der scharfkantigen, kantig bis rundkantigen und rundkantig bis angerundeten Körner. Somit wurde auch neben dem o.g. glazialen Einfluss eine glazifluviale Einwirkung auf die Sedimente – da die Körner hin zum fluvial polierten Korn tendierten – deutlich. Kantige Körner mit deren gering ausgebildeten Rundungen können wohl eher wie bei Pettijohn 1938:445 (Fig. 232, h-i) mit glazifluvialen Prozessen in Verbindung gebracht werden. Nach Mahaney (1995:506) wiesen einige Moränen auch durch Schmelzwasser oder durch äolische Prozesse gerundete Körner auf. Diese Einwirkung kann vor oder während dem glazialen Transport einhergegangen sein – da die kleineren Körner diesen Prozess länger konservieren können als die größeren und die größeren Körner eher in Richtung kantige bis rundkantige Ausformung tendierten.



← Foto 6:

Asymmetrisches Trogtal (♣, siehe Talquerprofil 2) mit deutlich glazifluvialer geformter Schottersohle (nach Kuhle 2005:Fig. 5 Schottersohle Stadium -1 bis -8) zwischen Thokla und Pheriche (◎). Ausgebildete glaziäre Dreieckshänge (▲) und Grundmoränenreste (■) untermauerten diese glazial ausgestaltete Talform und deuteten auf die maximale Vergletscherung. Auf der orographisch linken Talseite waren Ufermoränenzüge zu erkennen (■ weiß und schwarz; nach Kuhle 2005:Fig. 3 Stadium IV und V Ufermoränen; nach Finkel et al. 2003:Fig. 1 Periche II und Thyangboche II). Nach Kuhle (2005:Fig. 3) waren auf der orographisch rechten Talseite glaziäre Dreieckshänge, glaziärer Flankenschliff, Grundmoränen mit erratischen Blöcken und Murschutt- / Murfächer entwickelt. Diese Formen wurden deutlich erkannt. Weiterhin konnten Fächer / Kegel in unterschiedliche Fächer- / Kegelformen eingeteilt werden: es waren Sturzfächer / -kegel aus Schutt und Moränenmaterial (▲), verschiedene Murfächer- / -kegelformen wie Murschwemmfächer / -kegel (▲) und Murmoränenfächer / -kegel (▲) erkennbar. Neben diesen Fächer- / Kegelformen konnte eine andere Ablagerungsform deutlich unterschieden werden. Hierbei handelte es sich um Akkumulationen durch Fels- und Bergsturzereignisse (▨). Bei Barnard, Owen, Finkel (2006:Fig. 2) wurden in diesem Hangbereich 'landslide' und 'fan' gekennzeichnet. Am Fuße des Ama Dablam waren daneben reine Sturzfächer aus Schutt (▲) ausgebildet, wobei sich aus den Schuttpartikeln infolge des Permafrostes periglaziale Formen wie etwa Schutzzungen herausbilden können. Auf den Nord- bis Westhängen des Ama Dablam lagerten sich hochglaziale Grundmoränenreste (■) ab.

Oberhalb dieser Reste war eine Schliiffgrenze (\*\*\*\*) auf einer Höhe von 5.330 m auszumachen, woraus sich eine maximale Eismächtigkeit von 1.200 m ergab (nach Kuhle 2005:Fig. 3/Profil 15 Eismächtigkeit von 1.200 m). Das Gletscherende des Tsuru Gletscher charakterisierte sich durch steile Sander bzw. verstürzte Moränenmaterialien (▲). Anstehende Gesteine auf der orographisch rechten Talseite waren verschiedene Gneise, daneben Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. Migmatite im Gneis (vgl. geologische Karte Khumbu 1). Auf der orographisch linken Talseite dagegen Glimmergneis, Schiefer und Quarzit (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. schwarze Gneise im Talbodenbereich und Leukogranite in höheren Hangbereichen (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. Migmatite im Gneis (vgl. geologische Karte Khumbu 1). Auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955) waren auf beiden Lobuche Khola Talseiten neben Anstehendem und Fächern alte und aktuelle – nur auf der orographisch linken Talseite dargestellt – Moränen und auf der Karte von Kalvoda (1971-1975) neben Anstehendem und den Denudationshängen Moränen des Dusa Typs und Schuttkegel aus polygenetischem Detritus visualisiert. Eine Sedimentprobe (◆) wurde entnommen.

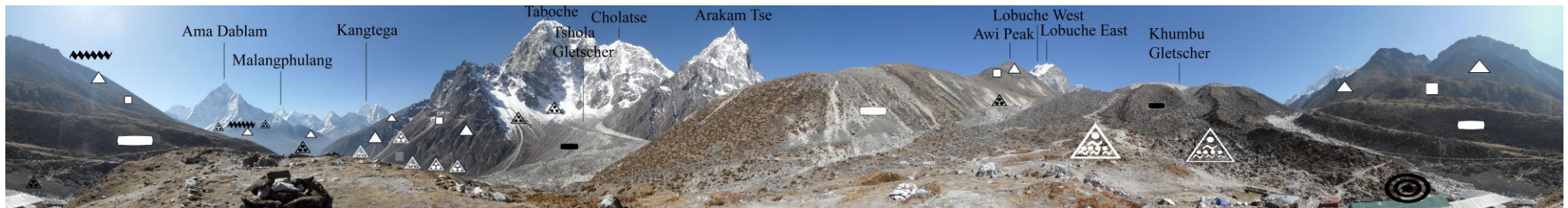
Standort: westlich von Thokla (GPS: 27° 55.405'N 86° 48.179'E), orographisch rechte Lobuche Khola Talseite; absolute Höhe: 4.620 m/GPS, 4.606 m/GE, 4.600 m/GMG; Schmelzwasserrinne Khumbu Gletscher bei ca. 4.590 m/GE, 4.588 m/GMG (relative Höhe: ca. 16 m/GE, 12 m/GMG); Sicht gen SSE; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 02.04.2012.





↑ Foto 7:  
 Orographisch rechte Ufermoräne (■; nach Iwata 1976:Fig. 1 Ufermoräne aus dem Thyangboche Stadium, nach Finkel et al. 2003:Fig. 1 Ufermoräne aus Thyangboche I Stadium, nach Kuhle 2005:Foto 63 Ufermoräne Stadium V / Neoglazial und nach Kuhle 2005:Fig. 3/Profil 11 hocheiszeitliche Eismächtigkeit bei etwa 1.000 m) des vorzeitlichen mächtigeren Khumbu Gletscher talabwärts des Awi Peak mit verstürzten oder abgerutschten Moränenmaterialien (▲; nach Barnard, Owen, Finkel 2006:Fig. 2 als 'landslide' aufgeführt), deren Bereiche gleichzeitig Anrissbereiche der einschneidenden paraglazialen Schmelzwasserabflüsse (↓) des Khumbu Gletscher darstellten. Der Awi Peak stellte einen glaziären Dreieckshang (▲) dar, der glazial überschliffen wurde (☾) und mit hochglazialen Grundmoränenmaterial (■; nach Kuhle 2005:Fig. 3 traten in diesem Bereich Grundmoränen mit nicht erratischen Blöcken auf) überlagert wurde. Auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955) waren hier alte Moränen, auf der Karte von Kalvoda (1971-1975) Moränen des Changri Typs und neben Anstehendem Schuttkegel aus polygenetischem Detritus visualisiert.

Standort: nordwestlich von Thokla in der Nähe der Endmoräne des Khumbu Gletscher (GPS: 27° 55.449'N 86° 48.255'E), orographisch rechte Lobuche Khola Talseite; absolute Höhe: 4.620 m/GPS, 4.616 m/GE, 4.618 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.602 m/GE, 4.600 m/GMG (relative Höhe: ca. 14 m/GE, 18 m/GMG); Sicht gen NW bis W; Bw 10,3 mm. Foto: E. Spitzer, 02.04.2012.



↑ Foto 8:  
 Beim Ort Thokla (©), der sich talabwärts des rezenten Khumbu Gletscherendes befand, aufgenommenes 360° Panorama. Talaufwärts gesehen konnten folgende Formen ausgemacht werden: Die Endmoräne (■ schwarz, nach Kuhle 2005:Fig. 3 historische Gletschersstadien VII bis X) des Khumbu Gletscher war durch Schmelzwasser zerschnitten, was sich an den zwei deutlichen Erosionsrinnen erkennen ließ. Durch abgehendes Schmelzwasser entstanden hinter der Endmoräne sog. fächer- / kegelförmige Sander (▲), die auch entlang der Seitenmoränen ausgebildet waren. Neben dem Khumbu Gletscher verliefen ältere Ufermoränenzüge (■ weiß), die auf einen vorzeitlich mächtigeren Khumbu Gletscher hindeuteten. Unterhalb des Khumbu Gletscher entnahmen Richards et al. (2000:Fig. 2A, Probe SK 13) eine Probe und kamen auf ein OSL-Alter von  $10.900 \pm 2.400$  Jahren bzw. auf das Chhukung Stadium. Iwata (1976:Fig. 4) ordnete die Endmoräne des Khumbu Gletscher in Lobuche I bis III Moränen und Thuklha Stadium Moränen, Müller (1980:Fig. 3) alle Moränen unterhalb des Khumbu Gletscher in das Dughla Stadium oder in das Unterstadium sowie Fushimi (1978:Fig. 10) in das Thukla Stadium. Die Ufermoräne auf der orographisch rechten Seite war nach Iwata (1976:Fig. 1) während des Thyangboche Stadiums, nach Finkel et al. (2003:Fig. 1) während des Thyangboche I Stadiums entstanden, nach Kuhle (2005:Foto 63) war diese Ufermoräne aus dem neoglazialen Stadium V. Diese zeigte stellenweise Abbruch- / Abrutschbereiche (▲) auf. Die auf dem Foto gekennzeichnete orographisch linke Ufermoräne des vorzeitlichen mächtigeren Khumbu Gletscher fiel laut Finkel et al. (2003:Fig. 1) in das Stadium Periche II, wobei sich unterhalb dieser auf diesem Foto fünf weitere kürzere Ufermoränen ausmachen ließen, die die Forscher durchgängig als einen Moränenzug als Chhukung Stadium in Fig. 1 visualisierten. Auf den Hängen – die oft zu glaziären Dreieckshängen (▲) umgestaltet waren – waren demgegenüber viel ältere Grundmoränenreste (■) abgelagert. Bereits Kuhle (2005:Fig. 3) kennzeichnete in diesem Talbereich glaziäre Dreieckshänge, glaziäre Flankenschliffe und Grundmoränen mit nicht erratischen Blöcken. Diese ausgemachten letztgenannten Formen allein ließen darauf schließen, dass dieses Tal einstmalig enorm vergletschert gewesen sein musste. Die Betrachtungsweise der Ufermoränen von Finkel et al. (2003) als Maximalvergletscherungsstadien während Thyangboche I und Periche II sollte kritisch hinterfragt werden, da sie alle hangaufwärts existierenden Formen nicht berücksichtigten. Auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955) waren talabwärts des Khumbu Gletscher aktuelle Moränen und fluvioglaziale Materialien sowie im Hangbereich alte Moränen und auf der Karte von Kalvoda (1971-1975) talabwärts des Khumbu Gletscher rezente Moränen, Moränen des Changri Typs, Moränen des Dusa Typs, eine fluvioglaziale Terrasse und im Hangbereich neben Anstehendem Schuttkegel aus polygenetischem Detritus visualisiert.

Talabwärts gesehen konnten folgende Formen ausgemacht werden: Unterhalb des Taboche – so wie auch unterhalb des Ama Dablam – waren durch Sturzprozesse Sturzschuttfächer / -kegel (▲) entstanden, die dem Tshola Gletscher reichlich Obermoränenmaterial liefern, welches dann zur Innenmoräne werden und beispielsweise als Seitenmoräne (■) abgelagert werden kann. Diese reinen Sturzschuttfächer stellten wohl einstmalig bzw. stellen stellenweise oder im unteren Hangbereich Mischfächer- / -kegelformen (▲) aus Schutt und Moränenmaterial dar – was vor allen Dingen auf dem Hang an der orographisch rechten Talseite des Lobuche Khola zutraf. Fluviale Prozesse werden wohl bei der Entstehung dieser Fächer / Kegel ebenfalls eine Rolle gespielt haben. Bei anderen Fächer- / Kegelformen, wie etwa bei den Murschwemmfächern / -kegeln (▲), haben die fluvialen Prozesse eine viel bedeutendere Stellung bei deren Entstehung gehabt. Daneben konnte an diesem Hang eine viel konvexer wirkende Form ausgemacht werden, bei der es sich um Akkumulationen durch Fels- und Bergsturzereignisse (▨) handelte. Im Zungenbereich des Tsuro Gletscher bildete sich ein sog. Sander (▲) – wobei dieser bei der Hangneigung ebenfalls verstürztes Moränenmaterial aufweisen kann. Nach Kuhle (2005:Foto 80) wurde die Endmoräne durch `moraine slides´ und `debris flows´ glazifluvial hangabwärts transportiert. Das Hauptbestandsmaterial der gesamten Akkumulationsformen am Hang stellten die Grundmoränenreste (■) dar. Glaziäre Dreieckshänge, Grundmoränenreste und oberste Schlifffgrenzen gaben Hinweise auf die vorzeitliche Maximalvergletscherung. Die oberste Schlifffgrenze (\*\*\*\*) am orographisch linken Talhang gegenüber vom Taboche konnte auf ca. 5.390 bis 5.400 m abgelesen werden, welche in etwa dieser von Kuhle (2005:Fig. 22, Foto 78) entsprach. In Bezug zum rezenten mit Schottern aufgeschütteten Haupttalboden auf ca. 4.350 m ergab sich eine ungefähre hochglaziale Eismächtigkeit von ca. 1.040 bis 1.050 m. Nach Kuhle (2005:Fig. 3/Profil 12, Fig. 22) – der den vorzeitlichen Haupttalboden rekonstruierte – betrug die maximale Eismächtigkeit in diesem Talabschnitt ca. 1.200 m. Unterhalb des Ama Dablam verwies die Schlifffgrenze auf eine Eismächtigkeit von 1.200 m (Schlifffgrenze auf 5.330 m Höhe, Talboden auf ca. 4.130 m). Diese stimmte mit der angegebenen 1.200 m mächtigen rekonstruierten Eisdecke von Kuhle (2005:Fig. 3/Profil 15) durch den rekonstruierten vorzeitlichen Talboden überein.

Standort: bei Thokla (GPS: 27° 55.399'N 86° 48.303'E), orographisch rechte Lobuche Khola Talseite; absolute Höhe: 4.639 m/GPS, 4.613 m/GE, 4.610 m/GMG; Schmelzwasserrinne Khumbu Gletscher bei ca. 4.590 m/GE, 4.588 m/GMG (relative Höhe: ca. 23 m/GE, 22 m/GMG); Rundumblick; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 02.04.2012.





↑ Foto 9 und → Foto 10:

Große Blöcke nordöstlich von Thokla auf einer Ufermoräne (nach Finkel et al. 2003:Fig. 1 Chhukung Stadium). Ob es sich bei diesen um die Proben Nummer 79-81 von Finkel et al. (2003) handelte, war nicht genau zu klären. Fig. 1 bei Finkel et al. (2003), bei dem die drei datierten Blöcke auf einer Chhukung Moräne unterhalb der Periche II Moräne gekennzeichnet waren, ließ nur eine ungenaue Lageeinordnung zu. Sie lagen zwischen 4.600 und 4.800 m Höhe. Genaue Koordinatenangaben hätten den Standort der Blöcke von Finkel et al. (2003) präzisieren können.

Standort Foto 9: nordöstlich von Thokla (GPS: 27° 55.487'N 86° 48.484'E), orographisch rechte Lobuche Khola Talseite; absolute Höhe: 4.667 m/GPS, 4.645 m/GE, 4.640 m/GMG; Schmelzwasserrinne Khumbu Gletscher bei ca. 4.622 m/GE, 4.620 m/GMG (relative Höhe: ca. 23 m/GE, 20 m/GMG); Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 03.04.2012.

Standort Foto 10: nordöstlich von Thokla (ungefähre Koordinaten GPS: 27° 55.480'N 86° 48.485'E), orographisch rechte Lobuche Khola Talseite; absolute Höhe: 4.644 m/GE, 4.640 m/GMG; Schmelzwasserrinne Khumbu Gletscher bei ca. 4.622 m/GE, 4.620 m/GMG (relative Höhe: ca. 22 m/GE, 20 m/GMG); Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 03.04.2012.







↑ Foto 11; ↑ Foto 12 und → Foto 13:

Bei den Blöcken auf der Ufermoräne – nach Kuhle (2005:Fig. 3) aus dem Stadium IV – südöstlich von Thokla waren auf den Oberseiten zu erkennen, dass Gesteinsproben abgeschlagen wurden. Ob es sich bei diesen um die Proben 79 bis 81 oder 75 bis 77 von Finkel et al. (2003) handelte, war nicht genau zu klären, da sie zwei zu erkennende Moränenzüge (nach Kuhle 2005:Fig. 3 Stadium IV und V) zu einem Moränenzug Periche II zusammenfassten. Somit wurde die ältere Periche I Ufermoräne ungefähr ab dem Ort Periche nicht weiter berücksichtigt, obwohl der Verlauf des älteren Moränenrückens Periche I ab dort als Periche II gekennzeichnet wurde. Aufgrund dessen wurde im Gelände dieser in Fig. 1 gekennzeichnete Periche II Moränenrücken genauer untersucht, da es sich nach den Moränenverläufen in natura auch um die von Finkel et al. (2003:Fig. 1) dargestellte Thyangboche II Moräne oder aber um die Periche I Moräne handeln könnte. Jedoch war es wahrscheinlicher, da die drei datierten Blöcke Nummer 75 bis 77 auf einer Thyangboche II Moräne oberhalb der Periche II Moräne auf einer Höhe von 4.600 m gekennzeichnet waren, dass es sich hierbei nicht um die datierten Blöcke von Finkel et al. handelte, sondern dieser als Periche II gekennzeichnete Moränenzug den Moränenzug des Stadium IV von Kuhle (2005) darstellte. Auch die in Fig. 1 visualisierte Lage der Blöcke zum Tshola Gletscher ließ dieses erschließen. Genaue Koordinatenangaben hätten den Standort der von Finkel et al. (2003) beprobten Blöcke präzisieren können.

Standort: südöstlich von Thokla (GPS: 27° 55.123'N 86° 48.520'E), orographisch rechte Lobuche Khola Talseite; absolute Höhe: 4.641 m/GPS, 4.611 m/GE, 4.603 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.393 m/GE, 4.390 m/GMG (relative Höhe: ca. 218 m/GE, 213 m/GMG); Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 03.04.2012.







← Foto 14:

Blick auf die orographisch rechte Lobuche Khola Talseite. Es konnten vor allen Dingen Fächer / Kegel erkannt werden, die durch Sturzprozesse entstanden. Einerseits waren Mischfächer / -kegel aus verstürztem Moränen- und Schuttmaterial (▲) entstanden. Das Moränenmaterial stammte aus den Grundmoränenablagerungen (■) oberhalb dieser Fächer / Kegel. Zum Teil werden auch Fluvialprozesse eine Rolle gespielt haben. Erosions- oder Schlagrinnen (▼) deuteten darauf hin. Andererseits gab es weiter hangaufwärts – so wie auf der orographisch rechten Seite des Tshola Gletscher – reine Sturzschuttfächer / -kegel (▲), die wohl vor einiger Zeit auch Mischfächer- / -kegelformen darstellten, jedoch dann zu Schuttfächern / -kegeln wurden. Demnach können diese im Kern Moränenmaterialien aufweisen. Barnard, Owen, Finkel (2006:Fig. 2) wiesen in diesem Talbereich auf Fächer hin; Kuhle (2005:Fig. 3) auf einen glaziären Dreieckshang mit glaziärem Flankenschliff. Auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955) waren fluvioglaziale Materialien auf dem Talboden und Anstehendes im Hangbereich und auf der Karte von Kalvoda (1971-1975) eine fluvioglaziale Terrasse auf dem Talboden und neben Anstehendem Schuttkegel aus polygenetischem Detritus im Hangbereich sowie auf der orographisch rechten Seite des Tshola Gletscher Moränen des Khumbu Typs visualisiert. Anstehende Gesteine waren hier verschiedene Gneise, daneben Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. Migmatite im Gneis (vgl. geologische Karte Khumbu 1).

Standort: südöstlich von Thokla (ungefähre Koordinaten GE: 27° 55.094'N 86° 48.352'E), orographisch rechte Lobuche Khola Talseite; absolute Höhe: 4.506 m/GE, 4.501 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.401 m/GE, 4.398 m/GMG (relative Höhe: ca. 105 m/GE, 103 m/GMG); Sicht gen SW; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 01.04.2012.

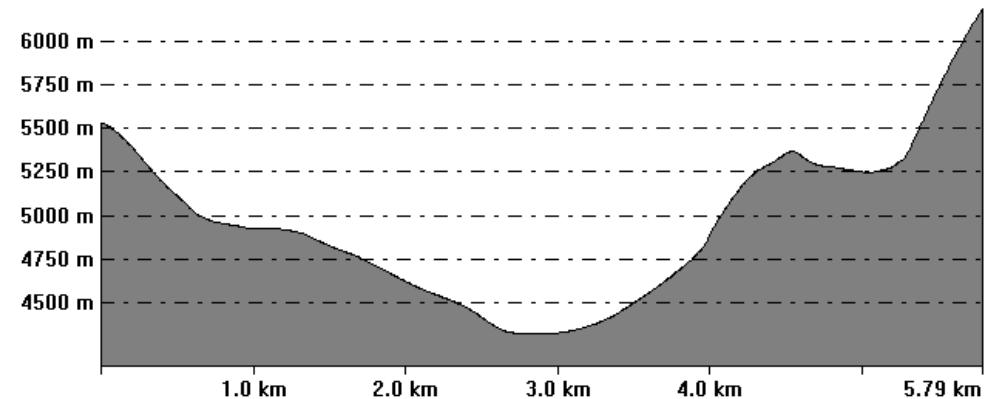


↓ Talquerprofil 1 zu den Fotos 6 und 15:

Trogtal beim Ort Pheriche, nach Kuhle (2005:Fig. 22/Profil 12) war es ein asymmetrisches Trogtal bzw. nach Fushimi (1977:Fig. 9) ein Trogtal. Auf der orographisch linken Imja Khola Talseite konnten im Talbodenbereich die glazifluviale Terrasse und weiter hangaufwärts die Ufermoränenzüge sowie auf der gegenüberliegenden Talseite ein deutlich ausgebildeter glaziärer Dreieckshang erkannt werden.

Standort: etwa 5,8 km talabwärtiges Querprofil von den Koordinaten GE: 27° 54.980'N 86° 50.271'E auf der orographisch linken Lobuche Khola Talseite zu den Koordinaten GE: 27° 53.878'N 86° 46.967'E; Hang Taboche Peak auf der orographisch rechten Lobuche Khola Talseite.

From Pos: 27° 54' 58.7881" N, 86° 50' 16.2686" E To Pos: 27° 53' 52.6700" N, 86° 46' 58.0473" E

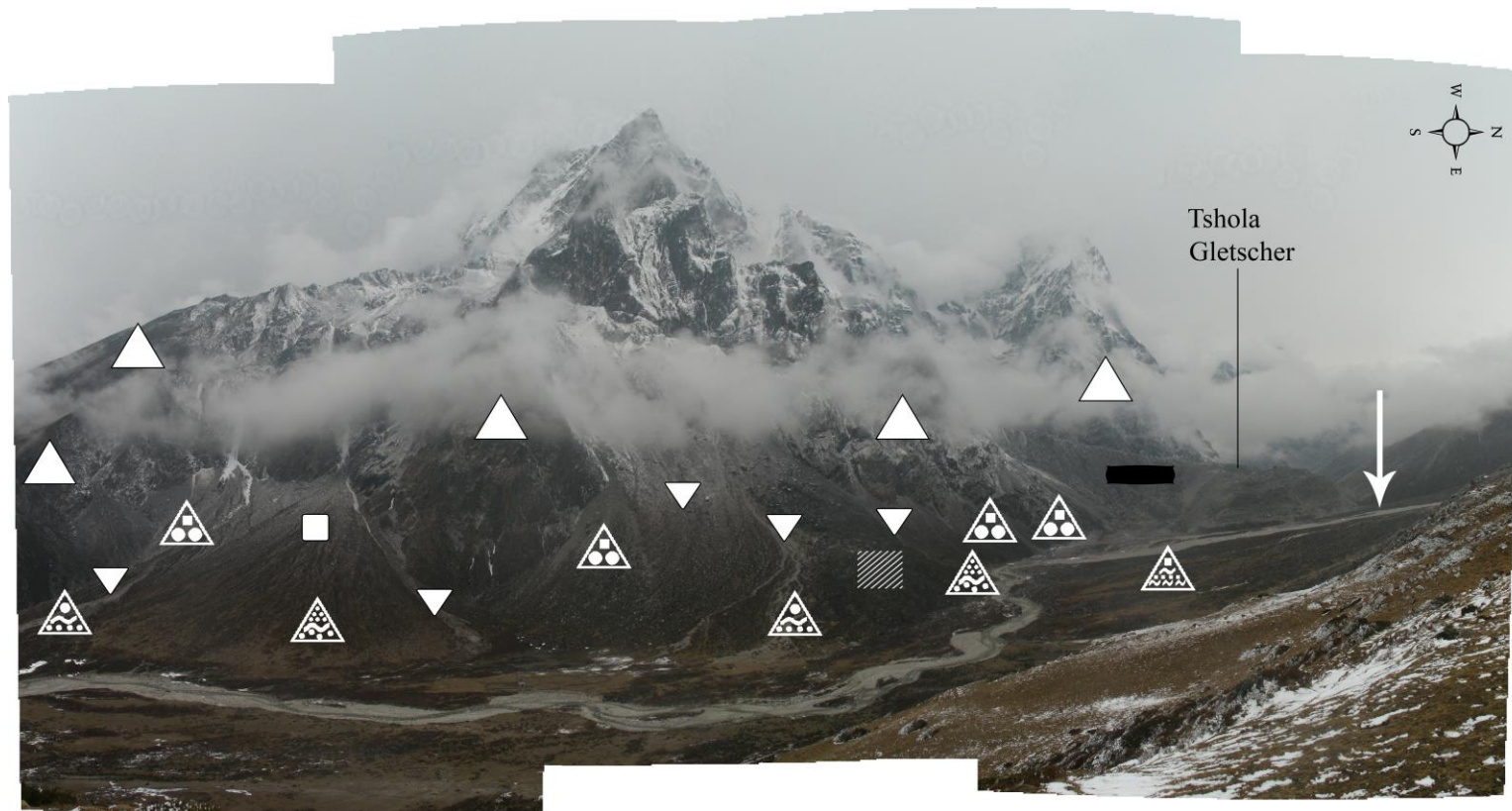


↑ Foto 15:

Talabwärtiger Blick von der Ufermoräne (■; nach Iwata 1976:Fig. 1 Ufermoräne Stadium Periche; nach Fushimi 1977:Fig. 11 Stadium Periche; nach Müller 1980:Fig. 3 Periche Stadium und älter; nach Kuhle 2005:Fig. 3 Stadium V; nach Finkel et al. 2003:Fig. 1 Stadium Periche II; nach Barnard, Owen, Finkel 2006:Fig. 7 Stadium Periche II) zwischen den Orten Pheriche und Phulangkarpo ins Trogtal (●, siehe Talquerprofil 2) mit der ausgeprägten glazifluvialen Schotterflur (nach Kuhle 2005:Fig. 3, Foto 78 neoglaziales bis heutiges Stadium -1 bis -8 entsprechend den Stadien VI bis XII) gen Süden auf den Ort Pheriche (◎). Das Bild A in Fig. 1 bei Barnard, Owen, Finkel (2006) war mit diesem Bild vergleichbar. Auf der orographisch rechten Talseite konnten Sturzschuttfächer / -kegel (▲) und Grundmoränenreste (■) ausgemacht werden, die im unteren Hangbereich teilweise durch Hangabtragungsprozesse talabwärts transportiert oder zerschnitten wurden. Barnard, Owen, Finkel (2006:Fig. 2) kennzeichneten in diesem Bereich vier kleine Fächer, Kuhle (2005:Fig.3) Grundmoränen mit erratischen Blöcken und einen glaziären Dreieckshang. Auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955) waren fluvioglaziale Materialien auf dem Talboden und alte Moränen im Hangbereich und auf der Karte von Kalvoda (1971-1975) eine fluvioglaziale Terrasse auf dem Talboden und neben Anstehendem Schuttkegel aus polygenetischem Detritus sowie Moränen des Dusa Typs im Hangbereich visualisiert. Weiterhin fiel der Blick auf den Sander (▲) des Tsuro Gletscher im Nachbartal des Imja Khola, wobei Moränenmaterialien wohl auch verstürzten. Nach Kuhle (2005:Foto 80) wurde die Endmoräne durch 'moraine slides' und 'debris flows' glazifluvial hangabwärts transportiert. Anstehende Gesteine auf der orographisch rechten Talseite waren verschiedene Gneise, daneben Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. Migmatite (vgl. geologische Karte Khumbu 1). Auf der orographisch linken Talseite dagegen Glimmergneis, Schiefer und Quarzit (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. schwarze Gneise im Talbodenbereich und Leukogranite in höheren Hangbereichen (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. Migmatite im Gneis (vgl. geologische Karte Khumbu 1).

Standort: nordöstlich von Dusa (GPS: 27° 54.447'N 86° 49.009'E), orographisch rechte Lobuche Khola Talseite; absolute Höhe: 4.519 m/GPS, 4501 m/GE, 4.500 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.314 m/GE, 4.310 m/GMG (relative Höhe: ca. 188 m/GE, 190 m/GMG); Sicht gen S; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 03.04.2012.





↑ Foto 16:

Blick von der Ufermoräne zwischen den Orten Pheriche und Phulankarpo auf unterschiedliche Fächer- / Kegelformen auf der orographisch rechten Talseite des mit glaziären Dreieckshängen (▲) und Grundmoränenresten (■) versehenen Trogtales talabwärts des Khumbu und des Tshola Gletscher. Es waren Sturfächer / -kegel aus Schutt- und Moränenmaterialien (⊕) sowie Murfächer / -kegel in Form von Marmoränenfächern / -kegeln (▬) und Murschwemmfächern / -kegeln (▮) ausgebildet. Daneben waren Erosions- bzw. Schlagrinnen (▼) erkennbar. Nach Kuhle (2005:Fig. 3) waren auf der orographisch rechten Talseite glaziäre Dreieckshänge, glaziärer Flankenschliff, Grundmoränen mit erratischen Blöcken und Murschutt- / Murfächer entwickelt und die Schottersohle aus dem Stadium -1 bis -8. Diese Formen waren deutlich zu erkennen. Auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955) waren fluvioglaziale Materialien auf dem Talboden und Anstehendes, alte Moränen und Fächer im Hangbereich und auf der Karte von Kalvoda (1971-1975) eine fluvioglaziale Terrasse auf dem Talboden und neben Anstehendem Schuttkegel aus polygenetischem Detritus im Hangbereich visualisiert. Neben diesen Fächerformen konnte eine andere Ablagerungsform deutlich unterschieden werden. Hierbei handelte es sich um Akkumulationen durch Fels- und Bergsturzereignisse (▨). Barnard, Owen, Finkel (2006:Fig. 2) kennzeichneten in diesem Hangbereich 'landslide' und 'fan'. Der Lobuche (↓) hat sich als Schmelzwasserfluss in die Talsohle eingeschnitten, wobei talabwärts der Gletscher – unterhalb der Sander – Schwemmschutfächer (⊕) entstanden waren. Die Seitenmoräne (■) des Tshola Gletscher war deutlich zu erkennen. Die hochglaziale Eismächtigkeit betrug hier nach Kuhle (2005:Fig. 3/Profil 12) etwa 1.200 m. Anstehende Gesteine waren hier verschiedene Gneise, daneben Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. Migmatite im Gneis (vgl. geologische Karte Khumbu 1).

Standort: nordöstlich von Dusa (GPS: 27° 54.447'N 86° 49.009'E), orographisch Lobuche Khola Talseite; absolute Höhe: 4.519 m/GPS, 4.501 m/GE, 4.500 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.314 m/GE, 4.310 m/GMG (relative Höhe: ca. 188 m/GE, 190 m/GMG); Sicht gen W; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 03.04.2012.





↑ Foto 17:

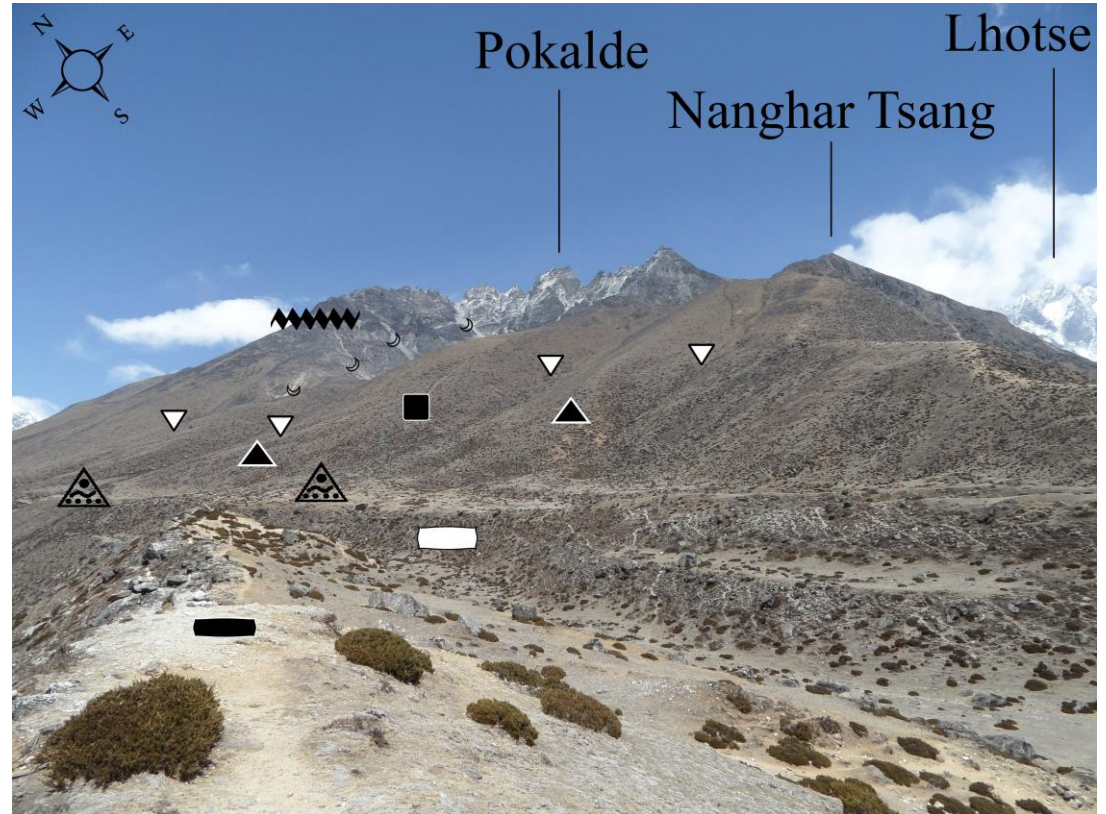
Unterschiedliche Fächer- / Kegelformen auf der orographisch rechten Talseite des mit glaziären Dreieckshängen (▲) und Grundmoränenresten (■) versehenen Trogtales talabwärts des Khumbu und des Tshola Gletscher. Es waren Sturzfächer / -kegel aus Schutt- und Moränenmaterialien (▲) sowie Murfächer / -kegel in Form von Murmoränenfächer / -kegel (▴) und Murschwemmfächer / -kegel (▾) ausgebildet. Daneben waren Erosions- bzw. Schlagrinnen (▼) erkennbar. Nach Kuhle (2005:Fig. 3) waren auf der orographisch rechten Talseite glaziäre Dreieckshänge, glaziärer Flankenschliff, Grundmoränen mit erratischen Blöcken und Murschutt- / Murfächer entwickelt. Diese Formen waren deutlich zu erkennen. Auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955) waren fluvioglaziale Materialien auf dem Talboden und Anstehendes im Hangbereich und auf der Karte von Kalvoda (1971-1975) eine fluvioglaziale Terrasse auf dem Talboden und neben Anstehendem Schuttkegel aus polygenetischem Detritus im Hangbereich visualisiert. Neben diesen Fächer / -Kegelformen konnte eine andere Ablagerungsform deutlich unterschieden werden. Hierbei handelte es sich um Akkumulationen durch Fels- und Bergsturzereignisse (▨). Barnard, Owen, Finkel (2006:Fig. 2) bezeichneten diese als einen `landslide`. Die anderen Formen wurden von ihnen als `fan` ausgelegt. Die hochglaziale Eismächtigkeit betrug nach Kuhle (2005:Fig. 3/Profil 12) etwa 1.200 m. Anstehende Gesteine waren hier verschiedene Gneise, daneben Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. Migmatite im Gneis (vgl. geologische Karte Khumbu 1).

Standort: südöstlich von Phulangkarpo (GE: 27° 54.394'N 86° 48.729'E), orographisch rechte Lobuche Khola Talseite; absolute Höhe: 4.325 m/GE, 4.320 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.323 m/GE, 4.318 m/GMG (relative Höhe: ca. 2 m/GE, 2 m/GMG); Sicht gen W; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 01.04.2012.

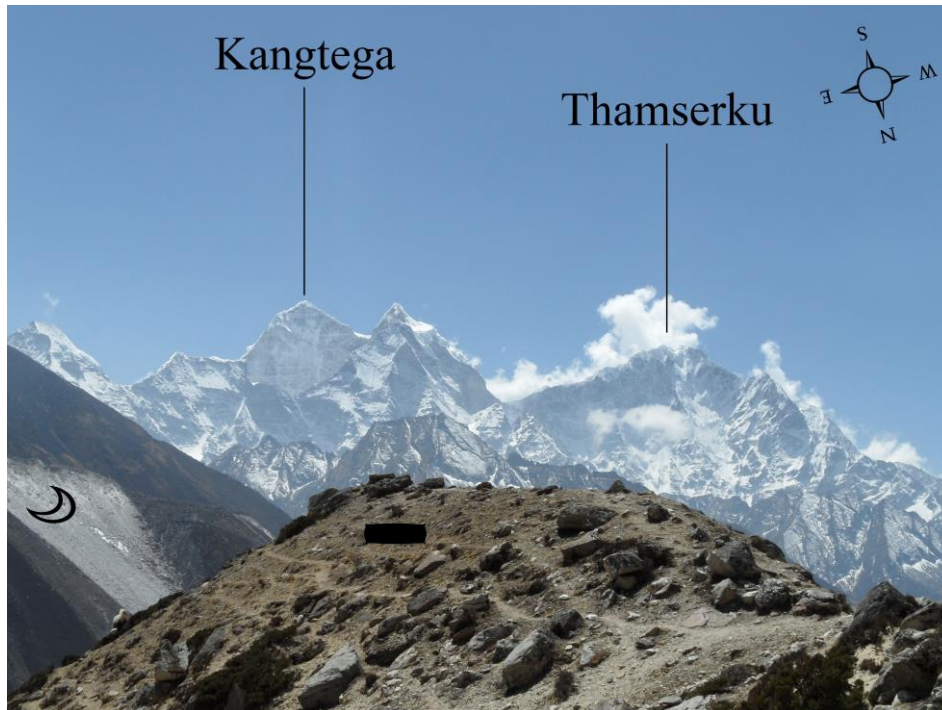
→ Foto 18:

Blick von der orographisch linken Ufermoräne (■; nach Iwata 1976:Fig. 1 Ufermoräne Stadium Periche; nach Fushimi 1977:Fig. 11 Stadium Periche; nach Müller 1980:Fig. 3 Stadium Periche und älter; nach Kuhle 2005:Fig. 3 Stadium V; nach Finkel et al. 2003:Fig. 1 Stadium Periche II; nach Barnard, Owen, Finkel 2006:Fig. 7 Stadium Periche II) des vorzeitlich mächtigeren Khumbu Gletscher. An der orographisch linken Lobuche Khola Talseite bzw. an den Westhängen der Berge Pokalde (5.806 m) und Nanghar Tsang (5.616 m) waren glaziäre Dreieckshänge (▲), Grundmoränenrestablagerungen (■), Schriffgrenzen (⚡), Fächer / Kegel wie Murmoränenfächer / -kegel (▲), Erosionsrinnen (▼) sowie Nachbruchbereiche (☺) im Anstehenden zu erkennen, die im unteren Hangbereich auf Sturzschuttfächer / -kegel schließen ließen. Nach Kuhle (2005:Fig. 3) kamen in diesem Bereich Schutt- und Murkegel und weiter talaufwärts glaziäre Dreieckshänge und Grundmoränen mit nicht erratischen Blöcken vor. Die Schutt- und Murkegel schütteten sich laut Kuhle (2005:Fig. 3) auf die Ufermoräne des Stadiums IV auf (■ weiß; nach Iwata 1976:Fig. 1 Ufermoräne Stadium Thyangboche; nach Fushimi 1977:Fig. 11 Stadium Periche; nach Müller 1980:Fig. 3 Periche Stadium und älter; nach Finkel et al. 2003:Fig. 1 Stadium Periche I; nach Barnard, Owen, Finkel 2006:Fig. 7 Stadium Periche I). Barnard, Owen, Finkel (2006) visualisierten in Fig. 2 dort Fächer und auch die Moränenzüge. Die oberste Schriffgrenze (⚡) konnte auf ca. 5.390 bis 5.400 m Höhe abgelesen werden, welche in etwa dieser von Kuhle (2005:Fig. 22, Foto 78) entsprach. In Bezug zum rezenten mit Schottern aufgeschütteten Haupttalboden auf ca. 4.350 m ergab sich eine ungefähre hochglaziale Eismächtigkeit von ca. 1.040 bis 1.050 m. Nach Kuhle (2005:Fig. 3/Profil 12, Fig. 22) – der den vorzeitlichen Haupttalboden rekonstruierte – betrug die maximale Eismächtigkeit in diesem Talabschnitt ca. 1.200 m. Auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955) waren auf der orographisch linken Lobuche Talseite neben Anstehendem alte Moränen und Fächer und auf der Karte von Kalvoda (1971-1975) neben Anstehendem Moränen des Dusa Typs und Schuttkegel aus polygenetischem Detritus visualisiert.

Standort: auf der orographisch linken Ufermoräne oberhalb des Ortes Pheriche (ungefähre Koordinaten GPS: 27° 53.482'N 86° 49.362'E), orographisch linke Lobuche Khola Talseite; absolute Höhe: 4.375 m/GPS, 4.350 m/GE, 4.342 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.251 m/GE, 4.252 m/GMG (relative Höhe: ca. 99 m/GE, 90 m/GMG); Sicht gen NE; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 01.04.2012.







↑ Foto 19:

Sicht über die orographische linke Ufermoräne (■) des einstmalig mächtigeren Khumbu Gletscher gen Süden bzw. auf die orographisch linke Imja Khola Talseite. Auf der Ufermoräne waren viele Blöcke zu erkennen. Welche Blöcke Finkel et al. (2003) jedoch beprobten, konnte nicht eindeutig geklärt werden. Genaue Koordinatenangaben hätten den Standort der datierten Blöcke von Finkel et al. (2003) präzisieren können.

Standort: bei Pheriche (ungefähre Koordinaten GPS: 27° 53.482'N 86° 49.362'E), orographisch linke Lobuche Khola Talseite; absolute Höhe: 4.375 m/GPS, 4.350 m/GE, 4.342 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.251 m/GE, 4.252 m/GMG (relative Höhe: ca. 99 m/GE, 90 m/GMG); Sicht gen SW bis S; Bw 8,2 mm. Foto: E. Spitzer, 01.04.2012.



↑ Foto 20:

Block auf dem orographisch linken Ufermoränenwall (nach Kuhle 2005:Fig. 3 Stadium V) südöstlich von Pheriche. Auf der Oberseite dieses Gesteins war zu erkennen, dass Gesteinsproben abgeschlagen wurden. Da auf dem Moränenzug mehrere Gesteine, d.h. auch größere Blöcke gesehen wurden, bei denen Teile abgeschlagen wurden, war nicht genau zu klären, ob es sich hierbei um die Proben von Finkel et al. (2003) handelte. Fig. 1 bei Finkel et al. (2003), bei dem die drei datierten Blöcke Nummer 5 bis 7 dieses Moränenwalls gekennzeichnet waren, ließ nur eine ungenaue Lagebeschreibung zu. Genaue Koordinatenangaben hätten den Standort der datierten Blöcke von Finkel et al. (2003) präzisieren können.

Standort: auf der orographisch linken Ufermoräne oberhalb bzw. südöstlich von dem Ort Pheriche (GPS: 27° 53.435'N 86° 49.361'E), orographisch linke Lobuche Khola Talseite; absolute Höhe: 4.381 m/GPS, 4.347 m/GE, 4.345 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.250 m/GE, 4.250 m/GMG (relative Höhe: ca. 97 m/GE, 95 m/GMG); Sicht gen N; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 01.04.2012.

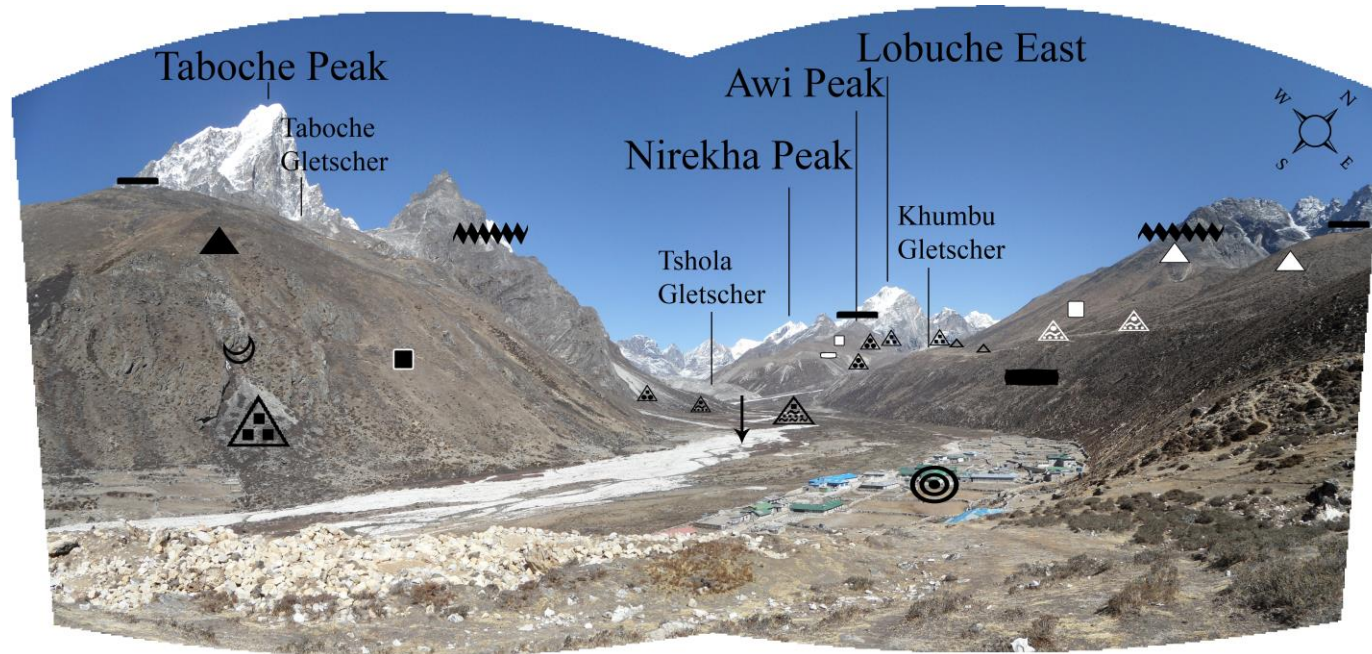




↑ Foto 21:

Blick auf die orographisch linke Ufermoräne (■; nach Kuhle 2005:Fig. 3 Stadium V) des vorzeitlich mächtigeren Khumbu Gletscher. Richards et al. (2000:Fig. 2A, Probe SK 14) kamen in der Nähe dieses Standortes auf ein OSL-Alter von  $21.800 \pm 3.900$  Jahren. Es waren kantige (□) und kantengerundete (○) Gesteine bzw. Blöcke zu erkennen. Im unteren Hangbereich der Ufermoräne, konnte eine Rinne (↓) erkannt werden, die auf eine paraglaziale Schmelzwasserrinne des vorzeitlichen Khumbu Gletscher hindeutete. Zum Talboden hin schloss sich an diese Rinne ein jüngerer Moränenzug an. Auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955) waren in diesem Bereich auf der orographisch linken Lobuche Talseite alte Moränen und auf der Karte von Kalvoda (1971-1975) Moränen des Dusa Typs visualisiert.

Standort: südöstlich von Pheriche (ungefähre Koordinaten GPS:  $27^{\circ} 53.414'N$   $86^{\circ} 49.274'E$ ), orographisch rechte Khumbu / Lobuche Khola Talseite; absolute Höhe: 4.295 m/GPS, 4.292 m/GE, 4.290 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.250 m/GE, 4.250 m/GMG (relative Höhe: ca. 42 m/GE, 40 m/GMG); Sicht gen SE; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 01.04.2012.



↑ Foto 22:

Talaufwärtiger Blick ins Trogtal (siehe Talquerprofil 1) gen Nordwesten ins Khumbu / Lobuche Khola. Beim Ort Pheriche (⊙) war in diesem typischen Trogtal eine deutliche Talsohle (↓) ausgebildet. Kuhle (2005:Fig. 3) ordnete diese Schottersohle in die Stadien -1 bis -8. Es handelte sich um eine glazifluviale Schotterflur. Die Schmelzwässer des Khumbu Gletscher und des Tshola Gletscher, die Podest- oder Dammgletscher darstellten und letztgenannter den See Tshola Tsho abdämmte (hierzu auch Kuhle 2005:Foto 66), schütteten mit zunehmender Gletscherdistanz Sanderflächen und Schwemmschutfächer (▲; nach Kuhle 2005:Foto 66 unter Murfächer und `alluvial debris cone´ aufgeführt) auf. Die orographisch linke Talseite war durch den Ufermoränenzug (■ schwarz; nach Kuhle 2005:Fig. 3, Foto 66 Stadium V mit kantigen bis kantengerundeten Gneis- und Granitblöcken) gekennzeichnet, wobei sich dahinter noch ein älterer zweiter erstreckte. Auf dem letztgenannten Moränenbogen, aber auch am Hang südlich des Tshola Gletscherendes, haben sich Murmoränenfächer / -kegel (▲; nach Kuhle 2005:Foto 66 unter Murfächer und `alluvial debris cone´ aufgeführt; nach Barnard, Owen, Finkel (2006:Fig. 2) als `fan´ bezeichnet) aus disloziertem Grundmoränenmaterial abgelagert. Grundmoränen (■) waren oft auf den Hängen als Reste vorhanden und von jüngeren Moränen durch Hängegletscher überlagert. Mancherorts waren die Grundmoränenablagerungen in Fächerform (▲) auf den glaziären Dreieckshängen (▲) zerschnitten. Die Grundmoränen gaben einen Hinweis auf ein minimales hocheiszeitliches Vergletscherungsausmaß (—). Kuhle (2005:Foto 66) gab eine minimale Schlifffgrenze durch erodierte Bereiche in der Nähe des Taboche Peak auf 5.450 m an. Die Schlifffgrenzen (\*\*\*\*) gaben hingegen das ungefähre maximale hochglaziale Vergletscherungsausmaß wieder: die oberste Schlifffgrenze (\*\*\*\*) am orographisch linken Talhang konnte auf ca. 5.390 bis 5.400 m Höhe abgelesen werden, welche in etwa dieser von Kuhle (2005:Fig. 22, Foto 78) entsprach. In Bezug zum rezenten mit Schottern aufgeschütteten Haupttalboden auf ca. 4.350 m ergab sich eine ungefähre hochglaziale Eismächtigkeit von ca. 1.040 bis 1.050 m. Nach Kuhle (2005:Fig. 3/Profil 12, Fig. 22) – der den vorzeitlichen Haupttalboden rekonstruierte – betrug die maximale Eismächtigkeit in diesem Talabschnitt ca. 1.200 m. Orographisch rechts vom Khumbu Gletscher konnte die vorzeitliche Ufermoräne (■ weiß) mit Moränenabbrüchen oder -rutschungen (▲) ausgemacht werden, wobei weiterhin Mischsturzschläfer- / -kegelformen (▲; nach Kuhle 2005:Foto 66 unter Murfächer und `alluvial debris cone´ aufgeführt; nach Barnard, Owen, Finkel (2006:Fig. 2) als `landslide´ bezeichnet) aus Schutt- und Moränenmaterial und reine Sturzschutfächer (▲) erkennbar waren. Letztgenannte Fächer / Kegel ließen sich eindeutig durch ihre hangaufwärts nachzuweisenden Nachbruchstellen (⤴) im Anstehenden als solche identifizieren. Auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955) waren hier aktuelle Moränen und auf der Karte von Kalvoda (1971-1975) Moränen des Dusa Typs visualisiert. Auf dem Talboden wurden bei beiden Karten glazifluviale Materialien dargestellt.

Standort: südöstlich von Pheriche (GPS: 27° 53.414'N 86° 49.274'E), orographisch rechte Khumbu / Lobuche Khola Talseite; absolute Höhe: 4.295 m/GPS, 4.292 m/GE, 4.290 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.250 m/GE, 4.250 m/GMG (relative Höhe: ca. 42 m/GE, 40 m/GMG); Sicht gen NW; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 01.04.2012.



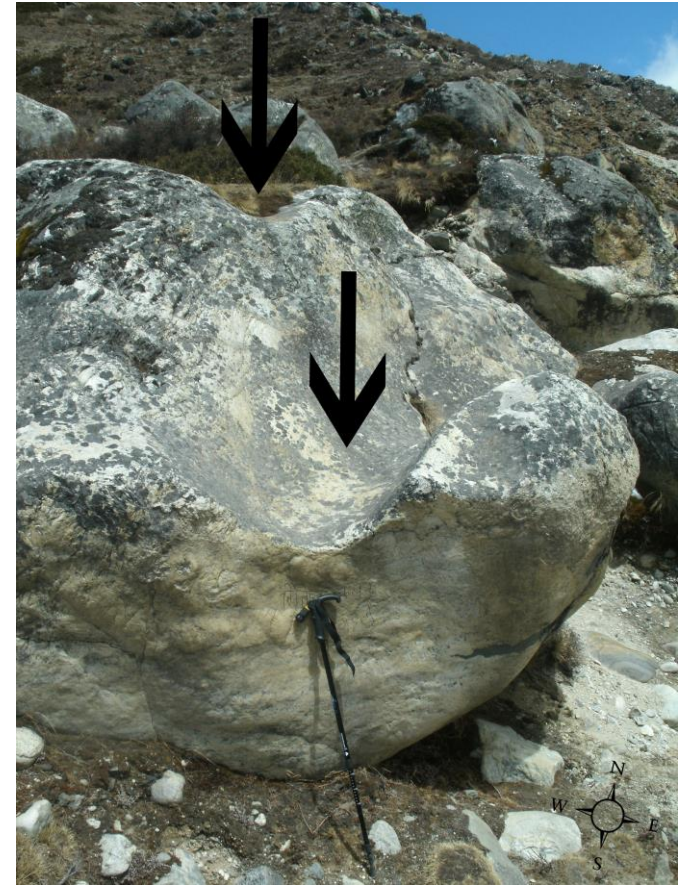
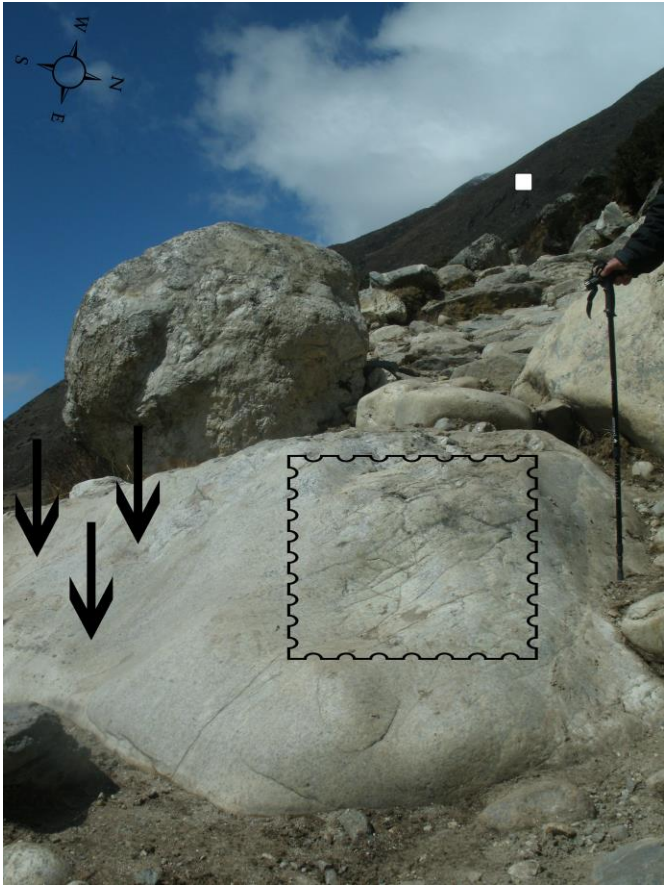


↑ Foto 23:

Talabwärtiger Blick von der orographisch rechten Khumbu Khola Talseite auf die orographisch linke Khumbu und Imja Khola Talseite. Auf der orographisch linken Khumbu Khola Talseite war eine Ufermoräne (■; nach Kuhle 2005:Fig. 3 Stadium V) ausgebildet, die im Moränenmaterial viele Nachbruch- / Nachrutschbereiche (☾) aufwies, wodurch die Fächer / Kegel aus Moränenmaterial, sog. Sturzmoränenfächer (▲), resultierten. Hangabwärts des Tsuru Gletscher konnten solche Fächer / Kegel, aufgrund der noch immer bestehenden Verbindung zum aktuellen Gletscher und deren Schmelzwässer, als Sander bezeichnet werden. Auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955) waren auf beiden Lobuche Talseiten im Hangbereich neben Anstehendem alte Moränen und Fächer und auf der Karte von Kalvoda (1971-1975) neben Anstehendem und Denudationshängen Moränen des Dusa Typs und Schuttkegel aus polygenetischem Detritus visualisiert. Auf dem Talboden wurden bei beiden Karten glazifluviale Materialien dargestellt.

Standort: südwestlich von Pheriche (ungefähre Koordinaten GE: 27° 53.120'N 86° 49.064'E), orographisch rechte Khumbu / Lobuche Khola Talseite; absolute Höhe: 4.265 m/GE, 4.260 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.232 m/GE, 4.230 m/GMG (relative Höhe: ca. 33 m/GE, 30 m/GMG); Sicht gen SE; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 31.03.2012.





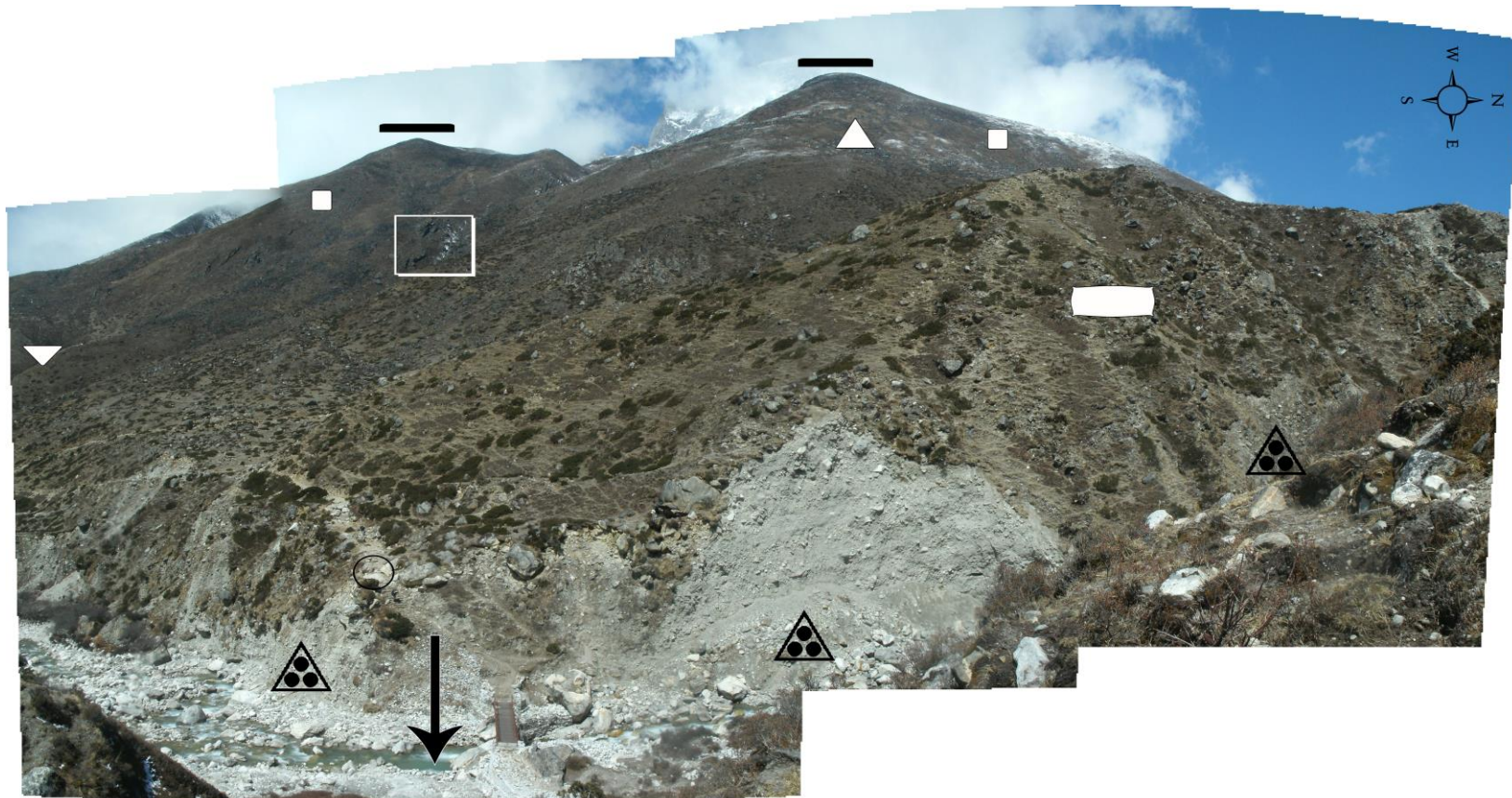
↑ Foto 24, ↑ Foto 25 und ↑ Foto 26:

Blöcke der orographisch rechten Ufer- bis Endmoräne des vorzeitiglich mächtigeren Khumbu Gletscher. Kuhle (2005:Fig. 3) ordnete diese Ufer- bis Endmoräne in das neoglaziale Stadium V. Nach Müller (1980:Fig. 3) gehörte diese ins 'Pheriche Stage and older' und nach Iwata (1976:Fig. 1) ins Periche I Stadium. Nach Kuhle (2005:Foto 81) war unterhalb der neoglazialen Endmoräne die vielgeschichtete dichte Grundmoräne mit hauptsächlich kantigen und wenigen kantengerundeten Blöcken in einer Matrix zu erkennen. Turmalingranite sollen enthalten gewesen sein. Die auf den Fotos zu erkennenden, erst vor kurzer Zeit freigelegten Blöcke (siehe Foto 27) zeigten eindeutige glaziale bzw. glazifluviale Merkmale auf. Der auf dem linken Bild zu sehende etwa 2 m hohe und 3 m breite kantengerundete Granitmoränenblock (1 m Stock als Größenmaß) besaß eindeutige glazifluviale Erosionsrinnen (↓). Der Gneis in der Mitte (1 m Stock als Größenmaß) war glatt bzw. rund geschliffen und zeigte kleinere glazifluviale Ausbuchtungen sowie Gletscherschrammen bzw. Kritzungen (siehe Bildausschnitt). Im Hintergrund auf dem Foto 25 waren kantengerundete bis gerundete Gesteine (○) zu erkennen. Der Granit auf Foto 24 wies gegenüber dem Gneis bedeutendere Gletscherschrammen bzw. Kritzungen auf (siehe Bildausschnitt). Daneben waren deutliche glazifluviale Spülformen (↓) auf dem Gestein ausgebildet. Auf dem Hangbereich im Hintergrund des Bildes waren Grundmoränen (■; nach Kuhle 2005:Foto 80 aus kantigen bis kantengerundeten Gneisen und Turmalingraniten in einer feinen Matrix bzw. nach Kuhle 2005:Fig. 3 Grundmoränen mit erratischen Blöcken) abgelagert.

Standort: zwischen Orsho und Dingboche (GPS: 27° 52.827'N 86° 49.012'E), orographisch rechte Khumbu bzw. Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.174 m/GPS, 4.166 m/GE, 4.160 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.157 m/GE, 4.155 m/GMG (relative Höhe: ca. 9 m/GE, 5 m/GMG); Sicht gen NW bis NNW bzw. 325° bei Foto 25; Sicht gen NNW bis N bzw. 350° bei Foto 26; Sicht gen WSW bis W bzw. 240°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 07.04.2012.





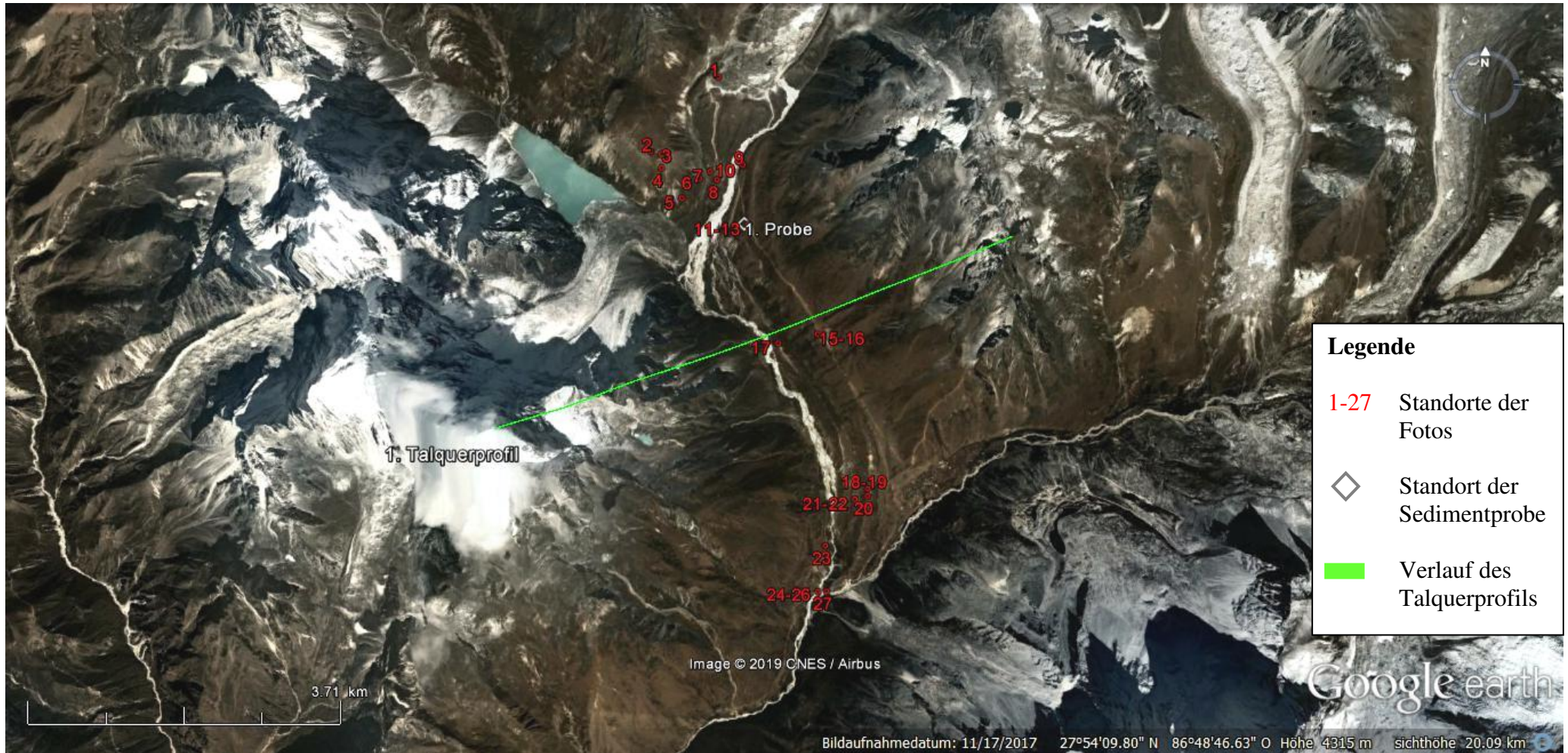


↑ Foto 27:

Durch den Fluss Lobuche Khola (↓) angerissenes bzw. aufgeschlossenes verstärktes Moränenmaterial (▲) von der orographisch rechten Ufer- bis Endmoräne (■) südwestlich von Pheriche. Nach Kuhle (2005:Fig. 3, Foto 66) handelte es sich hierbei um eine neoglaziale Stadium V Ufermoräne, nach Finkel et al. (2003:Fig. 1) fiel diese Moräne ins Periche I Stadium, nach Müller (1980:Fig. 3) ins 'Pheriche Stage and older' und nach Iwata (1976:Fig. 1) ins Periche Stadium. Auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955) waren hier aktuelle Moränen und auf der Karte von Kalvoda (1971-1975) Moränen des Dusa Typs visualisiert. Nach Kuhle (2005:Foto 81) war unterhalb der neoglazialen Endmoräne die vielgeschichtete dichte Grundmoräne mit hauptsächlich kantigen und wenigen kantengerundeten Blöcken in einer Matrix zu erkennen. Turmalingranite sollen enthalten gewesen sein. Die Blöcke (○, siehe Fotos 24-26), hier kantengerundeter Granit und Gneis, wiesen eindeutige glaziale bzw. glazifluviale Merkmale auf. Im Hintergrund waren Abbruchgebiete im Anstehenden (□) und ein glaziärer Dreieckshang (▲) zu erkennen. Auf letzterem waren Grundmoränenreste (■; nach Kuhle 2005:Foto 80 aus kantigen bis kantengerundeten Gneisen und Turmalingraniten in einer feinen Matrix) abgelagert, die mit zunehmender Talbodennähe immer mehr zerschnitten wurden. Demnach waren dort Erosionsrinnen (▼) aufzufinden. Die in der Kombination auftretenden Formen und auch die abgerundeten Hangbereiche bzw. Grate deuteten darauf, dass diese Talbereiche einstmalig mit Eis überdeckt (—) waren und gaben einen Hinweis auf eine minimale hochglaziale Vergletscherung. Vor allen Dingen deuteten die hochglazialen Grundmoränenreste auf den Hängen darauf, dass die Ufermoräne eine jüngere und keine hochglaziale war.

Standort: Blick von der orographisch linken Ufermoräne auf die talgegenüberliegende Ufermoräne talabwärts von Pheriche und Dingboche beim Konfluenzbereich zwischen Imja Khola und Lobuche Khola (GPS: 27° 52.829'N 86° 49.073'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite bzw. orographisch linke Lobuche Khola Talseite; absolute Höhe: 4.183 m/GPS, 4.175 m/GE, 4.170 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.169 m/GE, 4.161 m/GMG (relative Höhe: ca. 6 m/GE, 9 m/GMG); Sicht gen 260-320°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 07.04.2012.





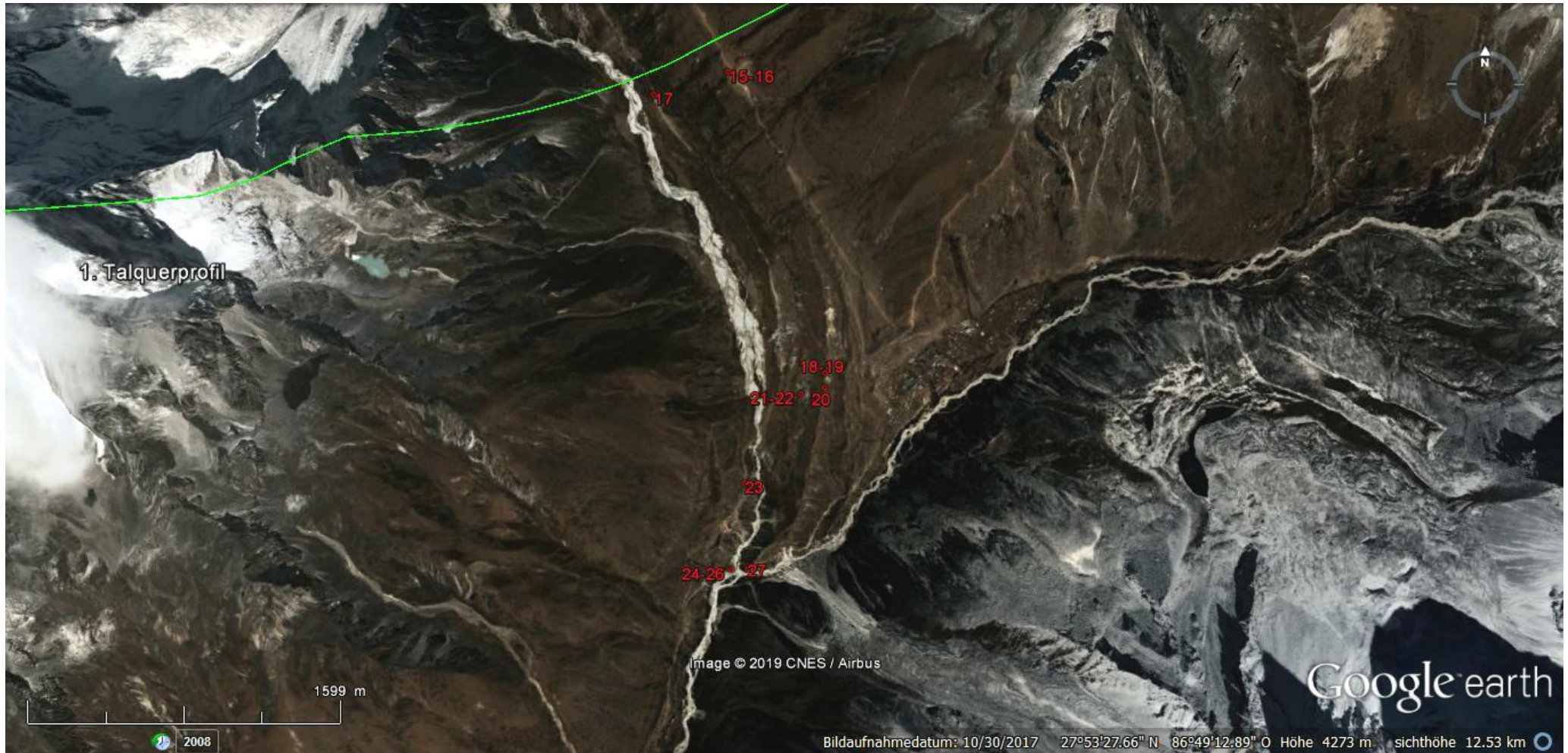
Karte 1: Standorte für Fotos, eine Sedimentprobe sowie der Verlauf des Talquerprofils im Lobuche Khola. Sichthöhe 20,09 km. Quelle Google Earth.





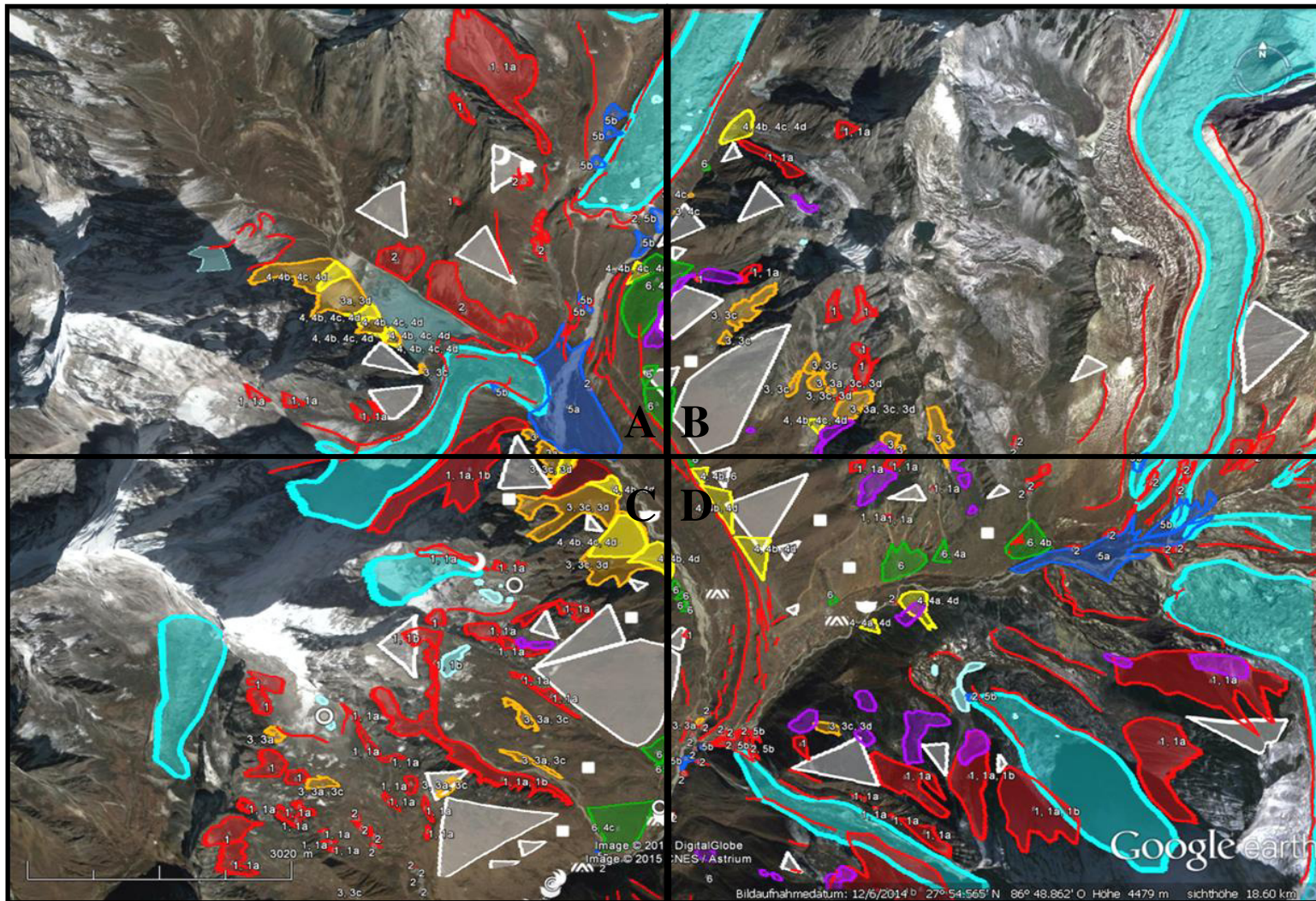
Karte 1, Ausschnitt. Sichthöhe 15,35 km. Quelle Google Earth.





Karte 1, Ausschnitt. Sichthöhe 12,53 km. Quelle Google Earth.



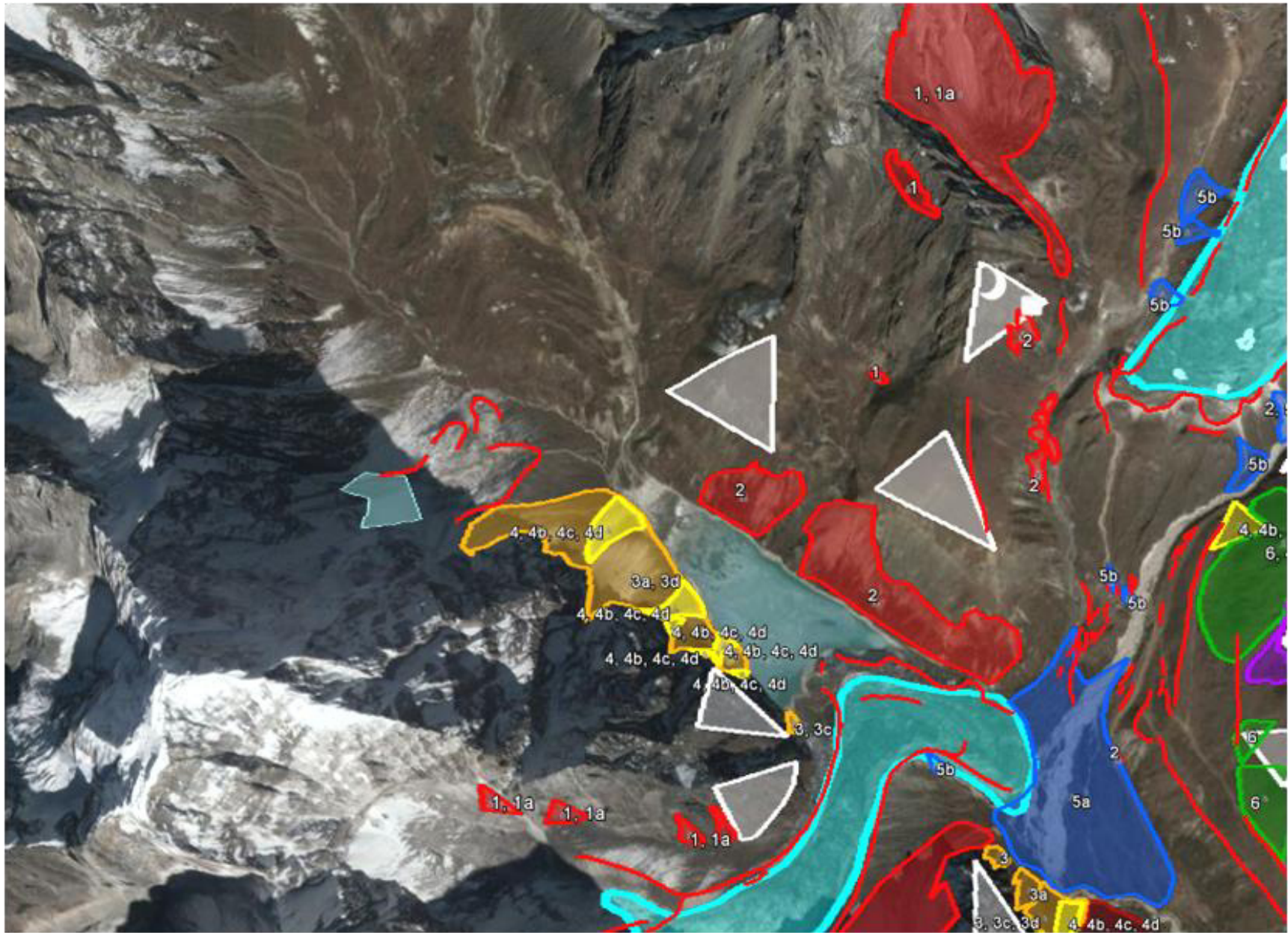


### Legende

- ▲ glaziäre Dreieckshänge
- ▲ Sturzfücher/-kegel
  - 1 – Sturzschuttfächer
  - 1a – überlagern Moränenmaterial
  - 1b – von Schnee und Lawinen überlagert
  - 2 – Sturzmoränenfächer
- ▲ Mischfücher/-kegel
  - 3a – hpts. aus Schutt
  - 3b – hpts. aus Moränenmaterial
  - 3c – überlagern Moränenmaterial
  - 3d – von anderen Prozessen überlagert
- ▲ Murfücher/-kegel
  - 4a – Murschuttfächer/-kegel
  - 4b – Murmoränenfächer/-kegel
  - 4c – Murschwemmfächer/-kegel
  - 4d – von anderen Prozessen überlagert
- ▲ Schwemmfächer/-kegel
  - 5a – Schwemmschuttfächer/-kegel mit Schutt- und Moränenmaterial
  - 5b – Sander
  - 5c – hpts. aus Moränenmaterial
- ▲ zerschnittene Grundmoränen
- Gletscher, Lawinenkegel, Seen
- Berg-/Felssturz
- Blockgletscher/ Schuttloben
- Moränenzüge
- Grundmoräne
- Rundhöcker
- Trogtal
- Gletscherschliff
- glazifluviale Terrasse
- Strudeltopf

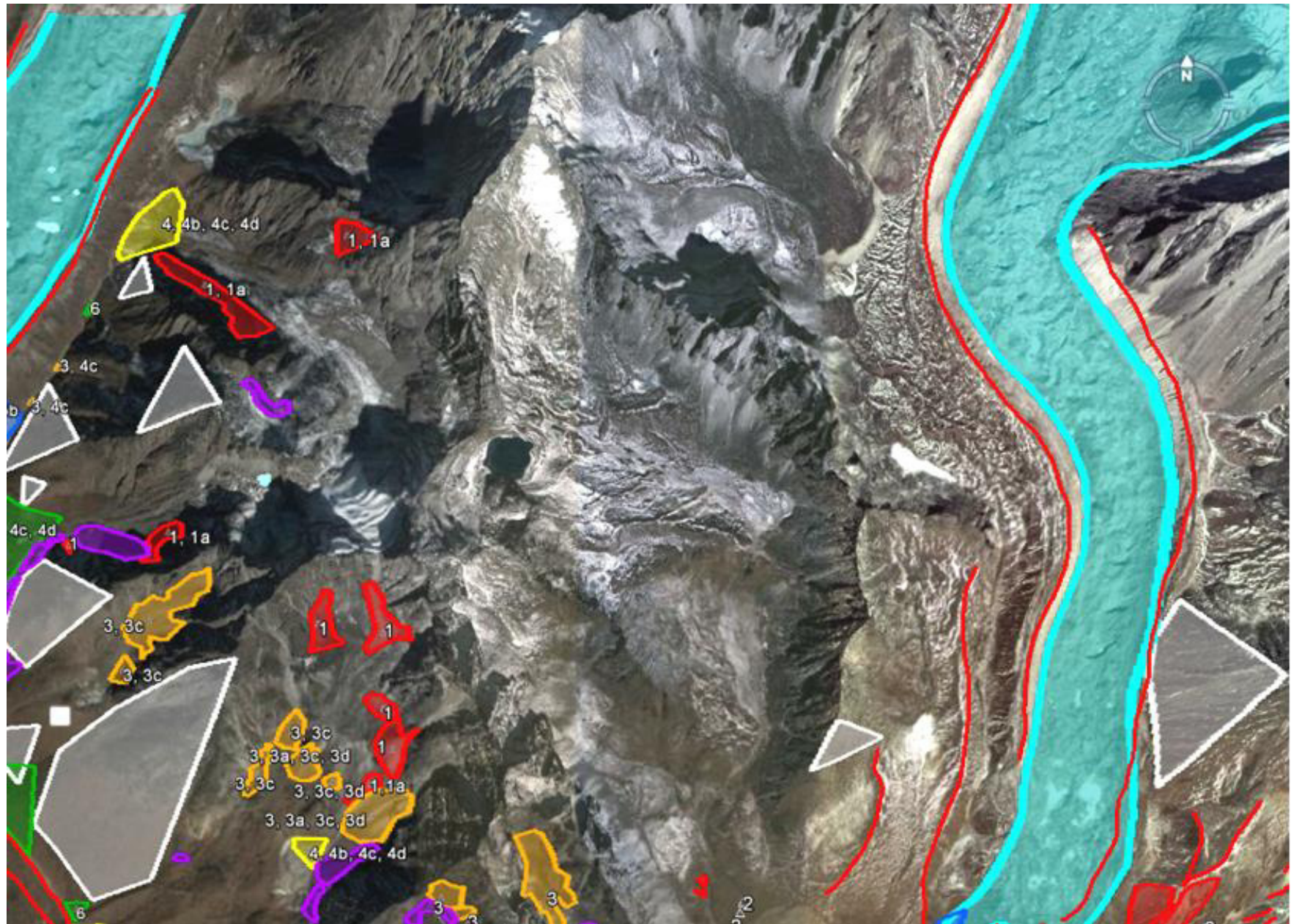
Karte 2: Geomorphologische Karte Lobuche Khola. Quelle Google Earth.





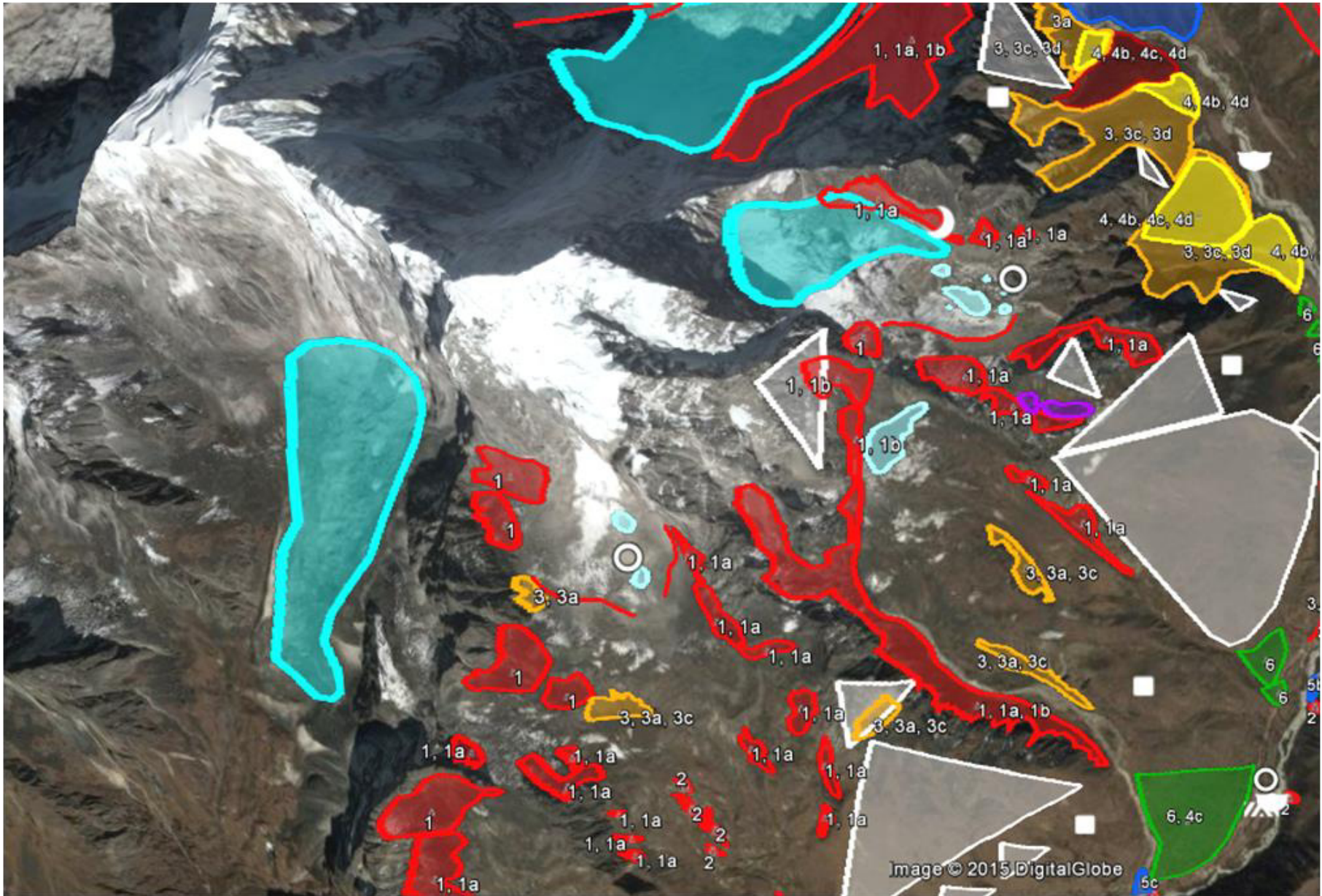
Karte 2, Ausschnitt A: Quelle Google Earth.





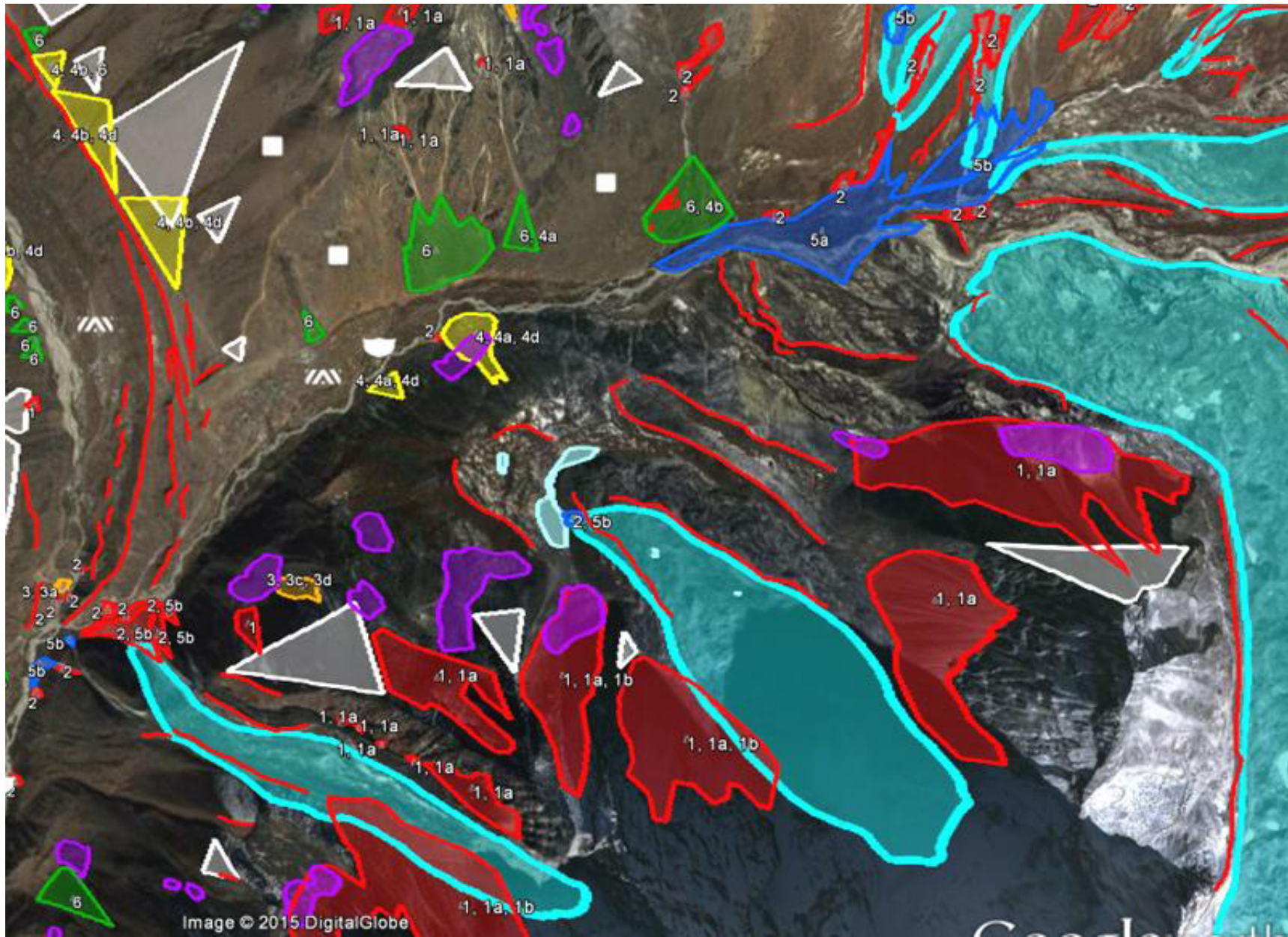
Karte 2, Ausschnitt B: Quelle Google Earth.





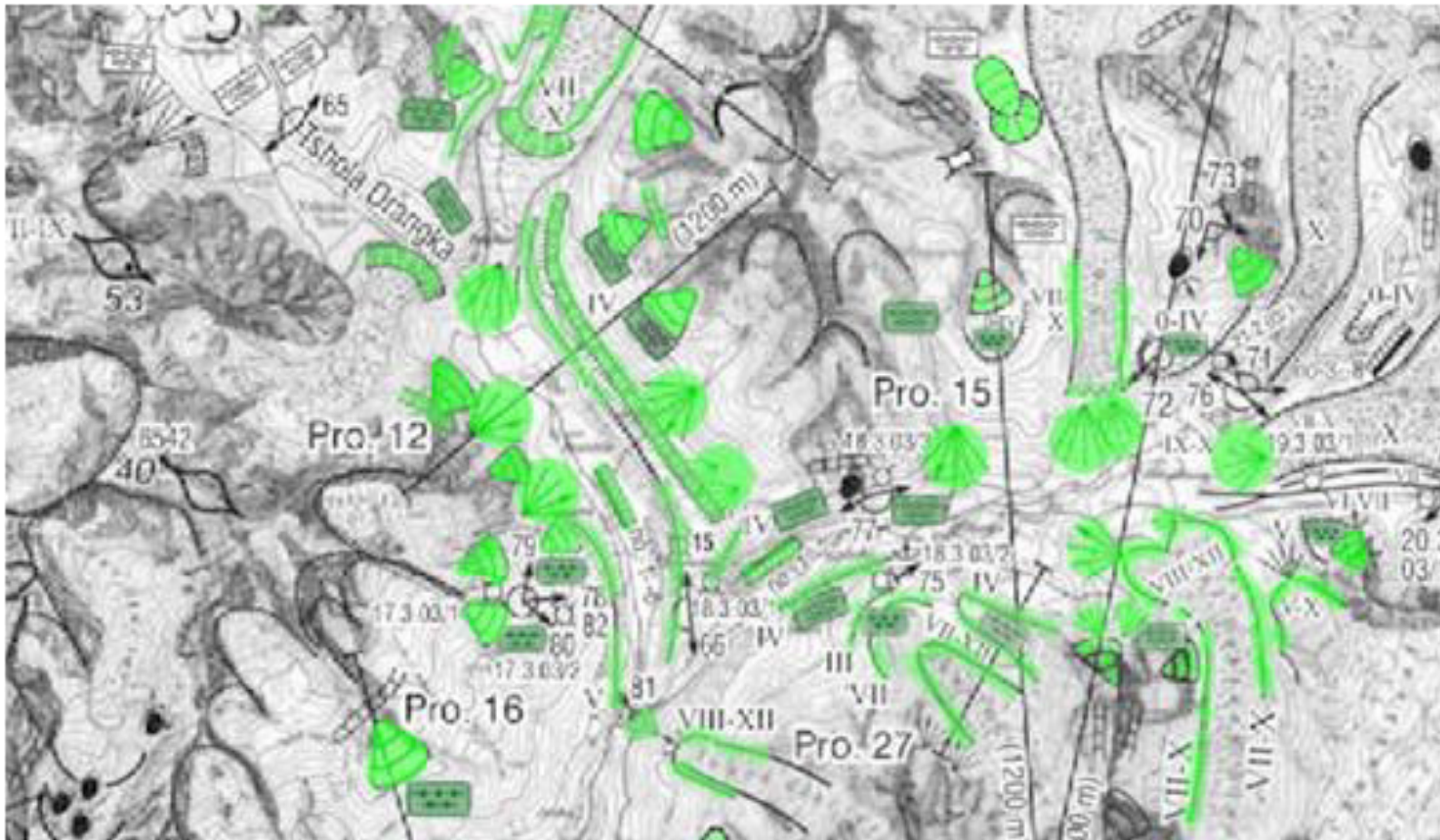
Karte 2, Ausschnitt C: Quelle Google Earth.





Karte 2, Ausschnitt D: Quelle Google Earth.



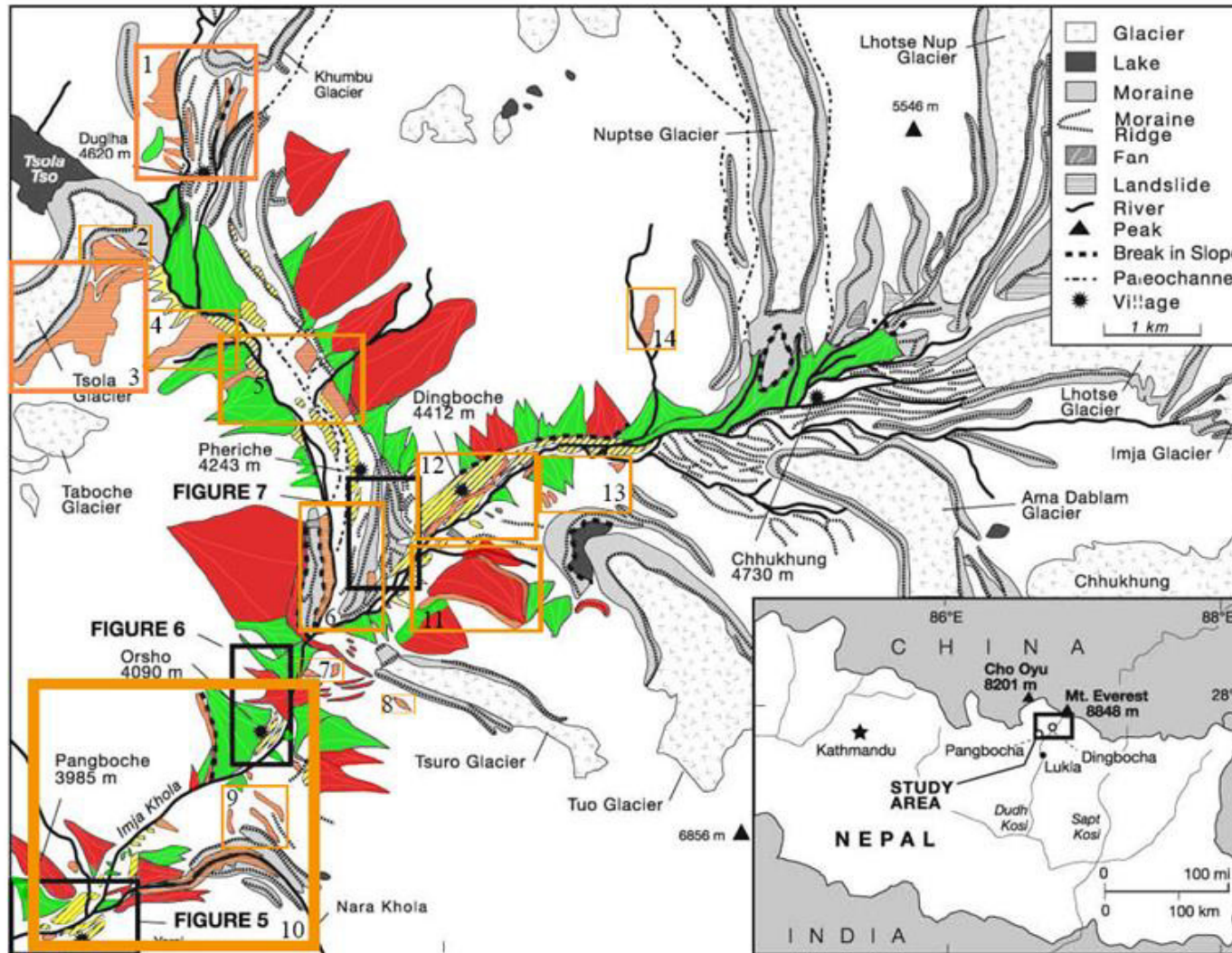


### Legende

- Formen stimmen überein
- Formen stimmen überein, jedoch wurden nicht die enthaltenen Gesteine überprüft

Karte 3: Kartenausschnitt von Fig. 3 aus Kuhle (2005) bearbeitet.





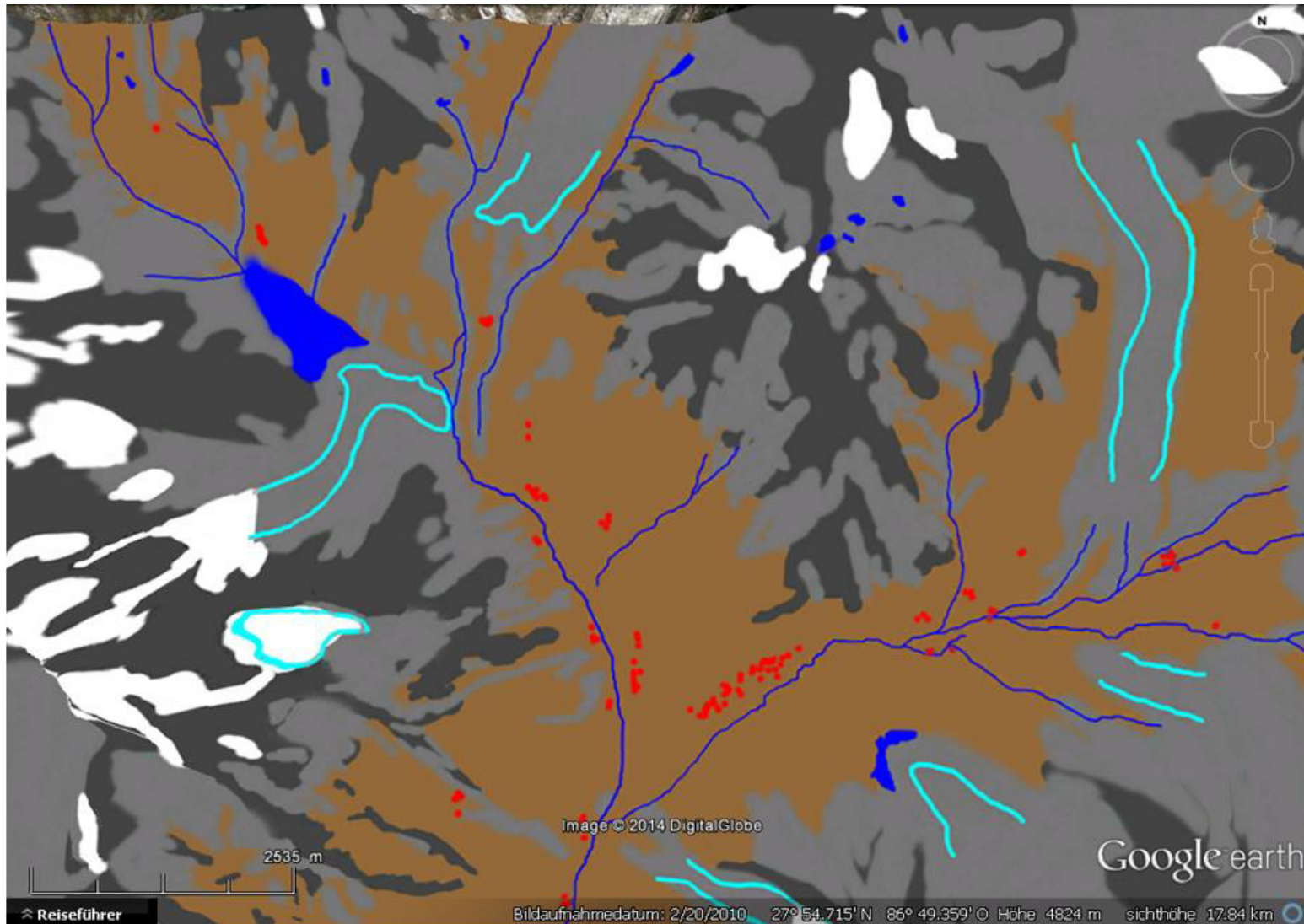
### Legende

- ▲ Fächer stimmten nicht überein
- ▲ Fächer stimmten überein
- ▲ für Begriff 'landslides' andere Bezeichnungen spezifiziert:

1, 6 – Nachbruchgebiete im Moränenmaterial bzw. Sturzmoränenfächer/-kegel  
 2 – Ufermoräne des Tshola Gletscher, durch Schmelzwässer und Sturzprozesse überarbeitet  
 3 – Sturzschuttfächer/-kegel  
 4 – Berg-/Felsturzablagerungen  
 5 – Fächer und glazifluviale Schotterterrassen mit darüber lagernder Ufermoräne

- ▲ nicht eindeutig identifizierbar anhand der Legende von Barnard, Owen, Finkel (2006)

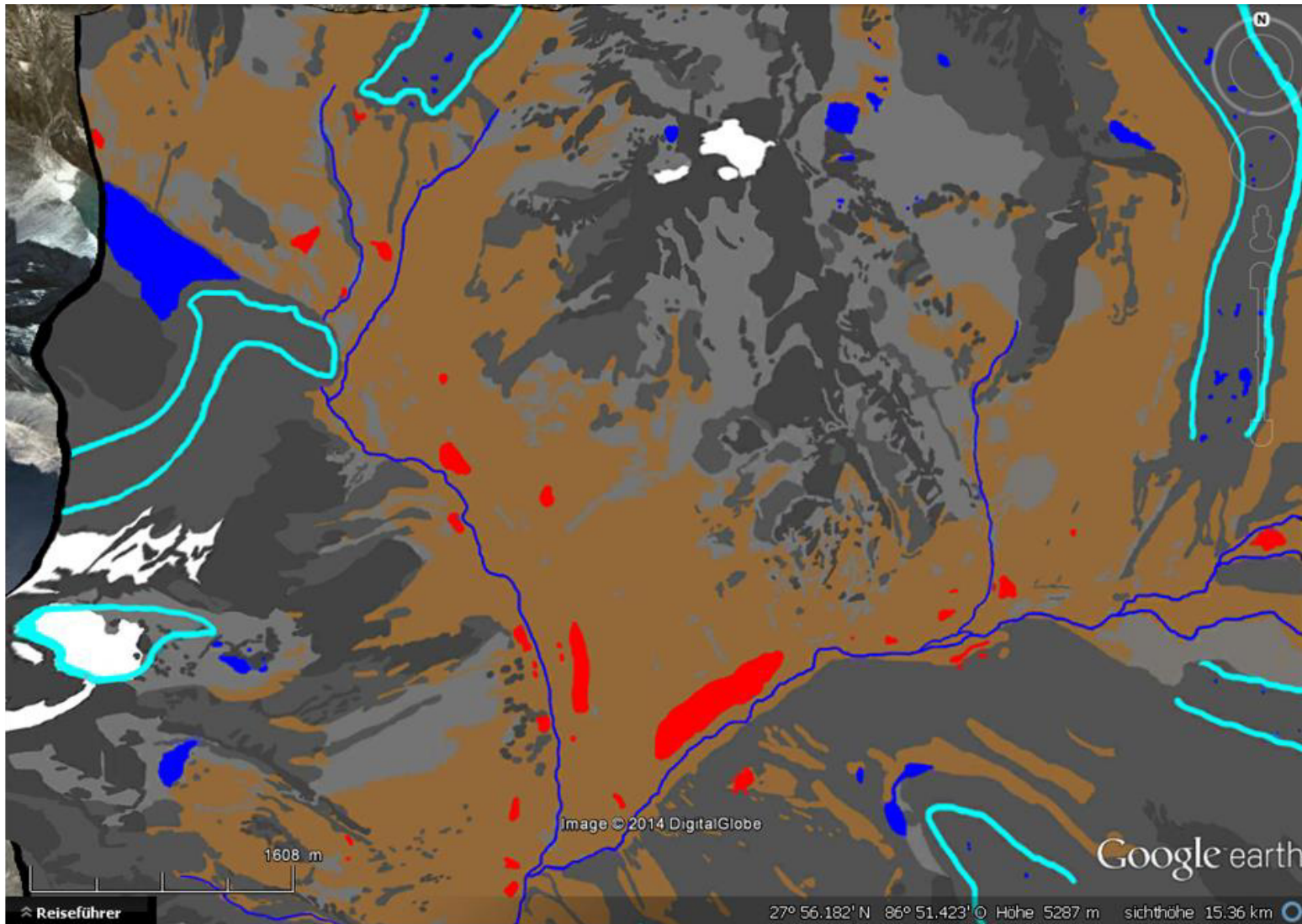
Karte 4: Kartenausschnitt von Fig. 2 aus Barnard, Owen, Finkel (2006) bearbeitet.



- Legende**
- bebaute Flächen
  - Flüsse/Seen
  - Gletscher
  - Eis-/Schneebedeckung
  - anstehendes Gestein
  - Schuttbedeckung
  - übrige Tal- und Hangbereiche, teilweise bewachsen

Karte 5: Oberflächenbedeckungskarte aus der topographischen Karte, dargestellt in Google Earth.





**Legende**

- bebaute Flächen
- Flüsse/Seen
- Gletscher
- Eis-/Schneebedeckung
- anstehendes Gestein
- stärkere Schuttbedeckung
- schwächere Schuttbedeckung
- übrige Tal- und Hangbereiche, teilweise bewachsen

Karte 6: Oberflächenbedeckungskarte aus Google Earth, dargestellt in Google Earth.

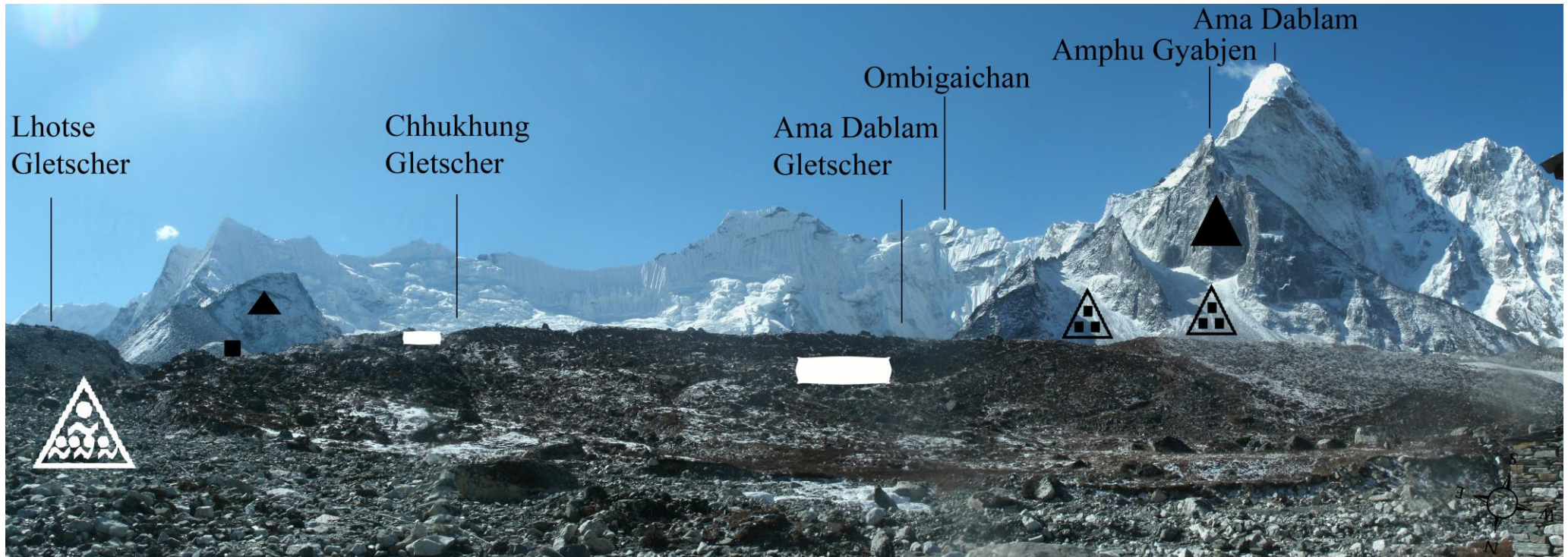


↑ Foto 28:

Blick auf die Ufermoräne zwischen Nuptse Gletscher und Lhotse Nup Gletscher, die auf dem Gratverlauf größere Blöcke aufwies. Diese wurden von Finkel et al. (2003:Fig. 1) datiert. Es handelte sich um die Blöcke Nummer 39 bis 41. Laut Finkel et al. (2003:Fig. 2) verwies der mittlere Block Nummer 39 auf ein Alter von über 20.000 Jahren, der linke Block Nummer 41 auf ein Alter von ca. 53.000 Jahren und der rechte Block 40 auf ein Alter von 25.000 Jahren. Diese orographisch rechts vom Lhotse Nup Gletscher gelegene Ufermoräne wurde trotz des Ausreißers des Blockes Nummer 41 – der eigentlich in das Stadium Thyangboche I fiel – und der somit enormen Schwankungen in das Pheriche I Stadium eingeordnet. Nach Kuhle (2005:Fig. 3, Foto 70) lag in diesem Bereich eine Grundmoränenterrasse des Stadium 0-IV mit erratischen Blöcken vor. Auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955) waren hier Moränen des Changri Typs und auf der Karte von Kalvoda (1971-1975) alte Moränen visualisiert.

Standort: zwischen Nuptse und Lhotse Nup Gletscher (GE: 27° 54.737'N 86° 52.626'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.997 m/GE, 4.992 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.951 m/GE, 4.950 m/GMG (relative Höhe: ca. 46 m/GE, 42 m/GMG); Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 04.04.2012.





↑ Foto 29:

Blick vom Ama Dablam, Amphu Gyabjen über den Ombigaichan gen Nordosten. Die Wände waren teilweise zu glaziären Dreieckshängen (▲) erodiert, wobei diese durch postglaziale bzw. aktuelle Prozesse bzw. durch die Entstehung von Sturzschuttfächern (△) allmählich zerstört werden. Grundmoränenmaterialien (■; nach Kuhle 2005:Fig. 3, Foto 73 Grundmoränenpodest mit erratischen Blöcken) werden vielerorts durch Schuttakkumulationen überlagert worden sein. Die Seitenmoräne des Ama Dablam Gletscher (■, rechts; nach Kuhle 2005:Fig. 3 historisches bis rezentes Stadium VIII-XII; nach Finkel et al. 2003:Fig. 1, Proben 36-38 Lobuche und historisches Stadium und nach Iwata 1976:Fig. 1 Thuklha bis Lobuche Stadium) war nicht durchgängig erhalten und zeigte demnach viele Stellen, die von Schmelzwasser überspült wurden. Die Ufer- bis Endmoräne (■, links) des Chhukung Gletscher – der im Gegensatz zu den anderen einen Hängegletscher ohne Obermoräne darstellte – soll nach Kuhle (2005:Fig. 3) ins neoglaziale bis historische Stadium V-X fallen, nach Finkel et al. (2003:Fig. 1) ins Lobuche und historische Stadium und nach Iwata (1976:Fig. 1) ins Lobuche Stadium. Ganz links im Bild war das Lhotse Gletscherende (nach Kuhle 2005:Fig. 3 historisches Stadium VII-X) mit vorgeschalteter Sanderfläche (△) zu sehen. Anstehende Gesteine waren hier Granite und ähnliche magmatische Gesteine (9) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. schwarze Gneise im Talbodenbereich und Leukogranite in den höheren Hangbereichen (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. schwarze Gneise in mittleren und Granite in höheren Hangbereichen rechts im Bild und links im Bild schwarze Lhotse-Everest Serie (vgl. geologische Karte Khumbu 1). Auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955) waren fluvioglaziale Materialien auf dem Talboden und aktuelle Moränen bei den Gletschern und auf der Karte von Kalvoda (1971-1975) eine fluvioglaziale Terrasse auf dem Talboden und Moränen des Changri Typs auf dem unteren Hangbereich sowie bei den Gletschern Moränen des Khumbu Typs und rezente Moränen visualisiert.

Standort: Chhukung (GPS: 27° 54.243'N 86° 52.307'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.736 m/GE, 4.735 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.735 m/GE, 4.733 m/GMG (relative Höhe: ca. 1 m/GE, 2 m/GMG); Sicht gen; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 05.04.2012.

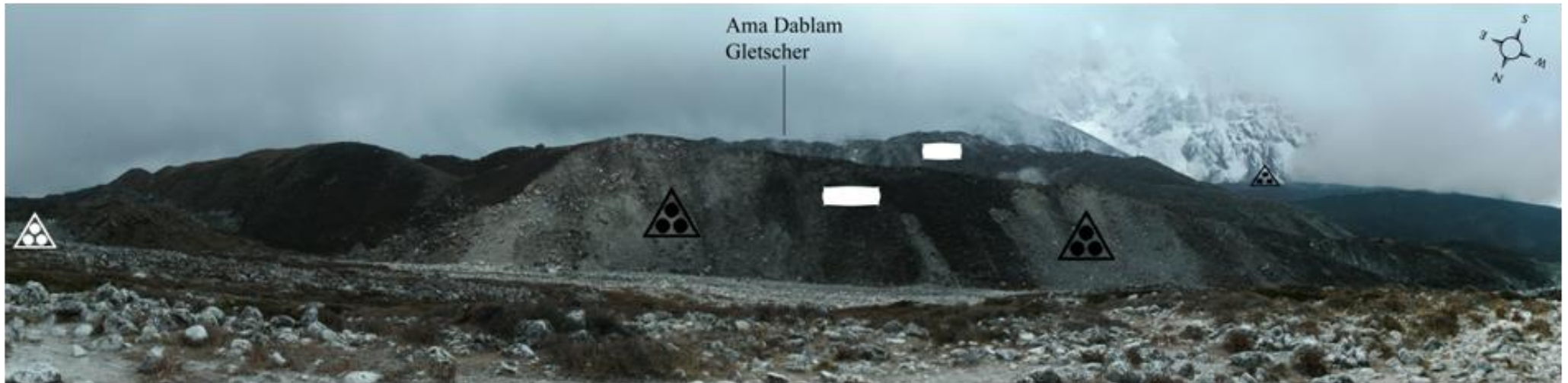


↑ Foto 30:

Blick auf den Ort Chhukung (©), welcher von den Gletschern Nuptse, Lhotse Nup und Lhotse umgeben war. Sander (▲) und Schwemmschutfächer (▲) formten sich in der Nähe der Endmoränen. Die Ufermoräne (■, schwarz) zwischen dem Nuptse und dem Lhotse Nup Gletscher wurde nach Kuhle (2005:Fig. 3) in das Stadium 0 bis IV / Grundmoräne mit erratischen Blöcken eingeordnet und nach Finkel et al. (2003:Fig. 1) ins Periche I Stadium, obwohl die datierten Blöcke Nummer 45 und 46 sich enorm im Alter unterschieden. Block 45 verwies bei Finkel et al. (2003:Fig. 2) auf ein Alter von über 20.000 Jahren (Periche I Stadium) und Block 46 auf ein Alter von ca. 30.000 Jahren (Thyangboche II Stadium). Die Ufermoräne rechts im Bild ordnete Kuhle (2005:Fig. 3) in das neoglaziale Stadium VI bis VII ein. Beide Ufermoränen zeigten Nachbruch- oder -rutschbereiche (▲) auf. Bei der Moräne in der Mitte des Bildes handelte es sich um eine Seitenmoräne, und zwar um die orographisch rechte des Lhotse Gletscher. Auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955) waren fluvioglaziale Materialien auf dem Talboden und alte Moränen im unteren Hangbereich sowie neue Moränen bei den Gletschern und auf der Karte von Kalvoda (1971-1975) eine fluvioglaziale Terrasse auf dem Talboden und Moränen des Changri Typs auf dem unteren Hangbereich sowie bei den Gletschern Moränen des Khumbu Typs und rezente Moränen visualisiert.

Standort: Chhukung (GPS: 27° 54.211'N 86° 52.142'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.729 m/GPS, 4.709 m/GE, 4.705 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.707 m/GE, 4.700 m/GMG (relative Höhe: ca. 2 m/GE, 5 m/GMG); Sicht gen NNW bis E; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 04.04.2012.





↑ Foto 31:

Blick von der Sanderfläche des Nuptse Gletscher auf eine orographisch linke Ufermoräne (■; nach Kuhle 2005:Fig. 3 neoglaziales Stadium VI bis VII) des vorzeitlichen mächtigeren Lhotse Gletscher, an der Nachbruchbereiche (▲) erkennbar waren. Hinter dieser Ufermoräne befand sich der Ama Dablam Gletscher, wobei ein Teil einer orographisch linken Seiten- bis Endmoräne zu sehen war, die nach Kuhle (2005:Fig. 3) in das historische bis rezente Stadium VIII-XII, nach Finkel et al. (2003:Fig. 1, Proben 36-38) ins Lobuche und historische Stadium, nach Richards et al. (2000:Fig. 2A, Probe SK 08, Tab. 1) ins `Late Holocene` sowie nach Iwata (1976:Fig. 1) ins Lobuche Stadium eingeordnet wurde. Auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955) waren fluvioglaziale Materialien auf dem Talboden und neue Moränen bei den Gletschern und auf der Karte von Kalvoda (1971-1975) eine fluvioglaziale Terrasse auf dem Talboden und Moränen des Changri Typs auf dem unteren Hangbereich sowie bei den Gletschern Moränen des Khumbu Typs und rezente Moränen visualisiert. Beim Ama Dablam sind Sturzschuttfächer (▲) zu erkennen.

Standort: unterhalb des Nuptse Gletscher (GPS: 27° 54.116'N 86° 51.942'E), orographisch rechte Inja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.684 m/GPS, 4.667 m/GE, 4.662 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.663 m/GE, 4.658 m/GMG (relative Höhe: ca. 4 m/GE, 4 m/GMG); Sicht gen E bis SW; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 04.04.2012.

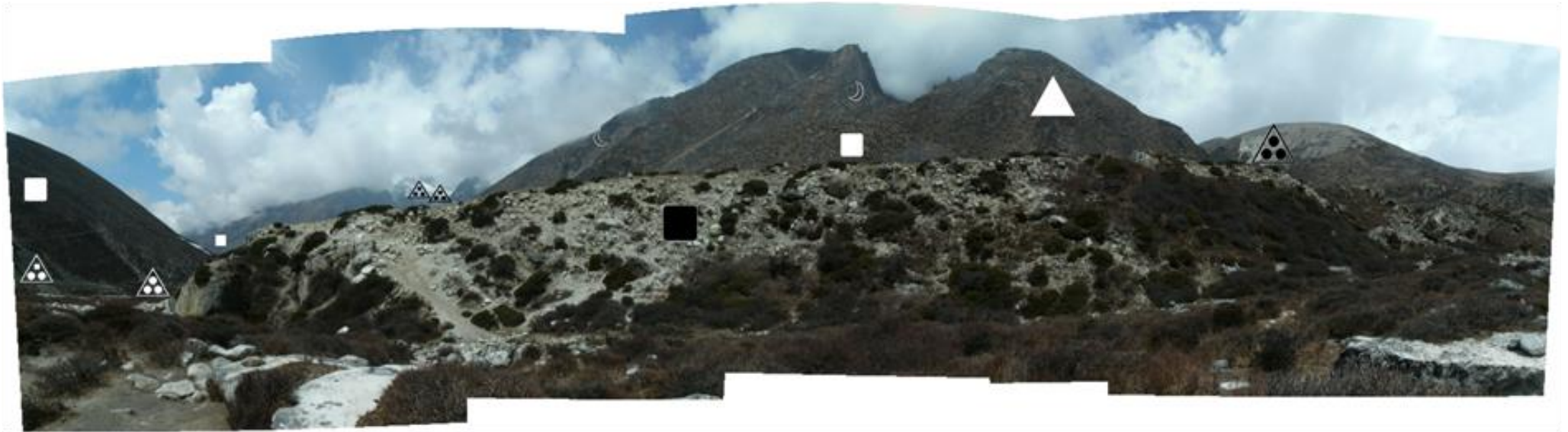
→ Foto 32:

Blick auf die Endmoränen des Nuptse Gletscher und des Lhotse Nup Gletscher (nach Kuhle 2005:Fig. 3 historisches Stadium VII bis X). Zwischen den beiden Endmoränenzügen der Gletscher waren ältere Ufermoränenzüge (■; nach Kuhle 2005:Fig. 3 Stadium O-IV, Grundmoräne mit erratischen Blöcken; nach Finkel et al. 2003:Fig. 1 Periche I Stadium) zu erkennen. Auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955) waren fluvioglaziale Materialien auf dem Talboden und alte Moränen im unteren Hangbereich sowie neue Moränen bei den Gletschern und auf der Karte von Kalvoda (1971-1975) eine fluvioglaziale Terrasse auf dem Talboden und Moränen des Changri Typs auf dem unteren Hangbereich sowie bei den Gletschern Moränen des Khumbu Typs und rezente Moränen visualisiert. Deutliche Nachbruch- / -rutschbereiche im Moränenmaterial (▲) bei der Endmoräne des Nuptse Gletscher ließen auf Schmelzwasserabgänge und demnach auf eine glazifluviale Entstehung der vorgeschalteten Sander (▲) schließen. Auch die genannten Ufermoränenzüge zeigten durch Schmelzwasser indizierte Anrissbereiche.

Standort: südlich von Lhangbo unterhalb des Nuptse Gletscher (zwischen den Koordinaten GPS: 27° 54.007'N 86° 51.252'E und GPS: 27° 54.116'N 86° 51.942'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.539 m/GE, 4.538 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.527 m/GE, 4.521 m/GMG (relative Höhe: ca. 12 m/GE, 17 m/GMG); Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 04.04.2012.







↑ Foto 33:

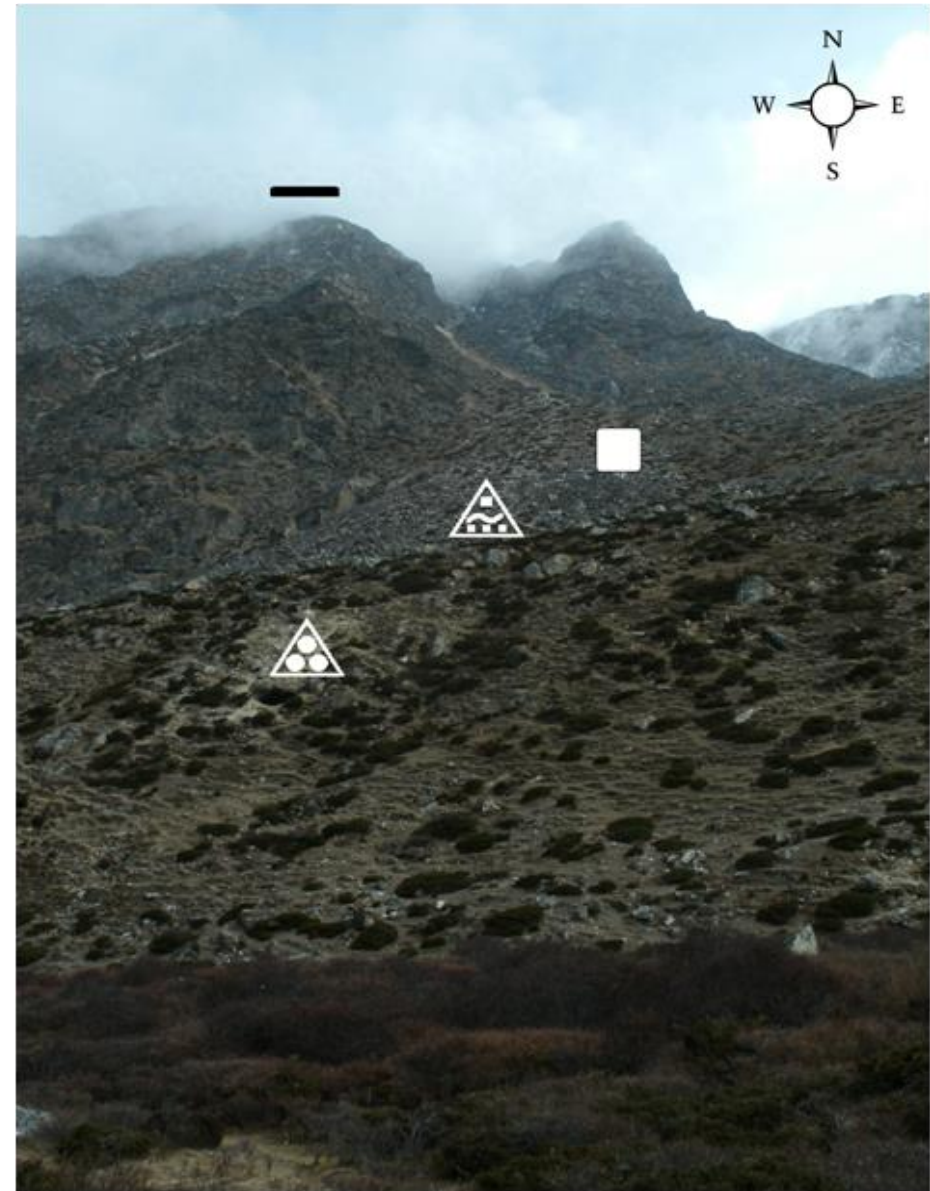
Sicht auf zerschnittenes Grundmoränenmaterial (■ schwarz; nach Kuhle 2005:Fig. 3 Grundmoränenmaterial mit nicht erratischen Blöcken; von Barnard, Owen, Finkel 2006:Fig. 2 als `landslide´ und darüber als `fan´ bezeichnet) bzw. auf einen Murschuttfächer / -kegel aus disloziertem Schutt- und Moränenmaterial. Auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955) waren fluvioglaziale Materialien auf dem Talboden und alte Moränen im unteren Hangbereich und auf der Karte von Kalvoda (1971-1975) eine fluvioglaziale Terrasse auf dem Talboden und Moränen des Dusa Typs auf dem unteren Hangbereich visualisiert. Vorwiegend waren kantengerundete Blöcke zu erkennen. Auf den oft vom Eis zu Dreieckshängen (▲) umgestalteten Hängen kamen Schuttakkumulationen vor, die durch Sturzschuttprozesse postglazial entstanden. Oft bildeten sich Sturzschuttfächer / -kegel (▲). Das anstehende Gestein ließ dafür typische Stein- / Felsnachbruchbereiche (⤵) erkennen. Hier standen Turmalingranite (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. schwarze Gneise im Talbodenbereich und Leukogranite in den höheren Hangbereichen (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. Migmatite (vgl. geologische Karte Khumbu 1) an. Ganz rechts im Bild verwiesen hingegen Nachbruchbereiche im Grundmoränenmaterial (▲) auf am unteren Hang existierende Grundmoränenfächer / -kegel, wobei diese ganz links im Bild zu erkennen waren und daneben auch Mischfächer / -kegel aus Schutt- und Moränenmaterial (▲) auftraten.

Standort: zwischen den Orten Bibre und Syalkyo (GPS: 27° 53.895'N 86° 51.019'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.491 m/GPS, 4.483 m/GE, 4.478 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.479 m/GE, 4.476 m/GMG (relative Höhe: ca. 4 m/GE, 2 m/GMG); Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 04.04.2012.

→ Foto 34:

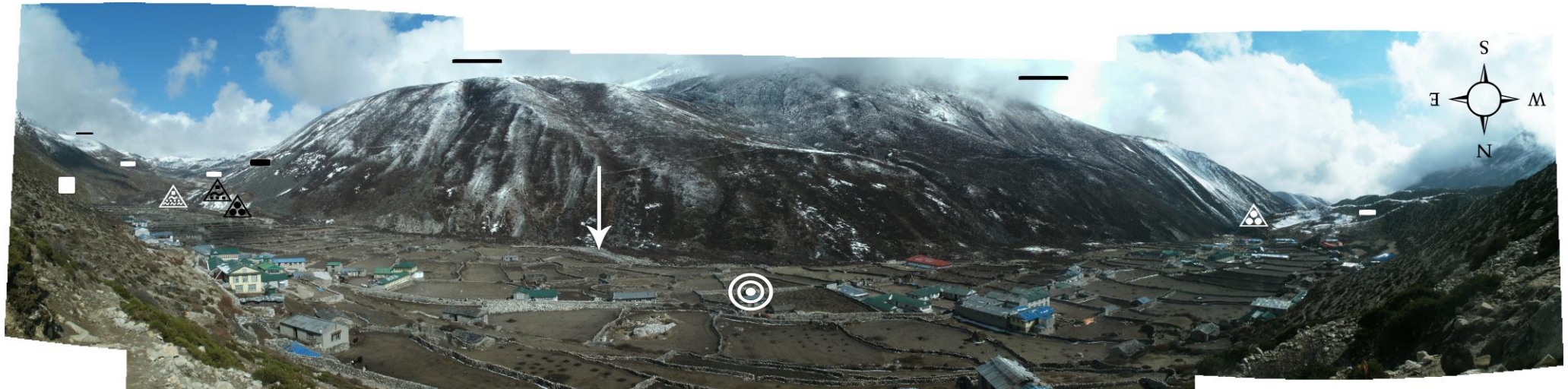
Auf dem Südhang der orographisch rechten Imja Khola Talseite waren verschiedene Fächer- / bzw. Kegeltypen existent. In den oberen Hangbereichen waren vorwiegend Sturzschuttfächer / -kegel oder Sturzfächer / -kegel aus Schutt- und Moränenmaterial zu erkennen, auf den mittleren bis unteren Hangbereichen eher Grundmoränenmaterial (■), welches oft zerschnitten war oder als Fächer oder Kegel postglazial umgelagert wurde. Auf diesem Bild war ein Murschuttfächer / -kegel aus Schutt- und anderem Lockermaterial mit hauptsächlich Schuttmaterial bzw. überlagertem Sturzschutt (▲; nach Kuhle 2005:Fig. 3 Schutt- und Murkegel; nach Barnard, Owen, Finkel 2006:Fig. 2 als 'fan' bezeichnet) entstanden bzw. zerschnittenes Grundmoränenmaterial zu sehen. Im unteren Hangbereich konnte disloziertes Moränenmaterial (▲) ausgemacht werden. Die abgerundeten anstehenden Gesteine – hier nach der geologischen Karte Nepal Turmalinggranit bzw. nach der geologischen Karte Khumbu schwarze Gneise im Talbodenbereich und Leukogranite in den höheren Hangbereichen bzw. nach der geologischen Karte Khumbu 1 Migmatite – gaben einen Hinweis auf eine minimale hochglaziale Vergletscherungsgrenze (—). Auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955) waren fluvioglaziale Materialien auf dem Talboden und alte Moränen im unteren Hangbereich und auf der Karte von Kalvoda (1971-1975) eine fluvioglaziale Terrasse auf dem Talboden und Moränen des Dusa Typs auf dem unteren Hangbereich sowie Anstehendes und Schuttkegel aus polygenetischem Detritus im oberen Hangbereich visualisiert.

Standort: talaufwärts bzw. nordöstlich von Dingboche (GPS: 27° 53.822'N 86° 50.624'E), orographisch rechte Imja KholaTalseite; absolute Höhe: 4.424 m/GPS, 4.419 m/GE, 4.418 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.414 m/GE, 4.410 m/GMG (relative Höhe: ca. 10 m/GE, 9 m/GMG); Sicht gen N; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 04.04.2012.









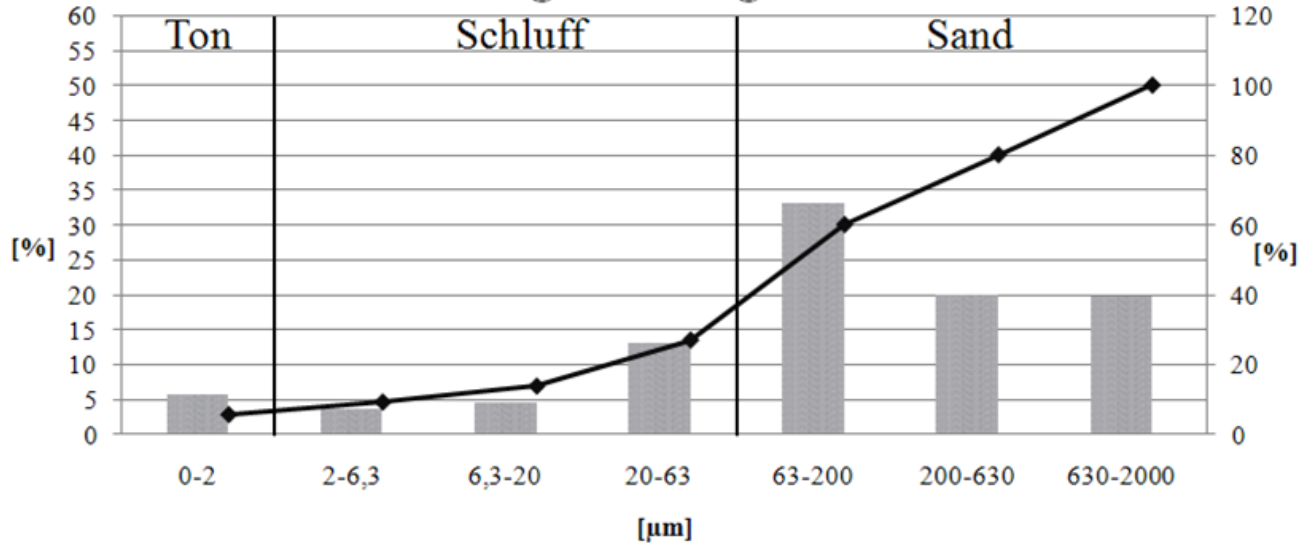
↑ Foto 36:

Blick auf Dingboche (⊙). In diesem Trogtal (siehe Talquerprofil 2) waren an den Talhängen Grundmoränenreste (■) – die älter als die gekennzeichneten Ufermoränen und oft durch aktuellere Hangprozesse wie etwa Sturz- und Solifluktuionsprozesse verlagert waren – zu erkennen, wobei die Talsohle mit glazifluvialen Material überlagert wurde (nach Kuhle 2005:Foto 77, 78 Sander bzw. glazifluviale Schotterflur -1 bis -2 der neoglazialen Stadien VI bis VII). Auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955) waren fluvioglaziale Materialien auf dem Talboden und alte Moränen am Hang und auf der Karte von Kalvoda (1971-1975) fluvioglaziale Terrasse auf dem Talboden und Moränen des Dusa Typs auf dem Hang visualisiert. Talaufwärts von Dingboche war ein rezenter Schwemmschutfächer (▲) zu erkennen. Der Fluss Imja Khola (↓) hat sich in die Talsohle eingeschnitten. Talabwärts von Dingboche bildete sich ein Sander (▲ weiß) vom Tsuru Gletscher aus. Nach Kuhle (2005:Foto 80) wurde die Endmoräne durch 'moraine slides' und 'debris flows' glazifluvial hangabwärts transportiert, nach Barnard, Owen, Finkel (2006:Fig. 2) als 'fan' bezeichnet. Bei Haffner (1972:Fig. 6) waren diese Bereiche als Gletscherzunge visualisiert ohne End- oder Seitenmoränen, ebenso wie auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955). Hangabwärts des Duwo Gletscher waren Murfächer / -kegel aus Schutt- und anderem Lockermaterial mit hauptsächlich Schuttmaterial bzw. überlagertem Sturzschutt (▲) – die daneben teilweise auch Solifluktuionsprozesse erkennen ließen – entstanden. Durch den Fluss Imja Khola wiesen diese in den unteren Hangbereichen angerissenes bzw. aufgeschlossenes verstücktes disloziertes Moränenmaterial (▲ schwarz) auf. Da diese Murfächer / -kegel rezent nicht mehr direkt in Verbindung mit dem Gletscherendbereich stehen, konnten diese höchstens als vorzeitliche Sander bezeichnet werden, obwohl sie jedoch immer noch durch das Gletscherschmelzwasser modifiziert werden können. Die Ufermoräne (■, schwarz) fiel laut Kuhle (2005:Foto 77) in das spätglaziale Stadium IV mit darüber bestehendem Grundmoränenpodest Stadium III. Letztgenanntes Podest bestand nach Kuhle (2005:Fig. 3) aus Grundmoränen mit erratischen Blöcken. Alle rund erschienenen Bereiche der Ufermoränen (■) gaben einen Hinweis auf eine minimale hochglaziale Vergletscherungsgrenze (—). Nach Kuhle (2005:Foto 80) lag die spätglaziale Schriffgrenze hier in diesem Bereich auf ca. 5.400 bis 5.500 m Höhe. Anstehende Gesteine auf der orographisch linken Imja Khola Talseite waren Granite und ähnliche magmatische Gesteine (9) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. schwarze Gneise im Talbodenbereich und Leukogranite in den höheren Hangbereichen (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. schwarze Gneise in mittleren und Granite in höheren Hangbereichen (vgl. geologische Karte Khumbu 1). Direkt bei diesem Fotostandort wurde die Sedimentprobe 2 entnommen und der Aufschluss 1 untersucht bzw. Gesteinsanalysen betrieben. Der Aufschluss zeigte eine Schichtung an: Boden, gefolgt von hauptsächlich kleineren Gesteinen, gefolgt von überwiegend größeren Gesteinen; jedoch war keine deutliche Sortierung zu erkennen. Es handelte sich um die Bodenart Lehmsand schwach.

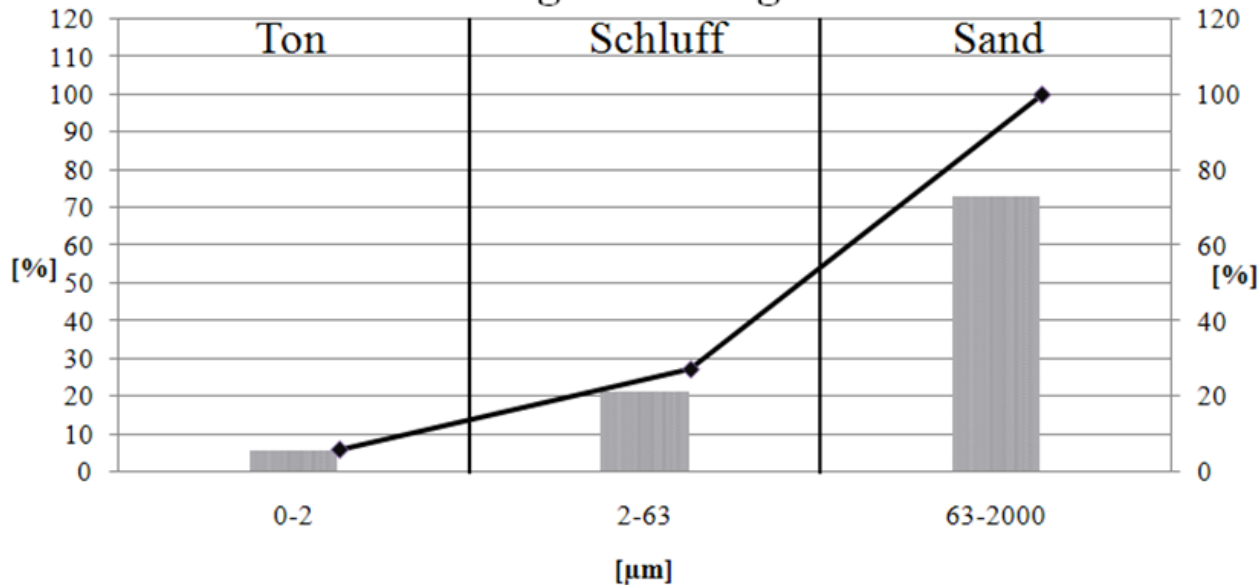
Standort: Dingboche (GPS: 27° 53.626'N 86° 49.767'E), orographisch linke Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.379 m/GE, 4.380 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.302 m/GE, 4.298 m/GMG (relative Höhe: ca. 77 m/GE, 82 m/GMG); Sicht gen S; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 06.04.2012.



## Probe 2 - Korngrößendiagramm 1



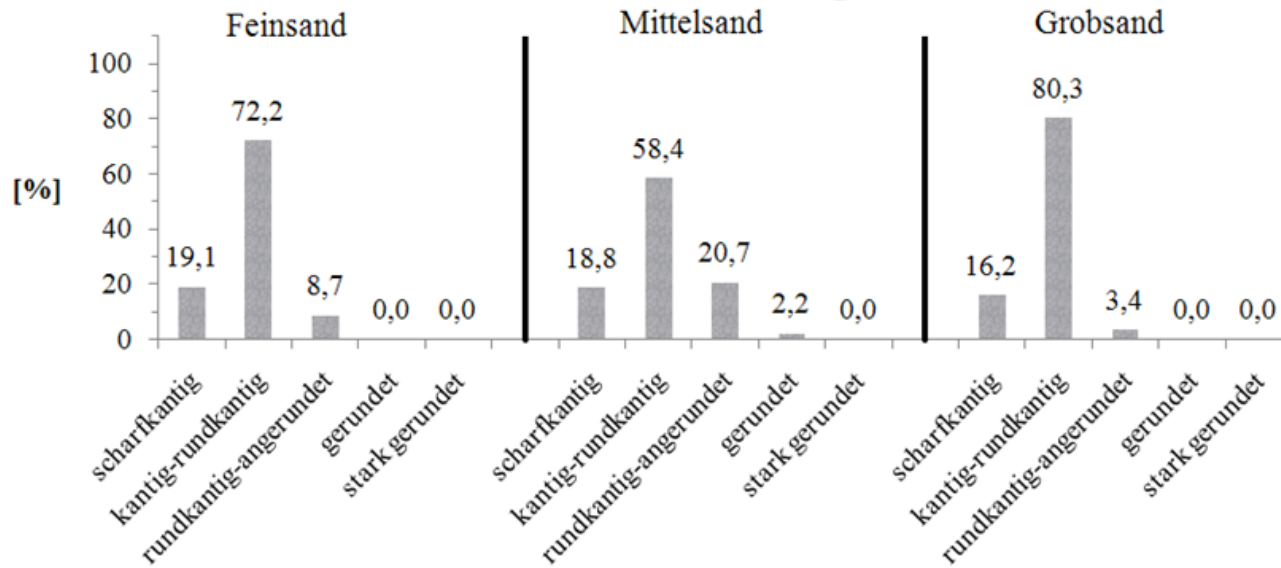
## Probe 2 - Korngrößendiagramm 2



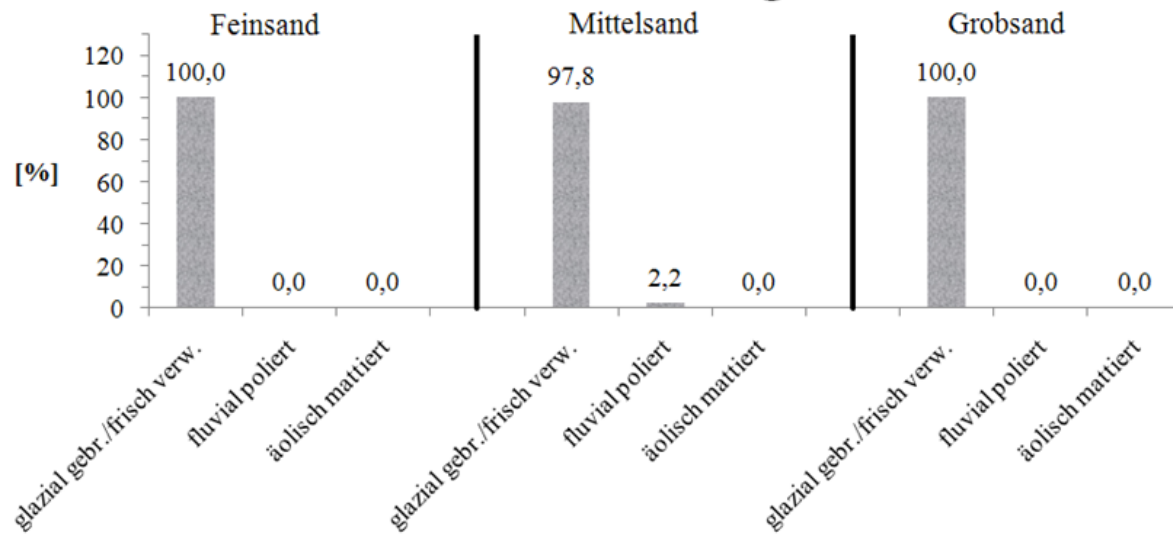
← Korngrößendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 2 von der orographisch rechten Imja Khola Talseite (Standort Foto 36; 27° 53.626'N 86° 49.767'E). Angaben des Ton-, Schluff- bzw. Fein-, Mittel- und Grobschluff- sowie Sand- bzw. Fein-, Mittel- und Grobsandgehaltes wurden in % angegeben. In der Probe waren 5,801 % Ton, 21,313 % Schluff (3,576 % Feinschluff, 4,564 % Mittelschluff, 13,173 % Grobschluff) und 72,886 % Sand (33,037 % Feinsand, 19,956 % Mittelsand, 19,893 % Grobsand) enthalten. Im Gegensatz zur Probe 1, der Ufermoräne, waren hier weniger Ton und Schluff bzw. mehr Sand vorhanden. Es handelte sich hier trotzdem um eine Moränenablagerung, da diese sich dadurch kennzeichnete, dass alle Korngrößen von Ton bis Sand vorhanden waren, diese also unsortiert war. An der Probeentnahmestelle konnten ebenfalls kleine und große Gesteine ausgemacht werden. Demnach kamen die Korngrößen Ton bis Gesteinsgröße vor. Vorwiegend waren kantengerundete Blöcke in einer feinen Matrix aufzufinden, was ebenfalls für eine Moräne sprach. Allerdings war bei der Nähe zum Talboden und somit zur glazifluvialen Schotterflur auf dem Talboden nicht auszuschließen, dass eine glazifluviale Überprägung in diesem Bereich stattfand. Diese Annahme deckte sich mit den Kornformenanalysen, die ergaben, dass die Mittelsandfraktion fluvial polierte Körner aufwies. Es waren Granite enthalten, die bei anstehenden Gesteinen wie Glimmergneis, Schiefer, Quarzit und weiter talaufwärts Turmalingranit (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. schwarze Gneise und weiter talaufwärts Leukogranite (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. Migmatite im Gneis (vgl. geologische Karte Khumbu 1) hier in diesem Bereich auf Erratika hindeuteten. Nach der geomorphologischen Ausprägung der Moräne handelte es sich hier speziell um eine Grundmoränenablagerung auf dem Hang.

Die Korngrößenverteilung war mit der von Kuhle (2005:Fig 40/Fig. 3 18.3.03/1) zu vergleichen, da diese ungefähr im selben Talbereich, jedoch von einem spätglazialen Stadium IV Endmoränendamm 100 m über dem Talboden in 0,3 m Tiefe entnommen wurde. Kuhle kam ebenfalls auf einen bimodalen Verlauf bzw. auf 5% Ton- und 39% Feinsandgehalt.

## Probe 2 - Kornformendiagramm 1



## Probe 2 - Kornformendiagramm 2

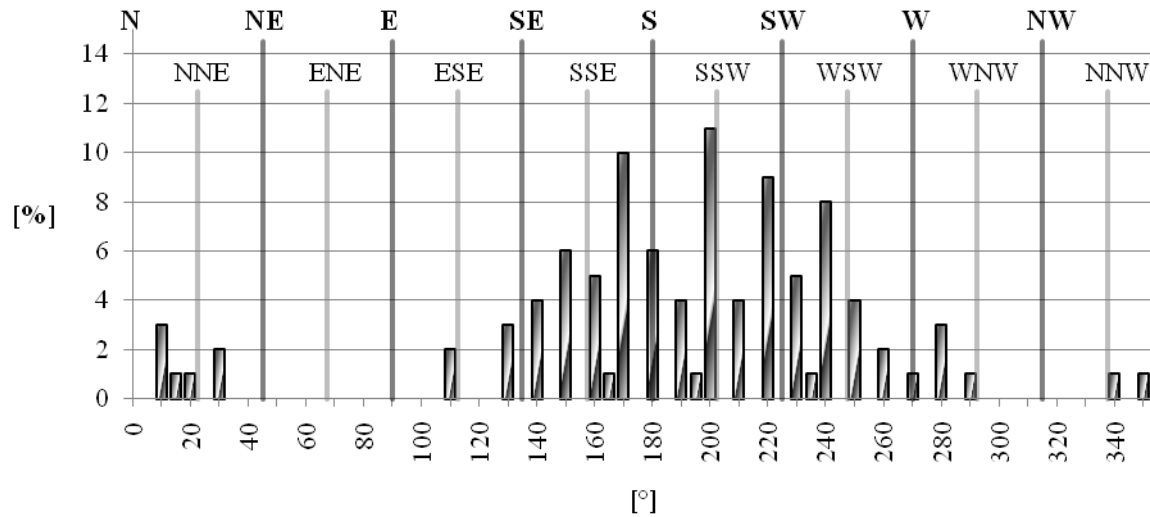


← Kornformendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 2 von der orographisch rechten Imja Khola Talseite (Standort Foto 36; 27° 53.626'N 86° 49.767'E). Angaben des Ton-, Schluff- und Sandgehaltes wurden in % angegeben. Es wurden insgesamt 600 Körner ausgezählt (115 in der Feinsand-, 368 in der Mittelsand- und 117 in der Grobsandfraktion). Somit lag das Hauptaugenmerk der Untersuchung auf der Mittelsandfraktion. In der Probe waren bei zwei Fraktionen 100 % glazial gebrochene / frisch verwitterte Kornformen und bei einer 97,8 % glazial gebrochene / frisch verwitterte und 2,2 % fluvial polierte Körner enthalten. Da bei diesem Standort – wie bei der Korngrößenanalyse gezeigt werden konnte – Korngrößen von Ton bis Sand und vorwiegend kantengerundete Gesteine vorkamen (daneben auch Erratika enthalten), wurde verständlich, dass die Körner glazial gebrochene waren. Anhand der Klassifizierung in fünf Kategorien scharfkantig, kantig-rundkantig, rundkantig-angerundet, gerundet und stark gerundet konnte gezeigt werden, dass hierbei der fluvial polierte Anteil hoch war, da kantig bis rundkantige sowie rundkantig bis angerundete und sogar gerundete Körner in der Sedimentprobe vorhanden waren. Der Grobsandanteil zeigte die meisten kantig bis rundkantigen Körner, gefolgt von der Feinsandfraktion. Die Körner der Mittelsandfraktion tendierten in die fluvial polierte Gruppe. Somit wurde auch neben dem o.g. glazialen Einfluss eine glazifluviale Einwirkung auf die Sedimente – da die Körner hin zum fluvial polierten Korn tendierten – deutlich. Diese Einwirkung kann vor oder während dem glazialen Transport – da die kleineren Körner diesen Prozess länger konservieren können als die größeren – oder auch während oder gar nach diesem passiert sein – da die größeren Körner eher in die Richtung rundkantige bis angerundete Ausformung tendierten. Somit war auf jeden Fall eine starke bzw. längere Schmelzwassereinwirkung auf das Material nachzuweisen – wann diese jedoch genau einwirkte, konnte nicht geklärt werden.

Kuhle (2005:Fig. 37) kam bei der Probe 20 bei 413 ausgezählten Körnern auf 87,7 % frisch verwittert/glazial gebrochen, 12,1 % fluvial poliert und 0,2 % äolisch mattiert.

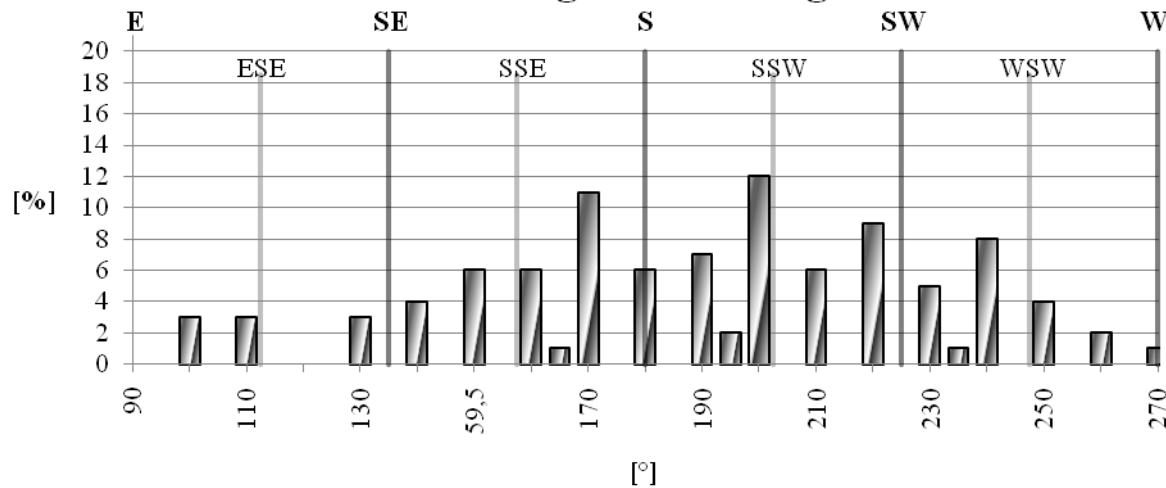


### Aufschluss 1 - Längsachsendiagramm 1



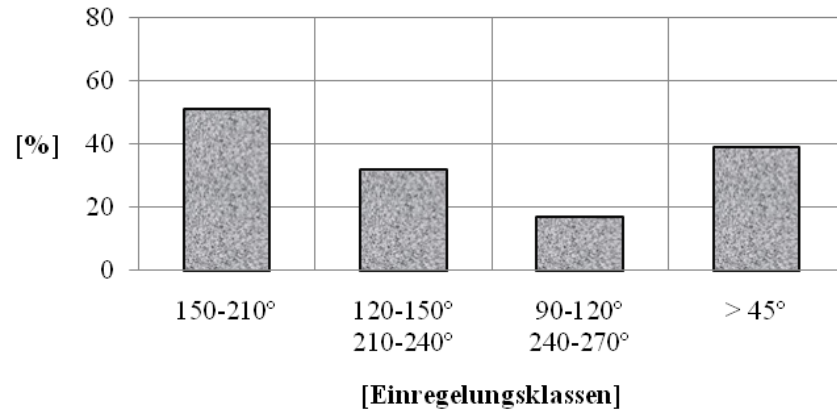
← Längsachsendiagramm 1 nach Himmelsrichtung (Vollkreis) des Aufschlusses 1 (Standort Foto 36; 27° 53.626'N 86° 49.767'E). Die untersuchten 100 Gesteine waren vorwiegend nach Süden bis Südwest eingeregelt. Bei einer Exposition des Aufschlusses von 160° bedeutete dies, dass die Gesteine hauptsächlich hangabwärts eingeregelt waren. Eine Unterscheidung der Gesteine in kleinere (2-10 cm, n=76) und bis zu größere faustgroße (10-18 cm, n=24) Gesteine führte zu keinem anderen Ergebnis, so dass alle Gesteine zusammen betrachtet werden konnten.

### Aufschluss 1 - Längsachsendiagramm 2



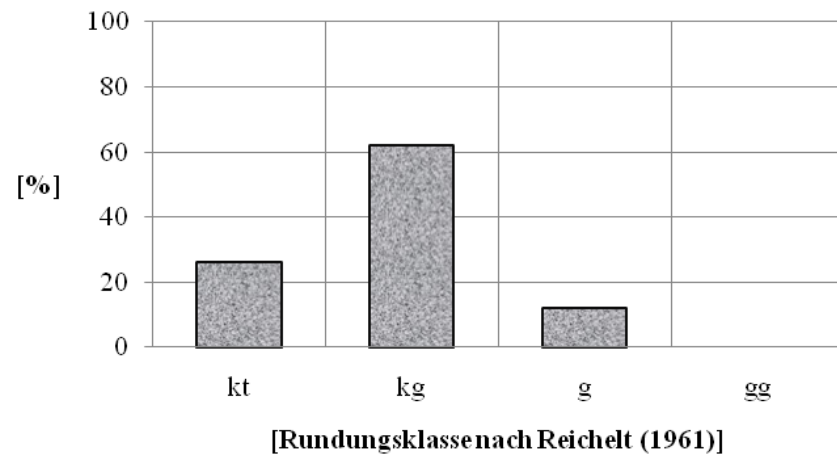
← Längsachsendiagramm 2 nach Himmelsrichtung (Halbkreis) des Aufschlusses 1 (Standort Foto 36; 27° 53.626'N 86° 49.767'E). Die untersuchten 100 Gesteine waren vorwiegend nach Süden bzw. nach Südsüdost und Südsüdwest eingeregelt. Bei einer Exposition des Aufschlusses von 160° bedeutete dies, dass die Gesteine hauptsächlich hangabwärts eingeregelt waren. Eine Unterscheidung der Gesteine in kleinere (2-10 cm, n=76) und bis zu größere faustgroße (10-18 cm, n=24) Gesteine führte zu keinem anderen Ergebnis, so dass alle Gesteine zusammen betrachtet werden konnten.

### Aufschluss 1 - Längsachsendiagramm 3



← Längsachsendiagramm 3 des Aufschlusses 1 (Standort Foto 36; 27° 53.626'N 86° 49.767'E), abgewandelt nach den Einregelungsklassen nach Poser, Hövermann (1951). Die Einregelungsklassen bezogen sich hier nicht auf die Expositionsrichtung des Aufschlusses sondern auf die Himmelsrichtungen, d.h. dass die Klasse I von 150° bis 210°, die Klasse II von 120° bis 150° und von 210° bis 240° und die Klasse III von 90 bis 120° und von 240° bis 270° reichte. Die untersuchten bis zu faustgroßen 139 Gesteine (39 über 45 % geneigt bzw. in Gruppe IV eingeteilt) waren hauptsächlich in die Klasse I eingeregelt. Bei einer Exposition des Aufschlusses von 160° bedeutete dies, dass die Gesteine hauptsächlich in Hangneigungsrichtung eingeregelt waren. Eine Unterscheidung der Gesteine in kleinere (2-10 cm, n=76) und bis zu größere faustgroße (10-18 cm, n=24) Gesteine führte zu keinem anderen Ergebnis, so dass alle Gesteine zusammen betrachtet werden konnten.

### Aufschluss 1 - Rundungsdiagramm 1

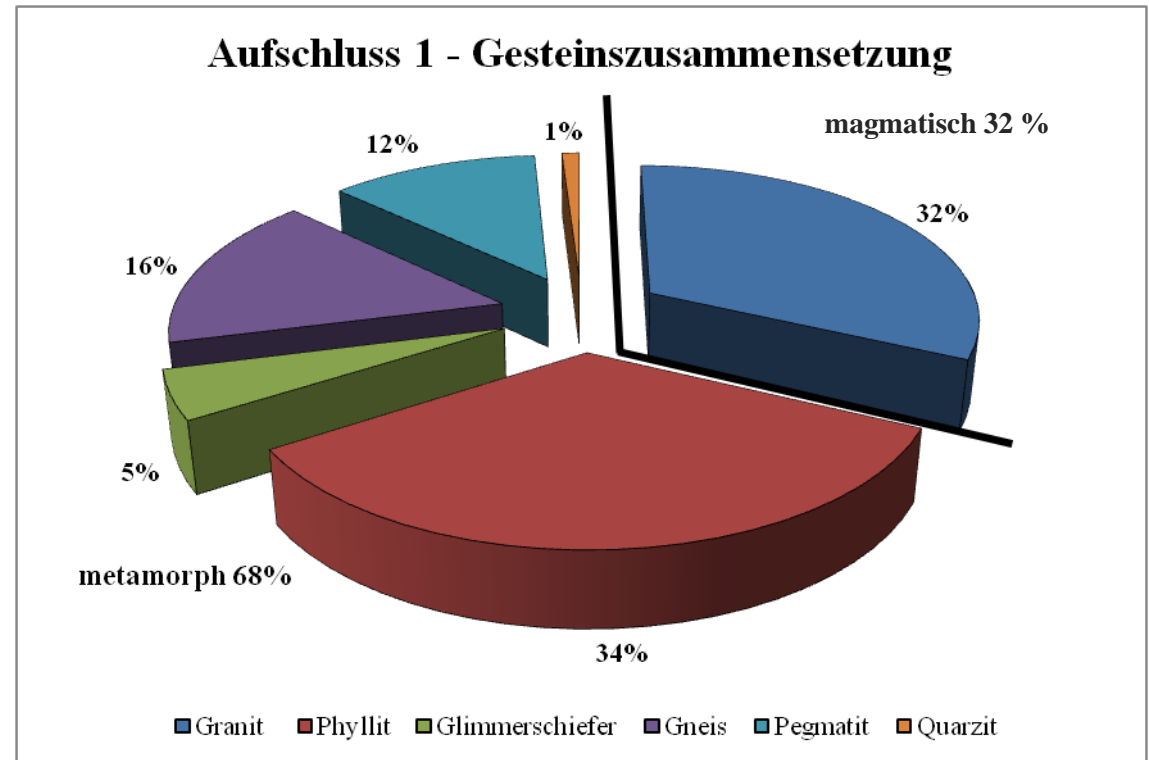


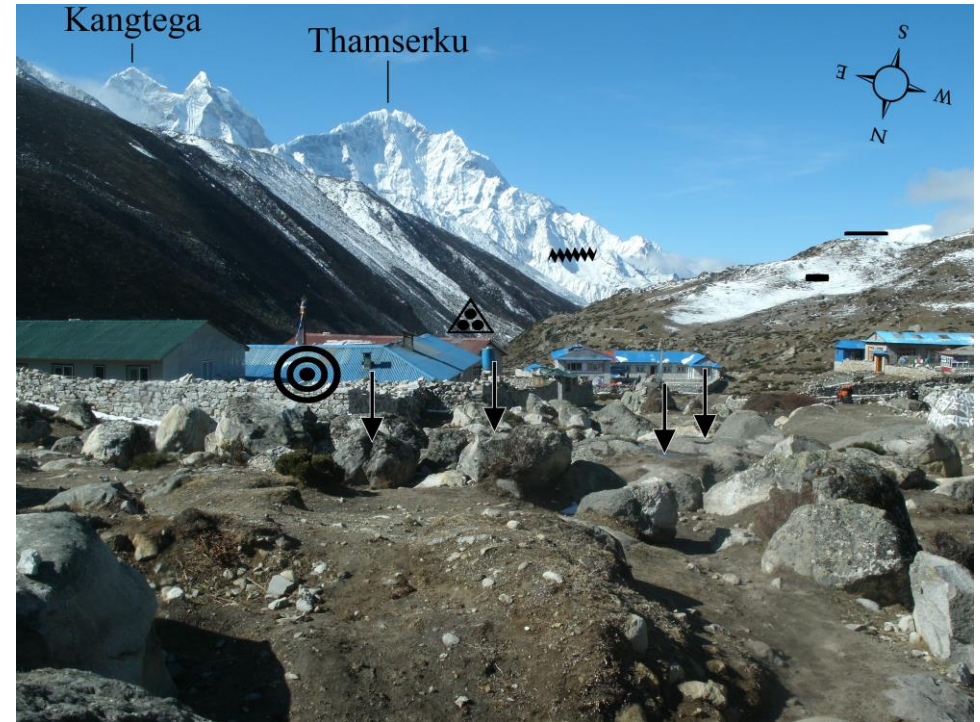
← Rundungsdiagramm des Aufschlusses 1 (Standort Foto 36; 27° 53.626'N 86° 49.767'E) nach den Einordnungen kantig, kantengerundet, gerundet und gut gerundet. Die Gesteine waren vorwiegend kantengerundet und kantig. Der Rundungsgrad ergab einen Wert von 186. Wenige waren gerundet, wobei keine gut gerundet waren. Eine Unterscheidung der Gesteine in kleinere (2-10 cm, n=76) und bis zu größere faustgroße (10-18 cm, n=24) Gesteine führte bei den größeren Gesteinen zu einem anderen Ergebnis; es überwogen nur gering die kantigen gegenüber den kantengerundeten Gesteinen.



→ Gesteinszusammensetzung des Aufschlusses 1 (Standort Foto 36; 27° 53.626'N 86° 49.767'E) in metamorphe und magmatische Gesteine. Die Gesteine waren vorwiegend bzw. zu 68 % metamorph. Darunter zählten der Menge nach geordnet Phyllite, Gneise, Pegmatite, Glimmerschiefer sowie Quarzite. Magmatische Gesteine bzw. Granite kamen zu 32 % vor.

Dass es sich bei diesem Aufschluss um Moränenmaterial handelte, konnte einerseits durch die Korngrößen- und Kornformenanalysen nachgewiesen werden. Andererseits sprachen die vorwiegend kantengerundeten Gesteine und die vorhandenen Granitgesteine als Erratika (Turmalin granite standen im Imja Khola nur weiter talaufwärts an (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Leukogranite standen im Imja Khola nur weiter talaufwärts und im Lobuche Khola an) für eine solche Genese. Für die Einregelungsrichtung der untersuchten Gesteine könnten Umlagerungen des Moränenmaterials durch Hangabtragungsprozesse oder aber die glazifluviale Überarbeitung des Materials eine Rolle gespielt haben. Auch die erkannte Schichtung des Aufschlusses – Boden, gefolgt von hauptsächlich kleineren Gesteinen, gefolgt von überwiegend größeren Gesteinen – wies darauf hin, dass das Moränenmaterial rezent durch Hangabtragungsprozessen umge- und / oder überlagert wurde. Die nicht vorgefundene Sortierung sprach gegen eine glazifluviale Überarbeitung und eher für Hangabtragungsprozesse. Das vorzeitliche Eis im Imja Khola floss nämlich von Nordost nach Südwest. Es kann sich – da sich der Aufschluss in direkter Nähe zur glazifluvialen Terrasse befand – um Bereiche der ehemaligen Ufermoräne handeln.



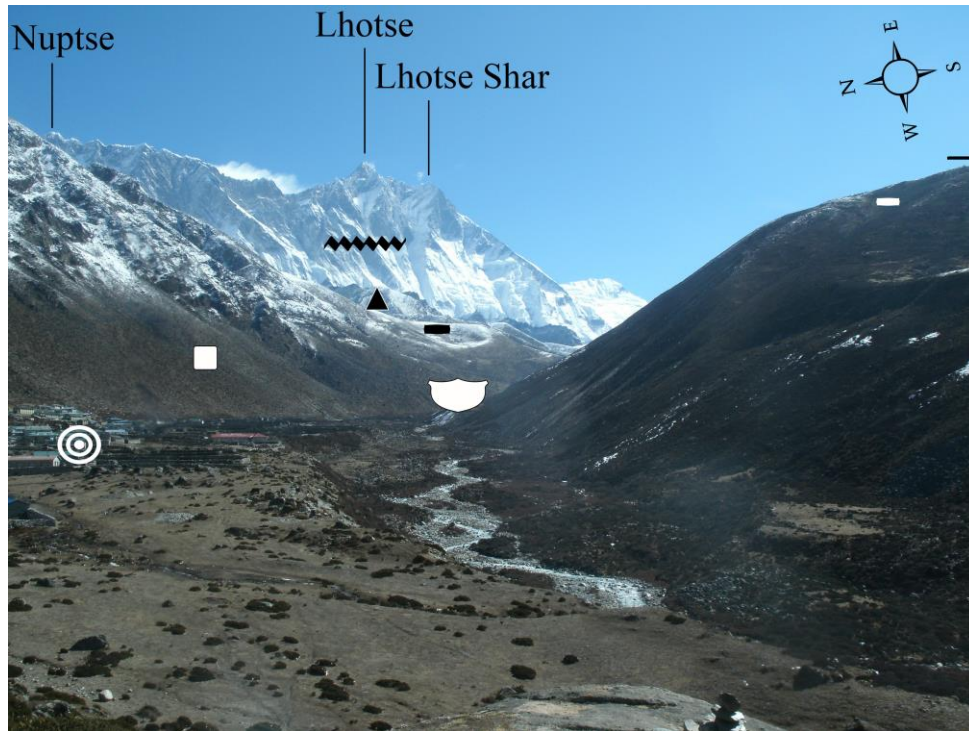


↑ Foto 37 und ↑ Foto 38:

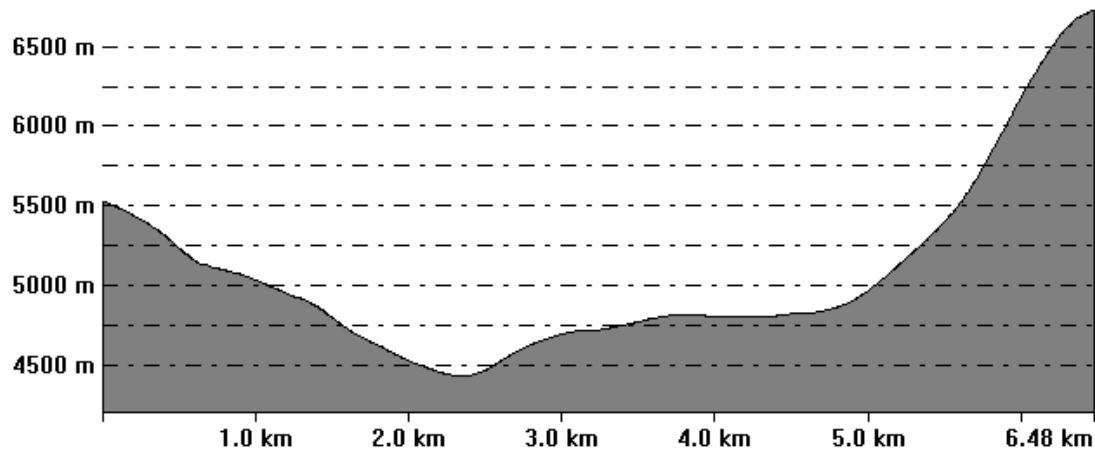
Sicht talabwärts auf den südlichen Teil von Dingboche (©). Auf dem Trogtalboden, der sich durch Grundmoränenmaterial mit darüber lagernden glazifluvialen Aufschüttungen kennzeichnete, konnten vorwiegend kantengerundete bis gerundete Blöcke mit deutlichen Spülformen (↓) in einer verdichteten Matrix ausgemacht werden. Einige auf den Blöcken vom Schmelzwasser ausgespülten Muldenformen ließen sich sehr gut erkennen, da sie mit Niederschlagswasser verfüllt waren. Foto 38 ließ im Hintergrund die spätglaziale Ufermoräne (■, nach Kuhle 2005:Foto 77 spätglaziales Stadium IV, Khumbu und Imja Gletscher waren zu diesem Zeitraum zusammengeflossen), den in Form eines Fächers / Kegels angesammelten Sander (▲) im Zungenbereich des Tsuru Gletscher – wobei dieser bei der Hangneigung ebenfalls verstürztes Moränenmaterial aufweisen kann, nach Kuhle (2005:Foto 80) wurde die Endmoräne durch `moraine slides` und `debris flows` glazifluvial hangabwärts transportiert – und die Schriffgrenze erkennen. Nach Barnard, Owen, Finkel (2006:Fig. 2) wurde der Sander als `fan` bezeichnet. Bei Haffner (1972:Fig. 6) waren diese Bereiche als Gletscherzunge visualisiert ohne End- oder Seitenmoränen, ebenso wie auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955). Letztgenannte höchstliegende Schriffgrenze (~~~~) konnte unterhalb des Thamserku auf ca. 4.700 m abgelesen werden. Bei einem rezenten Talboden auf ca. 3.680 m Höhe ergab dieses eine hochglaziale Eismächtigkeit von ca. 1.020 m. Dieses Ergebnis stimmte in etwa mit dem von Kuhle (2005:Fig. 3) überein. Er kam durch das talaufwärtigere Profil 22 auf eine Eismächtigkeit von 1.250 m und im Nachbartal des Bhoté Koshi durch das Profil 26 auf eine Eismächtigkeit von 1.000 m. Die spätglaziale Ufermoräne gab beispielsweise einen Hinweis auf eine minimale Vergletscherungsgrenze (—). Anstehende Gesteine waren hier im Talbodenbereich schwarze Gneise und in den höheren Hangbereichen Leukogranite (vgl. geologische Karte Khumbu).

Standort: im Südwesten von Dingboche (ungefähre Koordinaten GPS: 27° 53.396'N 86° 49.664'E), orographisch linke Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.313 m/GPS, 4.304 m/GE, 4.300 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.277 m/GE, 4278 m/GMG (relative Höhe: ca. 27 m/GE, 22 m/GMG); Sicht gen 165° bei Foto 37 bzw. gen SSE bis S bei Foto 38; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 07.04.2012.





From Pos: 27° 54' 58.7881" N, 86° 50' 16.2686" E To Pos: 27° 51' 42.6519" N, 86° 51' 42.3192" E



68

← Foto 39:

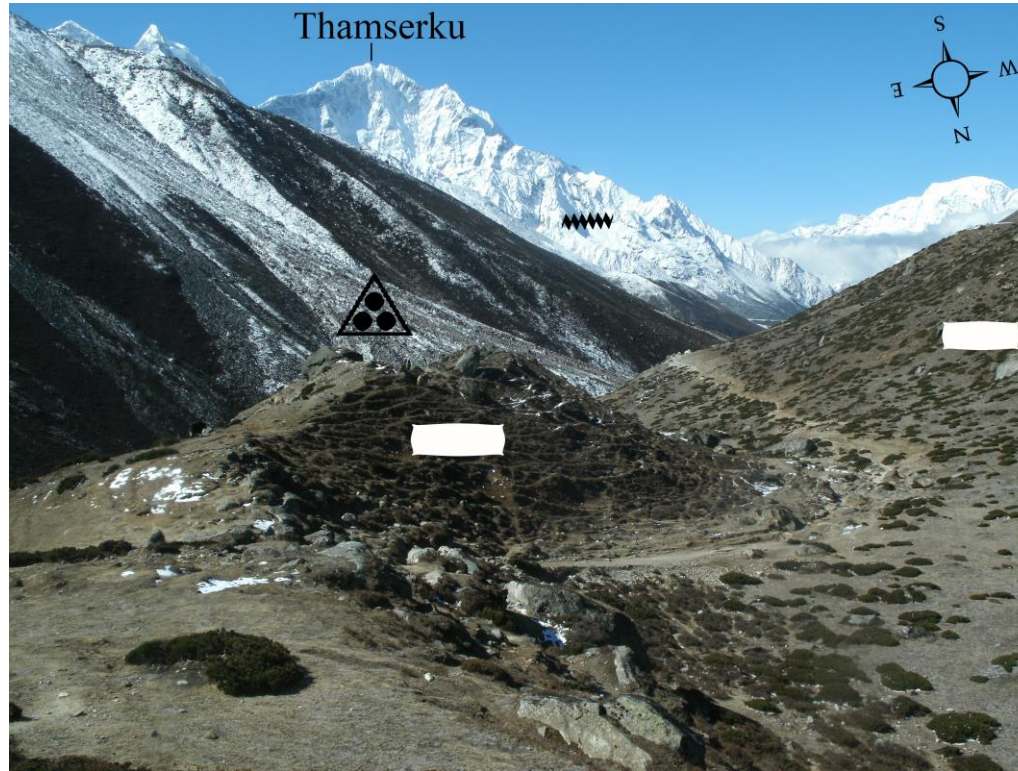
Blick talaufwärts gen Osten in Richtung Dingboche (⊙). In diesem Trogtal (▼, siehe Talquerprofil 2) waren an den Talhängen Grundmoränenreste (■) zu erkennen, wobei die Talsohle mit glazifluvialen Material überlagert wurde (nach Kuhle 2005:Foto 77 Sander bzw. glazifluviale Schotterflur -1 bis -2 der neoglazialen Stadien VI bis VII). Auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955) waren fluvioglaziale Materialien auf dem Talboden und alte Moränen am Hang und auf der Karte von Kalvoda (1971-1975) fluvioglaziale Terrasse auf dem Talboden und Moränen des Dusa Typs auf dem Hang visualisiert. Auch bei Haffner (1972:Fig. 6) war der Talboden fluvioglazialer Entstehung. Der Imja Khola hat sich in die Talsohle eingeschnitten. Wie die Formen Trogtal und Grundmoränen deuteten auch die glaziären Dreieckshänge (▲) und die deutlich erkennbare Schriffgrenze (⚡) auf eine ausgiebige Vergletscherung dieses Tales hin. Letztgenannte deutete auf eine hochglaziale Eismächtigkeit im Imja Tal zwischen Chhukung und Dingboche auf ca. 1.200 m (Schriffgrenze zwischen Lhotse und Nuptse bei ca. 5.950 m Höhe; Erosionsrinne unterhalb des Lhotse Nup Gletscher bei ca. 4.750 m). Nach Kuhle (2005:Fig. 3/Profil 14, 15) – der den vorzeitlichen Haupttalboden rekonstruierte – betrug die maximale Eismächtigkeit in diesem Talabschnitt ca. 1.200 m bzw. verlief die Schriffgrenze in diesem Bereich nach Kuhle (2005:Foto 75) auf ca. 6.000 bis 6.100 m Höhe. Die rund ausgebildeten Bereiche der Ufermoränen (◐) gaben einen Hinweis auf eine minimale hochglaziale Vergletscherungsgrenze (—).

Standort: südwestlich von Dingboche (GPS: 27° 53.238'N 86° 49.560'E), orographisch linke Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.307 m/GPS, 4.293 m/GE, 4.290 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.254 m/GE, 4.250 m/GMG (relative Höhe: ca. 39 m/GE, 40 m/GMG); Sicht gen E bis ESE bzw. 110°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 07.04.2012.

← Talquerprofil 2 zu den Fotos 39 und 44:

Trogtal beim Ort Dingboche. Zum Vergleich konnte das talabwärtige Profil 15 von Kuhle (2005:Fig. 25) herangezogen werden.

Standort: etwa 6,5 km talaufwärtiges Querprofil von den Koordinaten GE: 27° 54.980'N 86° 50.271'E auf der orographisch rechten Imja Khola Talseite zu den Koordinaten GE: 27° 51.711'N 86° 51.705'E; Ama Dablam auf der orographisch linken Imja Khola Talseite.



↑ Foto 40:

Blick talabwärts in Richtung des Thamserku. Im Vordergrund waren zwei Ufermoränenzüge (■) zu sehen, wobei der rechts im Bild nach Kuhle (2005:Fig. 3) ins neoglaziale Stadium V und nach Finkel et al. (2003:Fig. 1) ins Periche II und der links im Bild nach letztgenannten Forschern ins Pheriche I Stadium, nach Richards et al. (2000:Fig. 2A, Tab. 1) ins Periche Stadium, nach Müller (1980) ins `Pheriche Stage and older´ sowie nach Fushimi (1977:Fig. 11), Fushimi (1978:Fig. 10) und Iwata (1976:Fig. 1) ins Periche Stadium eingeordnet wurde. Auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955) waren hier aktuelle Moränen und auf der Karte von Kalvoda (1971-1975) Moränen des Dusa Typs visualisiert. Viele Indizien sprachen dafür, dass es sich bei diesen Moränenzügen um jüngere handelte als die meisten Forscher angaben. Auf der gegenüberliegenden Talseite wurden vorwiegend kantengerundete bis gerundete Blöcke in Form eines Fächers / Kegels abgelagert bzw. es verstürzten bei dieser Hangneigung einige. Es bildete sich ein sog. Sander (▲) im Zungenbereich des Tsuru Gletscher. Nach Kuhle (2005:Foto 80) wurde die Endmoräne durch `moraine slides´ und `debris flows´ glazifluvial hangabwärts transportiert, nach Barnard, Owen, Finkel (2006:Fig. 2) als `fan´ bezeichnet. Bei Haffner (1972:Fig. 6) waren diese Bereiche als Gletscherzunge visualisiert ohne End- oder Seitenmoränen, ebenso wie auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955). Die höchstliegende Schliffgrenze (\*\*\*\*) konnte unterhalb des Thamserku auf ca. 4.700 m abgelesen werden. Bei einem rezenten Talboden auf ca. 3.680 m Höhe ergab dieses eine hochglaziale Eismächtigkeit von ca. 1.020 m. Dieses Ergebnis stimmte in etwa mit dem von Kuhle (2005:Fig. 3) überein. Er kam durch das talaufwärtigere Profil 22 auf eine Eismächtigkeit von 1.250 m und im Nachbartal des Bhote Koshi durch das Profil 26 auf eine Eismächtigkeit von 1.000 m. Auch bei Kuhle (2005:Foto 66) war nachvollziehbar, dass die Schliffgrenzen ebenfalls so gesetzt wurden bzw. auf ca. 5.200 bis 4.500 m Höhe lagen.

Standort: südwestlich von Dingboche (GPS: 27° 53.113'N 86° 49.459'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.290 m/GPS, 4.277 m/GE, 4.280 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.238 m/GE, 4.258 m/GMG (relative Höhe: ca. 39 m/GE, 22 m/GMG); Sicht gen S bis SSE bzw. 200°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 07.04.2012.





← Foto 41:

Moränenwall (■, 1 m Stock als Größenmaß) talabwärts von Dingboche. Auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955) waren hier aktuelle Moränen und auf der Karte von Kalvoda (1971-1975) Moränen des Dusa Typs visualisiert. Nach Finkel et al. (2003:Fig. 1) soll dieser dem Periche I Stadium angehören, was durch die Datierungen ihrer Blöcke 9 bis 11 bestimmt wurde, die sich laut Fig. 1 am südlichen Ende des Walles befinden sollen. Warum Finkel et al. (2003) nicht diese Blöcke im höheren Wallbereich, die größer erschienen, datierten (siehe Foto 44), blieb ungeklärt. Genaue Koordinatenangaben hätten den Standort der von Finkel et al. (2003) beprobten Blöcke präzisieren können. Dass es sich bei diesen Moränenwällen nicht um hochglaziale handelte, wurde bei der Betrachtung umgebender Formen wie etwa Grundmoränen (■) auf den Hängen und glaziären Dreieckshängen (▲) sowie anhand der höher liegenden Schliftgrenzen (⚡, hierzu auch Kuhle 2005:Foto 78) eindeutig. Ebenfalls deuteten Fächer- / Kegelformen wie Mischfächer (▲) auf verstürztes Moränenmaterial bzw. auf Moränenmaterial auf dem Hang, welches oft von Schutt durch Sturzprozesse überlagert wurde, wobei die Sturzschutfächer (▲) auf reines verstürztes Schuttmaterial verwiesen. Nach Richards et al. (2000:Fig. 2A, Tab. 1) fielen die genannten Moränenwälle ins Periche Stadium, nach Müller (1980) ins 'Pheriche Stage and older' sowie nach Fushimi (1977:Fig. 11), Fushimi (1978:Fig. 10) und Iwata (1976:Fig. 1) ins Periche Stadium.

Standort: südwestlich von Dingboche (GPS: 27° 53.026'N 86° 49.414'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.286 m/GPS, 4.259 m/GE, 4.250 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.229 m/GE, 4.230 m/GMG (relative Höhe: ca. 30 m/GE, 20 m/GMG); Sicht gen NNE; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 07.04.2012.





↑ Foto 42 und ↑ Foto 43:

Größter Block (1 m Stock als Größenmaß) auf dem Moränenwall südwestlich von Dingboche. Auf der Oberseite dieses Blockes war zu erkennen, dass Gesteinsproben abgeschlagen wurden. Ob es sich hierbei um die Proben von Finkel et al. (2003) handelte, war nicht zu klären. Fig. 1 bei Finkel et al. (2003), bei dem die drei datierten Blöcke am Süden des Moränenwalls gekennzeichnet waren, sprach dagegen. Fraglich war nur, warum ein so großer Block nicht datiert wurde. Genaue Koordinatenangaben hätten den Standort der von Finkel et al. (2003) beprobten Blöcke präzisieren können.

Standort: südwestlich von Dingboche (GPS: 27° 53.024'N 86° 49.415'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.282 m/GPS, 4.257 m/GE, 4.250 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.229 m/GE, 4.230 m/GMG (relative Höhe: ca. 28 m/GE, 20 m/GMG); Sicht von oben bei Foto 42, Sicht gen ESE bis SE bzw. 120° bei Foto 43; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 07.04.2012.





↑ Foto 44:

Blick talaufwärts ins Trogtal (siehe Talquerprofil 2) gen Nordosten in Richtung Dingboche. Im Vordergrund waren Moränenzüge (■) ausgebildet, die auf ein Stadium hindeuteten, als der vorzeitliche Khumbu Gletscher noch mächtiger war als zu der Zeit, bei der die ganz links im Bild zu erkennende Ufermoräne, wo nur der untere Hangbereich zu sehen war, abgelagert wurde. Nach Kuhle (2005:Fig. 3) wurde der letztgenannte Moränenwall als neoglaziale Ufermoräne Stadium V festgelegt, nach Finkel et al. (2003:Fig. 1) jedoch als Periche II und die im Vordergrund zu sehenden Wälle als Periche I Moränen festgelegt. Nach Richards et al. (2000:Fig. 2A, Tab. 1) fielen die genannten Moränenwälle ins Periche Stadium, nach Müller (1980:Fig. 3) ins 'Pheriche Stage and older' sowie nach Fushimi (1977:Fig. 11), Fushimi (1978:Fig. 10) und Iwata (1976:Fig. 1) ins Periche Stadium. Nach Williams (1983:Fig. 2) stellten die Moränen das maximale spätpleistozäne Stadium dar. Auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955) waren hier aktuelle Moränen und auf der Karte von Kalvoda (1971-1975) Moränen des Dusa Typs visualisiert. Im Hintergrund des Bildes waren ebenfalls Ufermoränen zu erkennen. Hinweise auf eine mächtigere hochglaziale Vergletscherung dieses Trogtales gaben die glaziären Dreieckshänge (▲), die Grundmoränenreste (■; nach Kuhle 2005:Fig. 3 Grundmoränenmaterial mit nicht erratischen Blöcken) und die Schlifffgrenzen (\*\*\*, linke Schlifffgrenze hierzu auch Kuhle 2005:Foto 78). Die Erosionsrinnen (▼) am Hang zwischen Pokalde und Nangkar Tsang deuteten auf zerschnittene Moränenbereiche und die Fächer- / Kegelformen auf Sturzprozesse am Hang, wobei die Sturzschuttfächer (▲) auf reines Schuttmaterial deuteten und die Mischfächer (▲) auch verstärktes Moränenmaterial enthielten bzw. das Moränenmaterial auf dem Hang erkennbar war, welches oft von Schutt durch Sturzprozesse überlagert wurde. An der Ausgestaltung der Felswände zwischen den Bergen Nuptse und Lhotse und unterhalb von Pokalde konnten Schlifffgrenzhöhen abgelesen werden. Diese deuteten auf eine hochglaziale Eismächtigkeit im Imja Tal zwischen Chhukung und Dingboche auf ca. 1.200 m (Schlifffgrenze zwischen Lhotse und Nuptse bei 5.950 m; Erosionsrinne unterhalb des Lhotse Nup Gletscher bei ca. 4.750 m) und im Lobuche Tal zwischen Thokla und Pheriche auf 1.100 m (Schlifffgrenze auf ca. 5.410 m; rezenter Talboden bei ca. 4.310 m Höhe). Da es sich bei den Schlifffgrenzen um die höchst gelegenen handelte, konnten diese Werte als hochglaziale Eismächtigkeiten gelten. Nach Kuhle (2005:Fig. 3/Profil 12, 14, 15) – der den vorzeitlichen Haupttalboden rekonstruierte – betrug die maximale Eismächtigkeit in diesem Talabschnitt ca. 1.200 m. Somit waren die Einordnungen der Ufermoränen von Finkel et al. (2003) ins Hochglazial zu hinterfragen.

Standort: südwestlich von Dingboche (GPS: 27° 52.956'N 86° 49.327'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.260 m/GPS, 4.255 m/GE, 4.260 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.224 m/GE, 4.220 m/GMG (relative Höhe: ca. 31 m/GE, 40 m/GMG); Sicht gen NE bis ENE bzw. 60°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 07.04.2012.



↑ Foto 45:

Auf diesem Hang verstrüzt Moränenmaterial (▲). Dieses war zu erkennen, da nicht nur kantiges, sondern auch kantengerundetes bis gerundetes Material hangabwärts transportiert wurde. Es handelte sich hierbei um die orographisch rechte Ufermoräne (■) talabwärts von Dingboche. Auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955) waren hier aktuelle Moränen und auf der Karte von Kalvoda (1971-1975) Moränen des Dusa Typs visualisiert. Eine minimale Eisverfüllungsgrenze (—) konnte durch das Vorhandensein von Moränenmaterial auf diesem Foto festgestellt werden.

Standort: südwestlich von Dingboche (GPS: 27° 52.890'N 86° 49.205'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.240 m/GPS, 4.234 m/GE, 4230 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.207 m/GE, 4.200 m/GMG (relative Höhe: ca. 27 m/GE, 30 m/GMG); Sicht gen NW; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 07.04.2012.



↑ Foto 46:

Blick von der orographisch rechten Imja Khola Talseite talaufwärts auf die orographisch linke. In diesem deutlich ausgeprägten Trogtal (♣, siehe Talquerprofil 2) talabwärts von Dingboche in der Nähe des Konfluenzbereiches zum Khumbu / Lobuche Khola waren viele kantengerundete bis gerundete Blöcke zu erkennen, wobei sich diese auf der gegenüberliegenden Talseite in Form eines Fächers / Kegels ansammelten bzw. bei dieser Hangneigung verstrüzten und einen sog. Sander (▲) im Zungenbereich des Tsuru Gletscher bildeten. Nach Kuhle (2005:Foto 80) wurde die Endmoräne – nach Kuhle (2005:Fig. 3) historisches bis rezentes Stadium VIII-XII – durch `moraine slides` und `debris flows` glazifluvial hangabwärts transportiert, nach Barnard, Owen, Finkel (2006:Fig. 2) als `fan` bezeichnet. Bei Haffner (1972:Fig. 6) waren diese Bereiche als Gletscherzunge visualisiert ohne End- oder Seitenmoränen, ebenso wie auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955). Im Vordergrund des Bildes war ein ca. 9 bis 10 m über dem Talboden liegender Gneis-Block (1 m Stock als Größenmaß) zu sehen, der eindeutige fluviale Einkerbungen bzw. Strudelformen (↓) aufwies. Diese waren glazifluvial zu erklären. Anstehende Gesteine auf der orographisch linken Imja Khola Talseite waren Granite und ähnliche magmatische Gesteine (9) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Leukogranite in den höheren Hangbereichen (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. schwarze Gneise in mittleren und Granite in höheren Hangbereichen (vgl. geologische Karte Khumbu 1). Auf der orographisch rechten Talseite standen Turmalingranite sowie auch Glimmergneise, Schiefer, Quarzite (vgl. geologische Karte Nepal) und in den höheren Hangbereichen Leukogranite (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. Migmatite an (vgl. geologische Karte Khumbu 1). Schwarze Gneise traten im Talbodenbereich auf (vgl. geologische Karte Khumbu). Das bedeutete, dass dieser Block nicht weit transportiert worden sein muss. Eine minimale Eisverfüllungsgrenze (—) konnte durch die gerundeten Hangformen in diesem Bildausschnitt festgelegt werden.

Standort: südwestlich von Dingboche (GPS: 27° 52.829'N 86° 49.081'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.187 m/GPS, 4.179 m/GE, 4.170 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.169 m/GE, 4.161 m/GMG (relative Höhe: ca. 10 m/GE, 9 m/GMG); Sicht gen NE bis ENE bzw. 60°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 07.04.2012.

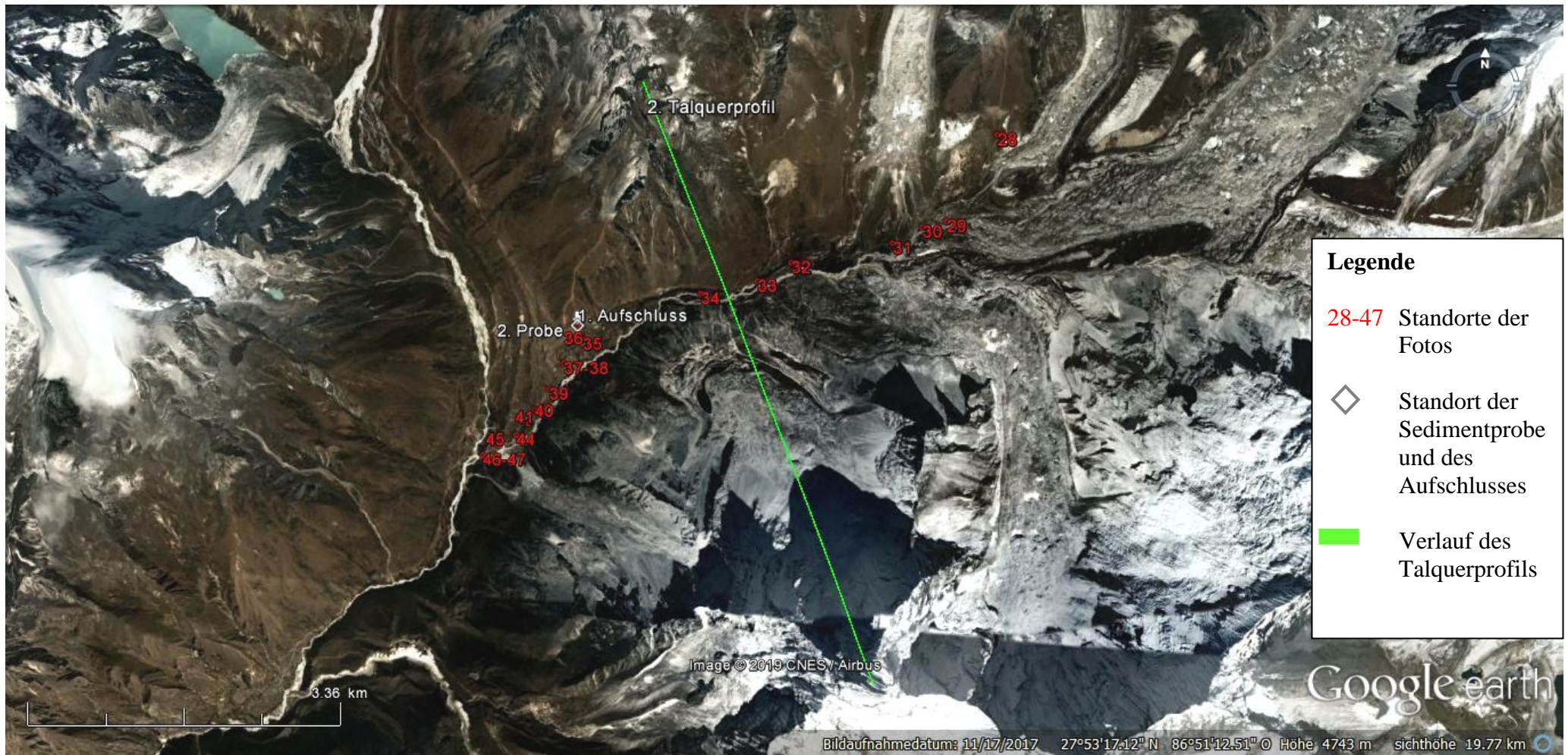




← Foto 47:

Orographisch rechte Ufermoräne (■) talabwärts von Dingboche. Es waren kantengerundete bis gerundete Blöcke zu erkennen. Dieser Bereich war einstmalig von Eis überdeckt (■). Auf der Karte von Bordet, Latreille (1954-1955) wurden hier aktuelle Moränen und auf der Karte von Kalvoda (1971-1975) Moränen des Dusa Typs visualisiert.

Standort: südwestlich von Dingboche (GPS: 27° 52.829'N 86° 49.081'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.187 m/GPS, 4.179 m/GE, 4.170 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.169 m/GE, 4.161 m/GMG (relative Höhe: ca. 10 m/GE, 9 m/GMG); Sicht gen NE; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 07.04.2012.



**Legende**

- 28-47 Standorte der Fotos
- ◇ Standort der Sedimentprobe und des Aufschlusses
- Verlauf des Talquerprofils

Karte 7: Standorte für Fotos, eine Sedimentprobe, einen Aufschluss sowie der Verlauf des Talquerprofils im Imja Khola. Sichthöhe 19,77 km. Quelle Google Earth.





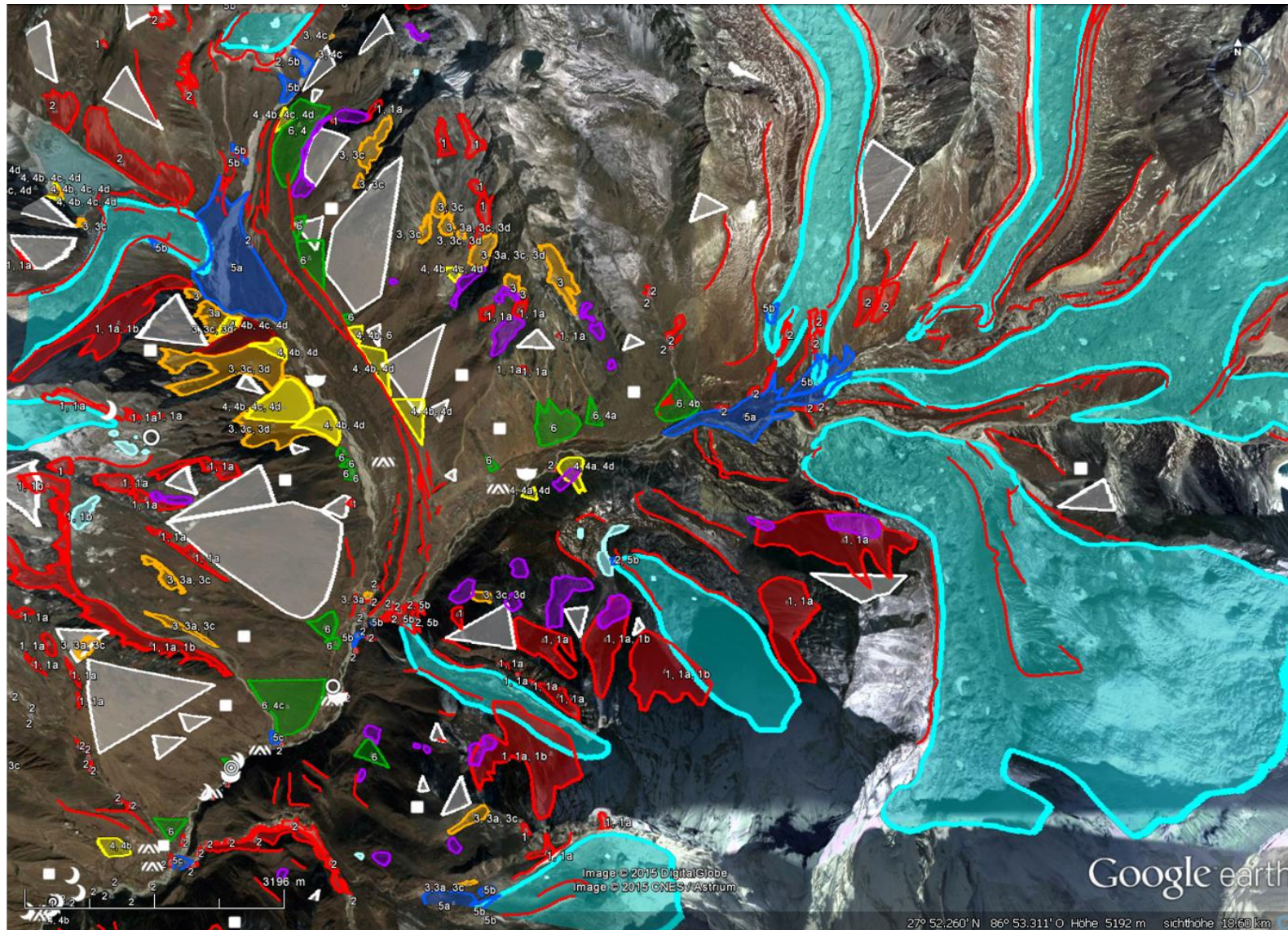
Karte 7, Ausschnitt. Sichthöhe 11,01 km. Quelle Google Earth.





Karte 7, Ausschnitt. Sichthöhe 11,01 km. Quelle Google Earth.



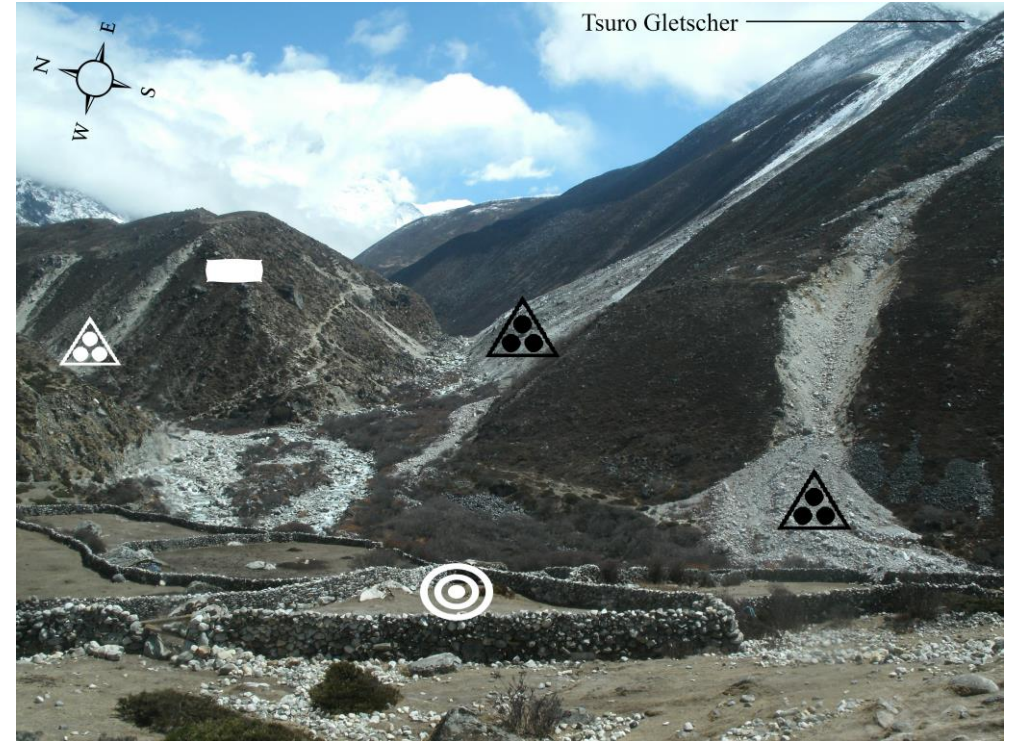


**Legende**

- ▲ glaziäre Dreieckshänge
- ▲ Sturzfächer/-kegel
  - 1 – Sturzschuttfächer
  - 1a – überlagern Moränenmaterial
  - 1b – von Schnee und Lawinen überlagert
- 2 – Sturzmoränenfächer
- ▲ Mischfächer/-kegel
  - 3a – hpts. aus Schutt
  - 3b – hpts. aus Moränenmaterial
  - 3c – überlagern Moränenmaterial
  - 3d – von anderen Prozessen überlagert
- ▲ Murfächer/-kegel
  - 4a – Murschuttfächer/-kegel
  - 4b – Murmoränenfächer/-kegel
  - 4c – Murschwemmfächer/-kegel
  - 4d – von anderen Prozessen überlagert
- ▲ Schwemmfächer/-kegel
  - 5a – Schwemmschuttfächer/-kegel mit Schutt- und Moränenmaterial
  - 5b – Sander
  - 5c – hpts. aus Moränenmaterial
- ▲ zerschnittene Grundmoränen
- Gletscher, Lawinenkegel, Seen
- Berg-/Felssturz
- Blockgletscher/ Schuttloben
- Moränenzüge
- Grundmoräne
- Rundhöcker
- Trogtal
- Gletscherschliff
- glazifluviale Terrasse
- Strudeltopf

Karte 8: Geomorphologische Karte Imja Khola. Quelle Google Earth.





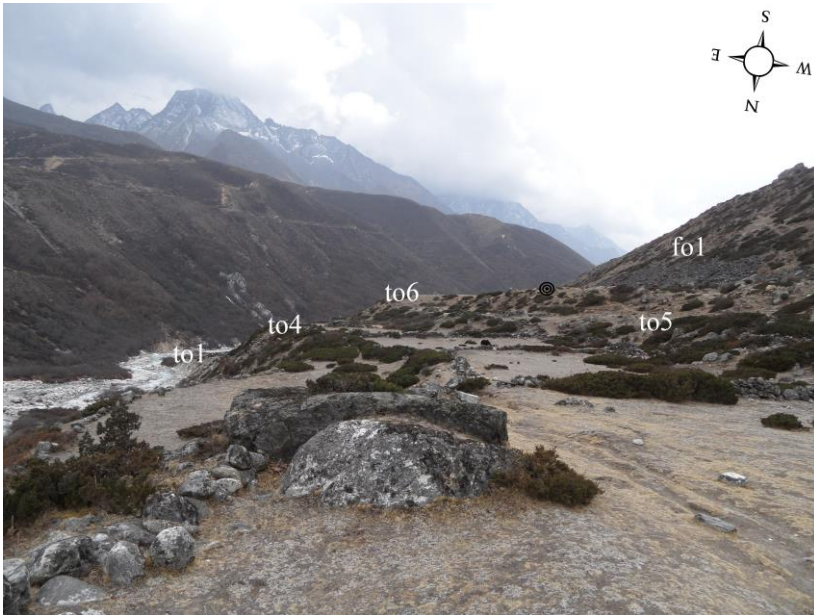
↑ Foto 48 und ↑ Foto 49:

Blick vom Ort Orsho (⊙) auf den Konfluenzbereich zwischen Khumbu / Lobuche Khola und Imja Khola talabwärts von den Orten Dingboche und Pheriche (siehe Foto 49). Zwischen den beiden rezenten Schottersohlen lag eine Ufermoräne (■ weiß, nach Kuhle 2005:Fig. 3 neoglaziales Stadium V), die auf eine einstmalige Vergletscherung dieser Täler hindeutete. An der Ufermoräne waren Abbruch- / Abrutschbereiche im Moränenmaterial (▲ weiß) zu erkennen, die hangabwärts Fächer aus disloziertem Moränenmaterial entstehen ließen. Auf Foto 48 reichte die Sicht weiter talabwärts gen Südosten. Dort sammelten sich vor allen Dingen kantengerundete bis gerundete Blöcke auf der gegenüberliegenden Talseite in Form eines Fächers / Kegels bzw. es verstürzten wohl einige und bildeten sog. Sander (▲ schwarz) im Zungenbereich des Tsuro Gletscher aus. Nach Kuhle (2005:Foto 80) wurde die Endmoräne durch `moraine slides` und `debris flows` glazifluvial hangabwärts transportiert. Der orographisch rechte Seiten- bis Endmoränenzug (■ schwarz) des Tsuro Gletscher deutete auf die direkte Verbindung der Fächer / Kegel zum Gletscher.

Standort Foto 48: zwischen Orsho und Dingboche, bei Tsuro Og (GPS: 27° 52.805'N 86° 48.926'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.185 m/GPS, 4.180 m/GE, 4.178 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.146 m/GE, 4.140 m/GMG (relative Höhe: ca. 34 m/GE, 38 m/GMG); Sicht gen ESE bis SE bzw. 130°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 07.04.2012.

Standort Foto 49: Orsho (GPS: 27° 52.688'N 86° 48.835'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.179 m/GPS, 4.183 m/GE, 4.180 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.130 m/GE, 4.122 m/GMG (relative Höhe: ca. 53 m/GE, 58 m/GMG); Sicht gen ENE bis E bzw. 70°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 07.04.2012.





↑ Foto 50:

Blick entlang des Trogtales (siehe Talquerprofil 3) auf den Ort Orsho (⊙) bzw. auf die von Barnard, Owen, Finkel (2006) in Fig. 6 ausgewiesenen Terrassen to1, to4, to5, to6 und den Fächer fo1. Die jüngste Terrasse to1 befand sich direkt in der Nähe zum Imja Khola, wobei sich die anderen älteren hangaufwärts anschlossen. Terrasse to3 soll laut Fig. 6 rund 4.400 Jahre, to4 rund 4.800 Jahre und to6 rund 11.000 Jahre alt sein. Anhand der Daten in Tab. 1 fiel jedoch auf, dass die Daten enorm schwankten: bei to4 von ca. 4.000 bis ca. 35.000 Jahre und bei to6 ca. 10.000 bis ca. 14.000. Das hieß, dass die Daten von etwa 4.000 bis etwa 31.000 Jahre schwankten, aber trotzdem ein Alter, ohne den Ausreißer mit zu berücksichtigen, angegeben wurde. Das Alter der Terrassen to1, to5 und des Fächers fo1 wurde in Fig. 6 und in Tab. 1 nicht angegeben bzw. wurden diese nicht beprobt. Dieser nach Barnard, Owen und Finkel sog. `fan´ stellte wohl eher einen glaziären Dreieckshang mit überlagerter zerschnittener Grundmoräne und wenigen Schuttpartikeln, die von oberen Hangbereichen aus dem Anstehenden stammten, dar. Auf jeden Fall stellte nicht der gesamte Hang, sondern nur einzelne Partien einen typischen Fächer dar. Auch Kuhle (2005:Fig. 3) verwies auf einen glaziären Dreieckshang, auf dem Grundmoränen mit erratischen Blöcken vorkamen.

Standort: zwischen Orsho und Tsuru Og (GPS: 27° 52.467'N 86° 48.812'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.130 m/GPS, 4.116 m/GE, 4.110 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.100 m/GE, 4.095 m/GMG (relative Höhe: ca. 16 m/GE, 15 m/GMG); Sicht gen SSE bis S bzw. 170°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 31.03.2012.



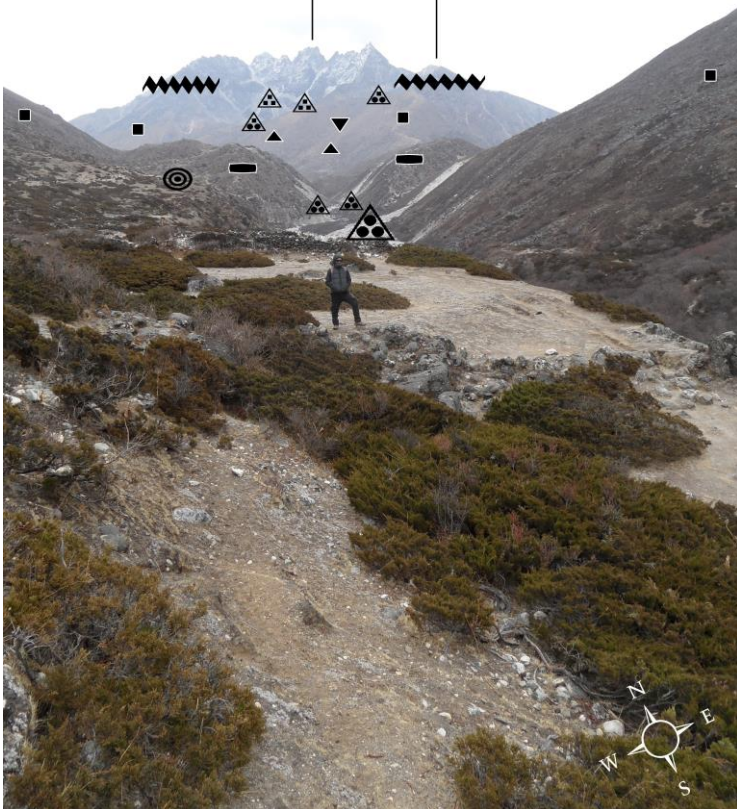
↑ Foto 51:

Block (1 m Stock als Größenmaß) in Form eines Rundhöckers mit glatter flacher Luv- und steiler Leeseite bei Orsho (⊙). Nach Barnard, Owen, Finkel (2006:Fig. 6) lag dieser auf der Terrasse to4, die rund 4.800 Jahre alt sein soll, obwohl die Daten in Tab. 1 und Fig. 9 von ca. 4.000 bis 35.000 Jahren schwankten.

Standort: Orsho (GPS: 27° 52.390'N 86° 48.799'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.117 m/GPS, 4.107 m/GE, 4100 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.090 m/GE, 4.085 m/GMG (relative Höhe: ca. 17 m/GE, 15 m/GMG); Sicht gen SW bis WSW bzw. 240°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 31.03.2012.

## Pokalde

### Nangkar Tsang



← Foto 52:

Blick im Trogtal (siehe Talquerprofil 3) talaufwärts in Richtung Turo Og (◎). Die Ufer- bis Endmoränen (■) verwiesen auf ein vorzeitliches Khumbu Gletscherende. Nach Kuhle (2005:Fig. 3) gehörten sie dem neoglazialen Stadium V an. Die Schlifffgrenzen (~~~~~; hierzu auch Kuhle 2005:Foto 78) deuteten gegenüber den genannten Moränenzügen auf eine maximalere bzw. auf die maximalste hochglaziale Vergletscherung des Tales hin. Im Talbodenbereich wiesen die Moränenzüge Moränenfächer / -kegel (▲) durch Nachbrüche oder -rutschungen auf. Am Südhang des Berges Pokalde waren Fächer / Kegel zu erkennen, die im oberen Hangbereich reine Sturzschuttfächer (▲) und im mittleren bis unteren Hangbereich eher Mischfächer / -kegel (▲) aus verstürztem Schutt- und Moränenmaterial darstellten. Bei den erstgenannten Fächern / Kegeln war nicht auszuschließen, dass sie unter dem Schuttmaterial Moränenmaterial aufwiesen, sowie bei den letztgenannten, dass fluviale Prozesse bei der Entstehung eine Rolle gespielt haben könnten. Grundmoränen (■) auf den oft zu glaziären Dreieckshängen (▲) umgestalteten Hängen können durch Erosionsrinnen (▼) zerschnitten sein oder hangabwärts als Fächer / Kegel disloziert werden. Im Vordergrund war die nach Barnard, Owen, Finkel (2006:Fig. 6) ausgewiesene Terrasse to4 zu sehen, die rund 4.800 Jahre alt sein soll, obwohl die Daten in Tab. 1 und Fig. 9 von ca. 4.000 bis 35.000 Jahren schwankten.

Standort: Orsho (GPS: 27° 52.365'N 86° 48.790'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.115 m/GPS, 4.104 m/GE, 4.100 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.086 m/GE, 4.082 m/GMG (relative Höhe: ca. 18 m/GE, 18 m/GMG); Sicht gen N bis NE; Bw 3,9 mm.  
Foto: E. Spitzer, 31.03.2012.





↑Foto 53:

Blick gen Süden in Richtung des Ortes Orsho. Nach Barnard, Owen, Finkel (2006:Fig. 6) lagen die Blöcke auf der Terrasse to6. Ob es sich bei den Blöcken um welche der von den Forschern untersuchten Blöcken (E12, E13 oder E14) in dieser Nähe handelte, konnte nicht sicher geklärt werden. Genaue Koordinatenangaben hätten den Standort der untersuchten Blöcke präzisieren können.

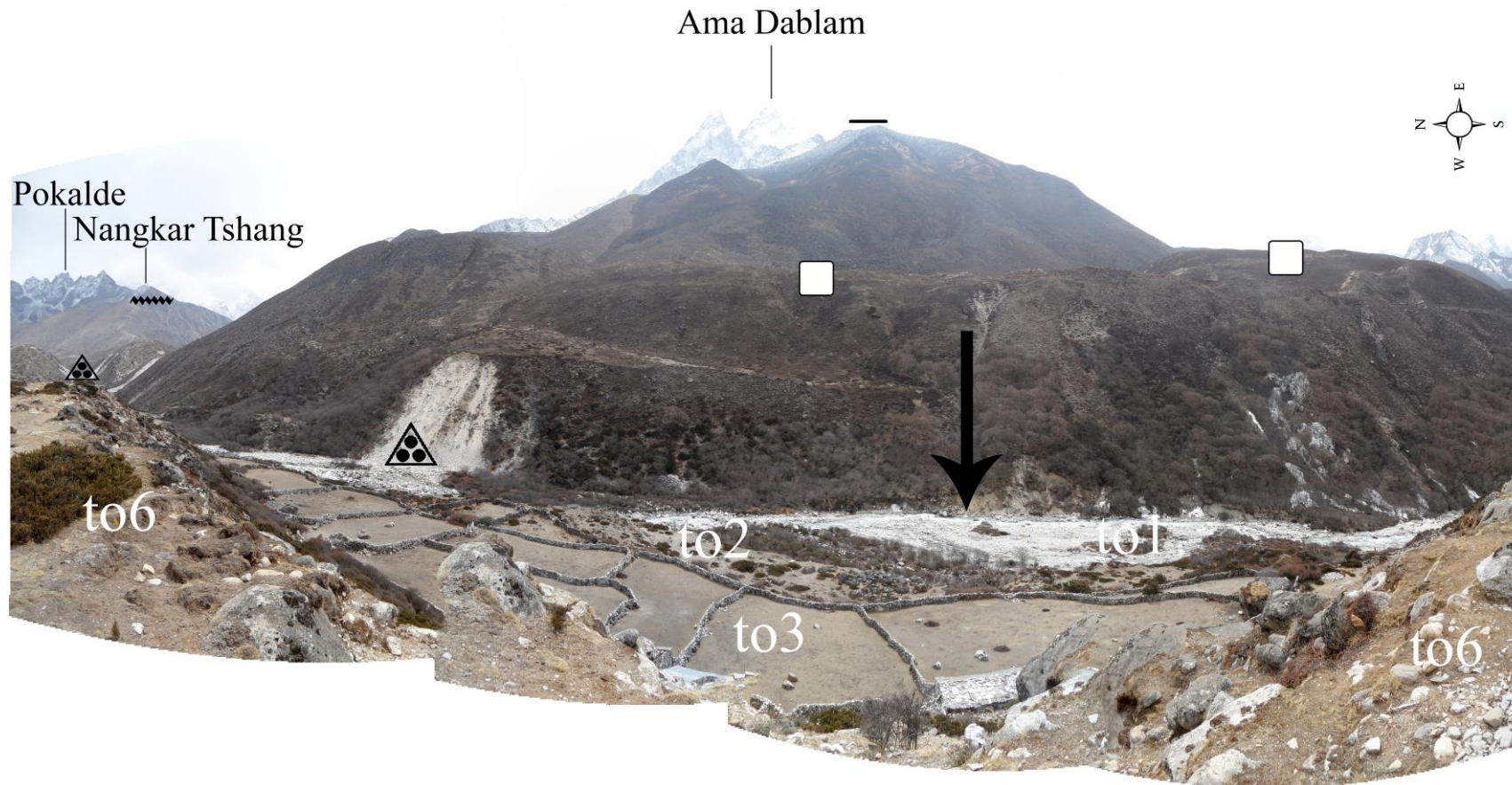
Standort: Orsho (GPS: 27° 52.398'N 86° 48.768'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.130 m/GPS, 4.123 m/GE, 4.160 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.093 m/GE, 4.140 m/GMG (relative Höhe: ca. 30 m/GE, 20 m/GMG); Sicht gen S bzw. 170°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 07.04.2012.



↑ Foto 54:

Etwa 2,5 m hoher und etwa 3 m langer Block (1 m Stock als Größenmaß) bei Orsho. Nach Barnard, Owen, Finkel (2006:Fig. 6) lag der Block auf der Terrasse to6. Ob es sich bei dem Block um einen der von den Forschern untersuchten Blöcke (E13 oder E14) in dieser Nähe handelte, konnte nicht sicher geklärt werden. Genaue Koordinatenangaben hätten den Standort der untersuchten Blöcke präzisieren können. Im Hintergrund des Bildes waren Moränenablagerungen (■) ausmachbar.

Standort: Orsho (GPS: 27° 52.342'N 86° 48.750'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.123 m/GPS, 4.115 m/GE, 4.110 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.080 m/GE, 4.078 m/GMG (relative Höhe: ca. 35 m/GE, 32 m/GMG); Sicht gen ESE bis SE bzw. 120°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 07.04.2012.



↑ Foto 55:

Sicht vom Ort Orsho entlang eines Trogtales (siehe Talquerprofil 3) gen Ama Dablam bzw. von der von Barnard, Owen, Finkel (2006:Fig. 6) visualisierten Terrasse to6 auf die Terrassen to3, to2 und to1. Die jüngste Terrasse to1 befand sich direkt in der Nähe zum Imja Khola (↓), wobei sich die anderen älteren hangaufwärts anschlossen. Terrasse to3 soll laut Fig. 6 rund 4.400 Jahre und to6 rund 11.000 Jahre alt sein. Anhand der Daten in Tab. 1 fiel jedoch auf, dass die Daten enorm schwankten: bei to3 reichten die Daten von ca. 4.000 bis ca. 5.000 Jahre und bei to6 ca. 10.000 bis ca. 14.000. Das hieß, dass die Daten von etwa 1.000 bis 4.000 Jahre schwankten, aber trotzdem ein Alter, ohne das unbedingt Ausreißer mit berücksichtigt wurden, angegeben wurde. Das Alter der Terrasse to1 und to2 wurde in Fig. 6 und in Tab. 1 nicht angegeben. Auf der gegenüberliegenden Talseite waren Grundmoränenablagerungen (■); nach Kuhle 2005:Foto 80 Grundmoränenpodeste der hoch- bis spätglazialen Stadien 0 bis III) und Sturzmoränenfächer (▲), ein minimaler Eispegelstand (—) sowie eine Schriffgrenze (⋄) auszumachen.

Standort: Orsho (GPS: 27° 52.272'N 86° 48.735'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.105 m/GPS, 4.100 m/GE, 4.097 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.062 m/GE, 4.058 m/GMG (relative Höhe: ca. 38 m/GE, 39 m/GMG); Sicht gen E; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 13.03.2012.





← Foto 56:

Blöcke mit deutlichen glazifluvialen Spülformen (↓) auf einer nach Barnard, Owen, Finkel (2006:Fig. 6) ausgewiesenen Terrasse to2 (©). Der Fluss Imja Khola hat sich in die Terrassen eingeschnitten, wobei durch Anrissbereiche (⚠) Material verstürzte.

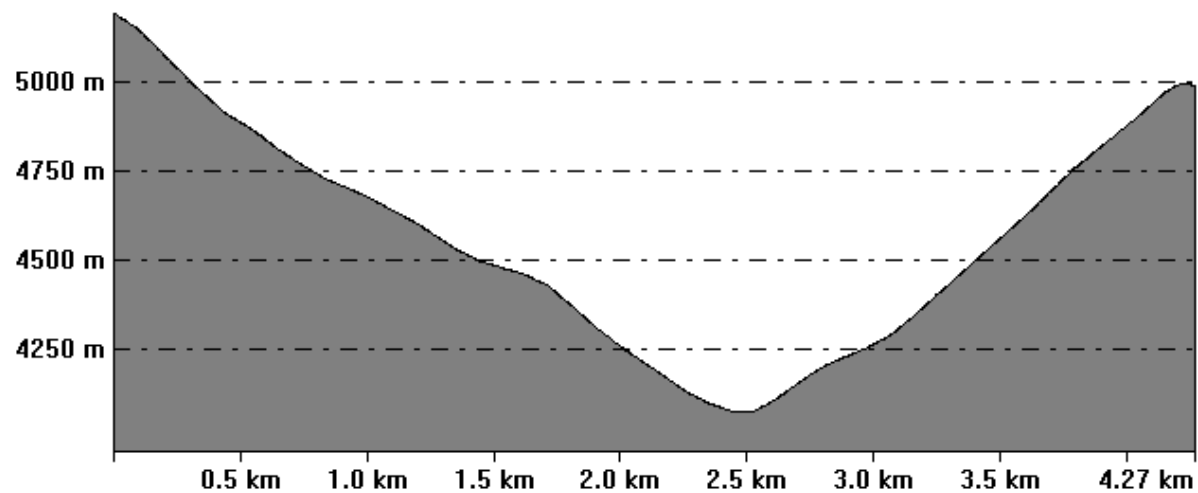
Standort: bei Orsho (GPS: 27° 52.241'N 86° 48.781'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.073 m/GPS, 4.071 m/GE, 4.070 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.062 m/GE, 4.058 m/GMG (relative Höhe: ca. 9 m/GE, 12 m/GMG); Sicht gen SE; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 31.03.2012.

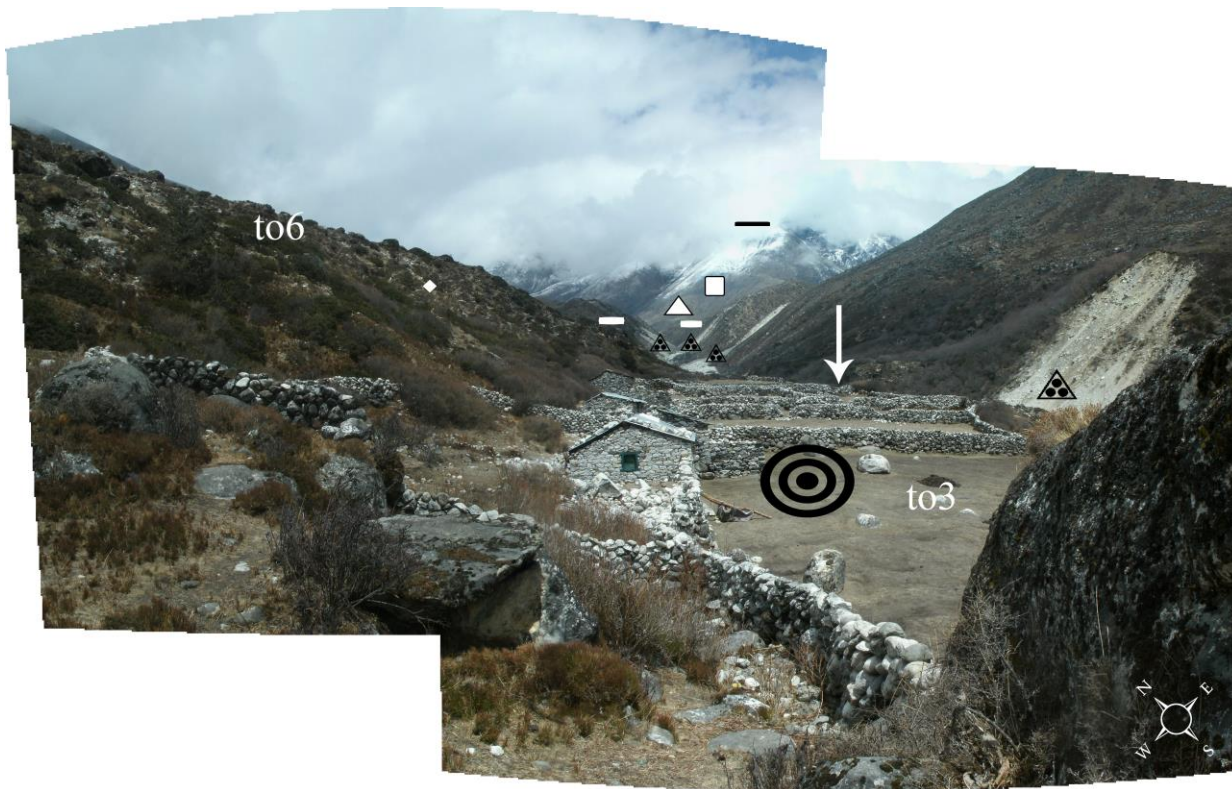
From Pos: 27° 52' 51.3483" N, 86° 47' 27.5217" E To Pos: 27° 51' 54.1069" N, 86° 49' 49.7780" E

→ Talquerprofil 3 zu den Fotos 55 und 57:

Trogtal beim Ort Orsho. Auf beiden Talseiten waren glaziäre Dreieckshänge zu erkennen.

Standort: etwa 4,3 km talaufwärtiges Querprofil von den Koordinaten GE: 27° 52.856'N 86° 47.459'E auf der orographisch rechten Imja Khola Talseite zu den Koordinaten GE: 27° 51.902'N 86° 49.830'E auf der orographisch linken Imja Khola Talseite.





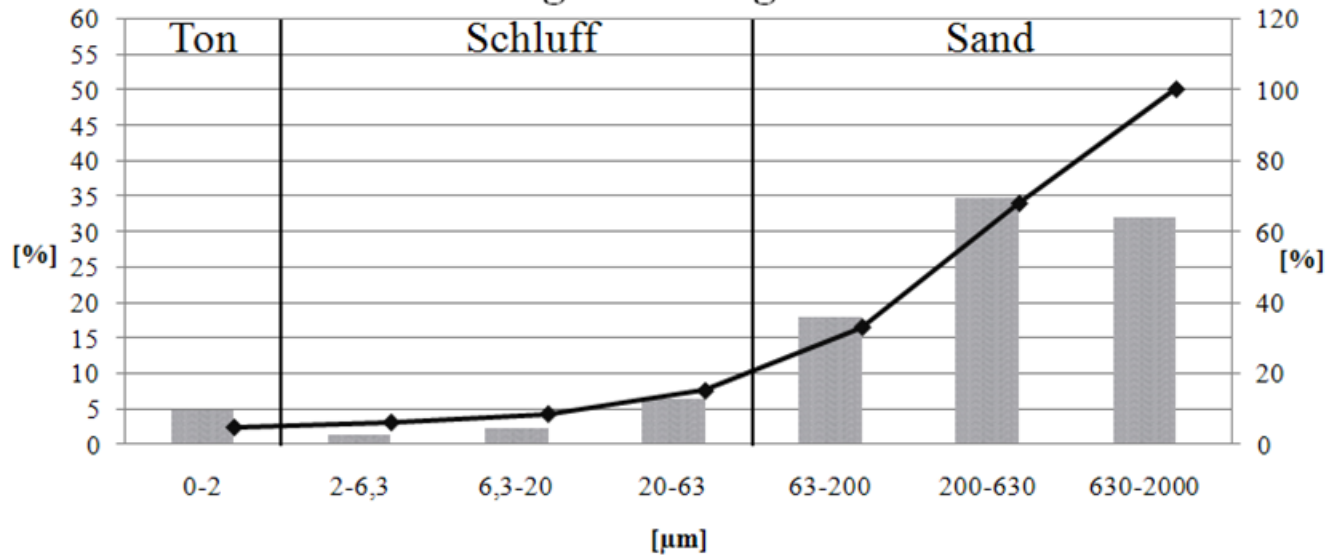
↑ Foto 57 und ↑ Foto 58:

Großer Granitblock (Foto 58) auf der nach Barnard, Owen, Finkel (2006:Fig. 6) ausgewiesenen Terrasse to3 bei Orsho (◎). Dass es sich bei dem Block um einen der von den Forschern untersuchten Blöcke (E18 bis E20) handelte, konnte bei alleiniger Betrachtung von Fig. 6 ausgeschlossen werden, da die untersuchten Blöcke direkt am Rand zur darunterliegenden Terrasse to2 eingezeichnet waren. Jedoch war dieses der größte Block auf der Terrasse und weitere kleinere Blöcke lagen nordöstlich von diesem. Es wird sich sicherlich bei dem fotografierten Block um den von den Forschern datierten Block E 18 handeln. Genaue Koordinatenangaben hätten den Standort der von Barnard, Owen und Finkel untersuchten Blöcke präzisieren bzw. eindeutig machen können. Im Hintergrund des Fotos 57 waren in diesem Trogtal (siehe Talquerprofil 3) glaziäre Dreieckshänge (▲), Grundmoränenablagerungen (■) – die auf eine minimale hochglaziale Vergletscherungsgrenze (—) hindeuteten, Ufermoränen (■) und bei diesen Nachbruch- oder -rutschbereiche (▲) und der Imja Khola (↓) zu erkennen. Eine Sedimentprobe (◆) wurde entnommen.

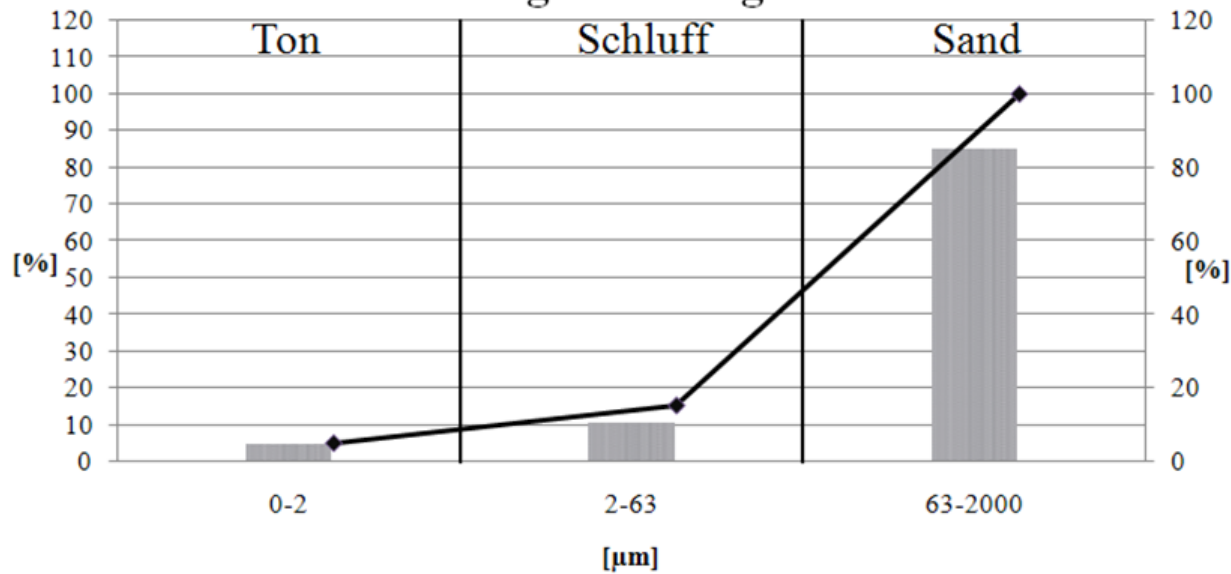
Standort: Orsho (ungefähre Koordinaten GPS: 27° 52.234'N 86° 48.750'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.094 m/GPS, 4.081 m/GE, 4.078 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.061 m/GE, 4.058 m/GMG (relative Höhe: ca. 20 m/GE, 20 m/GMG); Sicht gen NE bei Foto 57, Sicht gen SSE bis S bzw. 160° bei Foto 58; Bw 6,4 mm bei Foto 57, Bw 30,3 mm bei Foto 58. Foto: E. Spitzer, 07.04.2012.



### Probe 3 - Korngrößendiagramm 1

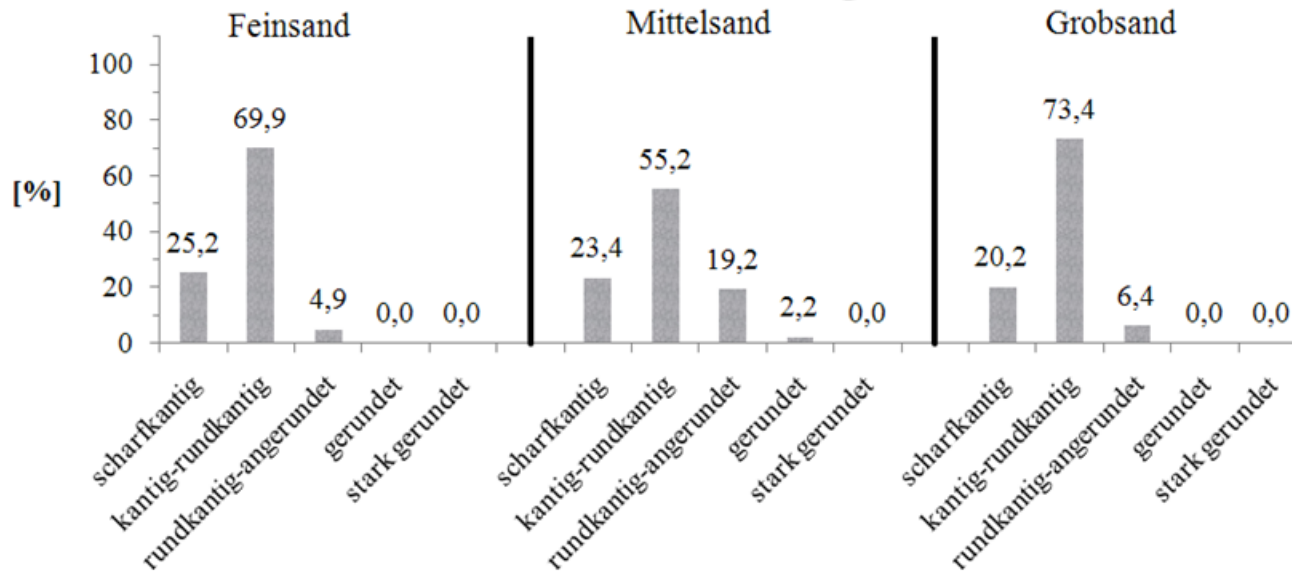


### Probe 3 - Korngrößendiagramm 2

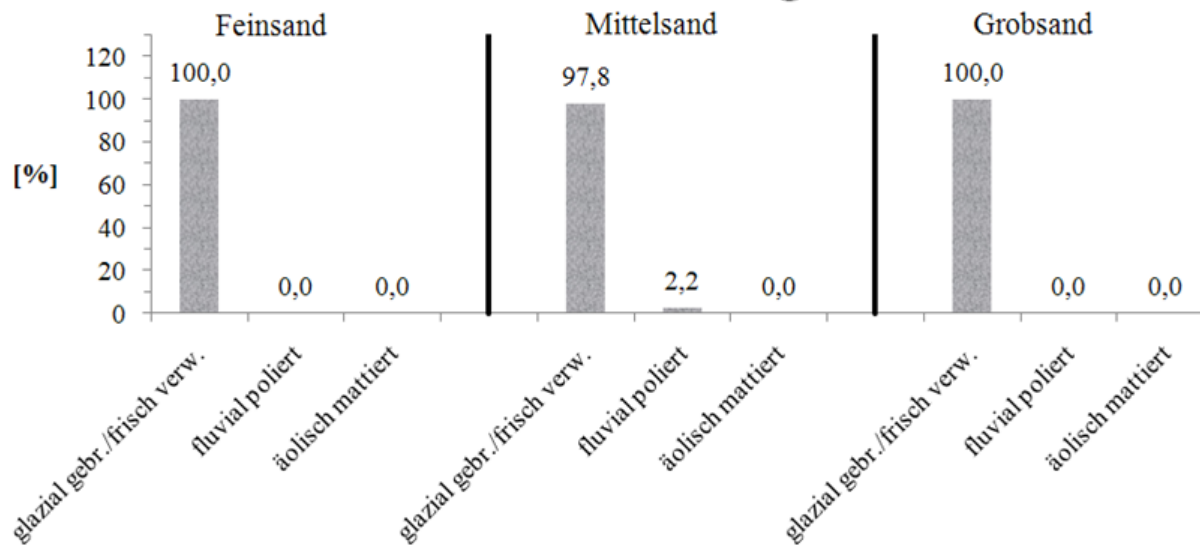


← Korngrößendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 3 von der orographisch rechten Imja Khola Talseite (siehe Foto 57; 27° 52.283'N 86° 48.752'E). Angaben des Ton-, Schluff- bzw. Fein-, Mittel- und Grobschluff- sowie Sand- bzw. Fein-, Mittel- und Grobsandgehaltes wurden in % angegeben. In der Probe waren 4,900 % Ton, 10,271 % Schluff (1,403 % Feinschluff, 2,357 % Mittelschluff, 6,511 % Grobschluff) und 84,829 % Sand (17,914 % Feinsand, 34,834 % Mittelsand, 32,081 % Grobsand) enthalten. Es handelte sich hierbei um Moränenmaterial, da dieses dadurch gekennzeichnet war, dass alle Korngrößen von Ton bis Sand vorhanden waren, dieses also unsortiert war, welches jedoch glazifluvial umgelagert wurde. An den Kornformen konnte erkannt werden, dass das Material besonders nach dem glazialen Prozess glazifluvial umgelagert wurde. Rund um die Probeentnahmestelle konnten ebenfalls kleine und große Gesteine ausgemacht werden. Demnach kamen alle Korngrößen – von Ton bis Blockgröße – vor. Vorwiegend waren kantengerundete Blöcke in einer feinen Matrix aufzufinden, was ebenfalls für ein noch nicht glazifluvial weit umgelagertes Moränenmaterial sprach. Es waren Granite enthalten, die bei anstehenden Gesteinen von verschiedenen Gneisen, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) auf Erratika hindeuteten.

## Probe 3 - Kornformendiagramm 1



## Probe 3 - Kornformendiagramm 2



← Kornformendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 3 von der orographisch rechten Imja Khola Talseite (siehe Foto 57; 27° 52.283'N 86° 48.752'E). Angaben des Ton-, Schluff- und Sandgehaltes wurden in % angegeben. Es wurden insgesamt 556 Körner ausgezählt (103 in der Feinsand-, 359 in der Mittelsand- und 94 in der Grobsandfraktion). Somit lag das Hauptaugenmerk der Untersuchung auf der Mittelsandfraktion. In der Probe waren bei zwei Fraktionen 100 % glazial gebrochene / frisch verwitterte Kornformen und bei einer 97,8 % sowie 2,2 % fluvial polierte Körner enthalten. Da bei diesem Standort – wie bei der Korngrößenanalyse gezeigt werden konnte – Korngrößen von Ton bis Sand und vorwiegend kantengerundete Blöcke vorkamen (daneben auch Erratika enthalten), wurde verständlich, dass die Körner glazial gebrochene waren. Anhand der Klassifizierung in fünf Kategorien scharfkantig, kantig-rundkantig, rundkantig-angerundet, gerundet und stark gerundet konnte gezeigt werden, dass hierbei der fluvial polierte Anteil hoch war, da kantig bis rundkantige sowie rundkantig bis angerundete Körner in der Sedimentprobe vorhanden waren. Der Grobsandanteil zeigte die meisten kantig bis rundkantigen Körner, gefolgt von dem Feinsandanteil. Dafür zeigten die Körner der Mittelsandfraktion 19,2% rundkantig bis angerundete Körner und 2,2 % fluviale Polierungen auf. Somit wurde neben dem o.g. glazialen Einfluss eine stärkere glazifluviale Einwirkung auf die Sedimente – da die Körner hin zum fluvial polierten Korn tendierten – deutlich. Diese Einwirkung kann vor oder während dem glazialen Transport – da die kleineren Körner diesen Prozess länger konservieren können als die größeren – oder auch während oder gar nach diesem passiert sein – da die größeren Körner eher in die Richtung rundkantige bis angerundete Ausformung tendierten. Somit war auf jeden Fall eine starke bzw. längere Schmelzwassereinwirkung auf das Material nachzuweisen – wann diese jedoch genau einwirkte, konnte nicht geklärt werden.





↑ Foto 59 und ↑ Foto 60:

Durch eine Rinne (↓ schwarz) am Hang zerschnittenes Grundmoränenmaterial (■) bzw. in den oberen Schichten zerschnittenes disloziertes Moränenmaterial. Weiter hangabwärts ging die Zerschneidung im glazifluvialen Material weiter, wobei sich aus den gesamten Materialien ein Sturzfächer hangabwärts bildete. Jedoch war die Beteiligung fluvialer Prozesse bei der Aufschüttung nicht auszuschließen.

Standort Foto 59: nordöstlich von Shomare (GE: 27° 52.078'N 86° 48.417'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.079 m/GE, 4.078 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.028 m/GE, 4.022 m/GMG (relative Höhe: ca. 51 m/GE, 56 m/GMG); Sicht gen SW; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 07.04.2012.

Standort Foto 60: nordöstlich von Shomare (GPS: 27° 52.087'N 86° 48.408'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.079 m/GPS, 4.086 m/GE, 4.080 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.028 m/GE, 4.022 m/GMG (relative Höhe: ca. 58 m/GE, 58 m/GMG); Sicht gen SSE bis S bzw. 160°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 31.03.2012.





↑ Foto 61:

Blick von der orographisch rechten Imja Khola Talseite im Südwesten von Shomare auf die orographisch linke. In diesem Talabschnitt konnte eine glazifluviale Terrasse (///) mit einer stromlinienförmigen Rundhöckerform (☪) ausgemacht werden. Zudem wurden zwei unterschiedliche Wasserstände des Flusses Imja Khola abgelesen. Einerseits konnte an dem Übergang zwischen sehr hellen und dunkleren Schottern und an dem Übergang zwischen hellen und dunkleren Gesteinsbereichen am Rundhöcker ein ungefährer mittlerer rezenter Wasserpegel (↓ schwarz) sowie ein höherer Wasserstand (↓ weiß) durch den Übergang von helleren zu sehr dunklen Schottern sowie auch durch die Vegetationsbedeckung abgelesen werden. Letztgenannter stellte wohl den Wasserstand zur Sommermonsunzeit dar.

Standort: bei Shomare (GPS: 27° 52.033'N 86° 48.262'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.078 m/GPS, 4.042 m/GE, 4.040 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 4.018 m/GE, 4.010 m/GMG (relative Höhe: ca. 24 m/GE, 30 m/GMG); Sicht gen SE bis SSE bzw. 150°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 07.04.2012.





↑ Foto 62 und 63:

Blick auf die orographisch rechte Imja Khola Talseite südöstlich von Shomare. Hier war anstehendes Gestein zu sehen, welches stellenweise glazial abgeschliffene Partien und deutliche glazifluviale strudeltopfartige Spülformen (↓) aufwies. Diese Spuren deuteten auf eine minimale Vergletscherungsgrenze hin. Da das Anstehende seit dem Postglazial der Verwitterung ausgesetzt war, waren die Spuren nur noch wenig erhalten und werden in Zukunft immer mehr verschwinden. Auch Kuhle (2005:Fig. 3, Foto 85) machte im Imja Khola weiter talabwärts im anstehenden Gneis Rundhöckerformen aus. Anstehende Gesteine waren hier verschiedene Gneise, daneben Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierte Augengneise, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis oder Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1).

Standort Foto 62: zwischen Pangboche und Shomare (GPS: 27° 51.928'N 86° 48.117'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: ca. 4.036 m/GPS, 4.014 m/GE, 4.010 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.995 m/GE, 3.988 m/GMG (relative Höhe: ca. 19 m/GE, 22 m/GMG); Sicht gen SW bis WSW bzw. 230°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 07.04.2012.

Standort Foto 63: ähnlich zu Foto 62. Foto: H. Hellrung, 20.10.2011.





↑ Foto 64:

Auf der orographisch rechten Talseite des Imja Khola deutlich im Gestein ausgebildete Spülrinne (↓; 1 m Stock als Größenmaß). Diese war ein Beleg für die glazifluviale Einwirkung in diesem Talbereich, welche stets mit einer mächtigeren vorzeitlichen Vergletscherung zu erklären war. Anstehende Gesteine waren hier verschiedene Gneise, daneben Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierte Augengneise, Granatglimmergneise, Kyanitsillimanitgneise, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllite, Marmor, Quarzite, Leptynite, Schiefer, Gneise oder Migmatite (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1).

Standort: südwestlich von Shomare, zwischen Pangboche und Shomare (zwischen den Koordinaten GPS: 27° 51.965'N 86° 48.153'E und GPS: 27° 51.928'N 86° 48.117'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: ca. 4.036 m/GPS, 4.014 m/GE, 4.010 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.995 m/GE, 3.988 m/GMG (relative Höhe: ca. 19 m/GE, 22 m/GMG); Sicht gen NW bis W; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 07.04.2012.



← Foto 65:

Blick auf die orographisch rechte Imja Khola Talseite. Rezent bzw. ab dem Postglazial verwitterndes Anstehendes ließ nur noch wenige Indizien einer einstigen Vergletscherung des Tales erkennen. Nur an den deutlich konkav gerundeten Bereichen (↓) im Gestein wurde eine glazifluviale Einwirkung deutlich. Durch Verwitterungsprozesse waren diese Gesteinsbereiche nicht erklärbar, wohingegen konvex gerundete Gesteinsbereiche, wie z.B. der Block auf dem Anstehenden links oben im Bild, auch durch Verwitterungsprozesse – wie etwa bei Granit durch Wollsackverwitterung – zu erklären waren. Somit wurde eine minimale Vergletscherungsgrenze (—) in diesem Talabschnitt deutlich. Anstehende Gesteine waren hier verschiedene Gneise, daneben Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierte Augengneise, Granatglimmergneise, Kyanitsillimanitgneise, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllite, Marmor, Quarzite, Leptynite, Schiefer, Gneise oder Migmatite (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1).

Standort: südwestlich von Shomare, zwischen Pangboche und Shomare (zwischen den Koordinaten GPS: 27° 51.965'N 86° 48.153'E und GPS: 27° 51.928'N 86° 48.117'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: ca. 4.036 m/GPS, 4.014 m/GE, 4.010 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.995 m/GE, 3.988 m/GMG (relative Höhe: ca. 19 m/GE, 22 m/GMG); Sicht gen NW; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 07.04.2012.





← Foto 66:

Von Pangboche nach Shomare waren viele gerundete bis gut gerundete Gesteine (darunter Granitblöcke; 1 m Stock als Größenmaß) auf dem Weg auszumachen, die auf eine vorzeitliche glazifluviale Schotterterrasse bzw. auf einen vorzeitlichen Sander deuteten. Der Imja Khola (↓) schnitt sich in diese ein.

Standort: südwestlich von Shomare, zwischen Pangboche und Shomare (GPS:  $27^{\circ} 51.905'N$   $86^{\circ} 48.101'E$ ), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.015 m/GPS, 4.000 m/GE, 3.999 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.988 m/GE, 3.980 m/GMG (relative Höhe: ca. 12 m/GE, 19 m/GMG); Sicht gen SW bis WSW bzw.  $230^{\circ}$ ; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 07.04.2012.

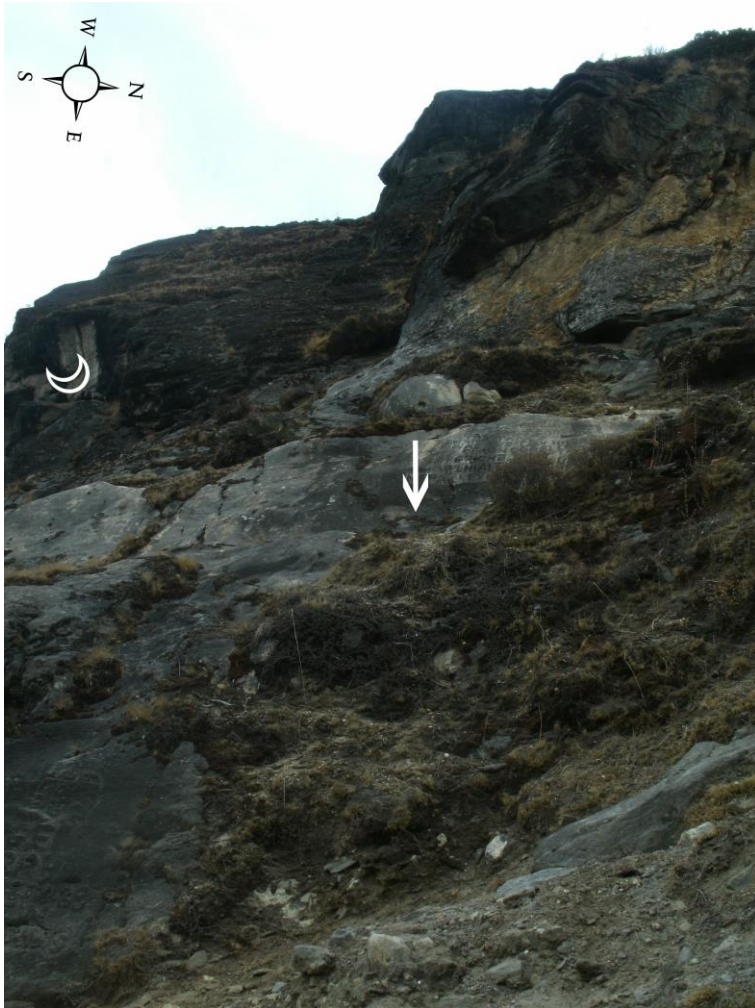


↑ Foto 67:

Blick entlang des Trogtales (siehe Talquerprofil 4) zum Ort Shomare (◎), welcher auf einer glazifluvialen Schotterterrasse lag, in die sich der Fluss Imja Khola (↓ schwarz) eingeschnitten hat. Oberhalb dieses Ortes bzw. im oberen Hangbereich waren hochglaziale Grundmoränen (■) durch den vorzeitlichen Gletscher abgelagert worden. Die Grundmoränen wurden dann postglazial bzw. nach der Entstehung der Terrasse von Shomare durch Hangprozesse auf diese als Fächer / Kegel (▲) disloziert. Die in diesen Fächer / Kegel eingeschnittene Rinne – die sich auf dem Osthang des Taboche Peak bis in sehr hohe Hangbereiche weiter zog – wies darauf hin, dass diese durch Schmelzwässer eines ehemaligen Hängegletschers entstanden sein konnte. Für eine vorzeitliche Vergletscherung des Talabschnittes auch talabwärts des Ortes Shomare sprachen der deutlich ausgebildete Strudeltopf (⊙) und die rund geschliffenen Bereiche (☉) im Anstehenden. Neben den Stein- / Felsnachbruchstellen (☽) waren ebenfalls weitere konkav gerundete Gesteinsbereiche (↓ weiß) im Anstehenden zu erkennen, die gegenüber den postglazialen Verwitterungsprozessen für vorzeitliche glazifluviale Prozesse sprachen, die immer nur in Verbindung mit einer Eisbedeckung stehen konnten. Anstehende Gesteine waren hier verschiedene Gneise, daneben Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierte Augengneise, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis oder Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1).

Standort: nordöstlich von Pangboche, zwischen Pangboche und Shomare (GPS: 27° 51.882'N 86° 48.078'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 3.942 m/GPS, 3.999 m/GE, 3.990 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.983 m/GE, 3.978 m/GMG (relative Höhe: ca. 16 m/GE, 12 m/GMG); Sicht gen NE bis ENE bzw. 50°; Bw 7,2 mm. Foto: E. Spitzer, 31.03.2012.





← Foto 68:

Blick auf die orographisch rechte Imja Khola Talseite. Rezent bzw. ab dem Postglazial verwitterndes Anstehendes ließ nur noch wenige Indizien einer einstigen Vergletscherung des Tales erkennen. Durch die Verwitterung entstanden Abbruchkanten bzw. typische Stein- / Felsnachbruchbereiche (☿) im Anstehenden. Nur an den deutlich konkav gerundeten Bereichen (↓) im Gestein wurde eine glazifluviale Einwirkung deutlich. Durch Verwitterungsprozesse waren diese Gesteinsbereiche nicht erklärbar. Auch Kuhle (2005:Fig. 3, Foto 85) machte im Imja Khola weiter talabwärts im anstehenden Gneis Rundhöckerformen aus. Anstehende Gesteine waren hier verschiedene Gneise, daneben Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierte Augengneise, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis oder Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1).

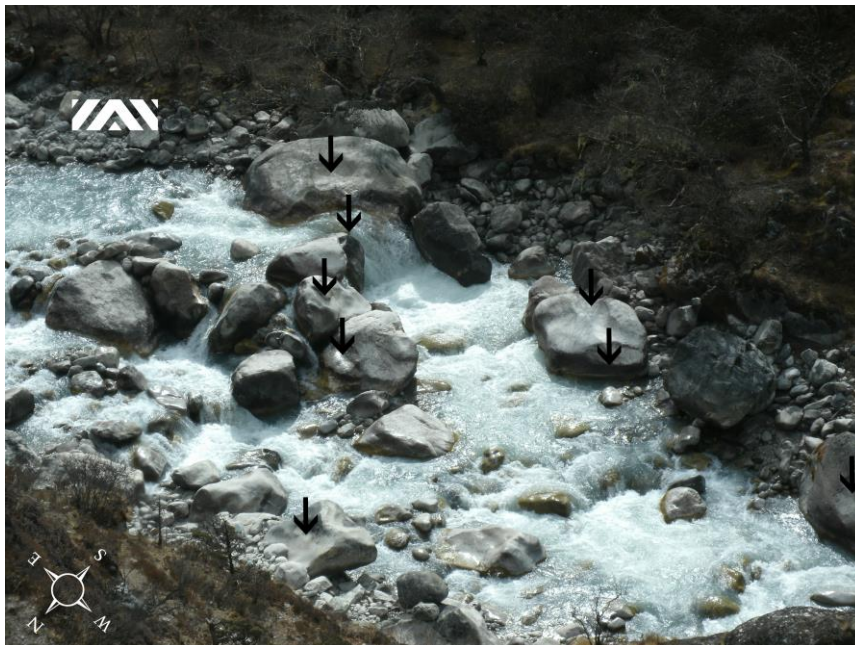
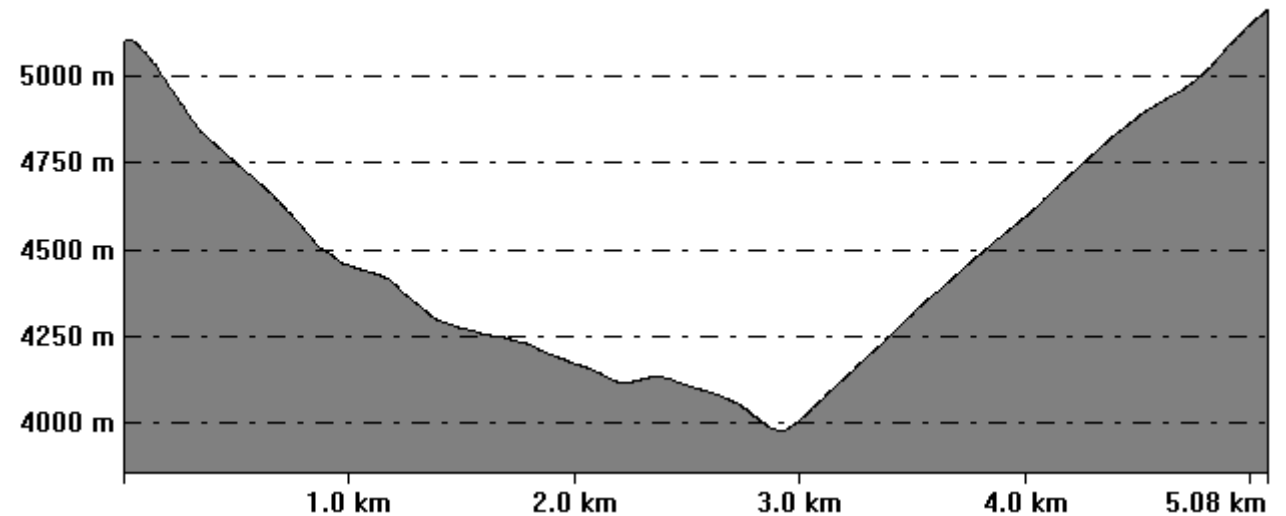
Standort: nordöstlich von Pangboche, zwischen Pangboche und Shomare (GPS: 27° 51.749'N 86° 47.910'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.000 m/GPS, 3.981 m/GE, 3.980 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.958 m/GE, 3.950 m/GMG (relative Höhe: ca. 23 m/GE, 30 m/GMG); Sicht gen WSW bis W bzw. 260°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 07.04.2012.

→ Talquerprofil 4 zum Foto 70:

Trogtal zwischen den Orten Shomare und Pangboche mit akkumulierten Moränen- und glazifluvialen Flächen auf der orographisch linken Imja Khola Talseite. Auf beiden Talseiten waren glaziäre Dreieckshänge zu erkennen. Zum Vergleich konnte das talabwärtige Profil 16 von Kuhle (2005:Fig. 26) herangezogen werden.

Standort: etwa 5 km talabwärtiges Querprofil von den Koordinaten GE: 27° 50.401'N 86° 48.850'E auf der orographisch linken Imja Khola Talseite zu den Koordinaten GE: 27° 52.856'N 86° 47.459'E auf der orographisch rechten Imja Khola Talseite.

From Pos: 27° 50' 24.0429" N, 86° 48' 50.9821" E To Pos: 27° 52' 51.3483" N, 86° 47' 27.5217" E

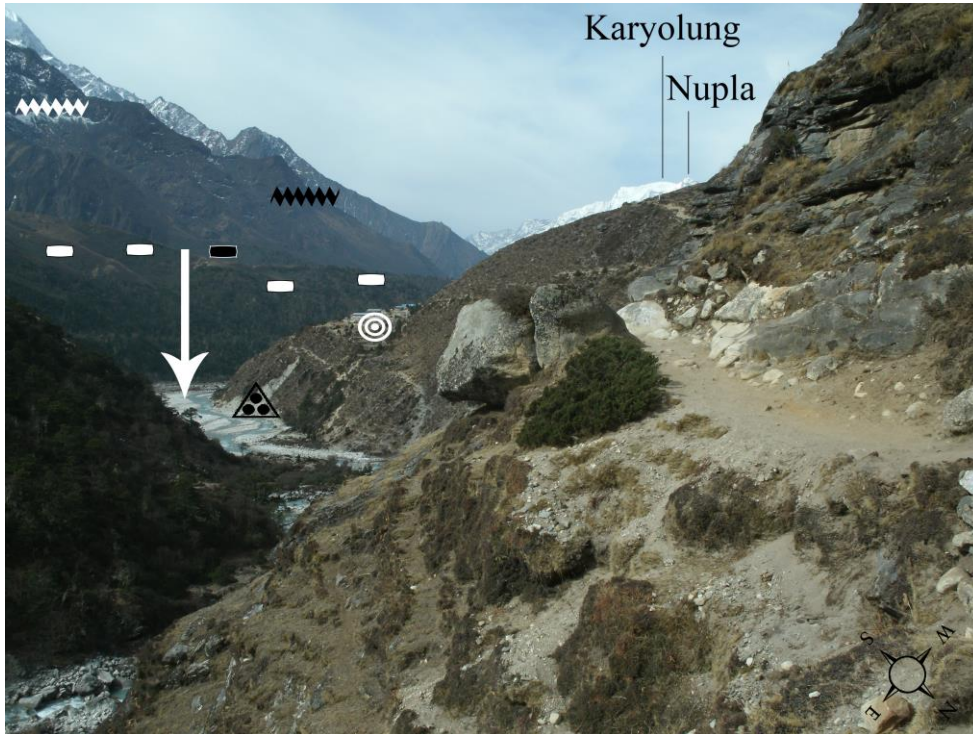


← Foto 69:

Blöcke im Fluss Imja Khola zeigten deutliche glazifluviale Spülformen (↓), die darauf hindeuteten, dass für die Entstehung deutlich mehr Schmelzwasser oder sogar unter hydrostatischem Druck stehendes subglaziales Wasser bedeutend war. Außerdem konnte eine glazifluviale Terrasse (↖) ausgemacht werden.

Standort: nordöstlich von Pangboche, zwischen Pangboche und Shomare (zwischen den Koordinaten GPS: 27° 51.742'N 86° 47.905'E und GPS: 27° 52.019'N 86° 48.222'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: zwischen 3.978 m/GE und 4.042 m/GE bzw. zwischen 3.980 m/GMG und 4.040 m/GMG; relative Höhe: wenige Meter über dem Haupttalboden; Sicht gen SE; Bw 16,0 mm. Foto: E. Spitzer, 31.03.2012.

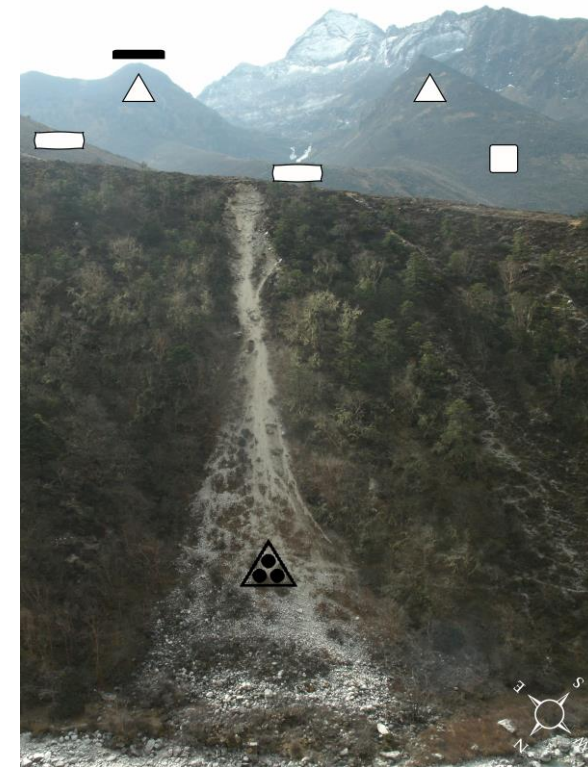




↑ Foto 70:

Talabwärtiger Blick im Trogtal (siehe Talquerprofil 4) auf den Ort Pangboche (⊙), der auf einer glazifluvialen Terrasse lag, die durch den Fluss Imja Khola (↓) zerschnitten wurde. Nach Kuhle (2005:Fig. 3) gehörte diese glazifluviale Schotterflur in die Stadien 1 bis -8. Von der Terrasse ging Material ab und sammelte sich in einem Fächer / Kegel (▲). Auf der orographisch linken Imja Khola Talseite waren fünf Ufermoränenzüge zu sehen. Vier (■ weiß) waren orographisch rechte Ufermoränen und eine war eine orographisch linke (■ schwarz) des vorzeitiglich mächtigeren Omoga Gletscher. Nach Kuhle (2005:Fig. 3) gehörten diese dem Stadium IV an. Die Schilffgrenze (~~~~ weiß) verwies auf ein ungefähres hochglaziales Gletscherlimit auf ca. 4.700 m Höhe. Bei einem rezenten Talboden auf ca. 3.680 m Höhe ergab dieses eine hochglaziale Eismächtigkeit von ca. 1.020 m. Dieses Ergebnis stimmte in etwa mit dem von Kuhle (2005:Fig. 3) überein. Er kam durch das talaufwärtigere Profil 22 auf eine Eismächtigkeit von 1.250 m und im Nachbartal des Ngozumpa Drangka durch das Profil 26 auf eine Eismächtigkeit von 1.000 m.

Standort: nordöstlich von Pangboche, zwischen Pangboche und Shomare (GE: 27° 51.742'N 86° 47.905'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 3.978 m/GE, 3.980 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.958 m/GE, 3.950 m/GMG (relative Höhe: ca. 20 m/GE, 30 m/GMG); Sicht gen SW; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 31.03.2012.



↑ Foto 71:

Blick von der orographisch rechten auf die orographisch linke Imja Khola Talseite nordöstlich von Pangboche. Diese Terrasse stellte eine zerschnittene Grundmoräne dar, wobei auf dieser vorzeitliche Sander abgelagert worden waren. Weiter hangaufwärts befand sich nämlich eine orographisch rechte Ufermoräne (■), dahinter auch die orographisch linke) des vorzeitiglich mächtigeren Nare Gletscher, die Stellen aufwies, bei der Schmelzwässer übertraten. Von dem Grundmoränenpodest war durch die Einschneidung des Imja Khola in die Terrasse ein Fächer / Kegel (▲) aus disloziertem Moränen- sowie Sandermaterial durch vorwiegend Sturzprozesse entstanden. Im Hintergrund ließen glaziäre Dreieckshänge (▲) und Grundmoränen (■) auf eine minimale hochglaziale Vergletscherungsgrenze (—) schließen.

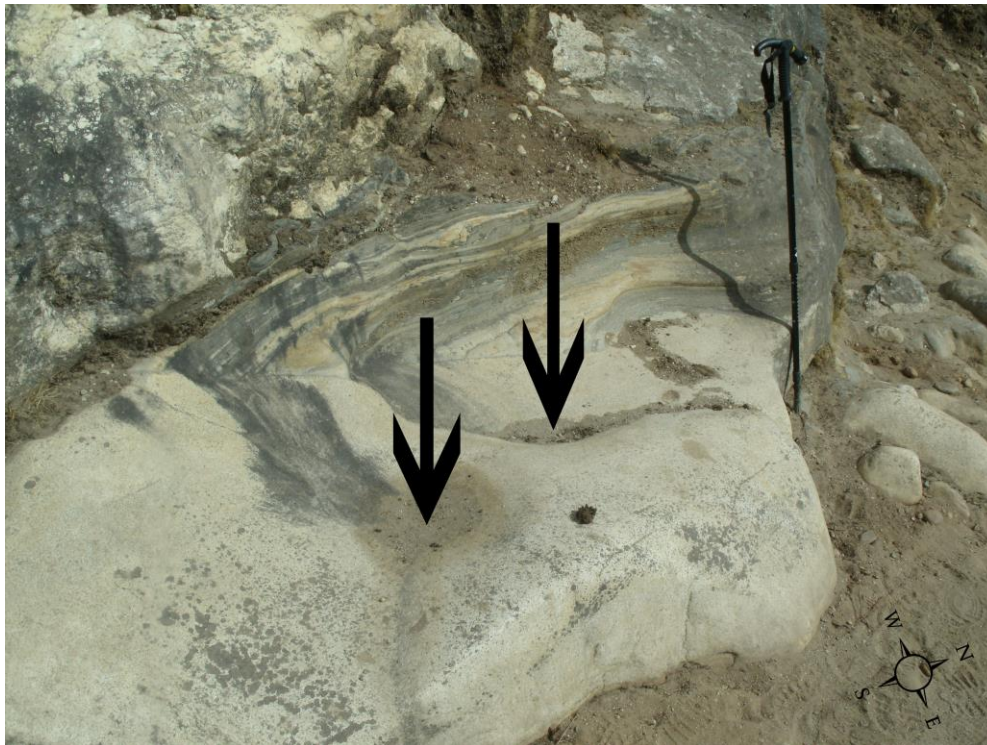
Standort: nordöstlich von Pangboche, zwischen Pangboche und Shomare (GE: 27° 51.742'N 86° 47.905'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 3.978 m/GE, 3.980 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.958 m/GE, 3.950 m/GMG (relative Höhe: ca. 20 m/GE, 30 m/GMG); Sicht gen SE; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 31.03.2012.



↓ Foto 72:

Auf dem Weg zwischen Pangboche und Shomare waren Blöcke und anstehende Gesteine (1 m Stock als Größenmaß) durch den Wegebau frisch freigelegt, die glazial geschliffen waren bzw. Kratzungen und deutlich gerundete konkav ausgebildete Spülfomen (↓) aufwiesen. Die Gesteinsart wechselte vom Granit links im Bild zum Gneis rechts im Bild.

Standort: nordöstlich von Pangboche, zwischen Pangboche und Shomare (GPS: 27° 51.732'N 86° 47.887'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 3.873 m/GPS, 3.980 m/GE, 3.990 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.954 m/GE, 3.958 m/GMG (relative Höhe: ca. 26 m/GE, 32 m/GMG); Sichten W bis WNW bzw. 290°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 31.03.2012.



↑ Foto 73:

Auf dem Weg zwischen Pangboche (©) und Shomare waren Blöcke durch den Wegebau frisch freigelegt, die glazial geschliffen waren bzw. Kratzungen (vgl. Bildausschnitt) und deutlich gerundete konkav ausgebildete Spülfomen (↓) aufwiesen. In diesem Fall handelte es sich um einen Granitblock. Auf der orographisch linken Imja Khola Talseite waren fünf Ufermoränenzüge zu sehen. Vier (■ weiß) waren orographisch rechte Ufermoränen und eine war eine orographisch linke Ufermoräne (■ schwarz) des vorzeitig mächtigeren Omoga Gletscher. Nach Kuhle (2005:Fig. 3) gehörten diese dem spätglazialen Stadium IV an, nach Müller (1980:Fig. 3) waren talaufwärts vorkommende Moränen am orographisch linken Imja Khola Talhang aus dem Pheriche Stadium und älter, nach Bäumler (2001:Abb. 6) lagen dort die Bodenstandorte K2 und K3. Desweiteren waren auf den Hängen Grundmoränen (■) abgelagert.

Standort: nordöstlich von Pangboche, zwischen Pangboche und Shomare (ungefähre Koordinaten GPS: 27° 51.716'N 86° 47.836'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 4.011 m/GPS, 3.997 m/GE, 3.998 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.948 m/GE, 3.940 m/GMG (relative Höhe: ca. 49 m/GE, 58 m/GMG); Sichten SW; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 07.04.2012.

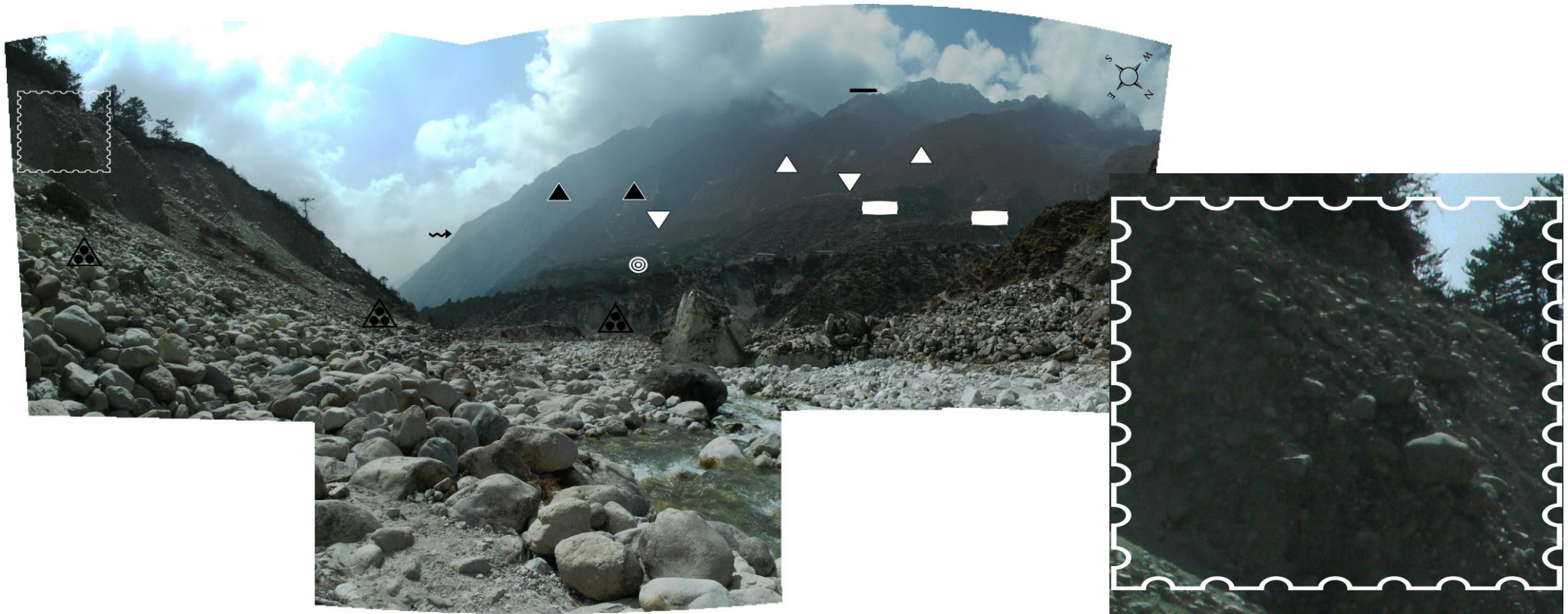




↑ Foto 74:

Blick von der orographisch linken Imja Khola Talseite auf den Ort Pangboche (⊙), wobei der untere Teil des Ortes auf einer glazifluvialen Terrasse lag. Die Sortierung des Materials war sehr gering, an wenigen Stellen war dies zu erkennen (vgl. Bildausschnitte; ungefähre Bildausschnitt von Fig. 4A bei Barnard, Owen, Finkel 2006). Von der Terrasse verstürzten glazifluviale Materialien in Form von Fächern / Kegeln (▲). Die darunter liegenden Terrassen waren ebenfalls glazifluviale und die darüber liegende Terrasse stellte stellenweise eine Grundmoränenterrasse dar, auf der sich ein Fächer (▲) aus Moränenmaterial postglazial bildete. Nach Kuhle (2005:Foto 87) gehörten die Schotterflurterrasen in das Stadium 1 bis -8. Nach Barnard, Owen, Finkel (2006:Fig. 6) handelte es sich bei der Terrasse, auf der der untere Teil von Pangboche lag, um tp6 und bei der, auf der der obere Teil von Pangboche lag, um tp7. Die zu sehende orographisch rechte Imja Khola Talseite war durch glaziäre Dreieckshänge (▲) und darauf abgelagerte Grundmoränen (■; nach Müller 1980:Fig. 3 Moränen aus dem Pheriche Stadium und älter; nach Kuhle 2005:Fig. 3; Foto 88, 89 und 92 Grundmoräne mit erratischen Blöcken bzw. neben Phylliten, Schiefen und Gneisen – Phyllite und Gneise anstehend – über 6 km transportierte erratische Turmalingranite) gekennzeichnet, die neben gerundeten Graten auf eine minimale Vergletscherungsgrenze (—) schließen ließen. Desweiteren waren zwei orographisch rechte Ufermoränen eines vorzeitlich bestehenden Nebentalgletschers zu sehen. Die Schliffgrenze (~~~~) verwies auf ein ungefähres hochglaziales Gletscherlimit auf ca. 5.050 m Höhe. Bei einem rezenten Talboden auf ca. 4.000 m Höhe ergab dieses eine hochglaziale Eismächtigkeit von ca. 1.050 m. Dieses Ergebnis stimmte in etwa mit dem von Kuhle (2005:Fig. 3) überein. Er kam durch das Profil 17 auf eine Eismächtigkeit von 900 m. Die Schliffgrenze talabwärts von Pangboche (~~~~) deutete auf eine tiefere Schliffgrenze.

Standort: orographisch rechte Imja Khola Talseite bei Pangboche (GPS: 27° 51.243'N 86° 47.721'E), orographisch linke Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 3.920 m/GE, 3.918 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.899 m/GE, 3.898 m/GMG (relative Höhe: ca. 21 m/GE, 20 m/GMG); Sicht gen W; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 27.03.2012.

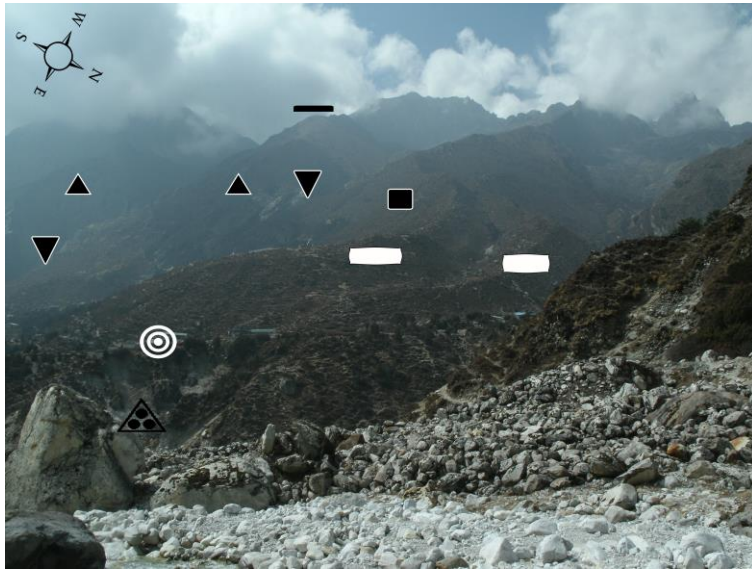


↑ Foto 75:

Talabwärtiger Blick von der orographisch linken Imja Khola Talseite gegenüber dem Ort Pangboche (©). Der untere Teil des Ortes stellte eine glazifluviale Terrasse dar, wobei sich diese auch auf der orographisch linken Talseite nachvollziehen ließ. Die Sortierung des Materials war nur an wenigen Stellen deutlich zu erkennen. Von der Terrasse verstürzten glazifluviale Materialien in Form von Fächern / Kegeln (▲). Die darunter liegenden Terrassen waren ebenfalls glazifluviale und die darüber liegende Terrasse stellte stellenweise eine Grundmoränenterrasse dar. Nach Kuhle (2005:Foto 87) gehörten die Schotterflurterrassen in das Stadium 1 bis -8. Nach Barnard, Owen, Finkel (2006:Fig. 6) handelte es sich bei der Terrasse, auf der der untere Teil von Pangboche lag, um tp6 und bei der, auf der der obere Teil von Pangboche lag, um tp7 – unterhalb dieser konnte auf beiden Talseiten die Terrasse tp2 gesehen werden. Die orographisch rechte Imja Khola Talseite war durch glaziäre Dreieckshänge (▲), darauf abgelagerte Grundmoränen (■; nach Kuhle 2005:Fig. 3; Foto 88, 89 und 92 Grundmoräne mit erratischen Blöcken bzw. neben Phylliten, Schiefen und Gneisen – Phyllite und Gneise anstehend – über 6 km transportierte erratische Turmalingranite) und Erosionsrinnen (▼) gekennzeichnet, die neben gerundeten Graten auf eine minimale Vergletscherungsgrenze (—) schließen ließen. Desweiteren waren zwei orographisch rechte Ufermoränen eines vorzeitlich bestehenden Nebentalgletschers zu sehen. Die Schriffgrenze talabwärts von Pangboche (↻) deutete auf eine tiefere Schriffgrenze im Gegensatz zur hochglazialen (nach Kuhle 2005:Fig. 3/Profil 17 hochglaziale Eismächtigkeit von 900 m).

Standort: orographisch rechte Imja Khola Talseite bei Pangboche (GPS: 27° 51.291'N 86° 47.793'E), orographisch linke Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 3.933 m/GPS, 3.933 m/GE, 3.930 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.922 m/GE, 3.918 m/GMG (relative Höhe: ca. 11 m/GE, 12 m/GMG); Sicht gen SW; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 27.03.2012.

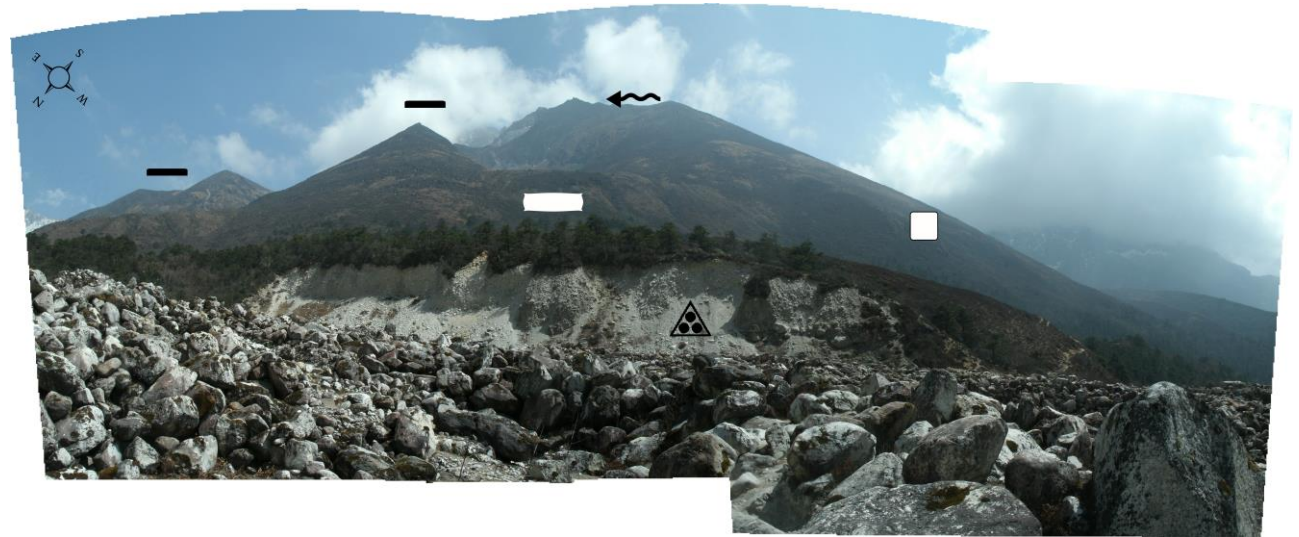




↑ Foto 76:

Blick von der orographisch linken Imja Khola Talseite auf den untersten Teil des Ortes Pangboche (©), der auf einer glazifluvialen Terrasse lag, von der Materialien verstürzten und Fächer / Kegeln (▲) ausbildeten. Stellenweise konnte eine Sortierung des Materials erkannt werden. Nach Barnard, Owen, Finkel (2006:Fig 6) handelte es sich um die Terrasse tp6. Tp2 war unterhalb dieser zu sehen. Auf der orographisch rechten Talseite waren neben Erosionsrinnen (▼) glaziäre Dreieckshänge (▲), Ufermoränen (■), Grundmoränen (■; nach Müller 1980:Fig. 3 Moränen aus dem Pheriche Stadium und älter) auszumachen, die auf eine minimale Vergletscherungsgrenze (—) hindeuteten.

Standort: Pangboche (GPS: 27° 51.291'N 86° 47.793'E), orographisch linke Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 3.933 m/GPS, 3.933 m/GE, 3.930 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.922 m/GE, 3.918 m/GMG (relative Höhe: ca. 11 m/GE, 12 m/GMG); Sicht gen SW bis W; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 27.03.2012.



↑ Foto 77:

Blick vom Talboden auf die orographisch linke Imja Khola Talseite. In diesem Bereich wurde talabwärts der Endmoräne des vorzeitlichen Nare Gletscher Sander auf Grundmoränenmaterial abgelagert. Durch die Einschneidung des Flusses kam es dazu, dass Materialien verstürzten und sich zu Fächern / Kegeln (▲) abgelagerten. Auf den Hängen konnten eine Endmoräne (■) eines Gletscherendes eines vorzeitlichen Nebentalgletschers und Grundmoränenmaterial (■), was auf eine minimale Vergletscherungsgrenze hindeutete (—), ausgemacht werden. Die Schriffgrenze (↔) verwies auf eine tiefere Schriffgrenze gegenüber der hochglazialen (nach Kuhle 2005:Fig. 3/Profil 17 wurde die hochglaziale Eismächtigkeit mit 900 m angegeben).

Standort: in der Nähe von Pangboche (GPS: 27° 51.321'N 86° 47.736'E), orographisch linke Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 3.930 m/GPS, 3.913 m/GE, 3.912 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.909 m/GE, 3.910 m/GMG (relative Höhe: ca. 4 m/GE, 2 m/GMG); Sicht gen SE; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 27.03.2012.



← Foto 78:

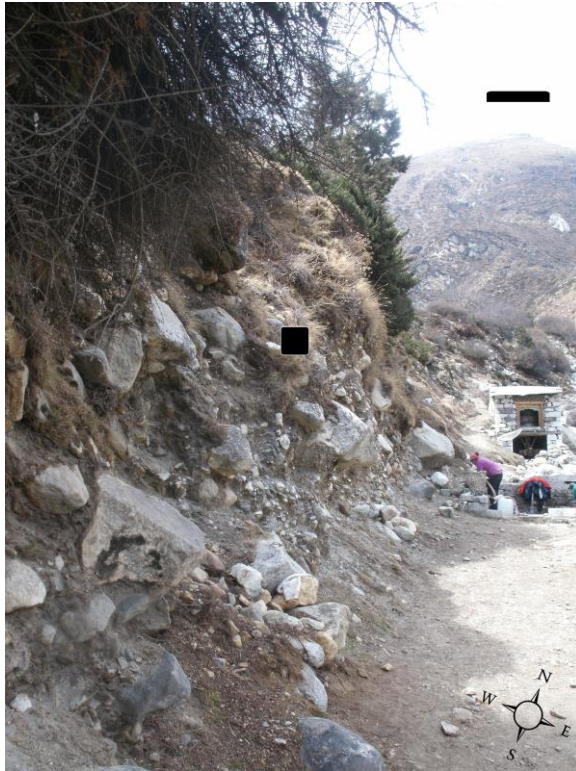
Blick von der orographisch linken Imja Khola Talseite auf den untersten Teil des Ortes Pangboche (⊙), der auf einer glazifluvialen Terrasse lag, von der Materialien verstrützen und Fächer / Kegel (▲) bildeten. Stellenweise konnte eine Sortierung des Materials erkannt werden. Nach Barnard, Owen, Finkel (2006:Fig. 3) handelte es sich bei dieser Terrasse um die tp6, die rund 6.800 Jahre alt sein soll.

Standort: Pangboche (GPS: 27° 51.321'N 86° 47.736'E), orographisch linke Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 3.930 m/GPS, 3.913 m/GE, 3.912 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.909 m/GE, 3.910 m/GMG (relative Höhe: ca. 4 m/GE, 2 m/GMG); Sicht gen W; Bw 30,3 mm. Foto: E. Spitzer, 27.03.2012.



→ Foto 79:

Blick hangaufwärts der orographisch rechten Imja Khola Talseite bei dem Ort Pangboche. Das durch den Wegebau aufgeschlossene Material war im Gegensatz zu dem weiter hangabwärts auftretenden Material (siehe Foto 80) kantiger. Hauptsächlich waren hier kantengerundete, aber auch kantige Blöcke zu sehen. Eine Sortierung des Materials war nicht erkennbar. Aus diesen Gründen wird es sich hierbei um Moränenmaterial (■) handeln, und nicht wie beim Foto 80 um eine glazifluviale Terrasse. Der untere Teil von Pangboche stellte somit eine glazifluviale Terrasse und der obere Teil stellenweise eine Moränenterrasse dar. Grundmoränenmaterial auf den Hängen deutete auf eine minimale Vergletscherungsgrenze (—) hin. Weiter hangaufwärts von dieser Lokalität existierte eine orographisch rechte Ufermoräne eines vorzeitlichen Nebentalgletschers, der am Südhang des Taboche Peaks bestand.



Standort: Pangboche (GE: 27° 51.389'N 86° 47.606'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 3.955 m/GE, 3.930 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.909 m/GE, 3.910 m/GMG (relative Höhe: ca. 46 m/GE, 40 m/GMG); Sicht gen NW bis N; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 07.04.2012.

← Foto 80:

Blick hangabwärts von der orographisch rechten Imja Khola Talseite vom Ort Pangboche auf die linke Talseite (vgl. Barnard, Owen, Finkel (2006:Fig. 4C)). Wie hier in der Erosionsrinne zu sehen war, lag Pangboche auf einer glazifluvialen Schotterterrasse (▲; nach Barnard, Owen, Finkel 2006:Fig. 6 tp6). Das Material war einigermaßen gut sortiert und verstürzte aufgrund der Zerschneidung hangabwärts zu Fächern / Kegeln (▲). Das Material war vorwiegend kantengerundet bis gerundet. Auf dem Talboden war eine weitere jüngere glazifluviale Terrasse (▲; nach Barnard, Owen, Finkel 2006:Fig. 6 tp2), von der das Material infolge der Einschneidung des Imja Khola ebenfalls verstürzte. Neben dieser Terrasse kamen Sanderablagerungen, unter denen sich Grundmoräne befand, mit einem überlagernden Murschutfächer (▲) vor. Vorzeitig stellte dieser Fächer einen Sander dar, da er in Verbindung mit der Endmoräne (■) eines vorzeitlichen Nebentalgletschers stand. Die Erosionsrinnen (▼) deuteten auf das Liefergebiet des Fächers hin. Auf dem Hang auszumachende Grundmoränen (■) verwiesen auf eine minimale Vergletscherungsgrenze (—) dieses Talabschnittes.



Standort: Pangboche (GE: 27° 51.389'N 86° 47.606'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 3.955 m/GE, 3.950 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.909 m/GE, 3.910 m/GMG (relative Höhe: ca. 46 m/GE, 40 m/GMG); Sicht gen SE bis E; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 07.04.2012.



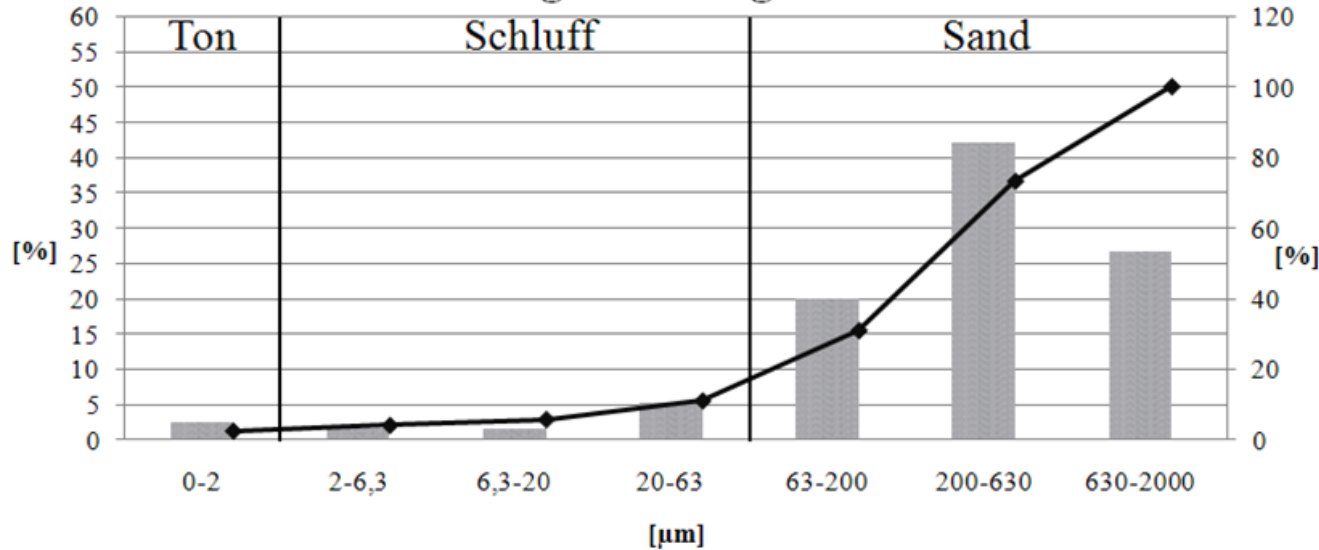
↑ Foto 81:

Aufschluss 2 beim Ort Pangboche. Es handelte sich hier um glazifluvial umgelagertes Moränenmaterial. Die glazifluviale Einwirkung konnte z.B. an der Sortierung erkannt werden. Es waren vorwiegend kantengerundete und gerundete Gesteine, aber auch gut gerundete auf dem Bild zu erkennen, die klassiert erschienen (1m Stock als Größenmaß). Granitgesteine wurden als Erratika charakterisiert – anstehende Gesteine waren hier verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise sowie Augengneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierte Augengneise, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis oder Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1). Die entnommene Sedimentprobe 4 verwies auf die Bodenart Reinsand. Die unverdichtete Ablagerung war nicht geschichtet, es war nur oberhalb dieser Bodenschicht entwickelt.

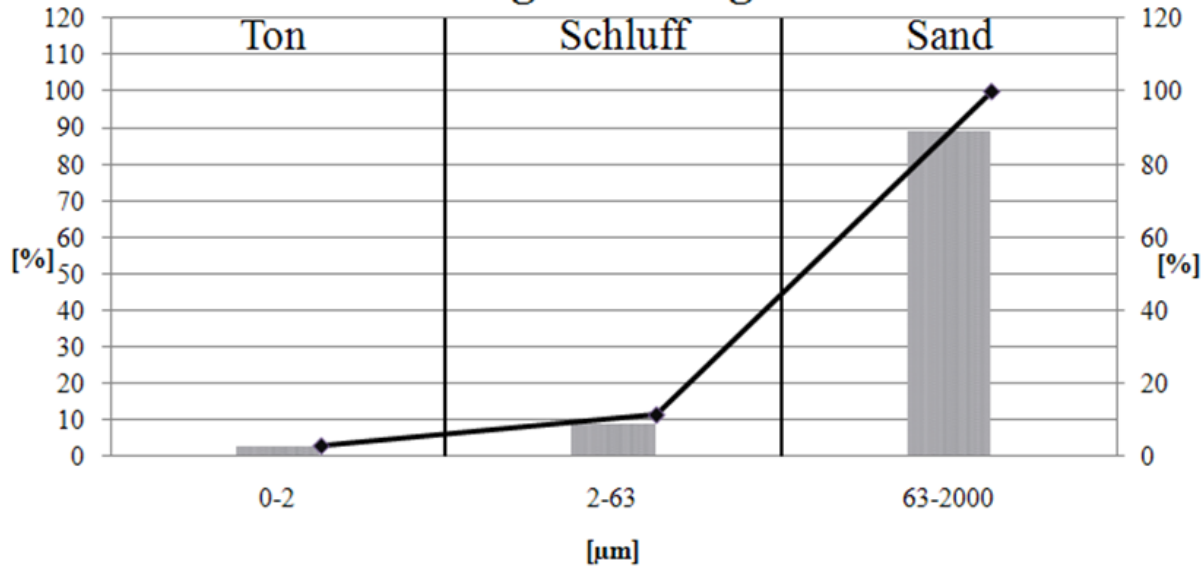
Standort: Pangboche (GPS: 27° 51.363'N 86° 47.502'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 3.966 m/GPS, 3.963 m/GE, 3.958 m/GMG; Haupttaleboden bei ca. 3.908 m/GE, 3.902 m/GMG (relative Höhe: ca. 55 m/GE, 56 m/GMG); Sicht gen NW; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 30.03.2012.



### Probe 4 - Korngrößendiagramm 1



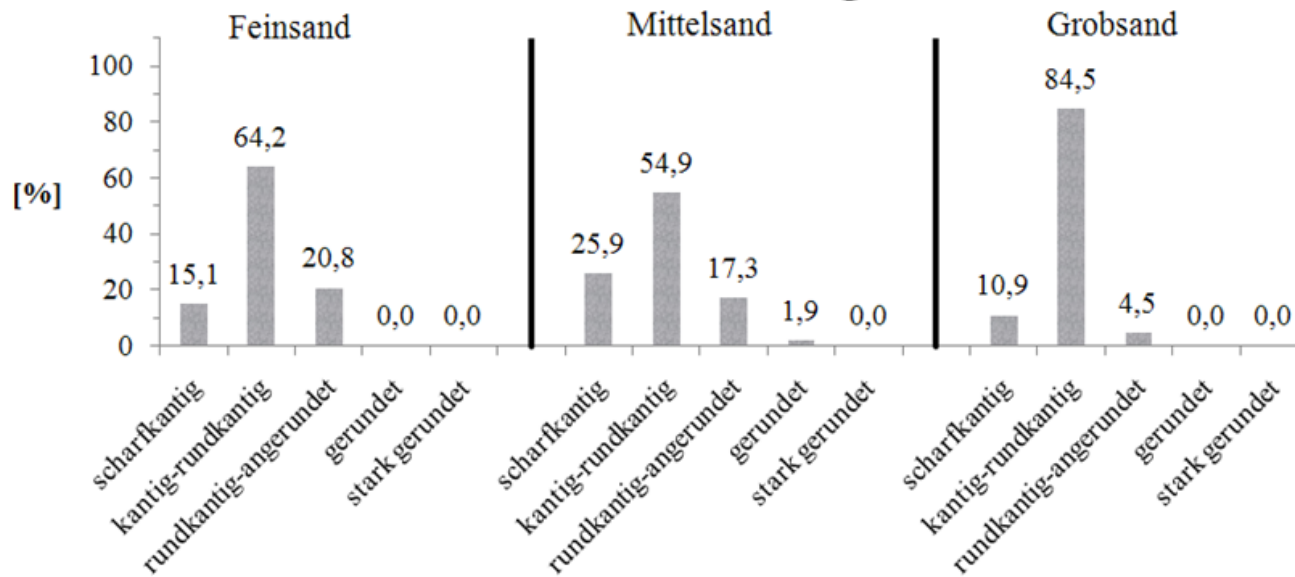
### Probe 4 - Korngrößendiagramm 2



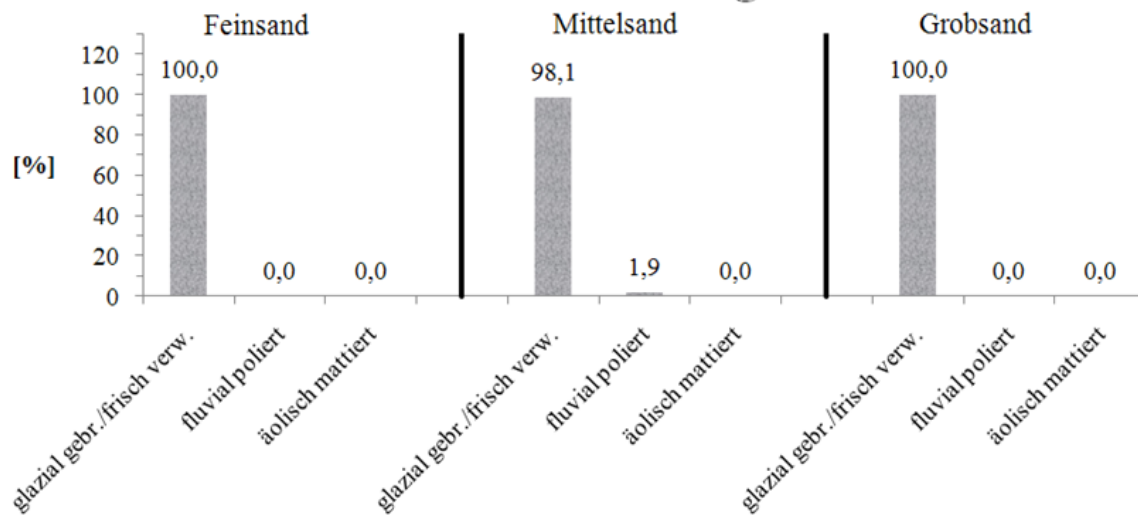
← Korngrößendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 4 von der orographisch rechten Imja Khola Talseite bei Pangboche (siehe Foto 85; 27° 51.363'N 86° 47.502'E). Angaben des Ton-, Schluff- bzw. Fein-, Mittel- und Grobschluff- sowie Sand- bzw. Fein-, Mittel- und Grobsandgehaltes wurden in % angegeben. In der Probe waren 2,541 % Ton, 8,543 % Schluff (1,612 % Feinschluff, 1,666 % Mittelschluff, 5,265 % Grobschluff) und 88,916 % Sand (19,902 % Feinsand, 42,248 % Mittelsand, 26,766 % Grobsand) enthalten. Es handelte sich hier um Moränenmaterial, da diese Probe dadurch gekennzeichnet war, dass alle Korngrößen von Ton bis Sand vorhanden waren, diese also unsortiert war. Jedoch wurde das Material glazifluvial umgelagert, was an den geringen Ton- und Schluffgehalten erkennbar war. An der Probeentnahmestelle konnten ebenfalls kleine und große Gesteine ausgemacht werden. Demnach kamen die Korngrößen Ton bis Gesteinsgröße vor. Vorwiegend waren kantengerundete und gerundete sowie auch gut gerundete Gesteine auszumachen, was für einen glazifluvialen Einfluss sprach. Es waren Granite enthalten, die bei anstehenden Gesteinen von verschiedenen Gneisen, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise sowie Augengneise (vgl. geologische Karte Khumbu) hier in diesem Bereich auf Erratika hindeuteten.

Die bimodale Korngrößenverteilung des Sediments aus 0,4 m Tiefe von Kuhle (2005:Fig. 47/ Fig. 3 16.3.03/1) und des aus 0,6 m Tiefe von Kuhle (2005:Fig. 48/ Fig. 3 22.3.03/1) zeigte, dass am Hang oberhalb von Pangboche hoch- bis spätglaziale Grundmoränen abgelagert waren.

## Probe 4 - Kornformendiagramm 1



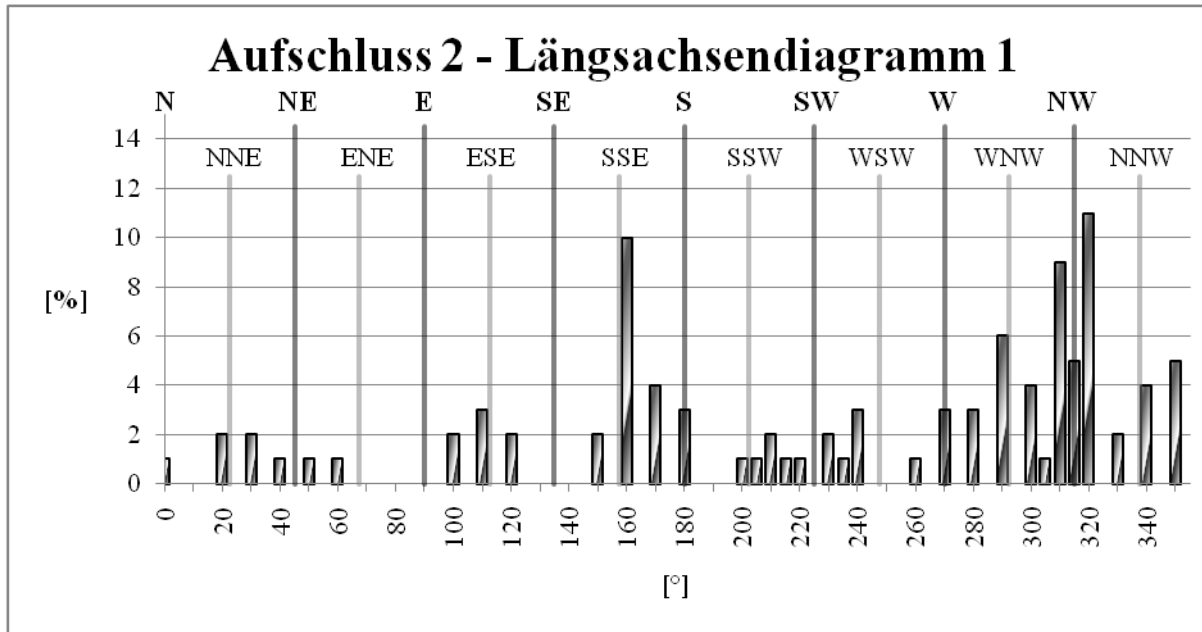
## Probe 4 - Kornformendiagramm 2



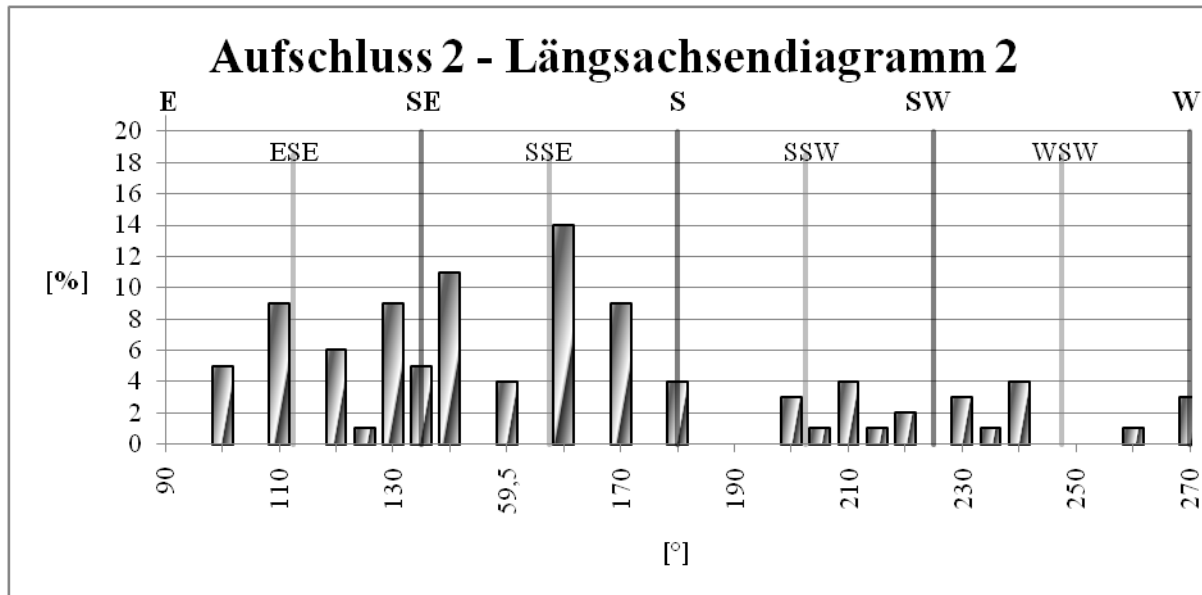
← Kornformendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 4 von der orographisch rechten Imja Khola Talseite bei Pangboche (siehe Foto 85; 27° 51.363'N 86° 47.502'E). Angaben des Ton-, Schluff- und Sandgehaltes wurden in % angegeben. Es wurden insgesamt 540 Körner ausgezählt (106 in der Feinsand-, 324 in der Mittelsand- und 110 in der Grobsandfraktion). Somit lag das Hauptaugenmerk der Untersuchung auf der Mittelsandfraktion. In der Probe waren bei zwei Fraktionen 100 % glazial gebrochene / frisch verwitterte Kornformen und bei einer 98,1 % glazial gebrochene / frisch verwitterte und 1,9 % fluvial polierte Körner enthalten. Da bei diesem Standort – wie bei der Korngrößenanalyse gezeigt werden konnte – Korngrößen von Ton bis Sand und vorwiegend kantengerundete und gerundete Blöcke vorkamen (daneben auch Erratika enthalten), wurde verständlich, dass die Körner glazial gebrochene waren. Anhand der Klassifizierung in fünf Kategorien scharfkantig, kantig-rundkantig, rundkantig-angerundet, gerundet und stark gerundet konnte gezeigt werden, dass hierbei der fluvial polierte Anteil hoch war, da kantig bis rundkantige sowie rundkantig bis angerundete und sogar gerundete Körner in der Sedimentprobe vorhanden waren. Der Grobsandanteil zeigte die meisten kantig bis rundkantigen Körner, gefolgt von der Feinsandfraktion. Die Körner der Mittelsandfraktion tendierten in die fluvial polierte Gruppe. Somit wurde auch neben dem o.g. glazialen Einfluss eine glazifluviale Einwirkung auf die Sedimente – da die Körner hin zum fluvial polierten Korn tendierten – deutlich. Diese Einwirkung kann vor oder während dem glazialen Transport – da die kleineren Körner diesen Prozess länger konservieren können als die größeren – oder auch während oder gar nach diesem passiert sein – da die größeren Körner eher in die Richtung rundkantige bis angerundete Ausformung tendierten. Somit war auf jeden Fall eine starke bzw. längere Schmelzwassereinwirkung auf das Material nachzuweisen – wann diese jedoch genau einwirkte, konnte nicht geklärt werden.

Kuhle (2005:Fig. 37) kam bei der Probe 17 bei 388 ausgezählten Körnern auf 53,6 % frisch verwitterte/glazial gebrochene, 46,4 % fluvial polierte und 0,0 % äolisch mattierte Körner sowie bei der Probe 26 bei 292 ausgezählten Körnern auf 84,6 % frisch verwitterte/glazial gebrochene, 15,4 % fluvial polierte und 0,0 % äolisch mattierte Körner.



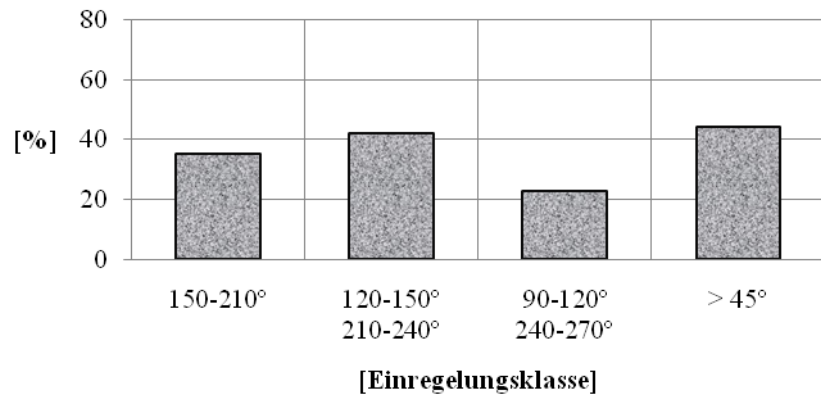


← Längsachsendiagramm 1 nach Himmelsrichtung (Vollkreis) des Aufschlusses 2 (siehe Foto 85; 27° 51.363'N 86° 47.502'E). Die untersuchten 100 Gesteine waren vorwiegend nach Nordwest bzw. Südsüdost eingeregelt. Bei einer Exposition des Aufschlusses von 130° bedeutete dies, dass die Gesteine hauptsächlich hangabwärts eingeregelt waren. Eine Unterscheidung der Gesteine in kleinere (2-10 cm, n=88) und bis zu größere faustgroße (10-18 cm, n=12) Gesteine führte zu keinem überwiegend anderen Ergebnis, so dass alle Gesteine zusammen betrachtet werden konnten. Die größeren Gesteine tendierten mehr gen Ost südost und Südsüdost.



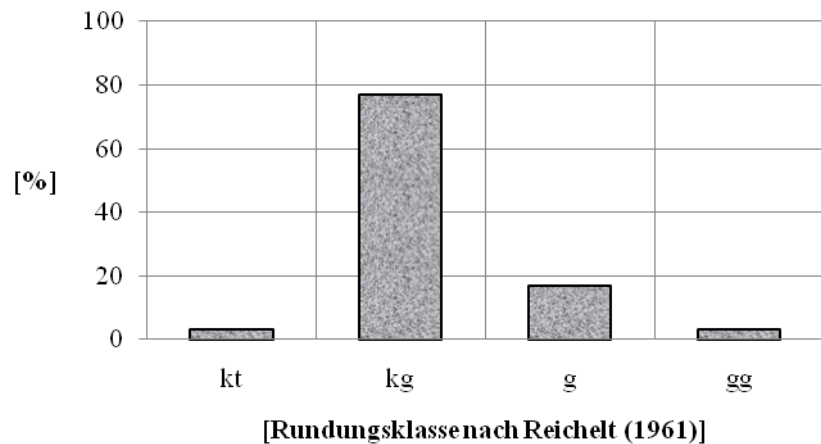
← Längsachsendiagramm 2 nach Himmelsrichtung (Halbkreis) des Aufschlusses 2 (siehe Foto 85; 27° 51.363'N 86° 47.502'E). Die untersuchten 100 Gesteine waren vorwiegend nach Südost bis Südsüdost eingeregelt. Bei einer Exposition des Aufschlusses von 130° bedeutete dies, dass die Gesteine hauptsächlich hangabwärts eingeregelt waren. Eine Unterscheidung der Gesteine in kleinere (2-10 cm, n=88) und bis zu größere faustgroße (10-18 cm, n=12) Gesteine führte zu keinem überwiegend anderen Ergebnis, so dass alle Gesteine zusammen betrachtet werden konnten. Die größeren Gesteine tendierten mehr gen Ost südost und Südsüdost.

### Aufschluss 2 - Längsachsendiagramm 3



← Längsachsendiagramm 3 des Aufschlusses 2 (siehe Foto 85; 27° 51.363'N 86° 47.502'E), abgewandelt nach den Einregelungsklassen nach Poser, Hövermann (1951). Die Einregelungsklassen bezogen sich hier nicht auf die Expositionsrichtung des Aufschlusses, sondern auf die Himmelsrichtungen, d.h. dass die Klasse I von 150° bis 210°, die Klasse II von 120° bis 150° und von 210° bis 240° und die Klasse III von 90 bis 120° und von 240° bis 270° reichte. Die untersuchten bis zu faustgroßen 144 Gesteine (44 über 45 % geneigt bzw. in Gruppe IV eingeteilt) waren demnach hier bei einer Hangexposition von 130° hauptsächlich in Hangneigungsrichtung bzw. gen Südost oder in die Klasse II eingeregelt. Eine Unterscheidung der Gesteine in kleinere (2-10 cm, n=88) und bis zu größere faustgroße (10-18 cm, n=12) Gesteine führte zu keinem überwiegend anderen Ergebnis, so dass alle Gesteine zusammen betrachtet werden konnten. Die größeren Gesteine tendierten mehr in die Klassen I und III, d.h. gen Ost-südost und Südsüdost.

### Aufschluss 2 - Rundungsdiagramm 1

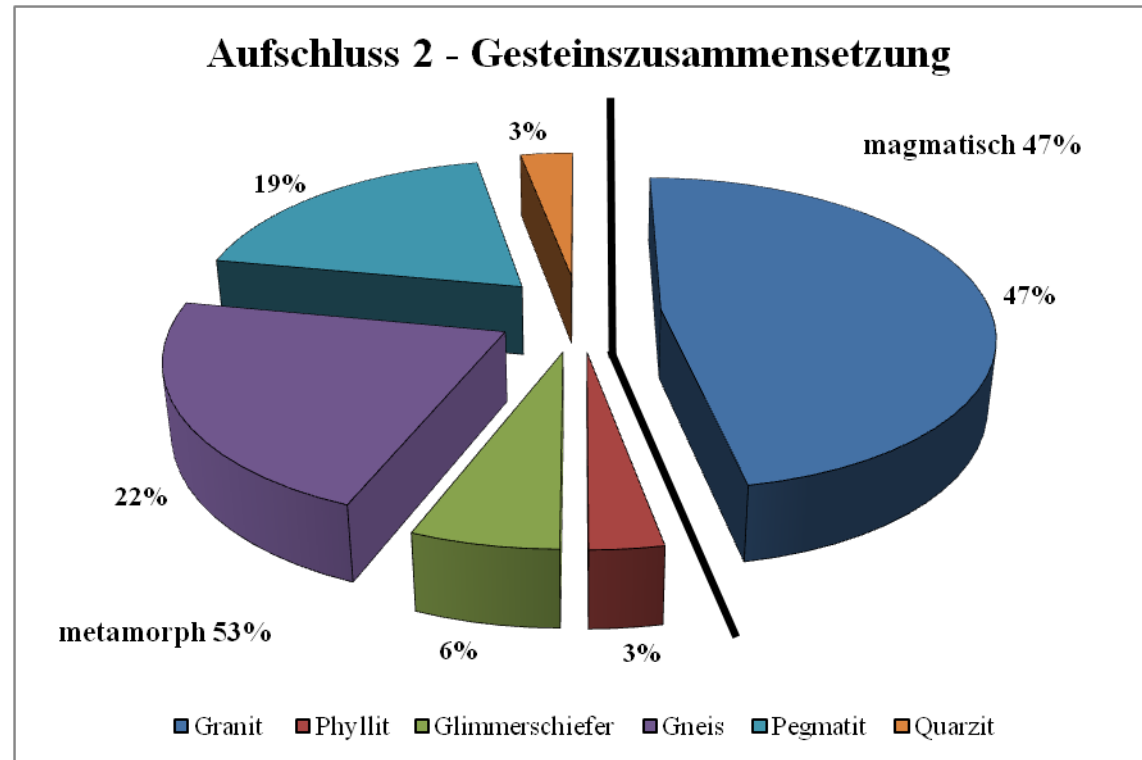


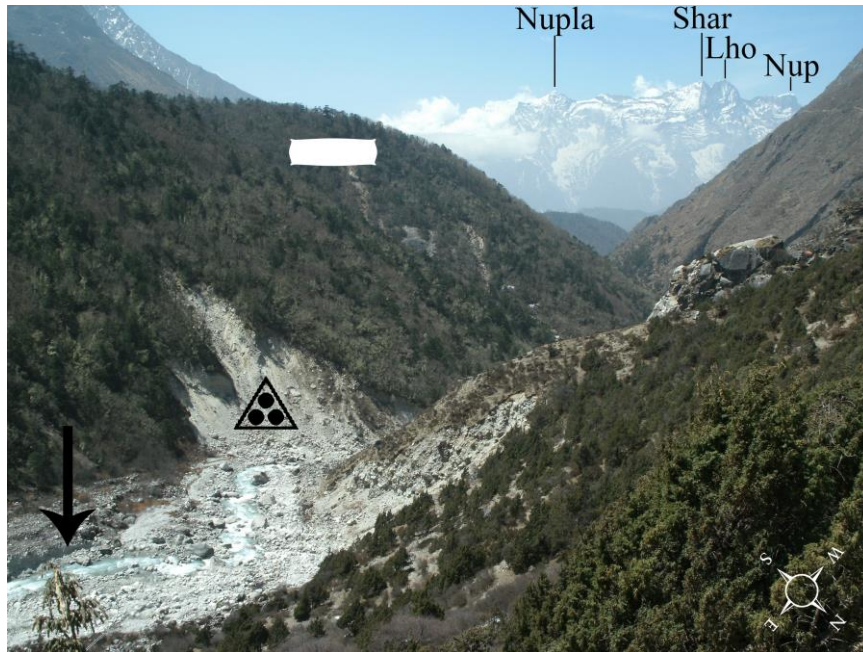
← Rundungsdiagramm des Aufschlusses 2 (siehe Foto 85; 27° 51.363'N 86° 47.502'E) nach den Einordnungen kantig, kantengerundet, gerundet und gut gerundet. Die untersuchten 100 Gesteine waren vorwiegend kantengerundet und gerundet. Wenige waren gut gerundet und kantig. Der Rundungsgrad ergab einen Wert von 220. Eine Unterscheidung der Gesteine in kleinere (2-10 cm, n=88) und bis zu größere faustgroße (10-18 cm, n=12) Gesteine führte bei den größeren Gesteinen zu einem anderen Ergebnis; es überwogen die gerundeten Gesteine gegenüber den kantengerundeten, wobei keinerlei gut gerundete und kantige Gesteine auftraten.



→ Gesteinszusammensetzung des Aufschlusses 2 (siehe Foto 85; 27° 51.363'N 86° 47.502'E) in metamorphe und magmatische Gesteine. Die Gesteine waren vorwiegend bzw. zu 53 % metamorph. Darunter zählten der Menge nach geordnet absteigend Gneise, Pegmatite, Glimmerschiefer sowie Phyllite und Quarzite. Magmatische Gesteine bzw. Granite kamen zu 47 % vor.

Dass es sich bei diesem Aufschluss um glazifluvial umgelagertes Moränenmaterial handelte, konnte einerseits durch die Korngrößen- und Kornformenanalysen nachgewiesen werden. Andererseits sprachen die vorwiegend kantengerundeten und gerundeten Gesteine sowie der Anteil an gut gerundeten und die vorhandenen Granitgesteine als Erratika – anstehende Gesteine waren hier verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise sowie Augengneise (vgl. geologische Karte Khumbu) – für eine solche Genese. Die Einregelungsrichtung der untersuchten Gesteine vorzugsweise nach Südost sprach für eine glazifluviale Transportrichtung aus Nordost. Der Aufschluss verwies auf eine glazifluviale Terrasse bei Pangboche, die sich unterhalb eines glaziären Dreieckhangs ansammelte.





← Foto 82:

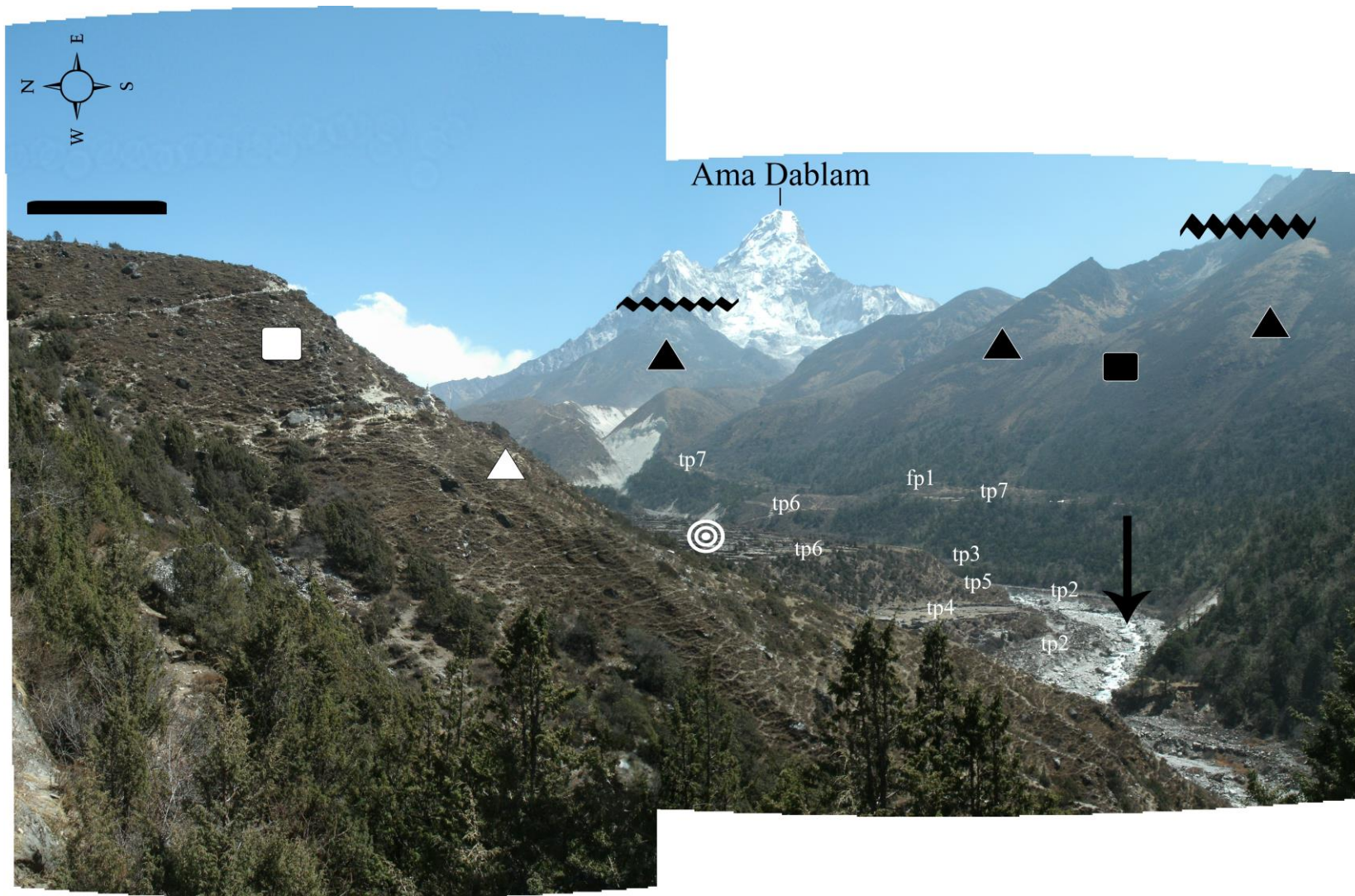
Von der orographisch rechten Imja Khola Talseite talabwärtiger Blick auf eine orographisch rechte Ufermoräne (■; nach Kuhle 2005:Fig. 3 Stadium IV; siehe bei Bäumler 2001:Abb. 6 K2) des vorzeitlich mächtigeren Omoga Gletscher. Durch die Einschneidung des Imja Khola (↓) entstanden Anrissbereiche mit Sturzfächern / -kegeln (▲).

Standort: beim Ort Pangboche (GPS: 27° 51.221'N 86° 47.256'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 3.925 m/GPS, 3.918 m/GE, 3918 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.830 m/GE, 3.821 m/GMG (relative Höhe: ca. 88 m/GE, 97 m/GMG); Sicht gen SW; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 27.03.2012.

↓ Foto 83:

Blick talaufwärts von der orographisch rechten Imja Khola Talseite auf den Ort Pangboche (⊙), welcher auf einer glazifluvialen Terrasse lag. Nach Barnard, Owen, Finkel (2006:Fig. 3) war das die Terrasse tp6, die ca. 8.500 Jahre alt sein soll. Unterhalb dieser Terrasse waren jüngere Terrassen ausgebildet, nach den Forschern die Terrassen tp5, tp4 und tp2. Alle Terrassen wurden durch den Imja Khola (↓) zerschnitten. Für tp5 wurde kein Alter durch TCN-Datierung ermittelt, für tp4 jedoch ein Alter von ca. 5.800 Jahren und für tp2 eins von ca. 300 Jahren. Diese Alter wurden ungefähr in Fig. 3 festgelegt, obwohl die Werte derselben in Tab. 1 Schwankungen aufzeigten. Die Werte von tp6 (Blöcke E109 bis 111) schwankten von etwa 8.000 bis 22.000 Jahre, die von tp4 (Blöcke E118 und 119) von etwa 6.000 bis 10.000 Jahre und diese von tp2 (Blöcke E105 und 106) von etwa 200 bis 1.300 Jahre. Auf der orographisch linken Imja Khola Talseite waren ebenfalls Terrassen ausgebildet: nach Barnard, Owen, Finkel (2006:Fig. 3) waren die Terrassen tp7 mit einem Alter von 12.300 Jahre, tp6 mit 7.800 Jahre sowie tp3 mit 1.500 Jahre angegeben. Daneben datierten sie einen Fächer (fp1) auf ca. 13.600 Jahre. Diese Alter wurden ebenfalls ungefähr in Fig. 6 festgelegt, obwohl die Werte derselben in Tab. 1 Schwankungen aufzeigten. Die Werte von tp7 (Blöcke E95 bis 98) schwankten von etwa 12.000 bis 13.000 Jahre, die von tp6 (Blöcke E99 bis 101) von etwa 7.700 bis 7.800 Jahre, diese von tp3 (Blöcke E102 bis 104) von etwa 1.300 bis 1.800 Jahre und diese von fp1 (Blöcke E107 bis 108) von etwa 9.000 bis 14.000 Jahre. Selbst dass die gleichhohen Terrassen auf der orographisch rechten und linken Talseite nicht dasselbe Alter, sondern Schwankungen aufzeigten – tp6 bei Pangboche ca. 8.500 Jahre, aber bei Yaral ca. 7.800 Jahre und tp7 bei Pangboche ca. 11.800 Jahre, aber bei Yaral ca. 12.300 Jahre – ließ die Ergebnisse der Datierungen in Frage stellen. Barnard, Owen und Finkel idealisierten die Werte der Terrasse tp6 auf etwa 8.100 Jahre und die bei tp7 auf etwa 12.000 Jahre. Dass dieser Talbereich einstmalig enorm vergletschert war, konnte an den oberhalb der Terrassen existierenden glaziären Dreieckshänge (▲) mit darauf abgelagerten Grundmoränen (■) – die auf eine minimale hochglaziale Vergletscherungsgrenze (—) hindeuteten – sowie an den Schliftgrenzen (~~~~) festgemacht werden. Letztgenannte deuteten auf eine hochglaziale Vergletscherung. Die Schliftgrenze bei Pangboche (~~~~) verwies auf ein ungefähres hochglaziales Gletscherlimit bei ca. 5.050 m. Bei einem rezenten Talboden auf ca. 4.000 m ergab dieses eine hochglaziale Eismächtigkeit von ca. 1.050 m. Dieses Ergebnis stimmte in etwa mit dem von Kuhle (2005:Fig. 3) überein. Er kam durch das Profil 17 auf eine Eismächtigkeit von 900 m. Die Schliftgrenze (~~~~) beim Ama Dablam auf ca. 5.330 m deutete bei einem rezenten Talboden bei ca. 4.100 m auf eine hochglaziale Eismächtigkeit von etwa 1.230 m. Diese stimmte mit der angegebenen 1.200 m mächtigen rekonstruierten Eisdecke von Kuhle (2005:Fig. 3/Profil 15), der den vorzeitlichen Talboden rekonstruierte, überein.





Standort: Pangboche (GPS: 27° 51.139'N 86° 47.086'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 3.899 m/GPS, 3.871 m/GE, 3.870 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.819 m/GE, 3.818 m/GMG (relative Höhe: ca. 52 m/GE, 52 m/GMG); Sicht gen E bzw. 90°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 27.03.2012.

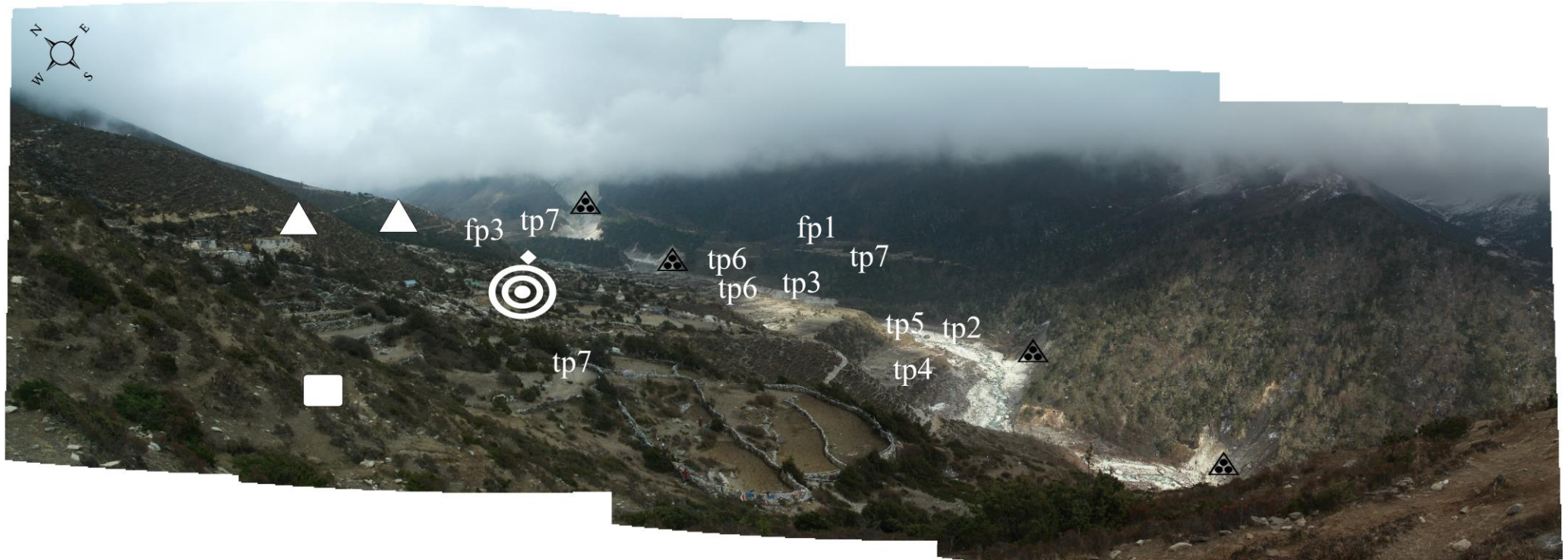


← Foto 84:

Talabwärtiger Blick auf eine orographisch linke Ufermoräne des vorzeitlichen Omoga Gletscher (■ weiß) und auf eine orographisch rechte Ufermoräne des vorzeitlichen Phunki Gletscher (■ schwarz), auf der der Ort Tengboche (©) lag. Nach Kuhle (2005:Fig. 3) gehörte die erstgenannte ins spätglaziale Stadium IV und die letztgenannte ins spätglaziale Stadium III. Nach Müller (1980:Fig. 3) waren talaufwärts vorkommende Moränen am orographisch linken Imja Khola Talhang aus dem Pheriche Stadium und älter. Im Vordergrund des Bildes bzw. auf der orographisch rechten Imja Khola Talseite war abgeschliffenes Anstehendes (☾, Menschen (○) als Größenmaß) mit deutlichen glazifluvialen Spülformen (↓) zu sehen. Kuhle (2005:Fig. 3) machte in diesem Bereich Rundhöcker und Strudeltöpfe aus. Die Spülformen hoben sich deutlich von Verwitterungsbereichen (□) im Gestein – die stets kantige Bereiche zeigten – ab. Die Ufermoränen sowie das rund geschliffene Anstehende gaben einen Hinweis auf eine minimale Vergletscherungsgrenze (■).

Standort: westlich von Pangboche (GPS: 27° 51.235'N 86° 46.989'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 3.996 m/GPS, 4.003 m/GE, 4.000 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.812 m/GE, 3.808 m/GMG (relative Höhe: ca. 191 m/GE, 192 m/GMG); Sicht gen SW; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 07.04.2012.





↑ Foto 85:

Blick talaufwärts von der orographisch rechten Imja Khola Talseite auf den Ort Pangboche (◎), welcher auf einer glazifluvialen Terrasse lag. Dieses Foto war ähnlich zu Foto 83, nur dass hier die Terrasse tp7 auf der orographisch rechten Talseite bei Pangboche und der Fächer fp3 ebenfalls auf dieser Talseite zu sehen waren. Die Terrasse soll laut Barnard, Owen, Finkel (2006:Fig. 3) etwa 11.800 Jahre alt sein und der Fächer etwa 57.600 Jahre. Auf der Talseite bei Yaral kamen sie bei der tp7 auf ein ungefähres Alter von 12.300 Jahren. Beide Terrassen wurden auf 12.000 Jahre idealisiert (Barnard, Owen, Finkel 2006:Fig. 3). Diese Alter wurden nur ungefähr in Fig. 3 festgelegt, obwohl die Werte derselben in Tab. 1 Schwankungen aufzeigten. Die Werte von tp7 bei Pangboche (Blöcke E112 bis 114) schwankten von etwa 11.000 bis 14.000 Jahre, die von tp7 bei Yaral (Blöcke E95 bis 98) von etwa 12.000 bis 13.000 Jahre und die von fp3 bei Pangboche (Blöcke E116 und 117) von etwa 50.000 bis 130.000 Jahre. Dass dieser Talbereich einstmalig enorm vergletschert war, konnte an den oberhalb der Terrassen existierenden glaziären Dreieckshängen (▲) mit darauf abgelagerten Grundmoränen (■) festgemacht werden. Hierdurch wurde ersichtlich, dass es sich bei dem von Barnard, Owen, Finkel (2006:Fig. 3) festgelegten Fächer nicht um einen solchen handelte, sondern um einen glazialen Dreieckshang mit darauf abgelagerten Grundmoränen. Bei der Terrasse tp6, auf der der untere Teil des Ortes Pangboche lag, handelte es sich um eine glazifluviale Terrasse, wobei es sich aber bei der darüber liegenden Terrasse tp7 wohl eher um eine Grundmoränenterrasse handelte. Kuhle (2005:Foto 88, 89) machte ab einer Höhe von 4.400 m Grundmoränenmaterial mit erratischen Turmalingranitblöcken, neben verschiedenen Phylliten und Gneisen, bei Pangboche aus, weiter westsüdwestlicher von Pangboche schon in einer Höhe von 4.100 m (vgl. Kuhle 2005:Foto 92, 93). Eine Sedimentprobe (◆) wurde entnommen.

Standort: Pangboche (GPS: 27° 51.235'N 86° 46.989'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 3.996 m/GPS, 4.003 m/GE, 4.000 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.812 m/GE, 3.808 m/GMG (relative Höhe: ca. 191 m/GE, 192 m/GMG); Sicht gen NE; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 07.04.2012.



**Legende**

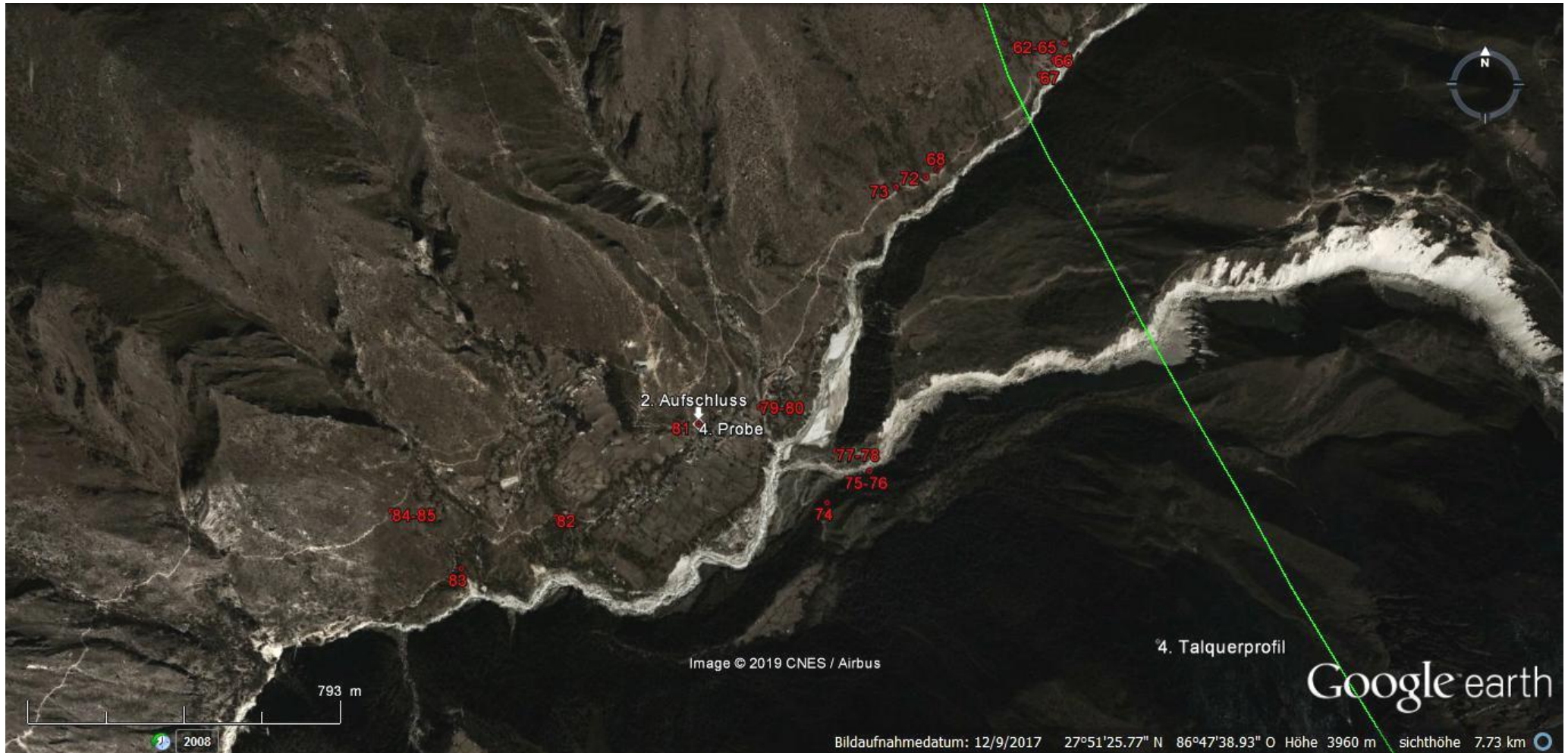
- 28-85 Standorte der Fotos
- ◇ Standorte der Sedimentproben
- ⇓ Standort des Aufschlusses
- █ Verläufe der Talqueerprofile

Karte 9: Standorte für Fotos, Sedimentproben, einen Aufschluss sowie die Verläufe der Talqueerprofile im Imja Khola. Sichthöhe 12,68 km. Quelle Google Earth.



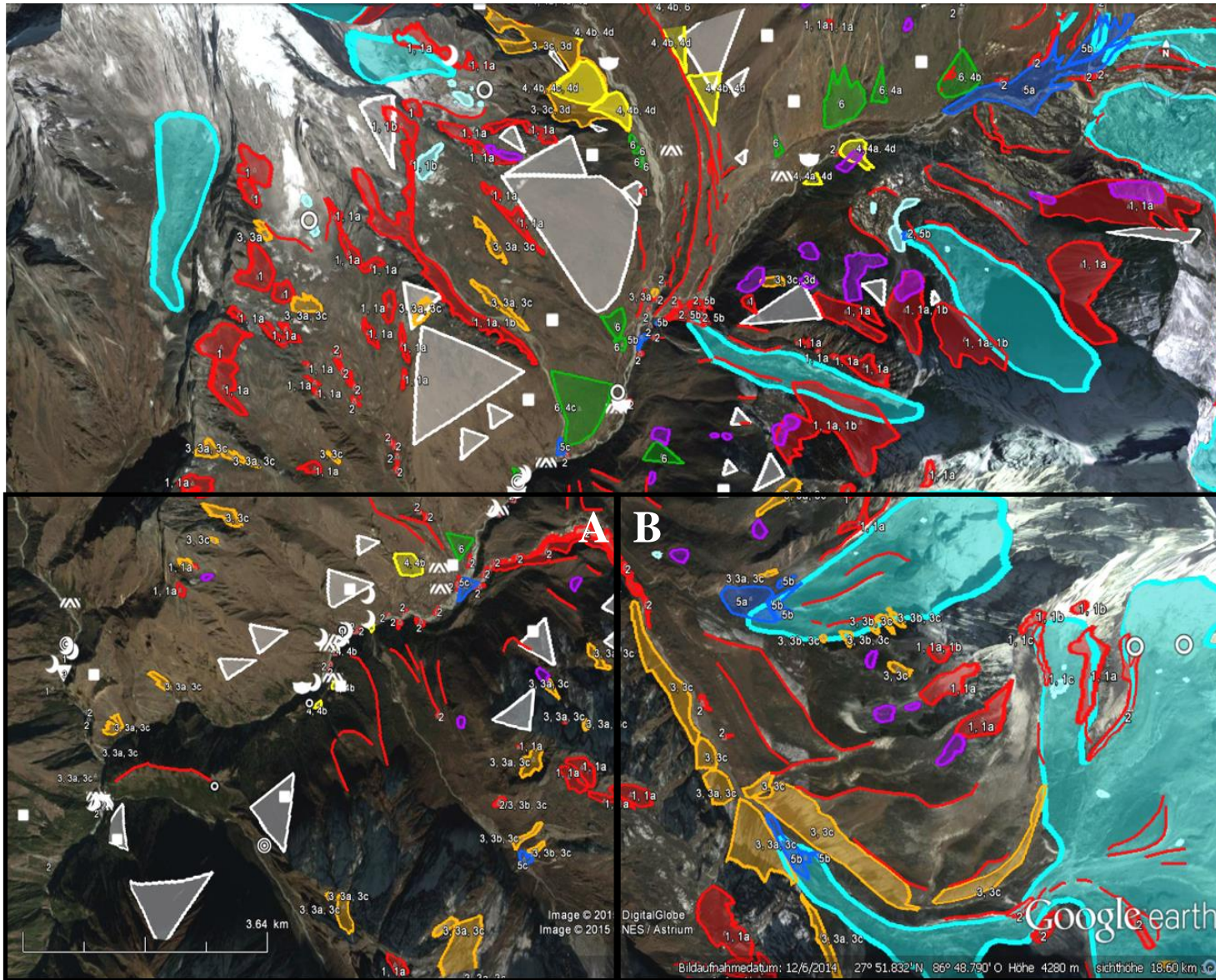


Karte 9, Ausschnitt. Sichthöhe 9,00 km. Quelle Google Earth.



Karte 9, Ausschnitt. Sichthöhe 7,73 km. Quelle Google Earth.



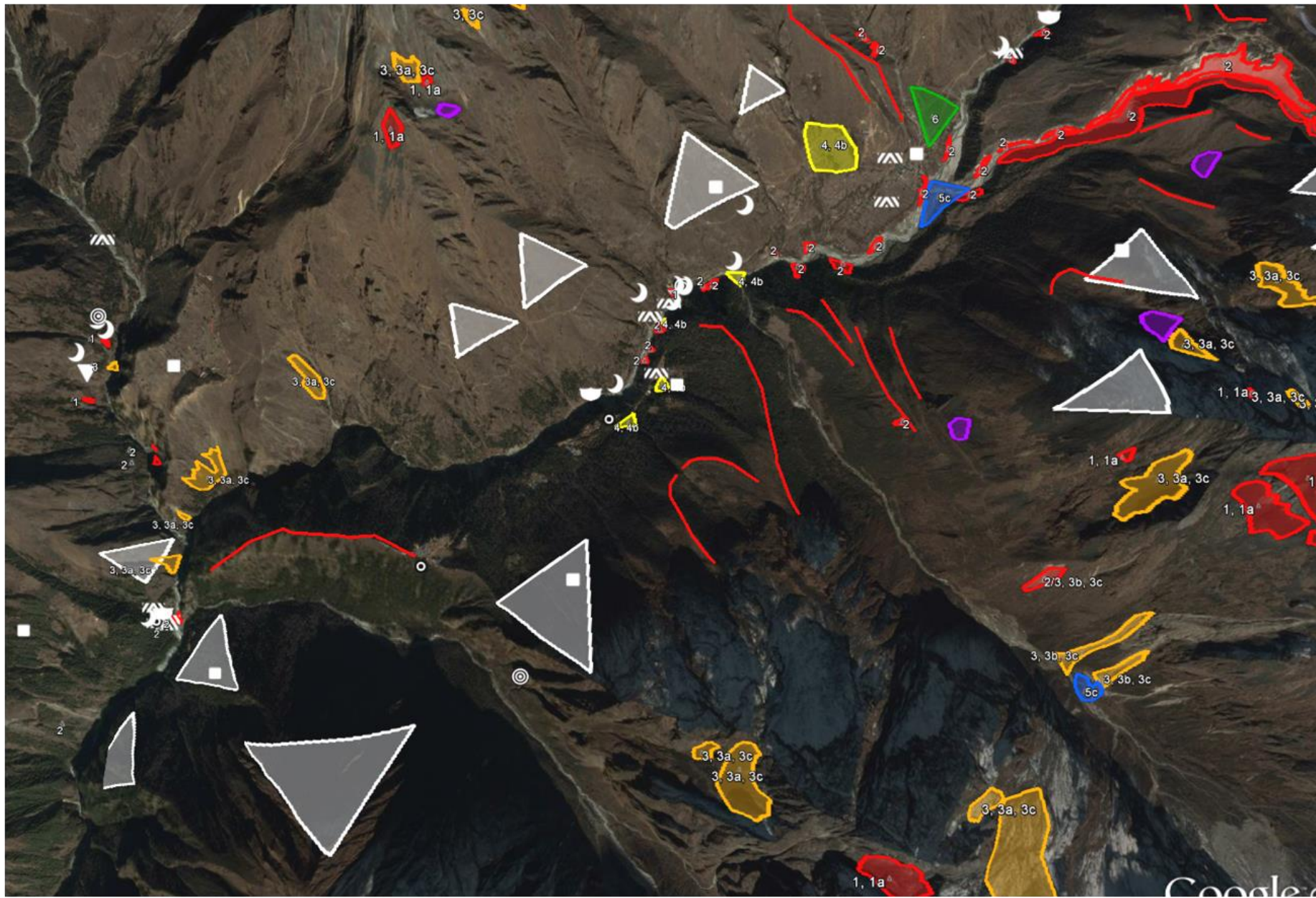


### Legende

- ▲ glaziäre Dreieckshänge
- ▲ Sturzfächer/-kegel
  - 1 – Sturzschuttfächer
  - 1a – überlagern Moränenmaterial
  - 1b – von Schnee und Lawinen überlagert
- ▲ Sturzmoränenfächer
  - 2 – Sturzmoränenfächer
- ▲ Mischfächer/-kegel
  - 3a – hpts. aus Schutt
  - 3b – hpts. aus Moränenmaterial
  - 3c – überlagern Moränenmaterial
  - 3d – von anderen Prozessen überlagert
- ▲ Murfächer/-kegel
  - 4a – Murschuttfächer/-kegel
  - 4b – Murmoränenfächer/-kegel
  - 4c – Murschwemmfächer/-kegel
  - 4d – von anderen Prozessen überlagert
- ▲ Schwemmfächer/-kegel
  - 5a – Schwemmschuttfächer/-kegel mit Schutt- und Moränenmaterial
  - 5b – Sander
  - 5c – hpts. aus Moränenmaterial
- ▲ zerschnittene Grundmoränen
- Gletscher, Lawinenkegel, Seen
- Berg-/Felssturz
- Blockgletscher/ Schuttloben
- Moränenzüge
- Grundmoräne
- Rundhöcker
- Trogtal
- Gletscherschliff
- glazifluviale Terrasse
- ◎ Strudeltopf

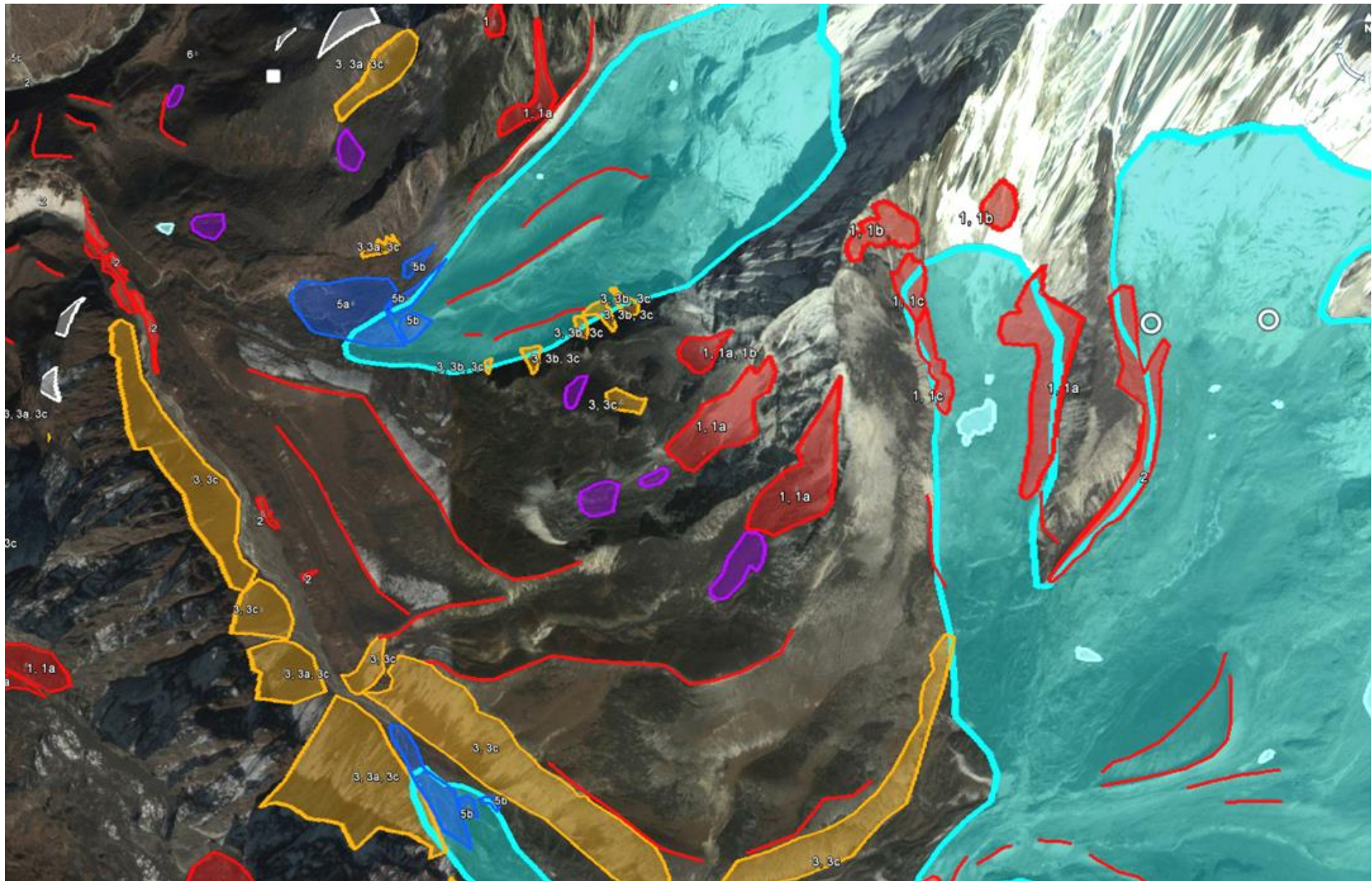
Karte 10: Geomorphologische Karte Imja Khola. Quelle Google Earth.





Karte 10, Ausschnitt A: Quelle Google Earth.





Karte 10, Ausschnitt B: Quelle Google Earth.



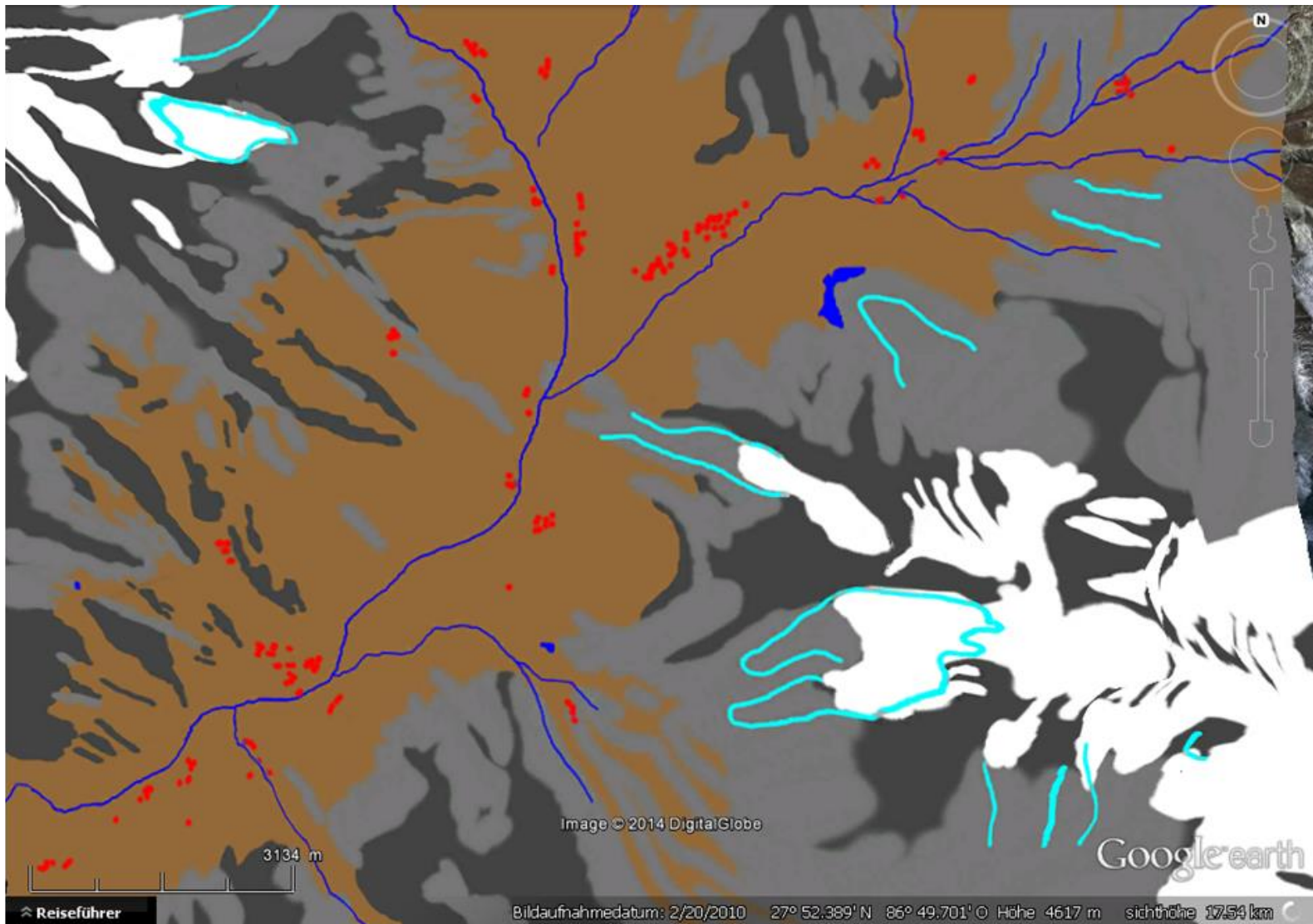


**Legende**

- Formen stimmten überein
- Formen stimmten überein, jedoch wurden nicht die enthaltenen Gesteine überprüft

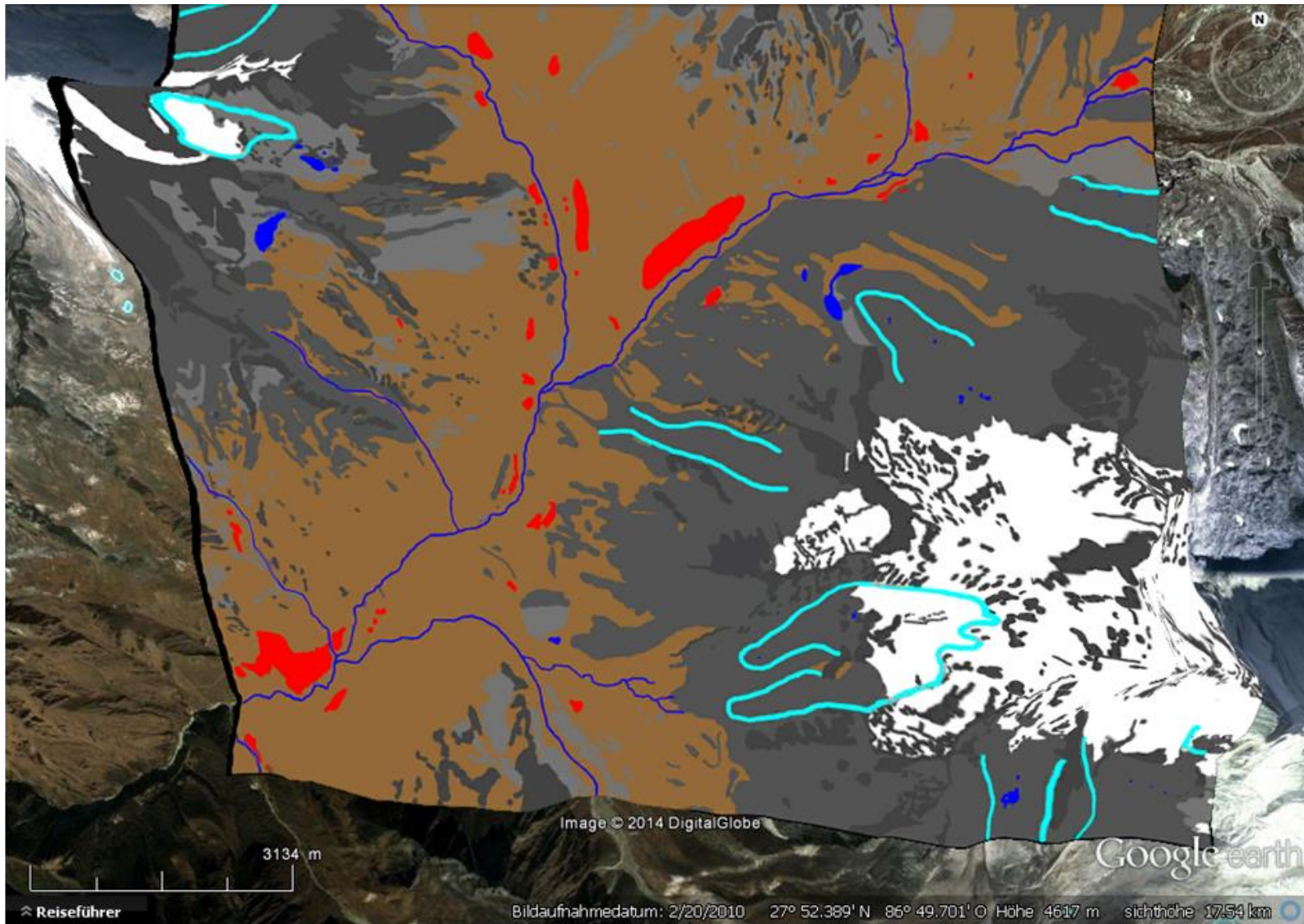
Karte 11: Kartenausschnitt von Fig. 3 aus Kuhle (2005) bearbeitet.





- Legende**
- bebaute Flächen
  - Flüsse/Seen
  - Gletscher
  - Eis-/Schneebedeckung
  - anstehendes Gestein
  - Schuttbedeckung
  - übrige Tal- und Hangbereiche, teilweise bewachsen

Karte 12: Oberflächenbedeckungskarte aus der topographischen Karte, dargestellt in Google Earth.



- Legende**
- bebaute Flächen
  - Flüsse/Seen
  - Gletscher
  - Eis-/Schneebedeckung
  - anstehendes Gestein
  - stärkere Schuttbedeckung
  - schwächere Schuttbedeckung
  - übrige Tal- und Hangbereiche, teilweise bewachsen

Karte 13: Oberflächenbedeckungskarte aus Google Earth, dargestellt in Google Earth.





↑ Foto 86 und ↑ Foto 87

Glazifluviale Spülformen (↓) im Anstehenden ca. 22 bis 25 m über dem rezenten Talboden. Deutliche konkav rund erscheinende Formen konnten nur subglazial erklärt werden und schlossen somit andere mögliche Entstehungsweisen aus. Insofern waren sie ein Indiz für eine einstmalige Vergletscherung dieses Talabschnitts zwischen Tengboche und Pangboche. Anstehendes Gestein waren hier Schiefer, Phyllite, Gneise (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierte Augengneise, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis oder Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1).

Standort: zwischen den Orten Tengboche und Pangboche (GPS: 27° 51.078'N 86° 46.954'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 3.837 m/GE, 3.840 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.812 m/GE, 3.818 m/GMG (relative Höhe: ca. 25 m/GE, 22 m/GMG); Sicht gen NW bei Foto 86, Sicht gen W bei Foto 87; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 07.04.2012.





↑ Foto 88:

Glazifluviale Spülformen (↓, 1 m Stock als Größenmaß) im Anstehenden ca. 2 bis 3 m über dem rezenten Talboden auf der orographisch rechten Imja Khola Talseite zwischen Deboche und Pangboche. Anstehendes Gestein war hier Schiefer, Phyllite, Gneise (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierte Augengneise, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis oder Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1).

Standort: zwischen Deboche und Pangboche in der Nähe der Brücke (GPS: 27° 51.056'N 86° 46.932'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 3.822 m/GPS, 3.814 m/GE, 3.818 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.811 m/GE, 3.816 m/GMG (relative Höhe: ca. 3 m/GE, 2 m/GMG); Sicht gen NNE bis NE bzw. 40°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 27.03.2012.



↑ Foto 89:

Blick talaufwärts auf die orographisch linke Imja Khola Talseite bzw. auf den Talausgang des Omoga Khola. In diesem Nebental bestand vorzeitiglich der Omoga Gletscher. Ein Indiz dafür war die orographisch rechte Ufermoräne (■, nach Kuhle 2005:Fig. 3 gehörte diese ins spätglaziale Stadium IV; nach Müller 1980:Fig. 3 waren talaufwärts vorkommende Moränen am orographisch linken Imja Khola Talhang aus dem Pheriche Stadium und älter; nach Bäumler 2001:Abb. 6 Boden Standort K2). Im Konfluenzbereich zum Haupttal bildete sich ein Fächer / Kegel (▲) aus disloziertem Moränenmaterial und glazifluvialem Material. Zur Zeit, als der Gletscher noch bestand, stellte dieser Fächer / Kegel einen Sander dar.

Standort: zwischen Deboche und Pangboche in der Nähe der Brücke (GPS: 27° 51.056'N 86° 46.888'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 3.823 m/GPS, 3.821 m/GE, 3.820 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.812 m/GE, 3.818 m/GMG (relative Höhe: ca. 9 m/GE, 2 m/GMG); Sicht gen ESE bis SE bzw. 130°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 27.03.2012.

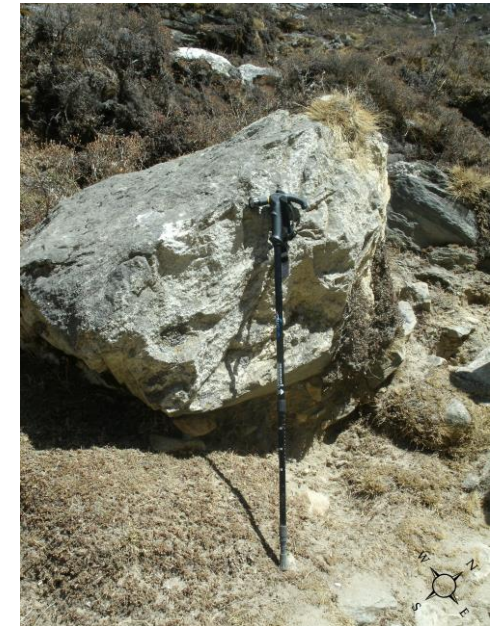




↑ Foto 90 und ↑ Foto 91:

Rund um den einschneidenden Fluss Imja Khola (↓) entstanden Anrissbereiche, aus denen Materialien zu Fächern / Kegeln (▲) verstürzten. Bei dem so entstandenen Aufschluss konnte an einigen Stellen eine Sortierung nachvollzogen werden. Es handelte sich hierbei um disloziertes Moränenmaterial bzw. glazifluviales Material am Talausgang des Omoga Khola.

Standort: zwischen Deboche und Pangboche in der Nähe der Brücke (GPS: 27° 51.020'N 86° 46.786'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 3.786 m/GPS, 3.796 m/GE, 3.798 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.784 m/GE, 3.778 m/GMG (relative Höhe: ca. 12 m/GE, 20 m/GMG); Sicht gen ESE bis SE bzw. 130°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 27.03.2012.



↑ Foto 92:

Granitblock auf der orographisch rechten Imja Khola Talseite ca. 7 bis 11 m über dem rezenten Talboden. Anstehende Gesteine waren hier Schiefer, Phyllite, Gneise (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierte Augengneise, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis oder Migmatit – daneben auch Granite in höheren Hangbereichen auf der orographisch linken Imja Khola Talseite möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1). Das hieß, dass es sich bei diesem Block um einen erratischen Block handelte. Hangaufwärts kennzeichnete Kuhle (2005:Fig. 3) Grundmoränen mit erratischen Blöcken.

Standort: zwischen Deboche und Pangboche in der Nähe der Brücke (GPS: 27° 51.013'N 86° 46.758'E), orographisch rechte Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 3.779 m/GPS, 3.795 m/GE, 3.785 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.784 m/GE, 3.778 m/GMG (relative Höhe: ca. 11 m/GE, 7 m/GMG); Sicht gen WNW bis NW bzw. 310°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 27.03.2012.



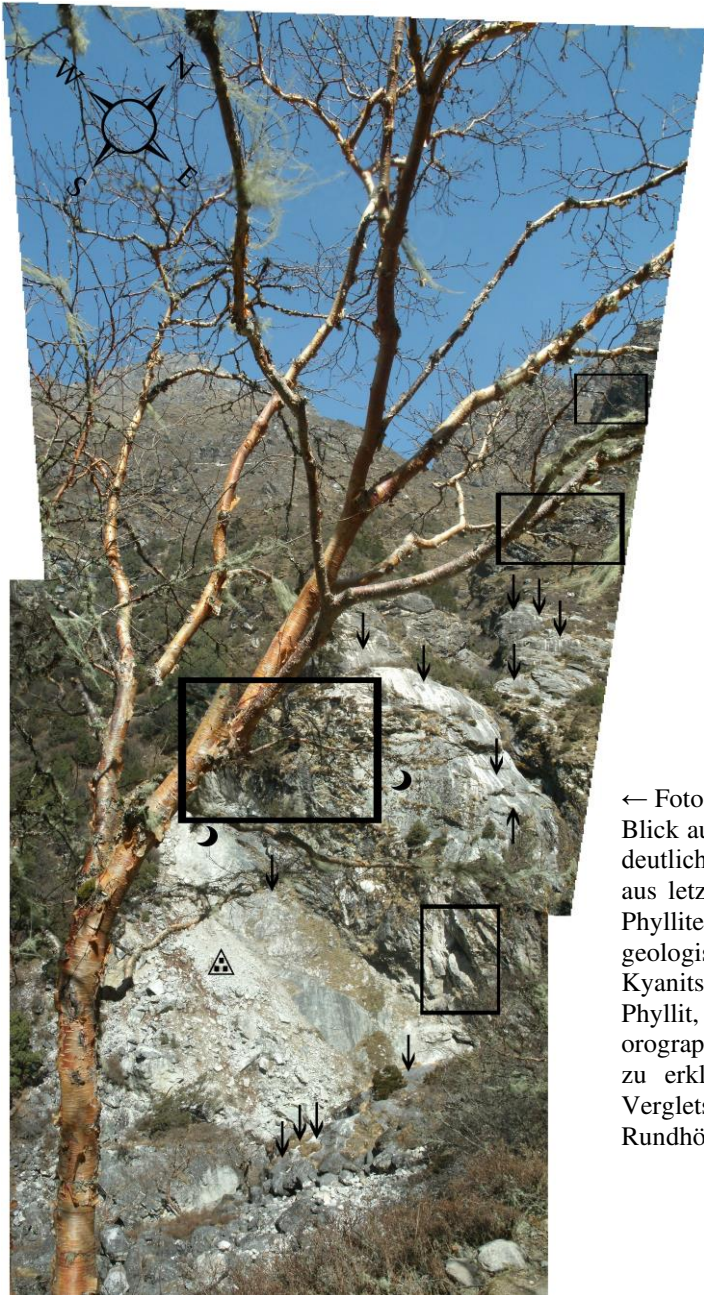
→ Foto 93:

Blick gen Talboden zum Imja Khola (↓) auf vier unterschiedlich hoch gelegene Strudeltöpfe (⊙). An ihnen konnte, angefangen mit dem obersten bzw. dem ältesten bis zum untersten bzw. dem jüngsten, die schrittweise Einschneidung des Imja Khola in das anstehende Gestein nachvollzogen werden. Eine rein fluviale Entstehung war in diesem engen Talabschnitt und nur ca. 6 bis 10 m über dem rezenten Talboden allerdings nicht auszuschließen. Jedoch deuteten die mit den Fotos 94 bis 105 dokumentierten Formen darauf hin, dass eine glazifluviale Entstehung in Verbindung mit einer enormen Vergletscherung dieses Talabschnittes wahrscheinlicher war als eine rein fluviale. Kuhle (2005:Fig. 3) machte in diesem Bereich ebenfalls Strudeltöpfe und Rundhöcker aus. Anstehendes Gestein war hier Schiefer, Phyllite, Gneise (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierte Augengneise, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis oder Migmatit – daneben auch Granite in höheren Hangbereichen auf der orographisch linken Imja Khola Talseite möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1).

Standort: Brücke zwischen Deboche und Pangboche (GE: 27° 51.005'N 86° 46.765'E), über dem Imja Khola; absolute Höhe: 3.785 m/GE, 3.786 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.775 m/GE, 3.780 m/GMG (relative Höhe: ca. 10 m/GE, 6 m/GMG); Sicht gen Talboden in Richtung E; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 27.03.2012.

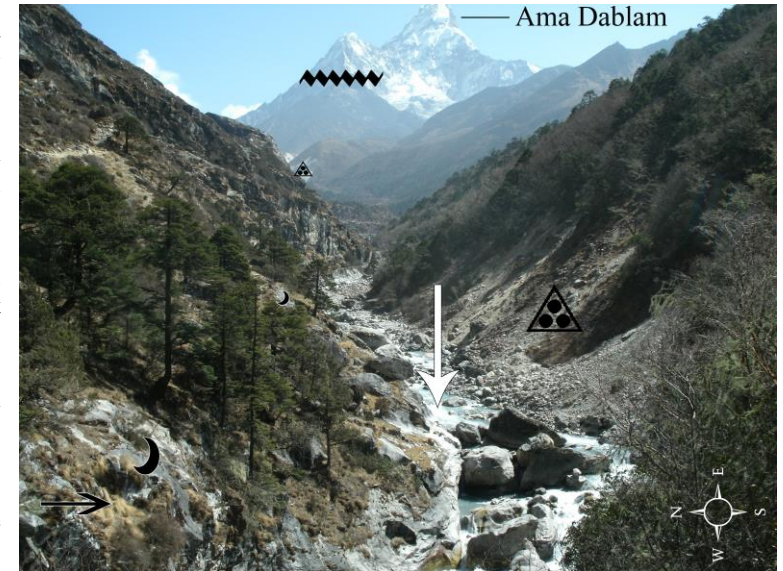






→ Foto 94:

Blick talaufwärts in das Trogtal Imja Khola (↓ weiß, siehe Talquerprofil 5) zum Berg Ama Dablam. Auf der orographisch rechten Talseite konnten rundgeschliffenes Anstehendes (☾) mit deutlichen runden konkaven glazifluvialen Spülformen im Gestein (↓ schwarz) ausgemacht werden, wohingegen auf der gegenüberliegenden Talseite verstürzte Lockermaterialien in Fächer- bzw. Kegelform (▲) abgelagert waren. Bei dem so entstandenen Aufschluss konnte an einigen Stellen eine Sortierung nachvollzogen werden. Es handelte sich hierbei um disloziertes Moränenmaterial bzw. glazifluviales Material am Talausgang des Omoga Khola. Die Schriffgrenze (---) beim Ama Dablam auf ca. 5.330 m deutete bei einem rezenten Talboden bei ca. 4.100 m auf eine hochglaziale Eismächtigkeit von etwa 1.230 m. Diese stimmte mit der angegebenen 1.200 m mächtigen rekonstruierten Eisdecke von Kuhle (2005:Fig. 3/Profil 15), der den vorzeitlichen Talboden rekonstruierte, überein.



Standort: Brücke zwischen Deboche und Pangboche (GE: 27° 51.005'N 86° 46.765'E), über dem Imja Khola; absolute Höhe: 3.785 m/GE, 3.786 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.775 m/GE, 3.780 m/GMG (relative Höhe: ca. 10 m/GE, 6 m/GMG); Sicht gen E; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 27.03.2012.

← Foto 95:

Blick auf die orographisch rechte Imja Khola Talseite, die durch rundgeschliffenes Anstehendes (☾) charakterisiert war, das deutliche runde konkave Spülformen (↓) und im Gegensatz dazu konkave kantige Verwitterungsbereiche (□) aufwies, wobei aus letztgenannten an einigen Stellen reine Sturzschuttfächer (▲) hervorgingen. Anstehendes Gestein war hier Schiefer, Phyllite, Gneise (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierte Augengneise, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis oder Migmatit – daneben auch Granite in höheren Hangbereichen auf der orographisch linken Imja Khola Talseite möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1). Die Spülformen waren glazifluvial zu erklären und gaben somit zusammen mit den rundgeschliffenen Bereichen einen Hinweis auf eine minimale Vergletscherung dieses Talabschnittes. Kuhle (2005:Fig. 3) machte in diesem Bereich ebenfalls Strudeltöpfe und Rundhöcker aus.

Standort: zwischen Deboche und Pangboche (GPS: 27° 50.959'N 86° 46.763'E), orographisch linke Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 3.771 m/GPS, 3.771 m/GE, 3.763 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.764 m/GE, 3.760 m/GMG (relative Höhe: ca. 7 m/GE, 3 m/GMG); Sicht gen NW bis NNW bzw. 330°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 27.03.2012.





← Foto 96:

Blick von der orographisch linken auf die orographisch rechte Imja Khola Talseite. Auf diesem Foto war rund geschliffenes anstehendes Gestein (☾) mit deutlichen konkaven runden Spülformen (↓) zu erkennen. Anstehendes Gestein war hier Schiefer, Phyllite, Gneise (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierte Augengneise, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis oder Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1). Kuhle (2005:Fig. 3) machte in diesem Bereich ebenfalls Strudeltöpfe und Rundhöcker aus. Die konkaven Spülformen waren neben Wasser mit kantengerundeten bis gut gerundeten Gesteinen und mit Vegetation verfüllt. Das Anstehende muss einst mit einer glazifluvialen Terrasse überlagert gewesen sein. Die Reste der Terrasse (▲▲) waren talabwärts des Abgeschliffenen identifizierbar.

Standort: zwischen Deboche und Pangboche (GPS: 27° 50.926'N 86° 46.763'E), orographisch linke Imha Khola Talseite; absolute Höhe: 3.780 m/GPS, 3.785 m/GE, 3.782 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.754 m/GE, 3.750 m/GMG (relative Höhe: ca. 31 m/GE, 32 m/GMG); Sicht gen WNW bis NW bzw. 295°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 27.03.2012.









↓ Foto 98, ← Foto 99, → Foto 100:

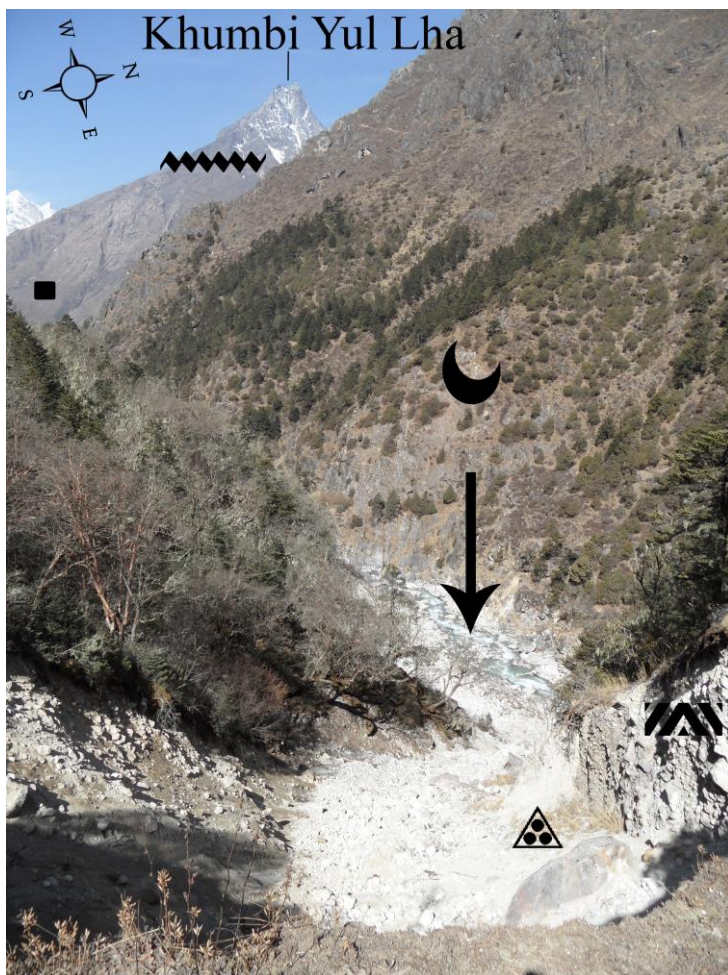
Auf der orographisch linken Imja Khola Talseite bestehende Moränenreste (■). Es waren vorwiegend kantengerundete Gesteine verschiedener Größe in einer feinen Matrix ausmachbar. Eine Sortierung des Materials – wie es kennzeichnend für glazifluviales Material wäre – war nicht zu erkennen. Außerdem war das Material sehr verdichtet, was auf Grundmoränenmaterialien schließen lassen würde. Kuhle (2005:Fig. 3) machte in diesem Bereich eine orographisch linke Ufermoräne des vorzeitlichen Omega Gletscher aus dem Stadium IV und Grundmoränen mit erratischen Blöcken aus. Auf diesen Fotos wird es sich – da sich die Standorte in einem Übergangsbereich zwischen Ufermoräne, vorzeitlichem Sander und Grundmoräne befanden – um zerschnittenes Ufer- bis Grundmoränenmaterial handeln.



Standort Foto 98: zwischen Deboche und Milinggo bzw. zwischen Tengboche und Pangboche (GPS: 27° 50.869'N 86° 46.724'E); orographisch linke Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 3.782 m/GPS, 3.778 m/GE, 3.780 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.731 m/GE, 3.720 m/GMG (relative Höhe: ca. 47 m/GE, 60 m/GMG); Sicht gen ENE bis E bzw. 75°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 27.03.2012.

Standort Fotos 99-100: zwischen Deboche und Milinggo bzw. zwischen Tengboche und Pangboche (GPS: 27° 50.857'N 86° 46.718'E); orographisch linke Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 3.781 m/GPS, 3.777 m/GE, 3.782 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.727 m/GE, 3.720 m/GMG (relative Höhe: ca. 50 m/GE, 62 m/GMG); Sicht gen ENE bis E bzw. 80°; Bw 16,3 mm bei Foto 99, Bw 6,5 mm bei Foto 100. Foto: E. Spitzer, 27.03.2012.



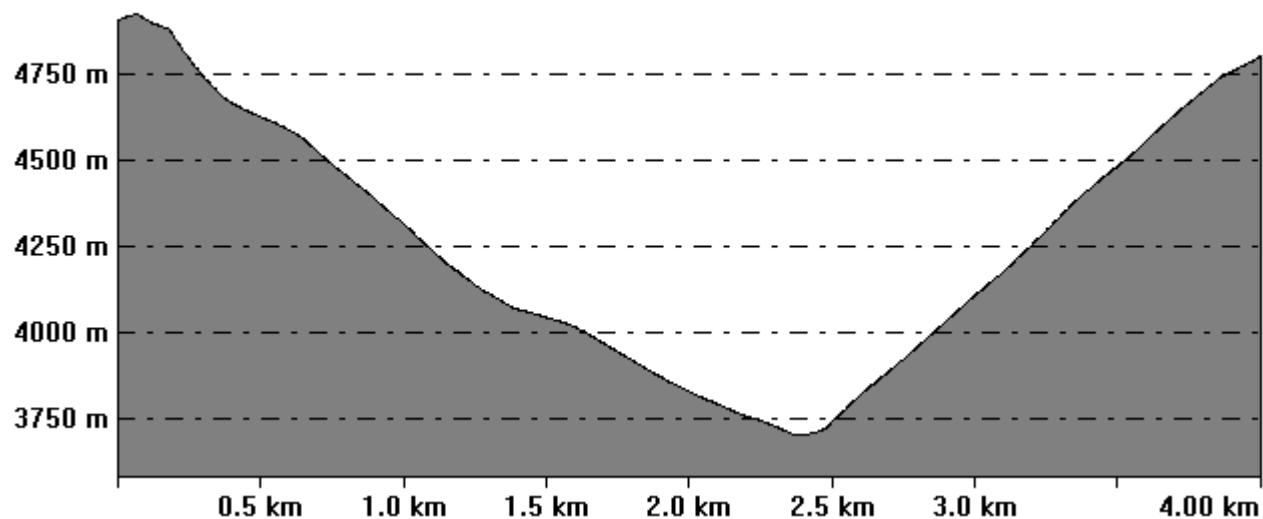


← Foto 101:

Talabwärtiger Blick von der glazifluvialen Terrasse (▲▲) mit deren Fächern / Kegeln (▲) aus verstürztem Material auf die orographisch rechte Imja Khola Talseite in Richtung des Berges Khumbi Yul Lha. Die Talflanken zeigen rund geschliffene Bereiche bzw. glaziären Flankenschliff (☾) und waren mit Grundmoränen (■) überlagert. In das Tal – welches sich hier als schluchtförmiger Trog ausgestaltete – schnitt sich der Fluss Imja Khola (↓) ein. Die Schriffgrenze beim Khumbi Yul Lha (⚡) auf 4.800 m Höhe deutete bei einem rezenten Talboden bei 3.300 m auf eine hochglaziale Eismächtigkeit von 1.500 m (nach Kuhle 2005:Fig. 3/Profil 22 1.250 m im Imja Khola bei Khumjung).

Standort: bei dem Ort Deboche, zwischen Tengboche und Pangboche (GPS: 27° 50.614'N 86° 46.589'E), orographisch linke Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 3.750 m/GPS, 3.760 m/GE, 3.760 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.688 m/GE, 3.680 m/GMG (relative Höhe: ca. 72 m/GE, 80 m/GMG); Sicht gen W bis WNW bzw. 290°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 27.03.2012.

From Pos: 27° 49' 32.2289" N, 86° 47' 13.2533" E To Pos: 27° 51' 21.9746" N, 86° 45' 54.8773" E

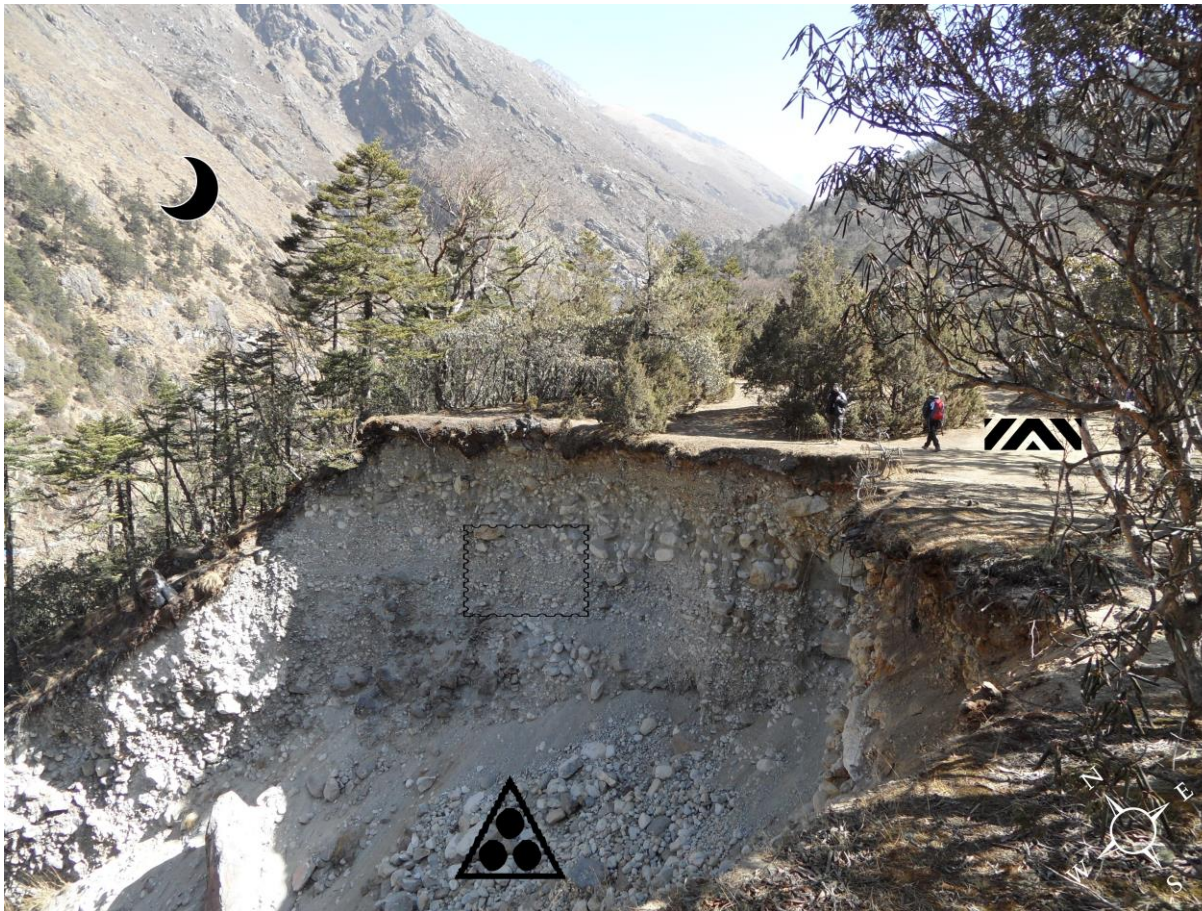


→ Talquerprofil 5 zu den Fotos 94, 97 und 101:

Trogtal beim Ort Deboche. Auf der orographisch linken Imja Khola Talseite wurde die glazifluviale Terrasse deutlich. Zum Vergleich konnte das talabwärtige Trogtalprofil 17 von Kuhle (2005:Fig. 27) herangezogen werden.

Standort: etwa 4 km talabwärtiges Querprofil von den Koordinaten GE: 27° 49.537'N 86° 47.221'E auf der orographisch linken Imja Khola Talseite zu den Koordinaten GE: 27° 51.366'N 86° 45.915'E auf der orographisch rechten Imja Khola Talseite.





↑ Foto 102:

Blick auf eine typische glazifluviale Schotterterrasse (↗) mit deutlichen Sortierungsspuren (siehe Bildausschnitt). Unterhalb dieser bildeten sich Fächer / Kegel (▲) aus verstürztem glazifluvialen Material. Glaziärer Flankenschliff (☾) auf der orographisch rechten Imja Khola Talseite deutete auf eine minimale Vergletscherungsgrenze dieses Talabschnittes hin.

Standort: bei dem Ort Deboche, zwischen Tengboche und Pangboche (GPS: 27° 50.603'N 86° 46.580'E), orographisch linke Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 3.750 m/GPS, 3.763 m/GE, 3.758 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.688 m/GE, 3.680 m/GMG (relative Höhe: ca. 75 m/GE, 78 m/GMG); Sicht gen NNE bis NE bzw. 30°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 27.03.2012.





↑ Foto 103:  
Gerundeter Granitblock (1m Stock als Größenmaß) mit deutlichen gerundeten konkaven Spülformen (↓) im aufgeschlossenen Grundmoränenmaterial (■). Dieser stellte einen erratischen Block dar. Auch Kuhle (2005:Fig. 3; Foto 90, 91, 93 und 96) machte in diesem Bereich Grundmoränen mit erratischen Blöcken aus.

Standort: bei dem Ort Deboche, zwischen Tengboche und Pangboche (GPS: 27° 50.595'N 86° 46.571'E), orographisch linke Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 3.747 m/GPS, 3.761 m/GE, 3.760 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.688 m/GE, 3.680 m/GMG (relative Höhe: ca. 73 m/GE, 80 m/GMG); Sicht gen ENE bis E bzw. 70°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 27.03.2012.



↑ Foto 104:  
Aufgeschlossenes Grundmoränenmaterial (■) mit erratischen Granitblöcken. Auch Kuhle (2005:Fig. 3; Foto 90, 91, 93 und 96) machte in diesem Bereich Grundmoränen mit erratischen Blöcken aus.

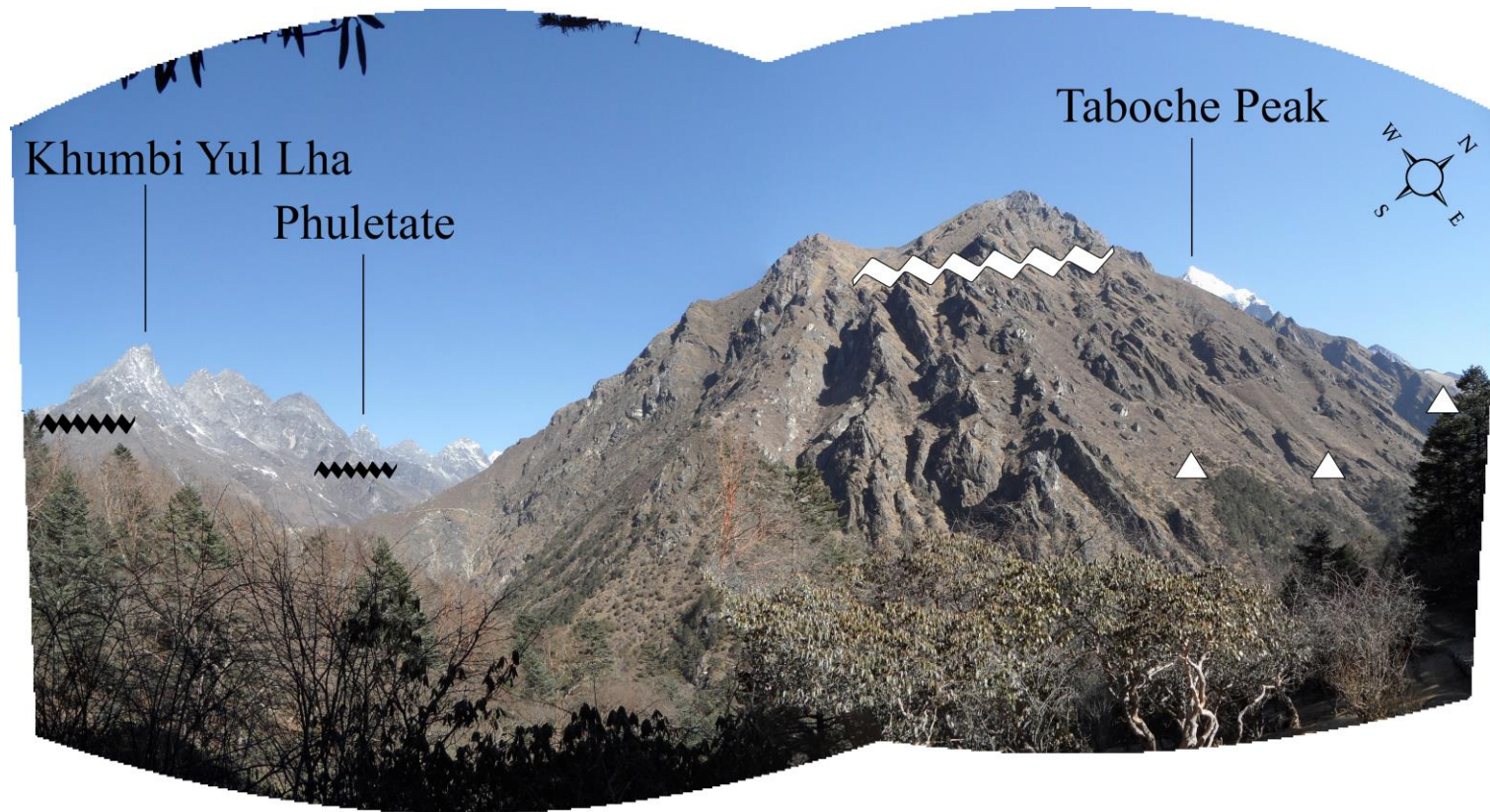
Standort: bei dem Ort Deboche, zwischen Tengboche und Pangboche (GPS: 27° 50.595'N 86° 46.571'E), orographisch linke Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 3.747 m/GPS, 3.761 m/GE, 3.760 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.688 m/GE, 3.680 m/GMG (relative Höhe: ca. 73 m/GE, 80 m/GMG); Sicht gen ENE bis E bzw. 70°; Bw 13,2 mm. Foto: E. Spitzer, 27.03.2012.



↑ Foto 105:  
Auf dem Weg von Tengboche nach Pangboche aufgefundene Granitgesteine (1m Stock als Größenmaß) beim Ort Deboche, die dort auch zum Haus- bzw. Mauerbau verwendet wurden. Anstehendes Gestein war hier Schiefer, Phyllite, Gneise (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierte Augengneise, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis oder Migmatit – daneben auch Granite in höheren Hangbereichen auf der orographisch linken Imja Khola Talseite möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1). Da diese Granite aber unmittelbar auf der glazifluvialen Terrasse auftraten, stellten diese Erratika dar. Auch Kuhle (2005:Fig. 3) machte in diesem Bereich Grundmoränen mit erratischen Blöcken aus.

Standort: bei dem Ort Deboche, zwischen Tengboche und Pangboche (GPS: 27° 50.580'N 86° 46.497'E), orographisch linke Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 3.742 m/GPS, 3.744 m/GE, 3.740 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.685 m/GE, 3.680 m/GMG (relative Höhe: ca. 59 m/GE, 60 m/GMG); Sicht gen NW; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 27.03.2012.



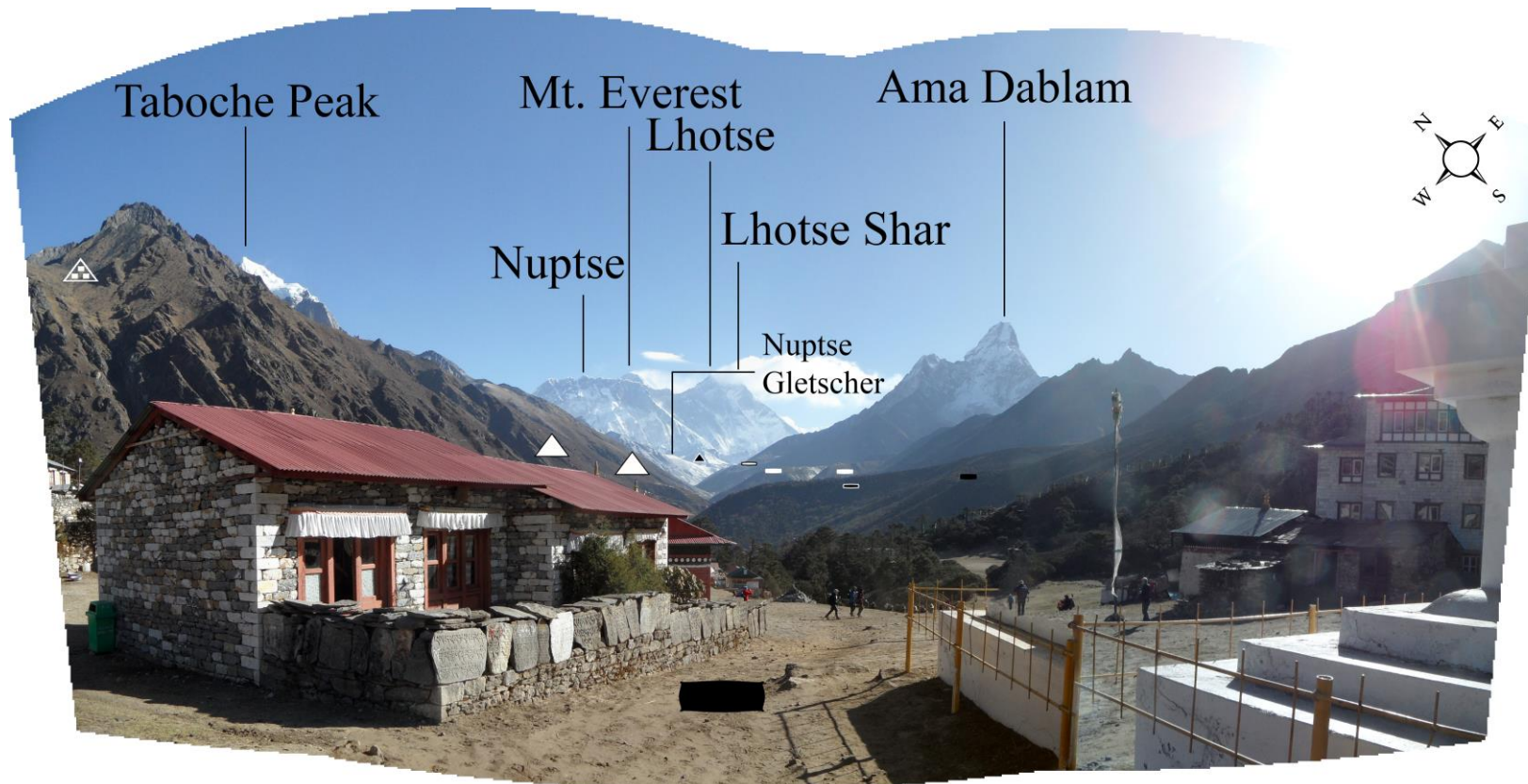


↑ Foto 106:

Blick auf die orographisch rechte Imja Khola (rechts im Bild) und Dudh Khosi Talseite (links im Bild). Im Imja Khola waren glaziäre Dreieckshänge (▲) mit überlagerten Lockermaterialien in Form von Grundmoränen zu erkennen (hierzu auch Kuhle 2005:Foto 94, 104). Die Schlifffgrenze beim Khumbi Yul Lha (▲▲▲▲ schwarz) auf 4.800 m Höhe deutete bei einem rezenten Talboden bei 3.300 m auf eine hochglaziale Eismächtigkeit von 1.500 m (nach Kuhle 2005:Fig. 3/Profil 22 von 1.250 m im Imja Khola bei Khumjung). Die Schlifffgrenze im Imja Khola im Talbereich gegenüber von Tengboche (▲▲▲▲ weiß) auf ca. 4.600 m deutete bei einem rezenten Talboden bei ca. 3.600 m auf eine hochglaziale Eismächtigkeit von 1.000 m (nach Kuhle 2005:Fig. 3/Profil 17 von 900 m hochglaziale Eismächtigkeit).

Standort: zwischen Tengboche und Deboche (GPS: 27° 50.261'N 86° 46.107'E und GPS: 27° 50.287'N 86° 46.119'E), orographisch linke Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 3.688 m/GPS, 3.788 m/GE, 3.780 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.625 m/GE, 3.618 m/GMG (relative Höhe: 163 m/GE, 162 m/GMG); Sicht gen W bis N bzw. 290 bis 350°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 27.03.2012.





↑ Foto 107:

Blick von der Ufermoräne (■ schwarz groß), auf der der Ort Tengboche lag, gen Nordosten talaufwärts ins Imja Khola. Nach Kuhle (2005:Fig. 3) gehörte diese Ufermoräne zum Stadium III, nach Iwata (1976) ins Thyangboche Stadium und nach Richards et al. (2000) ins Periche Stadium. Es waren weitere Moränenzüge zu erkennen: der Ufer- bis Endmoränenzug eines vorzeitlichen Hängegletschers (■ schwarz klein), die orographisch linke Ufermoräne des Omega Gletscher (■ schwarz mit weißen Rahmen; nach Kuhle 2005:Fig. 3 Stadium IV), beide Ufermoränen des Nare Gletscher (■ weiß; nach Kuhle 2005:Fig. 3 Stadium IV) sowie der Ufer- bis Endmoränenzug des Tsuru Gletscher (■ weiß mit schwarzen Rahmen; nach Kuhle 2005:Fig. 3 Stadium VIII bis XII). Alle genannten Moränenzüge deuteten nicht auf die maximale hochglaziale Vergletscherung, sondern nur auf niedrigere bzw. jüngere Gletscherstände hin. Desweiteren waren glaziäre Dreieckshänge (▲) und Sturzschutfächer (△), die sich aus dem verwitterten Anstehenden entwickelten, erfassbar.

Standort: Tengboche (GPS: 27° 50.135'N 86° 45.846'E), orographisch linke Imja Khola Talseite; absolute Höhe: 3.716 m/GPS, 3.856 m/GE, 3.860 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.611 m/GE, 3.601 m/GMG (relative Höhe: 245 m/GE, 259 m/GMG); Sicht gen NE; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 27.03.2012.



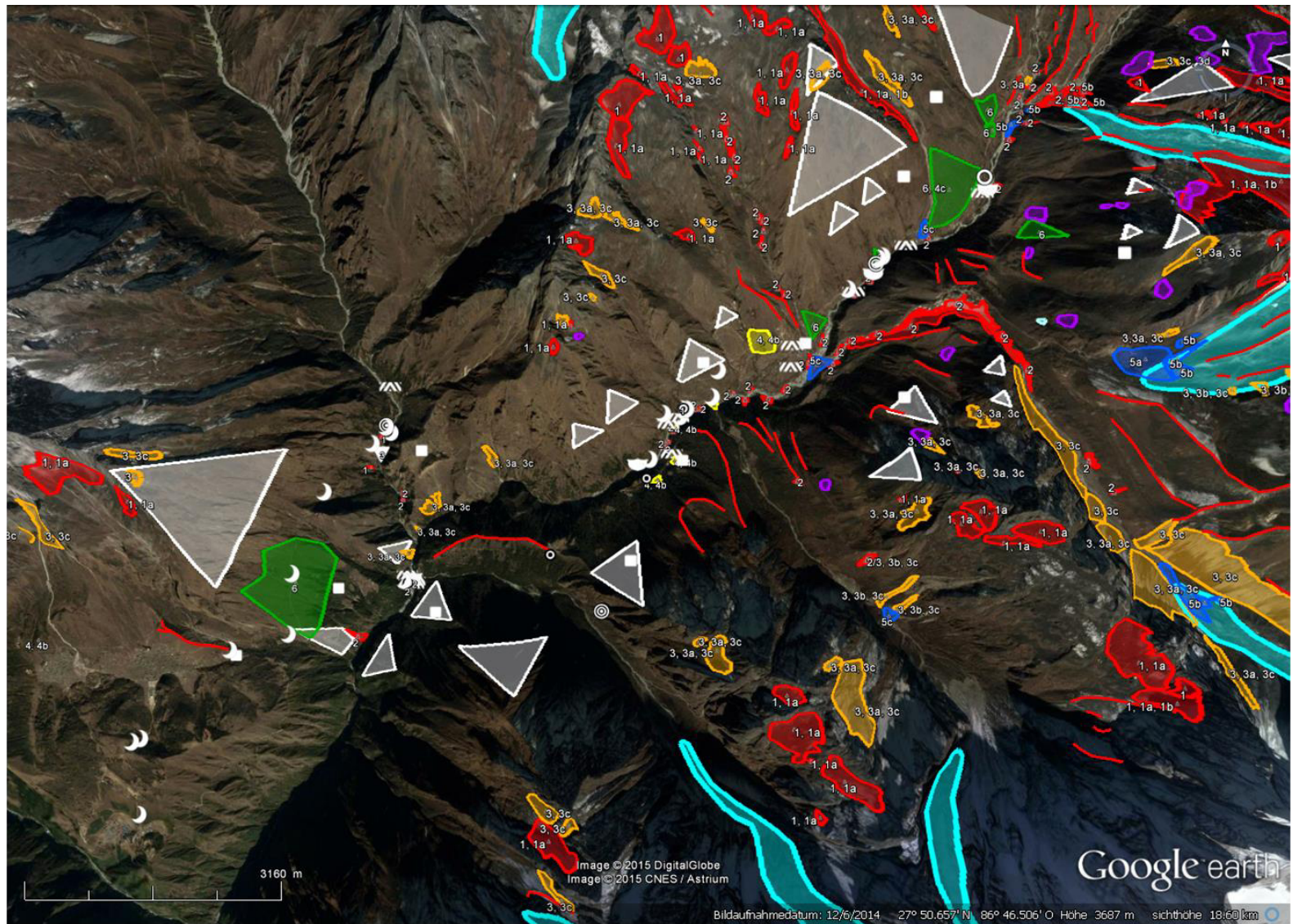
Karte 14: Standorte für Fotos sowie der Verlauf des Talquerprofils im Imja Khola. Sichthöhe 12,45 km. Quelle Google Earth.





Karte 14, Ausschnitt. Sichthöhe 6,49 km. Quelle Google Earth.



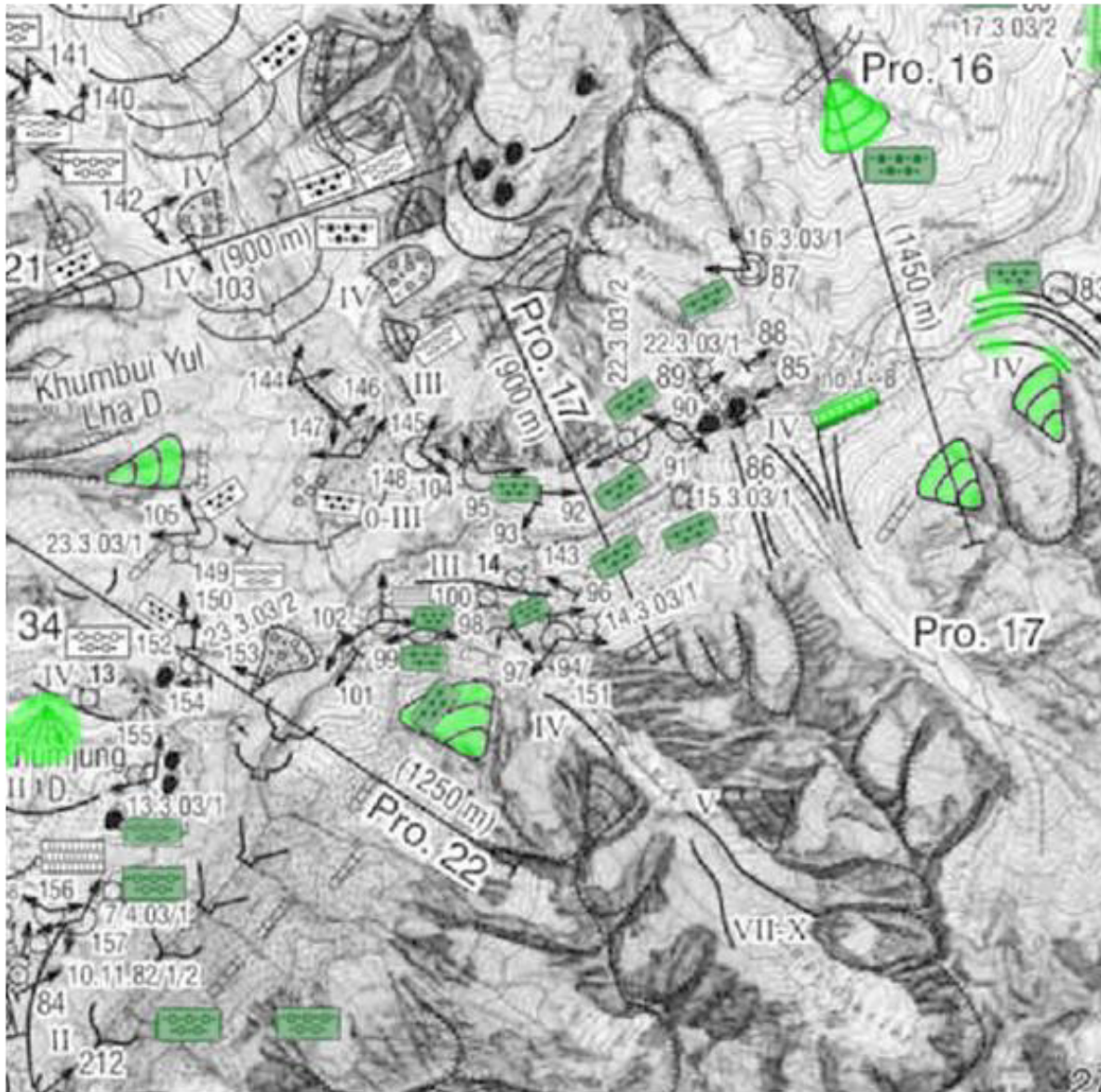


**Legende**

- ▲ glaziäre Dreieckshänge
- ▲ Sturzfücher/-kegel
  - 1 – Sturzschuttfächer
  - 1a – überlagern Moränenmaterial
  - 1b – von Schnee und Lawinen überlagert
  - 2 – Sturzmoränenfächer
- ▲ Mischfücher/-kegel
  - 3a – hpts. aus Schutt
  - 3b – hpts. aus Moränenmaterial
  - 3c – überlagern Moränenmaterial
  - 3d – von anderen Prozessen überlagert
- ▲ Murffächer/-kegel
  - 4a – Murschuttfächer/-kegel
  - 4b – Murmoränenfächer/-kegel
  - 4c – Murschwemmfächer/-kegel
  - 4d – von anderen Prozessen überlagert
- ▲ Schwemmfächer/-kegel
  - 5a – Schwemmschuttfächer/-kegel mit Schutt- und Moränenmaterial
  - 5b – Sander
  - 5c – hpts. aus Moränenmaterial
- ▲ zerschnittene Grundmoränen
- ▲ Gletscher, Lawinenkegel, Seen
- ▲ Berg-/Felssturz
- ▲ Blockgletscher/ Schuttloben
- ▲ Moränenzüge
- ▲ Grundmoräne
- Rundhöcker
- Trogtal
- Gletscherschliff
- ▲ glazifluviale Terrasse
- Strudeltopf

Karte 15: Geomorphologische Karte Imja Khola. Quelle Google Earth.





**Legende**

- Formen stimmten überein
- Formen stimmten überein, jedoch wurden nicht die enthaltenen Gesteine überprüft

Karte 16: Kartenausschnitt von Fig. 3 aus Kuhle (2005) bearbeitet.



↑ Foto 108:

Kantengerundeter erratischer Granitblock (1 m Stock als Größenmaß) auf dem Weg zwischen Pungi Thanga und Tengboche. Es standen hier verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise sowie Augengneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierte Augengneise, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis oder Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) an. Leukogranite standen nach der geologischen Karte Khumbu weiter talaufwärts im Pungi Khola an.

Standort: südwestlich von Tengboche (GPS: 27° 50.129'N 86° 45.820'E/GE: 27° 50.103'N 86° 45.819'E), orographisch rechte Seite des Pungi Khola; absolute Höhe: 3.833 m/GPS, ca. 3.834 m/GE, 3.838 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.536 m/GE, 3.536 m/GMG (relative Höhe: ca. 298 m/GE, 302 m/GMG); Sicht gen SE bis SSE bzw. 140°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 26.03.2012.

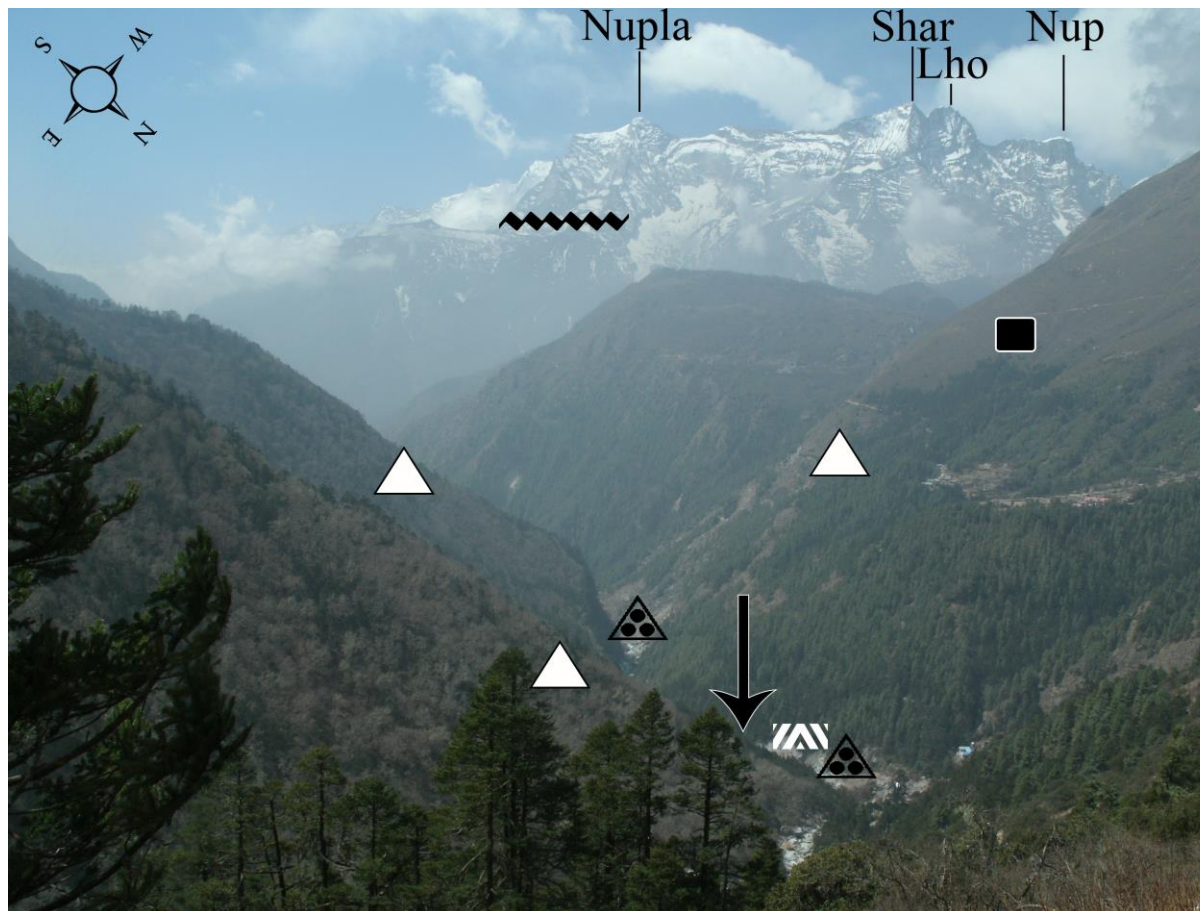


← Foto 109:

Durch den Weg zwischen Pungi Thanga und Tengboche aufgeschlossenes Moränenmaterial der Ufermoräne, auf dem der Ort Tengboche lag. Nach Kuhle (2005:Fig. 3) gehörte diese Ufermoräne in das Stadium III. Auszumachen waren vor allen Dingen große Granitblöcke (1 m Stock als Größenmaß). Es standen hier verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise sowie Augengneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierte Augengneise, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis oder Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) an. Leukogranite standen nach der geologischen Karte Khumbu weiter talaufwärts im Pungi Khola an. Infolgedessen handelte es sich hier um erratische Blöcke. Richards et al. (2000:Fig. 2B, Fig. 5F, Proben SK 16-18) entnahmen auf der orographisch rechten Pungi Khola Talseite Proben und kamen auf OSL-Alter von  $21.300 \pm 2.700$ ,  $24.400 \pm 2.500$ ,  $25.300 \pm 6.900$  Jahren, die in das Periche Stadium fielen. Die Probenahmestelle lag auf Fig. 2B auf einer Höhe zwischen 3.400 und 3.600 m, bei Fig. 5F jedoch auf etwa 3.830 m. Wo sich die Probenahmestelle genau befand, konnte nicht genau geklärt werden.

Standort: zwischen Pungi Thanga und Tengboche (zwischen den Koordinaten GPS: 27° 50.127'N 86° 45.446'E/GE: 27° 50.113'N 86° 45.446'E und GPS: 27° 50.125'N 86° 45.486'E/GE: 27° 50.110'N 86° 45.484'E), orographisch rechte Seite des Pungi Khola; absolute Höhe: ca. 3.697 m/GPS, ca. 3.702 m/GE, ca. 3.700 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.499 m/GE, ca. 3.486 m/GMG (relative Höhe: ca. 203 m/GE, 214 m/GMG); Sicht gen NE bis E; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 26.03.2012.

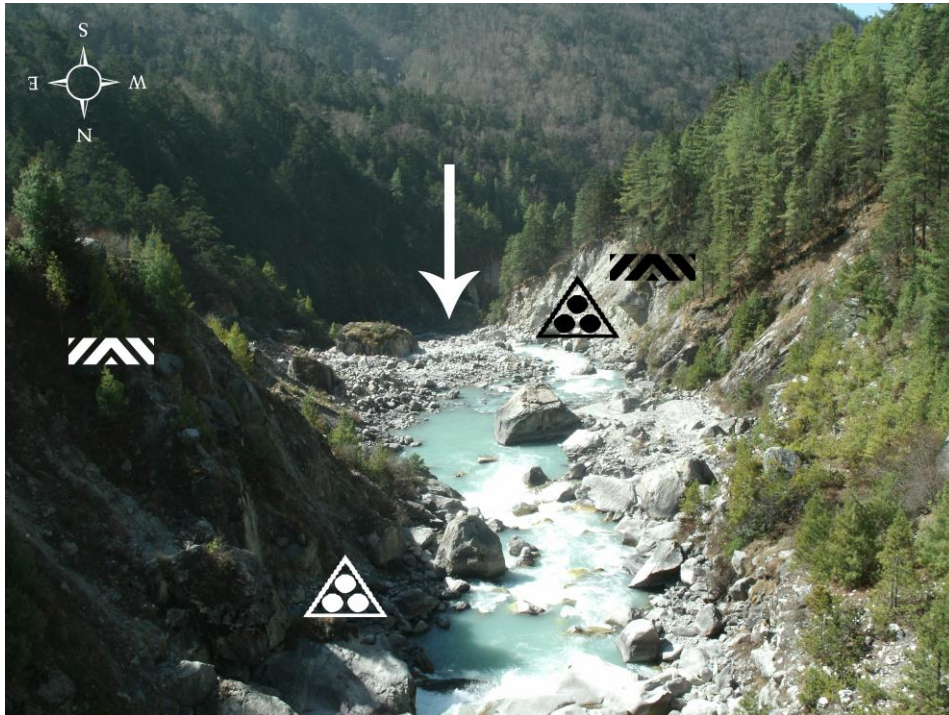




↑ Foto 110:

Talabwärtiger Blick ins Trogtal (siehe Talquerprofil 7) Imja Drangka (↓) zwischen den Orten Pungi Thanga und Namche Bazar. Es war hier ein typisches Talprofil des schluchtförmigen Troges erkennbar. In den oberen Hangbereichen existierte das Trogtalprofil, welches durch die ausgebildeten glaziären Dreieckshänge (▲) mit überlagerten Grundmoränen (■) deutlich wurde. Die letztgenannten Formen gaben einen Hinweis auf eine minimale hochglaziale Vergletscherung dieses Talabschnittes. Unterhalb dieser Formen hat sich durch glazifluviale bzw. fluviale Prozesse das schluchtförmige Profil (↓) ausgebildet. In Talbodennähe der glazifluvialen Terrasse (▨) verstrzten Materialien in Fächer- / Kegelform (▲). Die Schlifffgrenze (⚡ schwarz) lag beim Berg Nupla auf etwa 4.100 bis 4.200 m (vgl. Kuhle 2005:Foto 95). Bereits Kuhle (1987b:Fig. 18) verwies dort auf einen hochglazialen Kar.

Standort: zwischen Pungi Thanga und Tengboche (zwischen den Koordinaten GPS: 27° 50.096'N 86° 45.287'E und 27° 50.125'N 86° 45.383'E/GE: 27° 50.116'N 86° 45.382'E), orographisch rechte Seite des Pungi Khola; absolute Höhe: ca. 3.633 m/GPS, ca. 3.655 m/GE, ca. 3.650 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.458 m/GE, 3.452 m/GMG (relative Höhe: ca. 197 m/GE, 198 m/GMG); Sicht gen SW; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 26.03.2012.



← Foto 111:

Talabwärtiger Blick bei der Siedlung Pungi Thanga ins Trogtal (siehe Talquerprofil 7) Imja Drangka (↓) auf den Konfluenzbereich zum Pungi Khola. Auf der orographisch linken Talseite des Imja Drangka konnten talabwärts der orographisch rechten Ufermoräne (nach Kuhle 2005:Fig. 3 Stadium III) überlagerte glazifluviale Terrassen (↗↘) ausgemacht werden, von denen glazifluviale Materialien in Talbodennähe in Form von Fächern / Kegeln verstürzten (▲; hierzu auch Kuhle 2005:Foto 102). Laut Kuhle (2005:Foto 102) existierten auf dem Talboden aus der Grundmoräne ausgewaschene umgelagerte und glazifluvial abgelagerte erratische Quarz-, Gneis- und Granitblöcke. Dieses wurde durch Geländebegehungen bestätigt.

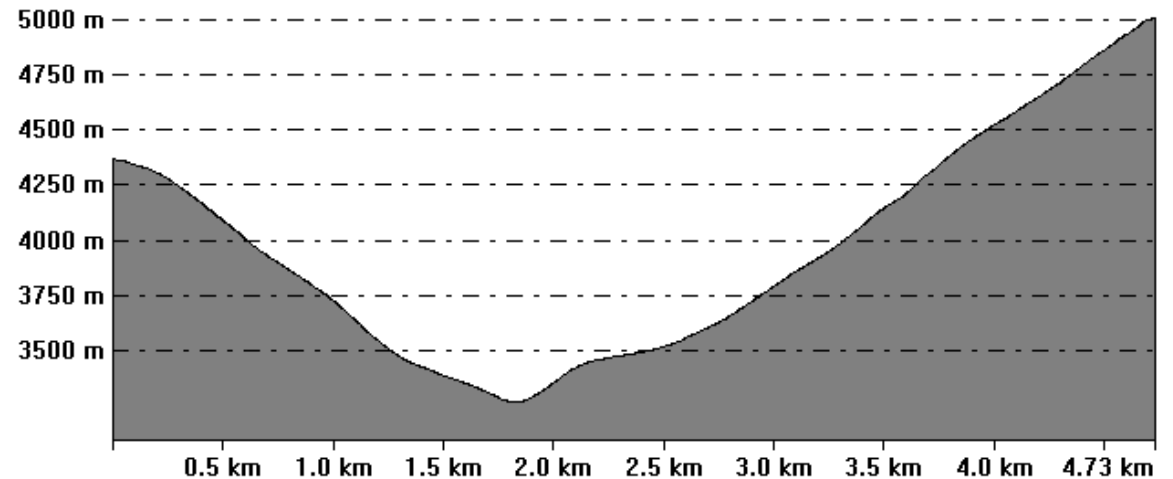
Standort: auf der Hängebrücke bei Pungi Thanga über dem Imja Drangka (GE: 27° 49.944'N 86° 44.738'E); absolute Höhe: 3.339 m/GPS, 3.320 m/GE, 3.318 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.316 m/GE, 3.315 m/GMG (relative Höhe: ca. 4 m/GE, 3 m/GMG); Sicht gen S; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 26.03.2012.

→ Talquerprofil 7 zu den Fotos 110, 111 und 114:

Trogtal beim Ort Phungi Thanga. Auf beiden Talseiten waren glaziäre Dreieckshänge ausgebildet. Nach Kuhle (2005:Fig. 3) war hier eine subglaziale Klamm im Trogtalgrund ausgebildet. Zum Vergleich konnte das talabwärtige Trogprofil 22 von Kuhle (2005:Fig. 32) herangezogen werden.

Standort: etwa 4,7 km talabwärtiges Querprofil von den Koordinaten GE: 27° 49.149'N 86° 45.589'E auf der orographisch linken Imja Khola Talseite zu den Koordinaten GE: 27° 50.633'N 86° 43.241'E auf der orographisch rechten Imja Khola Talseite.

From Pos: 27° 49' 8.9363" N, 86° 45' 35.3471" E To Pos: 27° 50' 37.9987" N, 86° 43' 14.4436" E







↑ Foto 112:

Talabwärtiger Blick vom rezenten Talboden des Imja Drangka (↓) bei der Siedlung Pungi Thanga auf eine ältere glazifluviale Terrasse (⚡), von der glazifluviale Materialien in Talbodennähe in Form von Fächern / Kegeln verstrützten (hierzu auch Kuhle 2005:Foto 102) bzw. Blöcke verwitterten (□). Laut Kuhle (2005:Foto 102) existierten auf dem Talboden aus der Grundmoräne ausgewaschene umgelagerte und glazifluvial abgelagerte erratische Quarz-, Gneis- und Granitblöcke. Dieses wurde durch Geländebegehungen bestätigt.

Standort: auf dem Talboden des Tales Imja Drangka bei Pungi Thanga (GPS: 27° 49.855'N 86° 44.718'E), orographisch rechte Imja Drangka Talseite; absolute Höhe: 3.277 m/GPS, 3.303 m/GE, 3.299 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.297 m/GE, 3.296 m/GMG (relative Höhe: 6 m/GE, 3 m/GMG); Sicht gen S; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 26.03.2012.



↑ Foto 113:

Gut gerundeter erratischer Granitblock auf dem Talboden des Imja Drangka bei der Siedlung Pungi Thanga. Laut Kuhle (2005:Foto 102) existierten hier aus der Grundmoräne ausgewaschene umgelagerte und glazifluvial abgelagerte erratische Quarz-, Gneis- und Granitblöcke. Dieses wurde durch Geländebegehungen bestätigt.

Standort: auf dem Talboden des Tales Imja Drangka bei Pungi Thanga (GPS: 27° 49.882'N 86° 44.714'E), orographisch rechte Imja Drangka Talseite; absolute Höhe: 3.279 m/GPS, 3.310 m/GE, 3.300 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.295 m/GE, 3.297 m/GMG (relative Höhe: 15 m/GE, 3 m/GMG); Haupttalboden bei ca. 3.302 m/GE (relative Höhe: 4 m/GE); Sicht gen NNW bis N bzw. 340°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 26.03.2012.





↑ Foto 114:

Talabwärtiger Blick von der Siedlung Pungi Thanga ins Trogtal (siehe Talquerprofil 7) Imja Drangka Tal (↓) auf den Konfluenzbereich zum Pungi Khola. Auf der orographisch linken Talseite des Imja Drangka konnte talabwärts der orographisch rechten Ufermoräne im Pungi Khola (nach Kuhle 2005:Fig. 3 Stadium III) eine überlagerte glazifluviale Terrasse (↗) ausgemacht werden, von denen glazifluviale Materialien in Talbodennähe in Form von Fächern / Kegeln verstürzten. Laut Kuhle (2005:Foto 102) existierten auf dem Talboden aus der Grundmoräne ausgewaschene umgelagerte und glazifluvial abgelagerte erratische Quarz-, Gneis- und Granitblöcke. Dieses wurde durch Geländebegehungen bestätigt.

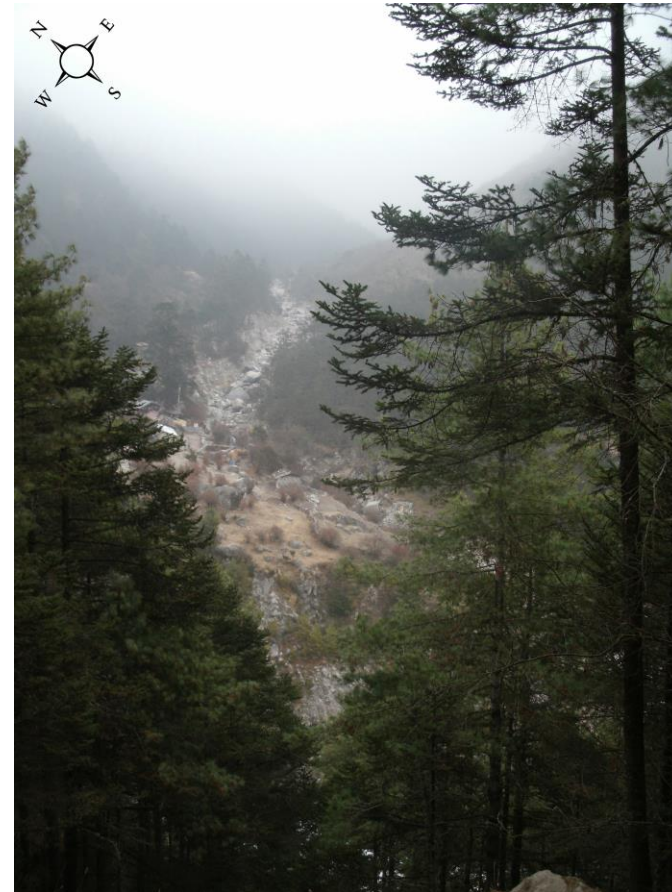
Standort: Siedlung Pungi Thanga oberhalb des Konfluenzbereiches zum Pungi Khola (GPS: 27° 49.920'N 86° 44.732'E), orographisch rechte Imja Drangka Talseite; absolute Höhe: 3.476 m/GPS, 3.310 m/GE, 3.302 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.308 m/GE, 3.300 m/GMG (relative Höhe: 2 m/GE, 2 m/GMG); Sicht gen SE bis SSE bzw. 150°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 25.03.2012.





↑ Foto 115:  
Rundgeschliffenes Anstehendes (☾) bei der Siedlung Pungi Thanga. Es standen hier verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierte Augengneise, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis oder Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) an. Im Gestein waren eindeutige runde konkave Spülformen (→) zu sehen, die eine rein fluviale Entstehung ausschlossen und somit eine glazifluviale Entstehung wahrscheinlich machten bzw. eine solche Ausbildung nur in Verbindung mit einer vorzeitlichen Eisbedeckung erklärbar war.

Standort: südwestlich von Pungi Thanga (GPS: 27° 49.895'N 86° 44.681'E), orographisch rechte Imja Drangka Talseite; absolute Höhe: 3.484 m/GPS, 3.343 m/GE, 3.320 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.295 m/GE, 3.297 m/GMG (relative Höhe: 48 m/GE, 23 m/GMG); Sicht gen SW bis WSW bzw. 230°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 25.03.2012.



↑ Foto 116:  
Zerschnittene glazifluviale Terrasse bei Pungi Thanga, wohingegen jedoch an den Talhängen Grundmoränen existierten.

Standort: südöstlich von Pungi Thanga (GPS: 27° 49.879'N 86° 44.687'E), orographisch rechte Imja Drangka Talseite; absolute Höhe: 3.376 m/GPS, 3.333 m/GE, 3320 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.293 m/GE, 3.297 m/GMG (relative Höhe: 40 m/GE, 23 m/GMG); Sicht gen NE bis ENE bzw. 60°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 25.03.2012.



↑ Foto 117 :

Blick vom Talboden aus talaufwärts in das Tal Ngozumpa Drangka. Dieser Bereich des Tales zeigte eindeutige Indizien einer einstmaligen Vergletscherung. Glaziäre Dreieckshänge (▲) mit darauf akkumulierten Grundmoränen (■) und eine ausgebildete Schliiffhohlkehle (↪) deuteten auf eine minimale Vergletscherungsobergrenze hin. Daneben schien eine orographisch linke Ufermoräne (▬) des vorzeitig existierenden Nebentalgletschers des Kohanar Khola ausgebildet zu sein. Nach Kuhle (2005:Fig. 3, Foto 144) soll diese jedoch ein zerschnittenes Grundmoränenpodest darstellen. Abbruchkanten bzw. Verwitterungsbereiche im anstehenden Gestein (□), wodurch die vorzeitig abgeschliffenen Bereiche reduziert wurden und werden, verstürzte Moränenmaterialien in Form von Fächern / Kegeln (▲), unterschiedlich alte bzw. hohe glazifluviale Terrassen (▨, nach Kuhle 2005:Foto 147 1 bis 3 m hoch) sowie kantengerundete bis gerundete Blöcke mit deutlichen glazifluvialen Spülformen (↓) waren ebenfalls ausmachbar. Letztgenannte Blöcke wurden zuvor aus dem Grundmoränenmaterial ausgewaschen, umgelagert und umgestaltet. Hier sollen nach Kuhle (2005:Foto 147) Gneis- und Granitmoränenblöcke vorkommen. Es standen hier verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneise, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzlit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) an.

Standort: auf dem Talboden nordwestlich von Phortse, zwischen den Orten Tenga und Phortse Tenga (GPS: 27° 51.108'N 86° 44.658'E), orographisch linke Ngozumpa Drangka Talseite; absolute Höhe: 3.607 m/GPS, 3.607 m/GE, 3.599 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.605 m/GE, 3.598 m/GMG (relative Höhe: ca. 2 m/GE, 1 m/GMG); Sicht gen NW bis W; Bw 6,4 mm.  
Foto: E. Spitzer, 09.04.2012.

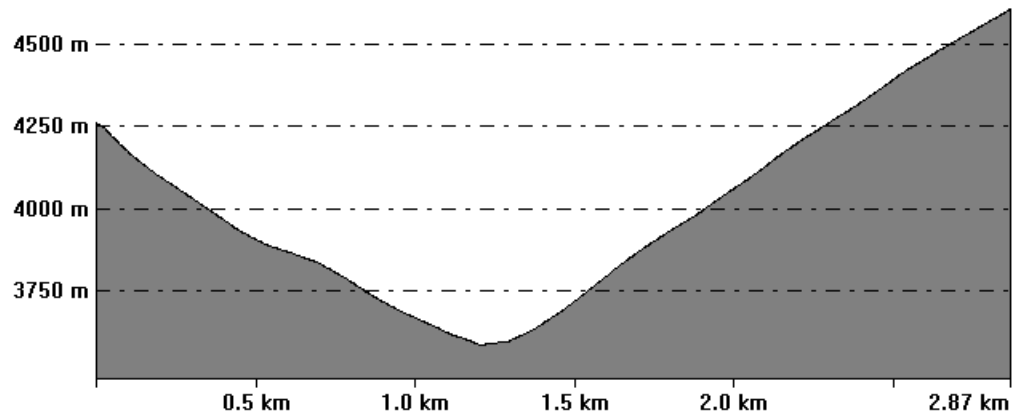


→ Foto 118:

Blick talabwärts in das durch den Fluss tief eingeschnittene – siehe Talquerprofil 6 – Dudh Khosi Tal (Menschen (○) als Größenmaßstab). Die anstehenden Gesteine waren deutlich rund geschliffen (☉) und mit glazifluvialen Spülformen (→) versehen. Es standen hier verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) an. Die Schliffformen unterlagen seit dem Postglazial den Verwitterungsprozessen, so dass es dazu kam, dass Anstehendes verwitterte, verstürzte und Sturzschuttfächer (⚠) bildete.

Standort: nordwestlich von Phortse, in der Nähe des Ortes Phortse Tenga (GPS: 27° 50.901'N 86° 44.607'E), orographisch rechte Ngozumpa Drangka Talseite; absolute Höhe: 3.611 m/GPS, 3.617 m/GE, 3.610 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.587 m/GE, 3.578 m/GMG (relative Höhe: ca. 30 m/GE, 32 m/GMG); Sicht gen S; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 09.04.2012.

From Pos: 27° 51' 2.6352" N, 86° 45' 22.4350" E To Pos: 27° 50' 40.3538" N, 86° 43' 40.6188" E

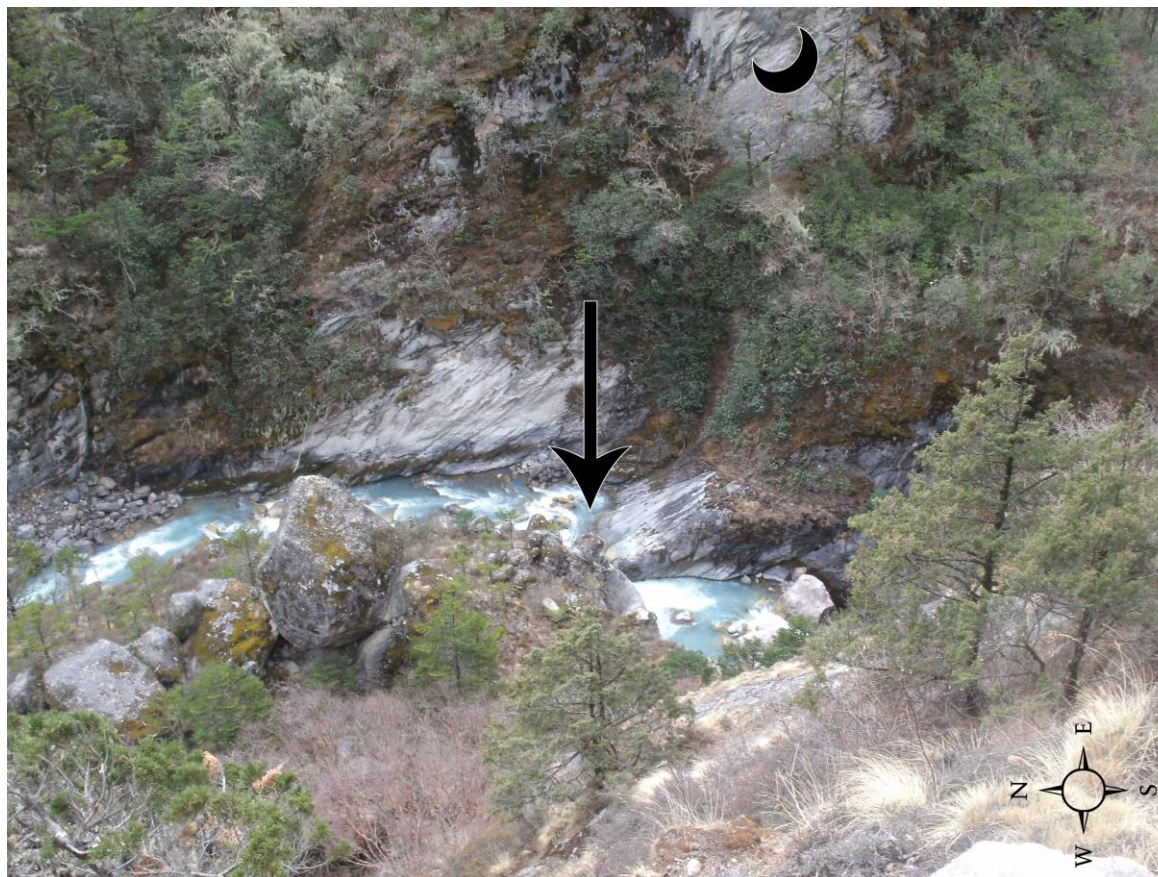


↑ Talquerprofil 6 zu den Fotos 118, 120, 124 und 125:

Trogtal im Übergang zum schluchtförmigen Trogtalprofil (nach Kuhle 2005:Fig. 3 subglaziale Klamm im Trogtalprofil bzw. nach Kuhle 2005:Fig. 31/Profil 21 trogähnliches kerbförmiges Tal) bei dem Ort Phortse. Der Ort lag auf der orographisch linken Ngozumpa Drangka Talseite auf der Grundmoränenterrasse. Oberhalb von Phortse und auf der orographisch rechten Talseite waren glaziäre Dreieckshänge zu erkennen.

Standort: etwa 2,9 km talabwärtiges Querprofil von den Koordinaten GE: 27° 51.044'N 86° 45.374'E auf der orographisch linken Imja Khola Talseite zu den Koordinaten GE: 27° 50.673'N 86° 43.677'E auf der orographisch rechten Imja Khola Talseite.



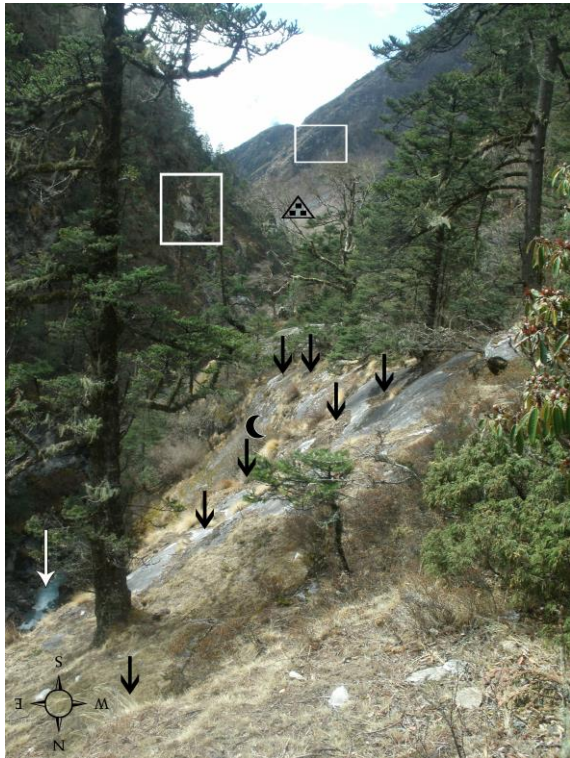


↑ Foto 119:

Blick zum Fluss Dudh Khosi (↓) gen Talboden in der Nähe des Ortes Phortse Tenga. Neben eindeutig glazifluvial gestalteten Blöcken erschien das anstehende Gestein rund geschliffen (☉). Dieser Talabschnitt wurde demnach glazial und glazifluvial umgestaltet. Es standen hier verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) an.

Standort: nordwestlich von Phortse, in der Nähe des Ortes Phortse Tenga (GPS: 27° 50.901'N 86° 44.607'E), orographisch rechte Ngozumpa Drangka Talseite; absolute Höhe: 3.611 m/GPS, 3.617 m/GE, 3.610 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.587 m/GE, 3.578 m/GMG (relative Höhe: ca. 30 m/GE, 32 m/GMG); Sicht gen E; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 09.04.2012.





↑ Foto 120:

Blick talabwärts in das durch den Fluss (↓ weiß) tief eingeschnittene Dudh Khosi Tal (siehe Talquerprofil 6). Die anstehenden Gesteine der orographisch rechten Talseite waren deutlich rund geschliffen (☺) und mit glazifluvialen Spülformen (↓ schwarz) versehen. Es standen hier verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) an. Die Schliffformen unterlagen seit dem Postglazial der Verwitterung, so dass es dazu kam, dass Anstehendes verwitterte – Abbruchkanten (□) im Gestein waren Hinweise für solche Verwitterungsprozesse, verstürzte und sich Sturzschuttfächer (⚠) ausbildeten.

Standort: nordwestlich von Phortse, in der Nähe des Ortes Phortse Tenga (zwischen den Koordinaten GPS: 27° 50.901'N 86° 44.607'E und GPS: 27° 50.883'N 86° 44.594'E), orographisch rechte Ngozumpa Drangka Talseite; absolute Höhe: 3.611 m/GPS, 3.617 m/GE, 3.610 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.587 m/GE, 3.578 m/GMG (relative Höhe: ca. 30 m/GE, 32 m/GMG); Sicht gen S; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 09.04.2012.

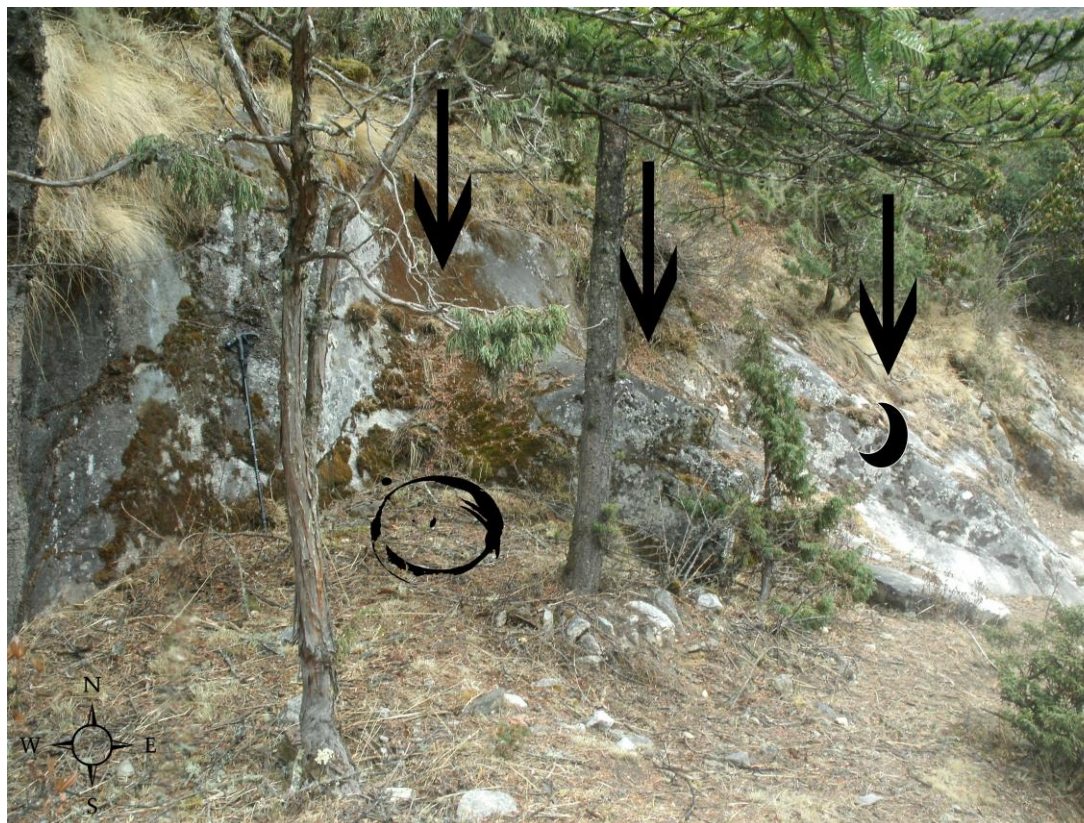


↑ Foto 121:

Blick auf die orographisch rechte Dudh Khosi Talseite in der Nähe des Ortes Phortse Tenga. Die anstehenden Gesteine waren rund geschliffen (☺) und wiesen deutlich runde konkave Bereiche bzw. glazifluviale Spülformen (↓) im Gegensatz zu rauen verwitterten Bereichen (□) auf. Es standen hier verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) an.

Standort: nordwestlich von Phortse, in der Nähe des Ortes Phortse Tenga (GPS: 27° 50.901'N 86° 44.607'E), orographisch rechte Ngozumpa Drangka Talseite; absolute Höhe: 3.611 m/GPS, 3.617 m/GE, 3.610 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.587 m/GE, 3.578 m/GMG (relative Höhe: ca. 30 m/GE, 32 m/GMG); Sicht gen SE; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 09.04.2012.





↑ Foto 122:

Blick auf die orographisch rechte Dudh Khosi Talseite in der Nähe des Ortes Phortse Tenga. Die anstehenden Gesteine waren deutlich rund geschliffen (☾) und wiesen runde konkave Bereiche bzw. glazifluviale Spülformen (↓) und deutliche Strudeltöpfe (☉; 1 m Stock als Größenmaß) auf. Kuhle (2005:Fig. 3) machte ebenfalls im Ngozumpa Drangka, aber weiter talabwärts, Strudeltöpfe aus. Es standen hier verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) an. Auch Kuhle (2005:Fig. 3) visualisierte ungefähr in diesem Bereich Strudeltöpfe.

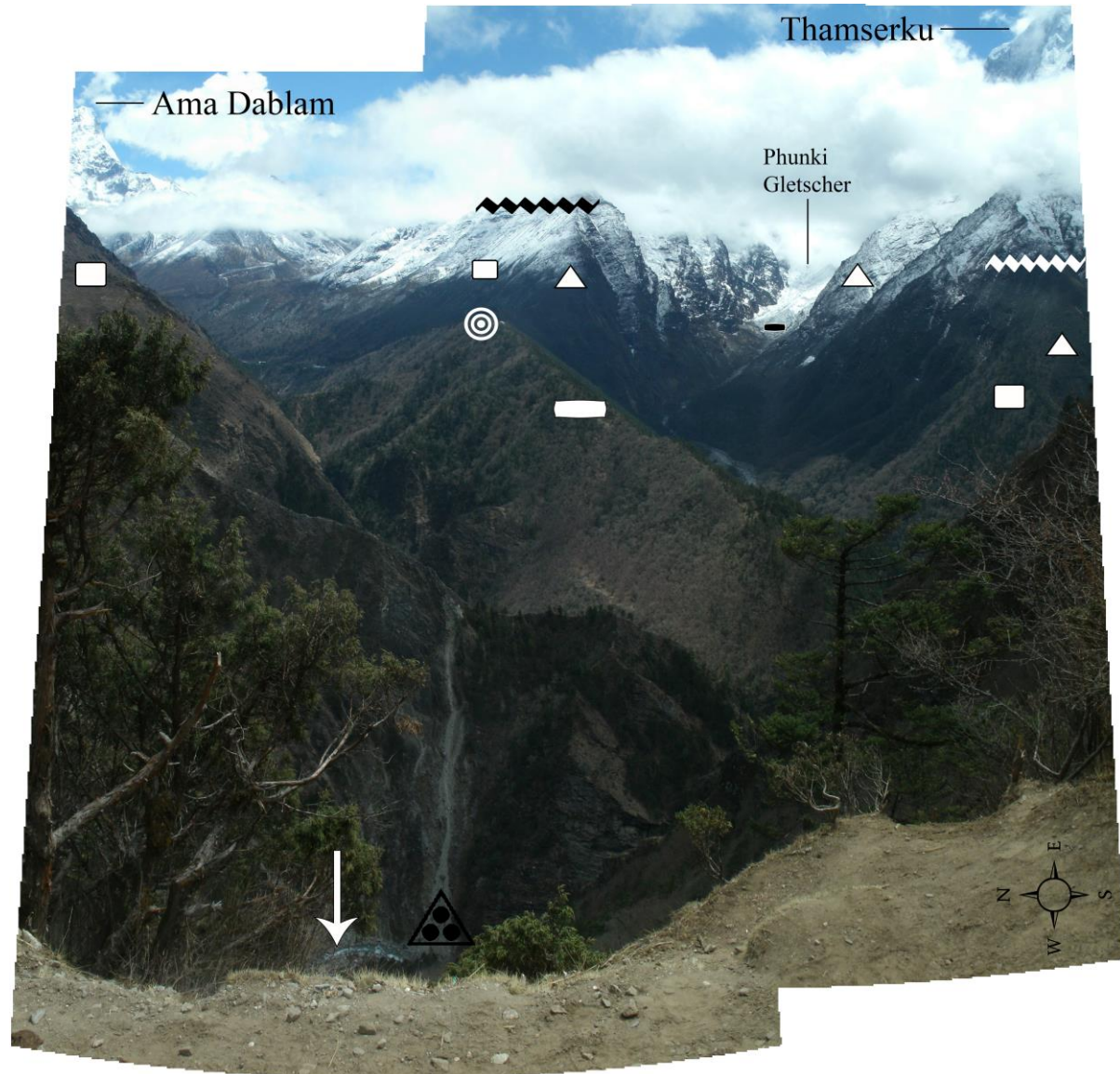
Standort: nordwestlich von Phortse, in der Nähe des Ortes Phortse Tenga (GPS: 27° 50.901'N 86° 44.607'E), orographisch rechte Ngozumpa Drangka Talseite; absolute Höhe: 3.611 m/GPS, 3.617 m/GE, 3.610 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.587 m/GE, 3.578 m/GMG (relative Höhe: ca. 30 m/GE, 32 m/GMG); Sicht gen N; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 09.04.2012.



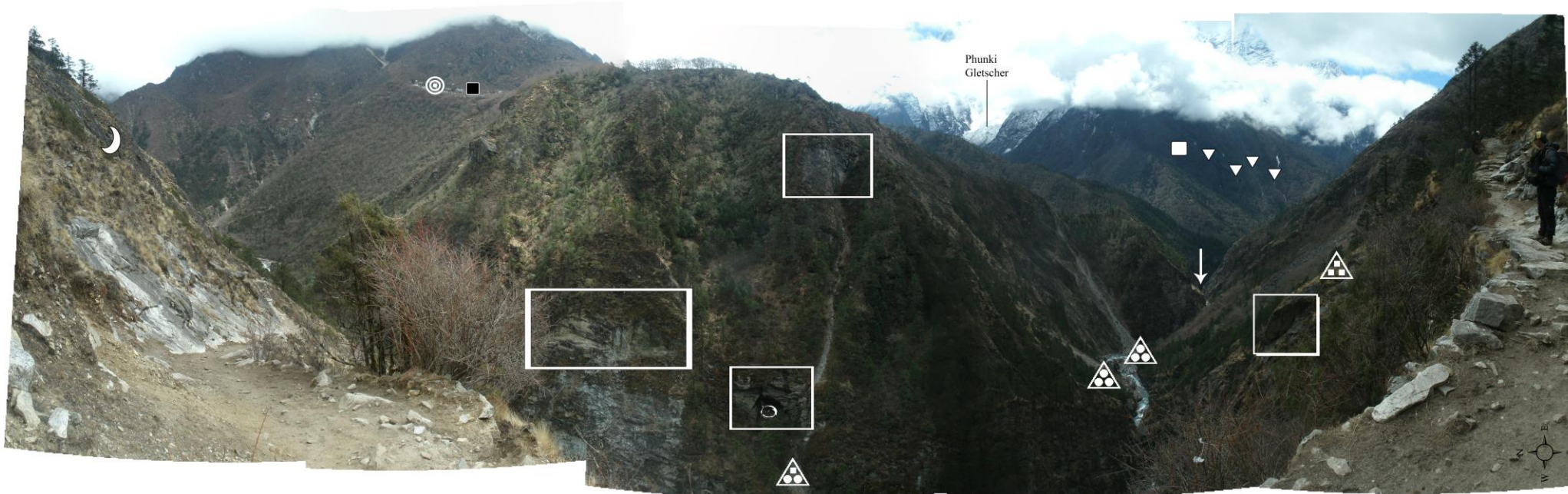
→ Foto 123:

Blick von der orographisch rechten Ngozumpa Drangka (↓) Talseite in Richtung der Täler Imja Khola und Pungi Khola. Zwischen den beiden letztgenannten Tälern konnte eine Mittel- bzw. Ufermoräne (■ weiß; nach Kuhle 2005:Fig. 3 aus Stadium III) des vorzeitlich mächtigeren Phunki Gletscher ausgemacht werden, auf der der Ort Tengpoche (⊙) lag. Talabwärts des rezenten Phunki Gletscher war eine Endmoräne (■ schwarz; nach Kuhle 2005:Foto 103 aus Stadium V) ausgebildet. Glaziäre Dreieckshänge (▲), Grundmoränenablagerungen (■) und die Schliftgrenzen (\*\*\*\*) deuteten dagegen auf eine viel stärkere Vergletscherung dieses fotografierten Talabschnittes hin. Die Schliftgrenze (\*\*\*\* schwarz) verwies auf ein ungefähres hochglaziales Gletscherlimit auf ca. 4.700 m. Bei einem rezenten Talboden auf ca. 3.680 m ergab dies eine hochglaziale Eismächtigkeit von ca. 1.020 m. Dieses Ergebnis stimmte in etwa mit dem von Kuhle (2005:Fig. 3) überein. Er kam durch das talaufwärtigere Profil 22 auf eine Eismächtigkeit von 1.250 m und im Nachbartal des Ngozumpa Drangka durch das Profil 26 auf eine Eismächtigkeit von 1.000 m. Daneben waren Fächer / Kegel (▲), die aus verstärzten Moränenmaterialien entstanden, ausgebildet.

Standort: westlich von Phortse, bei dem Ort Phortse Tenga (zwischen den Koordinaten GPS: 27° 50.793'N 86° 44.520'E und GPS: 27° 50.465'N 86° 44.258'E); orographisch rechte Ngozumpa Drangka Talseite; absolute Höhe: 3.646 m/GPS, 3.639 m/GE, 3.630 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.560 m/GE, 3.558 m/GMG (relative Höhe: ca. 79 m/GE, 72 m/GMG); Sicht gen E; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 09.04.2012.





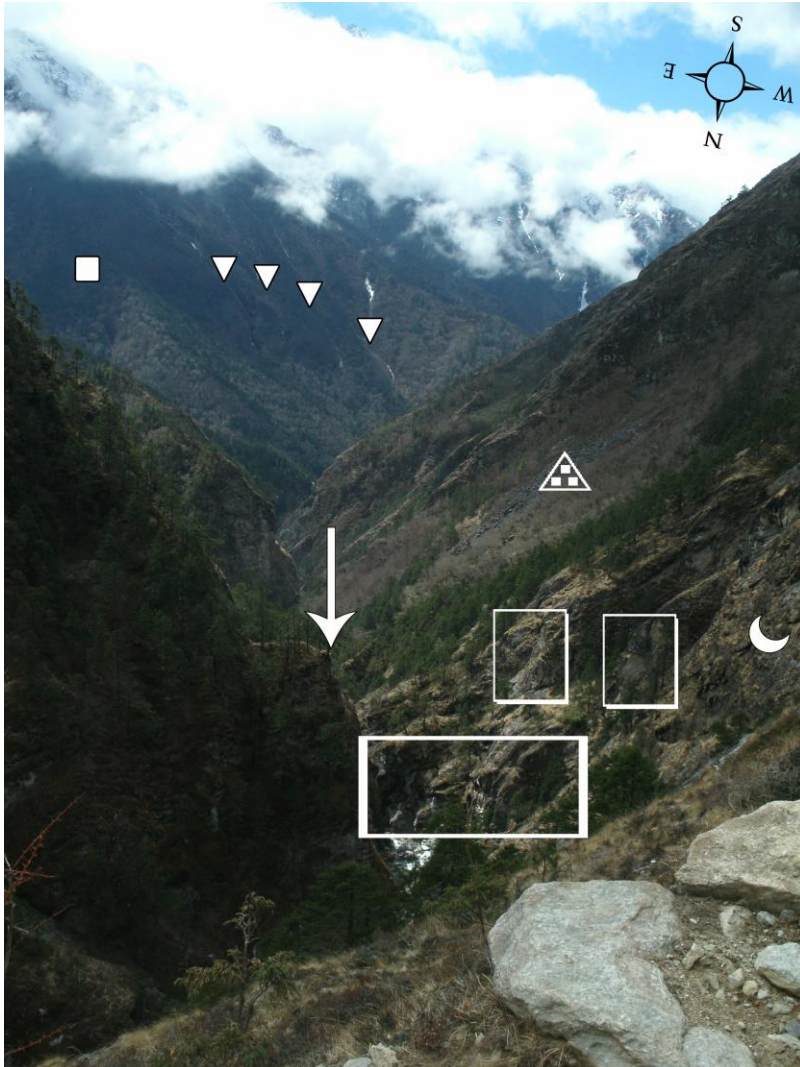


↑ Foto 124:

Blick von der orographisch rechten Ngozumpa Drangka (↓, siehe Talquerprofil 6) Talseite auf die linke in Richtung des Ortes Phortse (⊙). Nach Kuhle (2005:Fig. 3) lag der Ort Phortse auf einem Grundmoränenpodest (■ schwarz) der Stadien 0 bis III. Von diesem verstürzten Moränen-, aber auch Schuttmaterialien, und lagerten sich in Form von Fächern / Kegeln bzw. als reine Moränensturzflächen / -kegel (▲), als Mischflächen / -kegel (▲) oder als reiner Sturzschuttflächen / -kegel (▲) ab. Diese Fächer- / Kegelformen konnten sich jedoch in der Vergangenheit umwandeln oder können in der Zukunft zu anderen Fächern / Kegeln umgewandelt werden, je nach dem welche Materialien für deren Entstehung überwogen / überwiegen. So konnte es auch sein, dass Fächer / Kegel verschiedene Schichten von Materialien aufwiesen. Abbruchkanten im Anstehenden (□) wiesen auf Verwitterungsvorgänge hin. Es standen hier verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneise, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) an. Auch einstmalig glazifluvial ausgebildete Strudeltöpfe (⊙) unterlagen solchen Vorgängen und wurden seit dem Postglazial zerstört. Kuhle (2005:Fig. 3) visualisierte ebenso ungefähr in diesem Bereich Strudeltöpfe. Dass es sich auf den Hängen um Lockermaterialablagerungen handelte, konnte beispielsweise an den enorm vielen ausgeprägten Erosionsrinnen (▼) erkannt werden. Dieses waren Grundmoränenablagerungen (■ weiß), die neben dem rundgeschliffenen Anstehenden (☉) auf eine enorme Vergletscherung dieser Täler hindeuteten.

Standort: westlich von Phortse, bei dem Ort Phortse Tenga (zwischen den Koordinaten GPS: 27° 50.793'N 86° 44.520'E und GPS: 27° 50.465'N 86° 44.258'E), orographisch rechte Ngozumpa Drangka Talseite; absolute Höhe: 3.646 m/GPS, 3.639 m/GE, 3.630 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.560 m/GE, 3.558 m/GMG (relative Höhe: ca. 79 m/GE, 72 m/GMG); Sicht gen E; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 09.04.2012.





← Foto 125

Blick talabwärts von der orographisch rechten Ngozumpa Drangka (↓, siehe Talquerprofil 6) Talseite auf die linke. Abbruchkanten im Anstehenden (□) wiesen auf Verwitterungsvorgänge hin, die die glazialen Indizien bzw. die vom Eis rundgeschliffenen Gesteinsbereiche (▼) seit dem Postglazial allmählich zerstörten. Verstürzendes Schuttmaterial sammelte sich zu reinen Sturzschuttfächern / -kegeln (▲). Es standen hier verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) an. Dass es sich auf den orographisch linken Dudh Khosi Talhängen um Lockermaterialablagerungen handelte, konnte beispielsweise an den großzahlig ausgeprägten Erosionsrinnen (▼) erkannt werden. Diese waren Grundmoränenablagerungen (■ weiß), die neben dem rundgeschliffenen Anstehenden auf eine enorme Vergletscherung dieser Talbereiche hindeuteten.

Standort: westlich von Phortse, bei dem Ort Phortse Tenga (GPS: 27° 50.793'N 86° 44.520'E), orographisch rechte Ngozumpa Drangka Talseite; absolute Höhe: 3.646 m/GPS, 3.639 m/GE, 3.630 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.560 m/GE, 3.558 m/GMG (relative Höhe: ca. 79 m/GE, 72 m/GMG); Sicht gen SSE bis S bzw. 160°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 09.04.2012.

→ Foto 126:

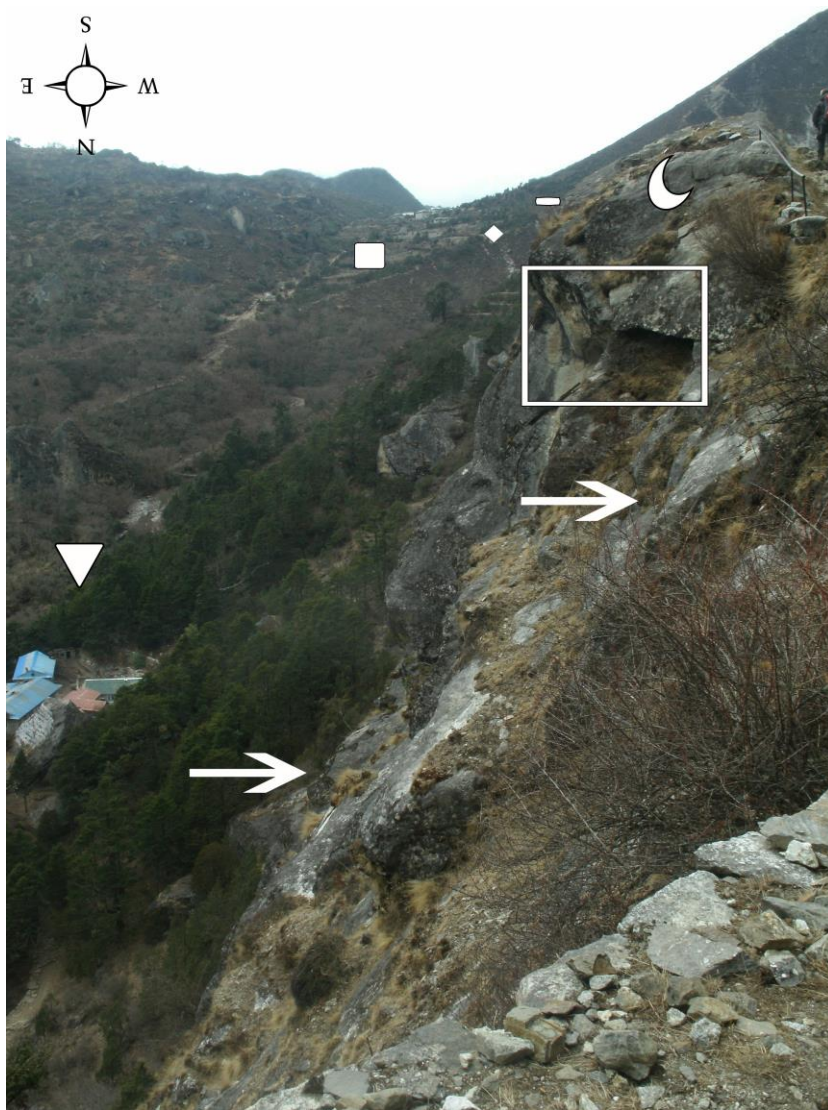
Auf der orographisch rechten Ngozumpa Drangka Talseite glazial rundgeschliffenes (☉) anstehendes Gestein. Es standen hier verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) an.

Standort: westlich von Phortse, in der Nähe der Siedlung Mong (ungefähre Koordinaten GE:  $27^{\circ} 50.488'N$   $86^{\circ} 44.237'E$ ), orographisch rechte Ngozumpa Drangka Talseite; absolute Höhe: 3.870 m/GE, 3.862 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.447 m/GE, 3.438 m/GMG (relative Höhe: ca. 423 m/GE, 424 m/GMG); Sicht gen N; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 09.04.2012.









← Foto 129:

Nordöstlich vom Ort Khumjung im Konfluenzbereich des Nebentales glazial rundgeschliffenes Anstehendes (☾) mit deutlich runden konkaven glazifluvialen Spülformen (→) und verwitterten Bereichen (□). Auf Foto 154 von Kuhle (2005) waren über dem anstehenden Gestein noch Grundmoränenablagerungen zu erkennen, die allerdings durch den Wegausbau bzw. durch den Geländerausbau beiseite geschafft wurden. Daneben war Moränenmaterial (■) durch eine Erosionsrinne (▼) zerschnitten. Eine Sedimentprobe (◆) wurde von der Ufermoräne (■) entnommen. Bei Götz et al. (2015:Fig. 3) waren in diesem Bereich ebenfalls Moränen visualisiert.

Standort: zwischen Mong und Khumjung (ungefähre Koordinaten GE: 27° 49.581'N 86° 43.909'E), orographisch rechte Imja Drangka Talseite; absolute Höhe: 3.638 m/GE, 3.640 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.185 m/GE, 3.180 m/GMG (relative Höhe: ca. 453 m/GE, 460 m/GMG); Sicht gen S; Bw 6,4 mm.  
Foto: E. Spitzer, 09.04.2012.





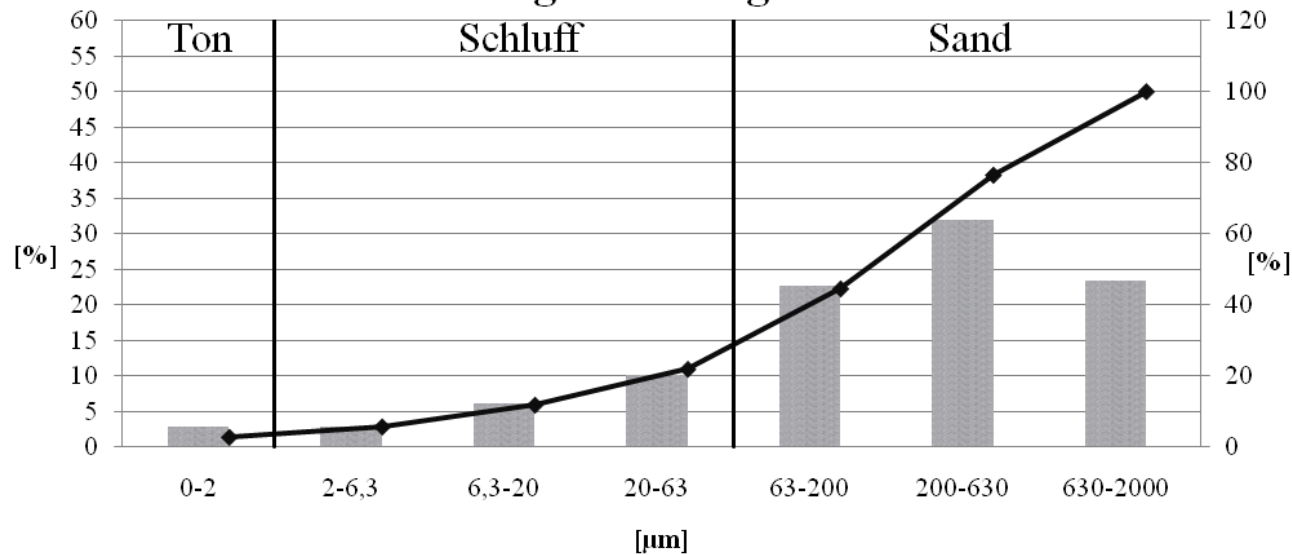
↑ Foto 130 und ↑ Foto 131:

Aufschluss 3 bei dem Ort Khumjung (siehe Foto 129). Es handelte sich hier um Moränenmaterial. Auf den Fotos waren vorwiegend kantengerundete Blöcke anzusprechen (1m Stock als Größenmaß). Die entnommene Sedimentprobe 5 verwies auf die Bodenart Lehmsand schwach. Es war keine Sortierung und Schichtung erkennbar, oberhalb des dichten Sedimentes war eine Bodenschicht entwickelt. Nach der geomorphologischen Ausprägung der Moräne handelte es sich hier speziell um eine Ufermoränenablagerung (■). Die Ufermoräne muss aus älterem Grundmoränenmaterial aufgebaut worden sein, da dort Pegmatite, Glimmerschiefer, Quarzite und Granite enthalten waren. Die vorhandenen Schiefer-, Granit- und Quarzitgesteine konnten nämlich als Erratika – anstehende Gesteine hier migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu), verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b), Granitglimmergneis (vgl. geologische Karte Nepal) – ausgelegt werden. Die Ufermoräne stellte die orographisch rechte Ufermoräne eines Nebentalgletschers dar, der auf der Südostseite des Khumbi Yul Lha abfloss. Nördlich oberhalb von Khumjung und Khunde kennzeichneten Heuberger, Weingartner (1985:Abb. 2, 73, 80) hocheiszeitliche Ufermoränen und Moränen in Form von zerschnittenen Terrassen, wobei die Orte auf Bergstürzen liegen sollen. Die Moränen sollen von den Gletschern der Imja und Nangpo Täler entstanden sein (ebd.:74). Geomorphologisch sollen die Schuttablagerungen der Haupttalvergletscherung von der Nebentalvergletscherung des Khumbi Yul Lha unterscheidbar sein, petrographisch aber nicht (ebd.:75).

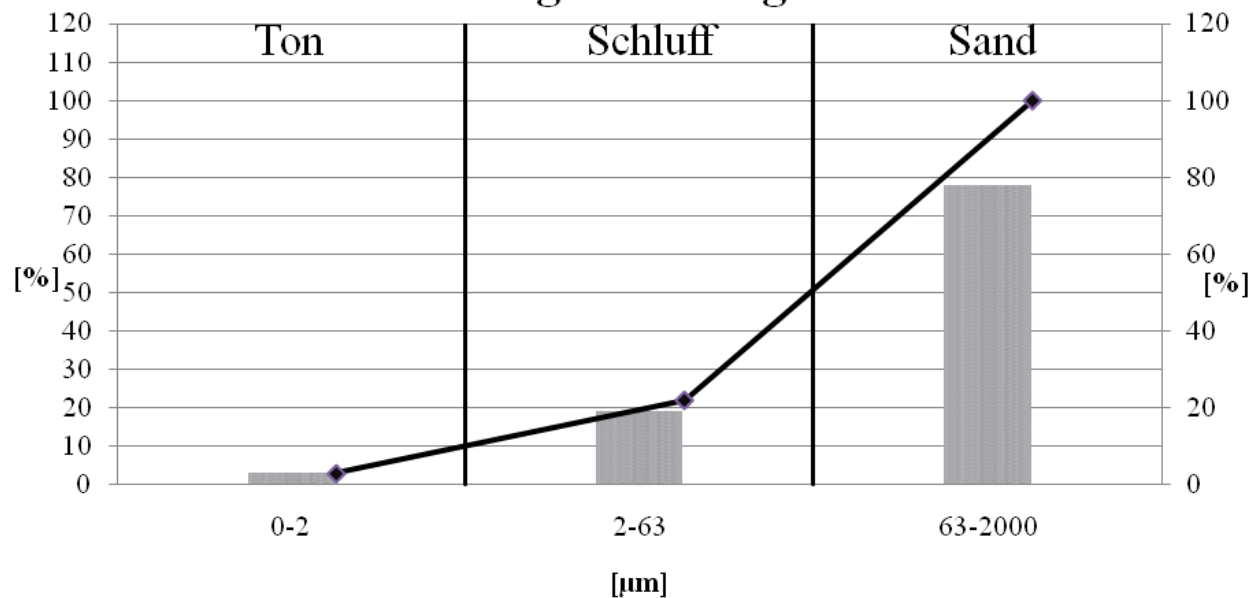
Standort Foto 130: bei dem Ort Khumjung (GPS: 27° 49.501'N 86° 43.510'E), orographisch rechte Imja Drangka Talseite; absolute Höhe: 3.734 m/GPS, 3.719 m/GE, 3.720 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.161 m/GE, 3.160 m/GMG (relative Höhe: ca. 558 m/GE, 560 m/GMG); Sicht gen W bis WNW bzw. 290°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 10.04.2012.

Standort Foto 131: bei dem Ort Khumjung (ungefähre Koordinaten GPS: 27° 49.501'N 86° 43.510'E), orographisch rechte Imja Drangka Talseite; absolute Höhe: 3.734 m/GPS, 3.719 m/GE, 3.720 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.161 m/GE, 3.160 m/GMG (relative Höhe: ca. 558 m/GE, 560 m/GMG); Sicht gen SE; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 09.04.2012.

## Probe 5 - Korngrößendiagramm 1



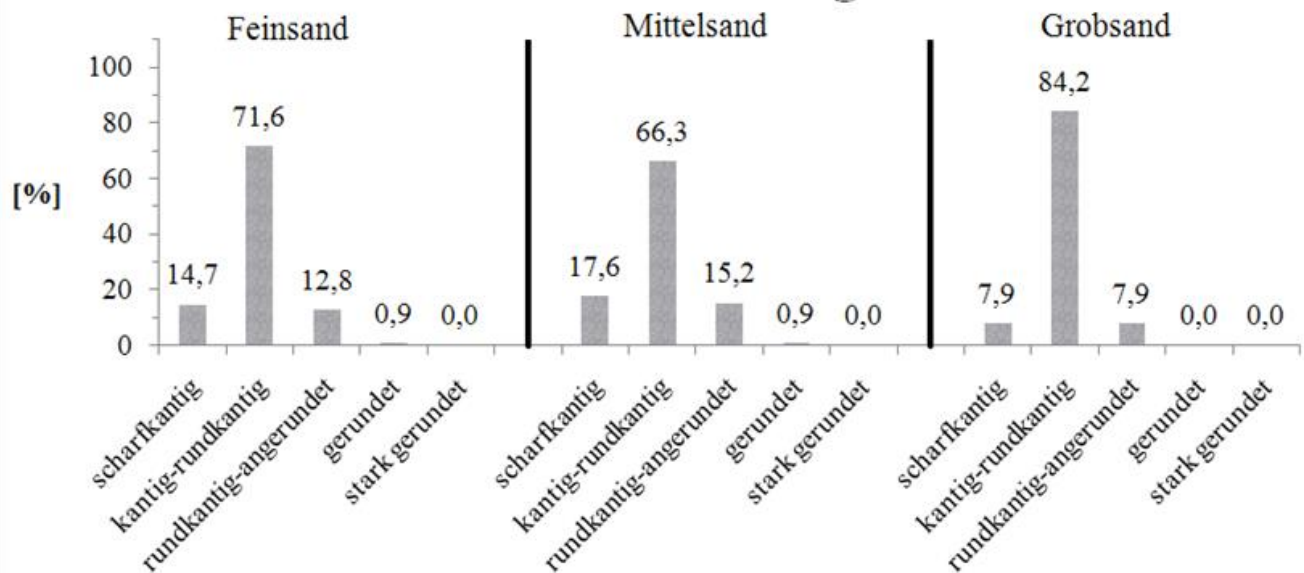
## Probe 5 - Korngrößendiagramm 2



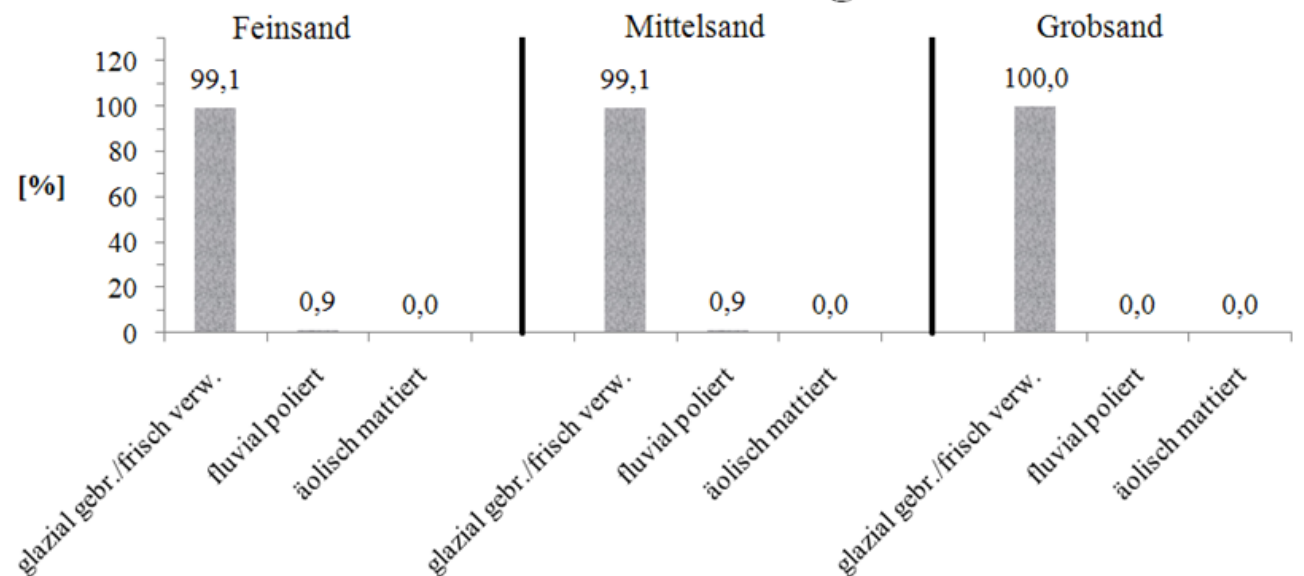
← Korngrößendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 5 von der orographisch rechten Imja Khola Talseite bei Khumjung (siehe Fotos 129-131;  $27^{\circ} 49.501'N$   $86^{\circ} 43.506'E$ ). Angaben des Ton-, Schluff- bzw. Fein- Mittel- und Grobschluff- sowie Sand- bzw. Fein-, Mittel- und Grobsandgehaltes wurden in % angegeben. In der Probe waren 2,826 % Ton, 19,134 % Schluff (2,951 % Feinschluff, 6,086 % Mittelschluff, 10,097 % Grobschluff) und 78,040 % Sand (22,600 % Feinsand, 31,979 % Mittelsand, 23,461 % Grobsand) enthalten. Es handelte sich hier um Moränenmaterial, da dieses dadurch gekennzeichnet war, dass alle Korngrößen von Ton bis Sand vorhanden waren, dieses also unsortiert war. An der Probeentnahmestelle konnten ebenfalls kleine und große Gesteine ausgemacht werden. Demnach kamen die Korngrößen Ton bis Blockgröße vor. Vorwiegend waren kantengerundete Blöcke in einer feinen Matrix aufzufinden, was ebenfalls für eine Moräne sprach. Nach der geomorphologischen Ausprägung der Moräne handelte es sich hier speziell um eine Ufermoränenablagerung. Nach Götz et al. (2015:Fig. 3) waren in diesem Bereich ebenfalls Moränen visualisiert.



## Probe 5 - Kornformendiagramm 1

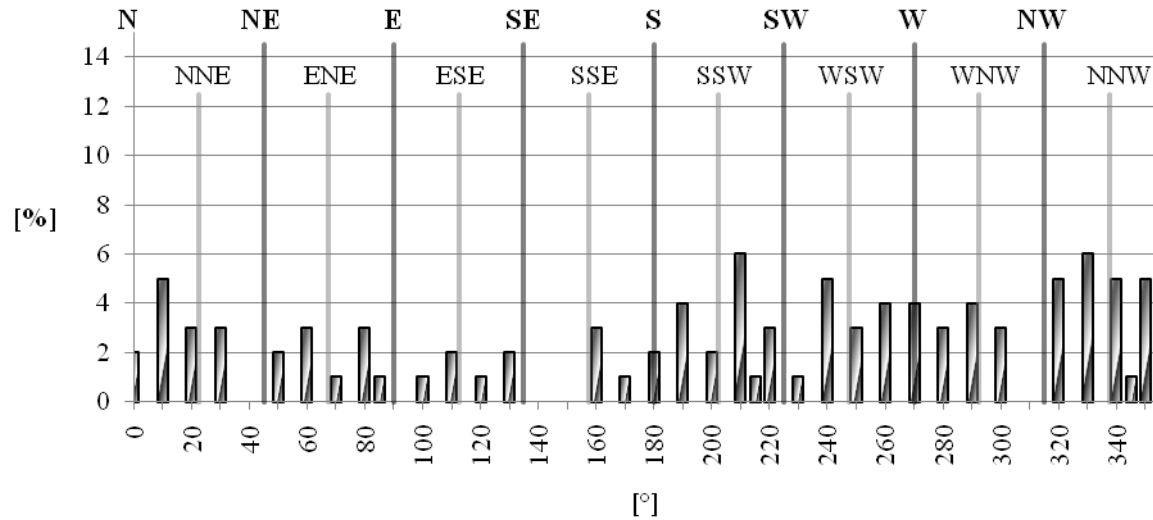


## Probe 5 - Kornformendiagramm 2



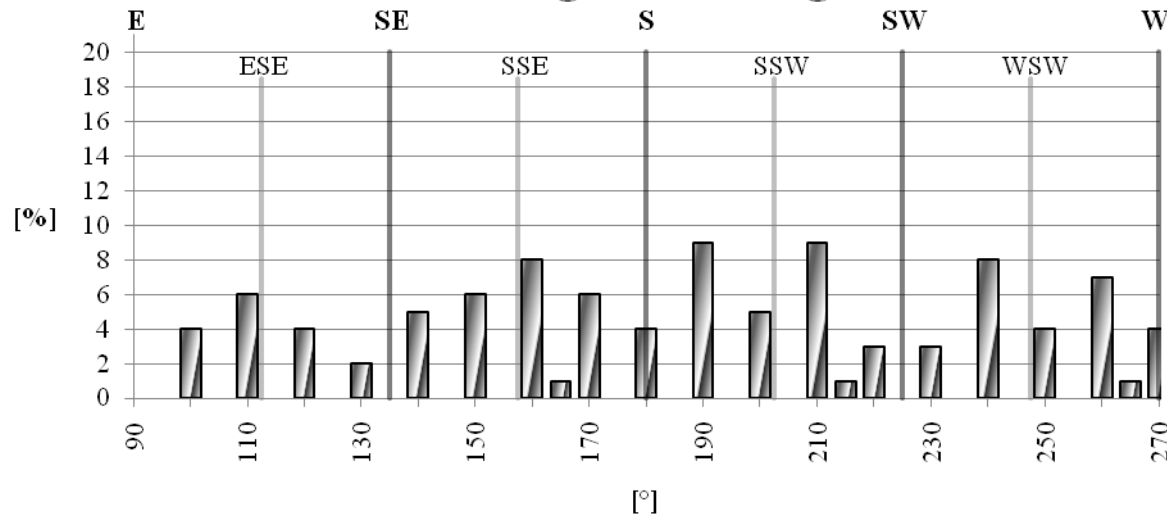
← Kornformendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 5 von der orographisch rechten Imja Khola Talseite bei Khumjung (siehe Fotos 129-131; 27° 49.501'N 86° 43.506'E). Angaben des Ton-, Schluff- und Sandgehaltes wurden in % angegeben. Es wurden insgesamt 539 Körner ausgezählt (109 in der Feinsand-, 329 in der Mittelsand- und 101 in der Grobsandfraktion). Somit lag das Hauptaugenmerk der Untersuchung auf der Mittelsandfraktion. In der Probe waren bei zwei Fraktionen 100 % glazial gebrochene / frisch verwitterte Kornformen und bei einer 99,1 % glazial gebrochene / frisch verwitterte und 0,9 % fluvial polierte Körner enthalten. Da bei diesem Standort – wie bei der Korngrößenanalyse gezeigt werden konnte – Korngrößen von Ton bis Sand und vorwiegend kantengerundete Blöcke vorkamen, wurde verständlich, dass die Körner glazial gebrochene waren. Anhand der Klassifizierung in fünf Kategorien scharfkantig, kantig-rundkantig, rundkantig-angerundet, gerundet und stark gerundet konnte gezeigt werden, dass hierbei der fluvial polierte Anteil hoch war, da kantig bis rundkantige sowie rundkantig bis angerundete und sogar gerundete Körner in der Sedimentprobe vorhanden waren. Der Grobsandanteil zeigte die meisten kantig bis rundkantigen Körner, gefolgt von der Feinsandfraktion. Die Körner der Feind- und Mittelsandfraktion tendierten in die fluvial polierte Gruppe. Somit wurde auch neben dem o.g. glazialen Einfluss eine glazifluviale Einwirkung auf die Sedimente – da die Körner hin zum fluvial polierten Korn tendierten – deutlich. Diese Einwirkung kann vor oder während dem glazialen Transport – da die kleineren Körner diesen Prozess länger konservieren können als die größeren – oder auch während oder gar nach diesem einhergegangen sein – da die größeren Körner eher in die Richtung rundkantige bis angerundete Ausformung tendierten. Somit war auf jeden Fall eine starke bzw. längere Schmelzwassereinwirkung auf das Material nachzuweisen – wann diese jedoch genau einwirkte, konnte nicht geklärt werden.

### Aufschluss 3 - Längsachsendiagramm 1



← Längsachsendiagramm 1 nach Himmelsrichtung (Vollkreis) des Aufschlusses 3 (siehe Fotos 129-131; 27° 49.501'N 86° 43.506'E). Die untersuchten 100 Gesteine waren vorwiegend von Südwest nach Nordwest eingeregelt. Bei einer Exposition des Aufschlusses von 100° bedeutete dies, dass die Gesteine hauptsächlich gegen bzw. schräg zur Hangneigung eingeregelt waren. Eine Unterscheidung der Gesteine in kleinere (2-10 cm, n=83) und bis zu größere faustgroße (10-18 cm, n=17) Gesteine führte zu keinem überwiegend anderen Ergebnis, so dass alle Gesteine zusammen betrachtet werden konnten. Die größeren Gesteine tendierten mehr in die Klasse III, d.h. gen Ost-südost bzw. in Hangneigungsrichtung.

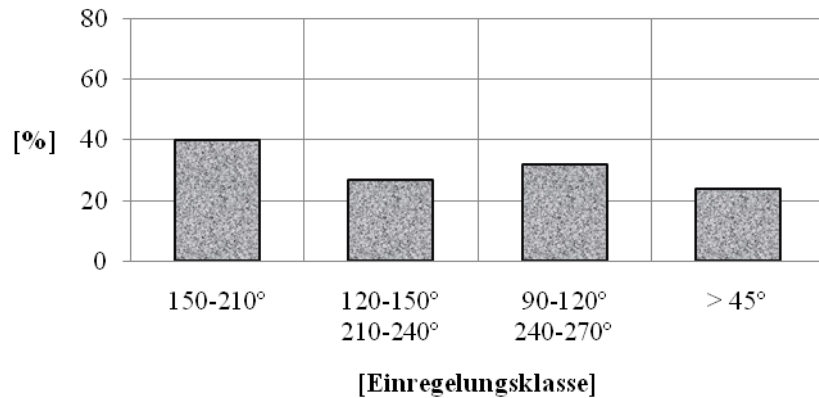
### Aufschluss 3 - Längsachsendiagramm 2



← Längsachsendiagramm 2 nach Himmelsrichtung (Halbkreis) des Aufschlusses 3 (siehe Fotos 129-131; 27° 49.501'N 86° 43.506'E). Die untersuchten 100 Gesteine waren vorwiegend nach Süden bzw. von Südsüdost nach Südsüdwest eingeregelt. Bei einer Exposition des Aufschlusses von 100° bedeutete dies, dass die Gesteine hauptsächlich gegen die Hangneigung eingeregelt waren. Eine Unterscheidung der Gesteine in kleinere (2-10 cm, n=83) und bis zu größere faustgroße (10-18 cm, n=17) Gesteine führte zu keinem überwiegend anderen Ergebnis, so dass alle Gesteine zusammen betrachtet werden konnten. Die größeren Gesteine tendierten mehr in die Klasse III, d.h. gen Ost-südost bzw. in Hangneigungsrichtung.

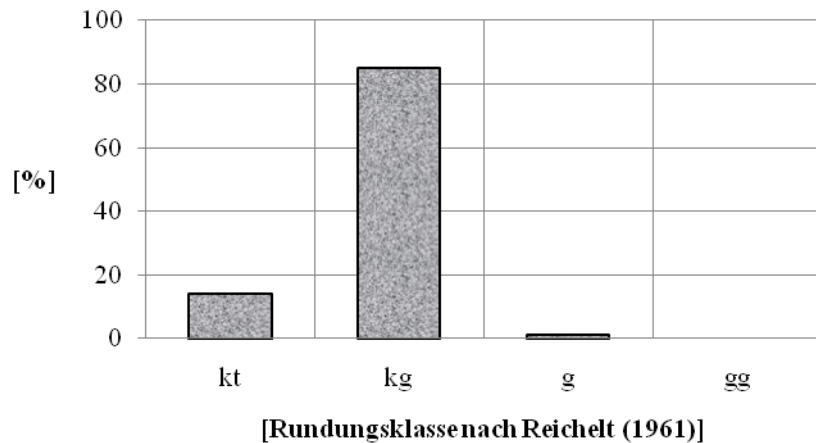


### Aufschluss 3 - Längsachsendiagramm 3



← Längsachsendiagramm 3 des Aufschlusses 3 (siehe Fotos 129-131; 27° 49.501'N 86° 43.506'E), abgewandelt nach den Einregelungsklassen nach Poser, Hövermann (1951). Die Einregelungsklassen bezogen sich hier nicht auf die Expositionsrichtung des Aufschlusses sondern auf die Himmelsrichtungen, d.h. dass die Klasse I von 150° bis 210°, die Klasse II von 120° bis 150° und von 210° bis 240° und die Klasse III von 90 bis 120° und von 240° bis 270° reichte. Die untersuchten bis zu faustgroßen 124 Gesteine (hier jedoch nur 123, da 1 Gestein nicht zugeordnet; 24 über 45 % geneigt bzw. in Gruppe IV eingeteilt) waren demnach hier bei einer Hangexposition von 100° hauptsächlich gegen die Hangneigungsrichtung bzw. gen Süden von Südsüdost nach Südsüdwest oder in die Klasse I eingeregelt. Eine Unterscheidung der Gesteine in kleinere (2-10 cm, n=83) und bis zu größere faustgroße (10-18 cm, n=17) Gesteine führte zu keinem überwiegend anderen Ergebnis, so dass alle Gesteine zusammen betrachtet werden konnten. Die größeren Gesteine tendierten mehr in die Klasse III, d.h. gen Ost-südost bzw. in Hangneigungsrichtung.

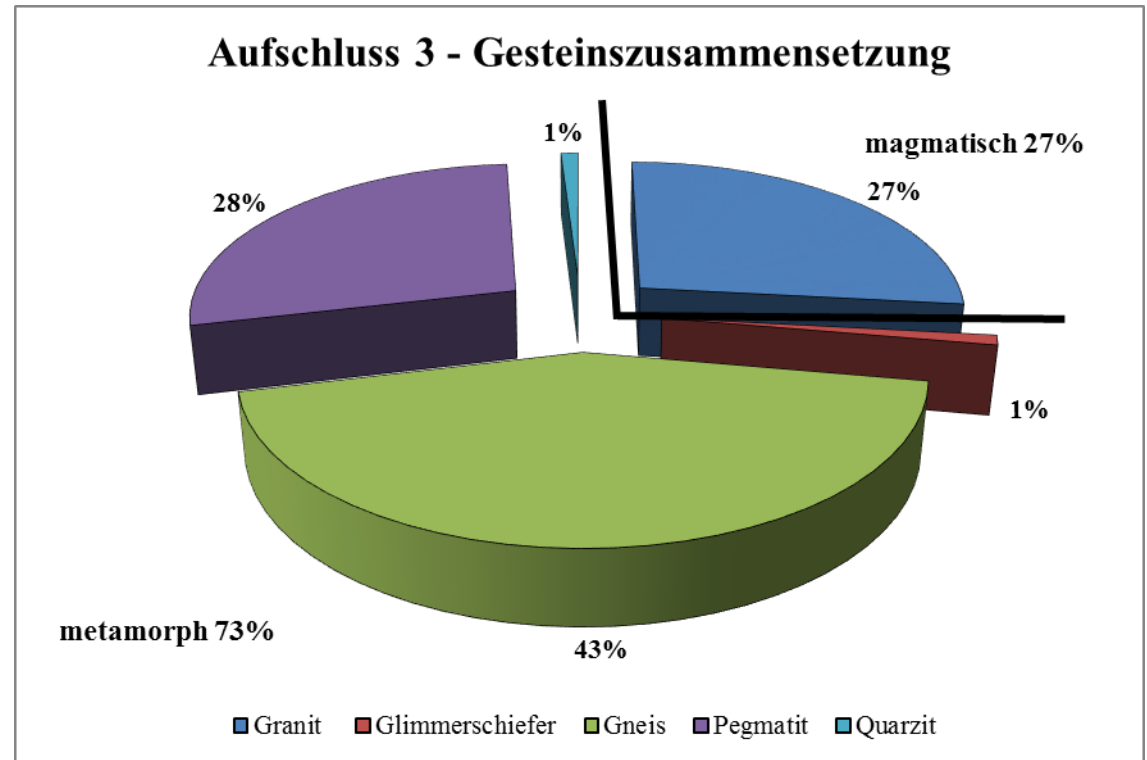
### Aufschluss 3 - Rundungsdiagramm 1



← Rundungsdiagramm des Aufschlusses 3 (siehe Fotos 129-131; 27° 49.501'N 86° 43.506'E) nach den Einordnungen kantig, kantengerundet, gerundet und gut gerundet. Die untersuchten 100 Gesteine waren vorwiegend kantengerundet und kantig. Der Rundungsgrad ergab einen Wert von 187. Wenige waren gerundet, keine waren gut gerundet. Eine Unterscheidung der Gesteine in kleinere (2-10 cm, n=83) und bis zu größere faustgroße (10-18 cm, n=17) Gesteine führte bei den größeren Gesteinen zu einem anderen Ergebnis; es waren hier nur kantengerundete Gesteine auszumachen.

→ Gesteinszusammensetzung des Aufschlusses 3 (siehe Fotos 129-131; 27° 49.501'N 86° 43.506'E) in metamorphe und magmatische Gesteine. Die Gesteine waren vorwiegend bzw. zu 73 % metamorph. Darunter zählten der Menge nach geordnet absteigend Gneise, Pegmatite, Glimmerschiefer und Quarzite. Magmatische Gesteine bzw. granitische Gesteine kamen zu 27 % vor.

Dass es sich bei diesem Aufschluss um Moränenmaterial handelte, konnte einerseits durch die Korngrößen- und Kornformenanalysen nachgewiesen werden. Auch die vorwiegend kantengerundeten Blöcke sprachen andererseits für eine solche Genese. Nach der geomorphologischen Ausprägung der Moräne handelte es sich hier speziell um eine Ufermoränenablagerung. Die Ufermoräne muss aus älterem Grundmoränenmaterial aufgebaut worden sein, da dort Pegmatite, Glimmerschiefer, Quarzite und Granite enthalten waren. Die vorhandenen Schiefer-, Granit- und Quarzitgesteine konnten nämlich als Erratika – anstehende Gesteine hier migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu); verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b), Granitglimmergneis (vgl. geologische Karte Nepal) – ausgelegt werden. Das hocheiszeitliche Eis floss im Imja Khola von Nordost nach Südwest, baute dort eine Grundmoränendecke auf und wurde danach durch einen Nebentalgletscher als Ufermoräne mit umgelagert. Die Einregelungsrichtung der Gesteine tendierte nach Südsüdost bis Südsüdwest.







↑ Foto 132:

Anstehendes Gestein beim Ort Khumjung mit deutlich rund konkav ausgebildeten glazifluvialen Spülformen (↓) etwa 600 m über dem heutigen Talboden des Imja Khola. Diese Formen konnten in einer solchen relativen Höhe nur in Verbindung mit einer vorzeitlichen Eisbedeckung gestanden haben. Es kamen hier verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) vor. Nach Götz et al. (2015:Fig. 3) waren in diesem Bereich Bergsturzablagerungen visualisiert.

Standort: bei dem Ort Khumjung (ungefähre Koordinaten GPS: 27° 49.501'N 86° 43.510'E), orographisch rechte Imja Drangka Talseite; absolute Höhe: 3.734 m/GPS, 3.719 m/GE, 3.720 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.161 m/GE, 3.160 m/GMG (relative Höhe: ca. 558 m/GE, 560 m/GMG); Sicht gen SE; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 09.04.2012.

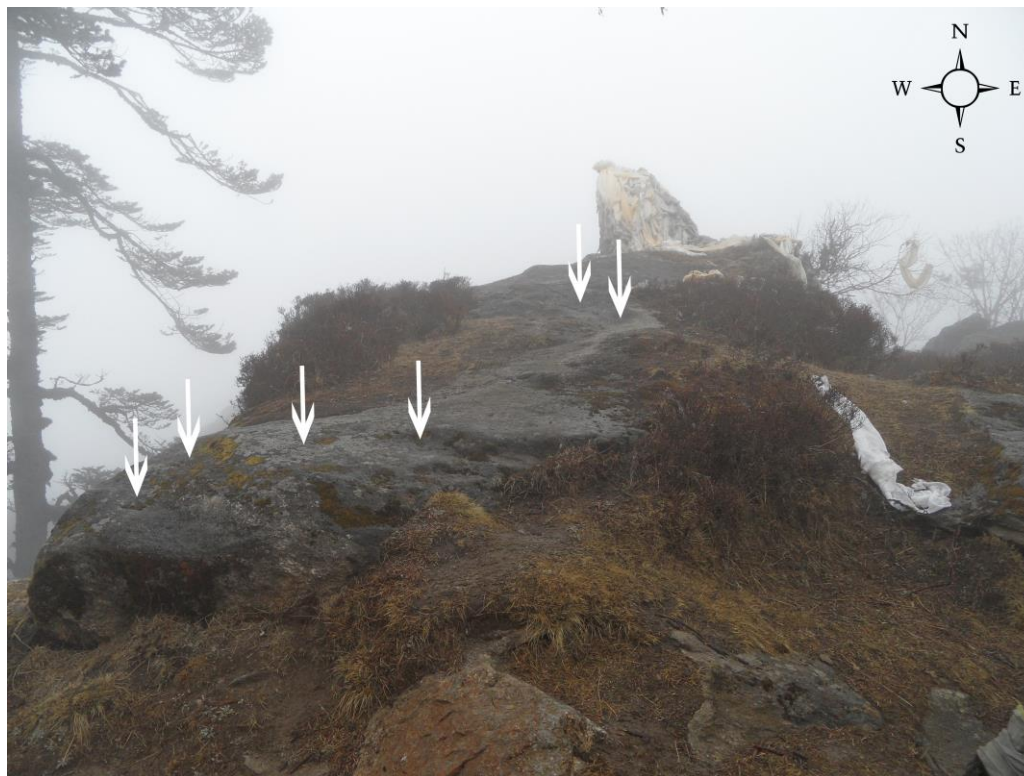


↑ Foto 133:

Anstehendes Gestein zwischen Namche Bazar und Khumjung mit deutlich rund konkav ausgebildeten glazifluvialen Spülformen (↓) etwa 800 m über dem heutigen Talboden des Imja Khola. Diese Formen konnten in einer solchen relativen Höhe nur in Verbindung mit einer vorzeitlichen Eisbedeckung gebracht werden. Es kamen hier verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) vor. Nach Götz et al. (2015:Fig. 3) waren in diesem Bereich Bergsturzablagerungen visualisiert.

Standort: zwischen den Orten Namche Bazar und Khumjung (GPS: 27° 48.954'N 86° 42.932'E), orographisch rechte Imja Drangka Talseite; absolute Höhe: 3.822 m/GPS, 3.829 m/GE, 3.820 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.012 m/GE, 3.018 m/GMG (relative Höhe: ca. 817 m/GE, 802 m/GMG); Sicht gen NW bis W; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 10.04.2012.



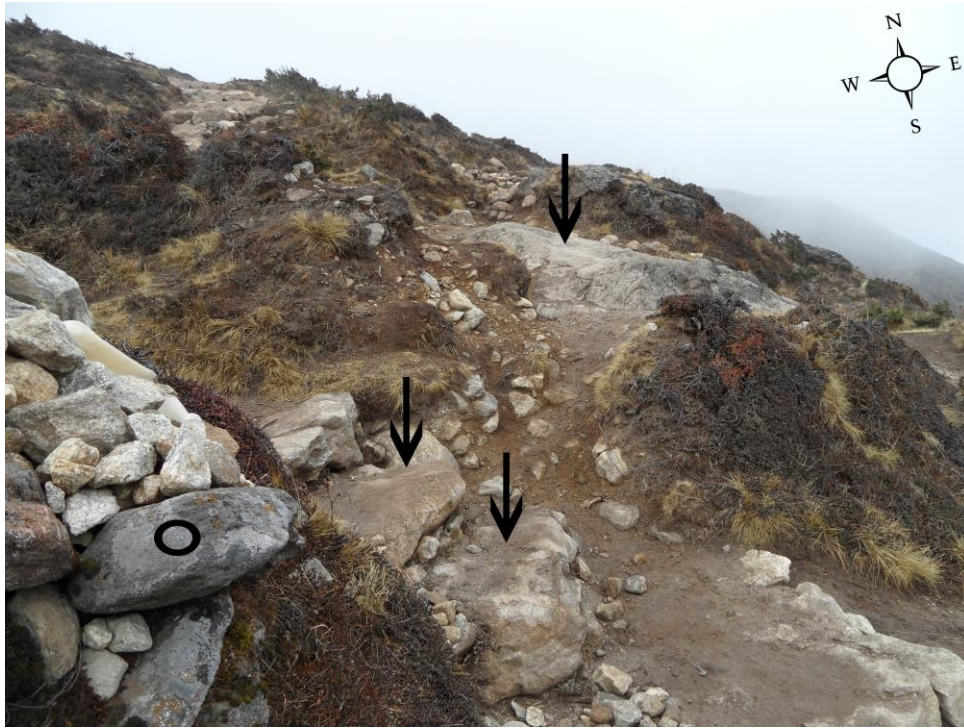


↑ Foto 134:

Anstehendes Gestein zwischen den Orten Namche Bazar und Khumjung mit deutlich rund konkav ausgebildeten glazifluvialen Spülformen (↓) etwa 800 m über dem heutigen Talboden des Imja Khola. Diese Formen konnten in einer solchen relativen Höhe nur in Verbindung mit einer vorzeitlichen Eisbedeckung gestanden haben. Es kamen hier verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) vor.

Standort: zwischen den Orten Namche Bazar und Khumjung (ungefähre Koordinaten GE: 27° 48.932'N 86° 42.876'E), orographisch linke Imja Drangka Talseite; absolute Höhe: 3.846 m/GE, 3.842 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 3.012 m/GE, 3.018 m/GMG (relative Höhe: ca. 834 m/GE, 824 m/GMG); Sicht gen N; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 10.04.2012.





↑ Foto 135:

Anstehendes Gestein und Blöcke nördlich von Namche Bazar mit deutlich rund konkav ausgebildeten glazifluvialen Spülformen (↓) etwa 750 m über dem heutigen Talboden des Imja Khola. Diese Formen konnten in einer solchen relativen Höhe nur in Verbindung mit einer vorzeitlichen Eisbedeckung gebracht werden. Auch die vorwiegend kantengerundeten Blöcke – z.B. links im Bild (○) – in Verbindung mit der feinen Matrix sprachen für Grundmoränenakkumulationen. Es standen hier verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) an. Nach Götz et al. (2015:Fig. 3) waren in diesem Bereich Bergsturzablagerungen visualisiert.

Standort: nördlich von Namche Bazar (zwischen den Koordinaten GE: 27° 48.518'N 86° 42.851'E und GPS: 27° 48.431'N 86° 42.824'E), orographisch rechte Imja Drangka Talseite; absolute Höhe: 3.712 m/GE, 3.718 m; Haupttalboden bei ca. 2.966 m/GE, 2.962 m/GMG (relative Höhe: ca. 746 m/GE, 756 m/GMG); Sicht gen NNE bis NE; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 10.04.2012.



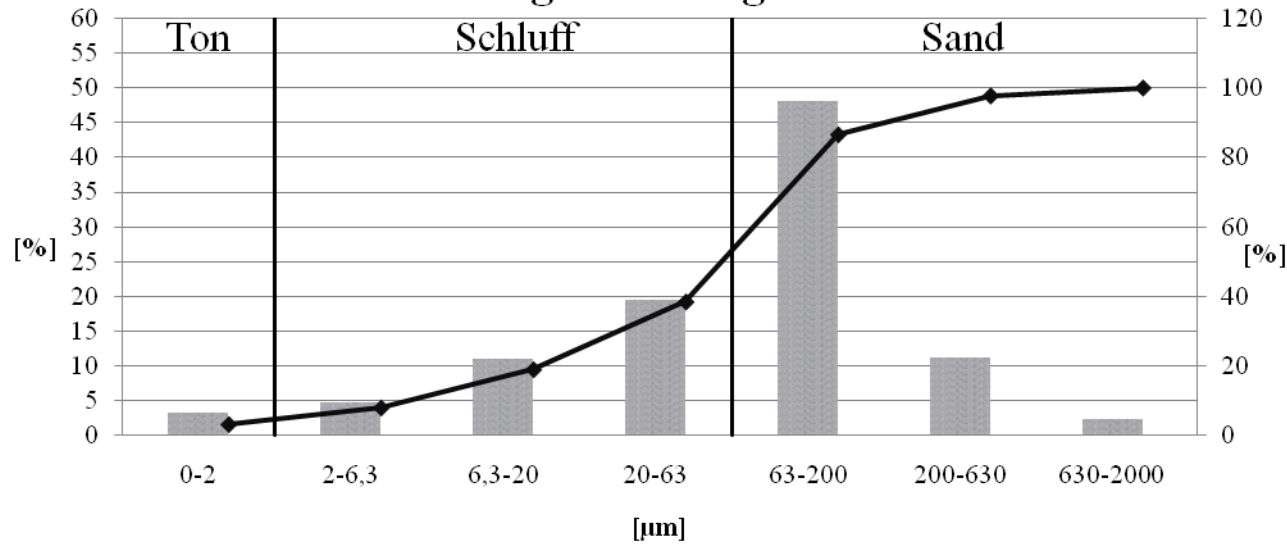
↑ Foto 136:

Anstehendes Gestein zwischen den Orten Namche Bazar und Khumjung mit deutlich rund konkav ausgebildeten glazifluvialen Spülformen (↓) etwa 800 m über dem heutigen Talboden des Imja Khosi. Diese Formen konnten in einer solchen relativen Höhe nur in Verbindung mit einer vorzeitlichen Eisbedeckung gebracht werden. Auch sprachen die Grundmoränenakkumulationen (■) auf den Hängen nördlich von Namche Bazar dafür. Es standen hier verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) an. Nach Götz et al. (2015:Fig. 3) waren in diesem Bereich Bergsturzablagerungen visualisiert.

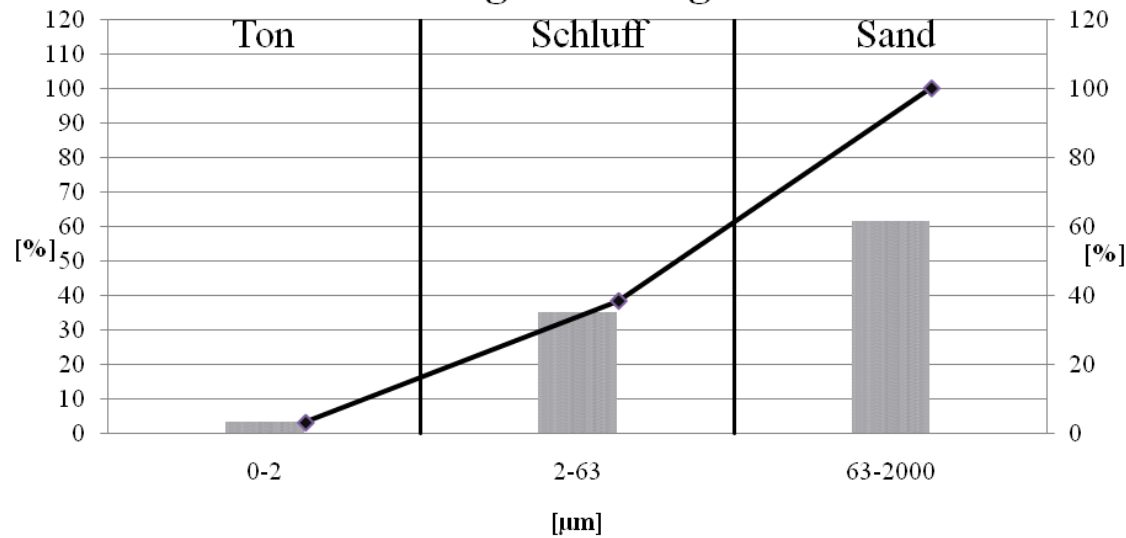
164

Standort: nördlich von Namche Bazar (GPS: 27° 48.431'N 86° 42.824'E), orographisch rechte Imja Drangka Talseite; absolute Höhe: 3.648 m/GPS, 3.627 m/GE, 3.622 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.957 m/GE, 2.950 m/GMG (relative Höhe: ca. 670 m/GE, 672 m/GMG); Sicht gen NNE bis NE bzw. 40°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 10.04.2012.

## Probe 6 - Korngrößendiagramm 1



## Probe 6 - Korngrößendiagramm 2

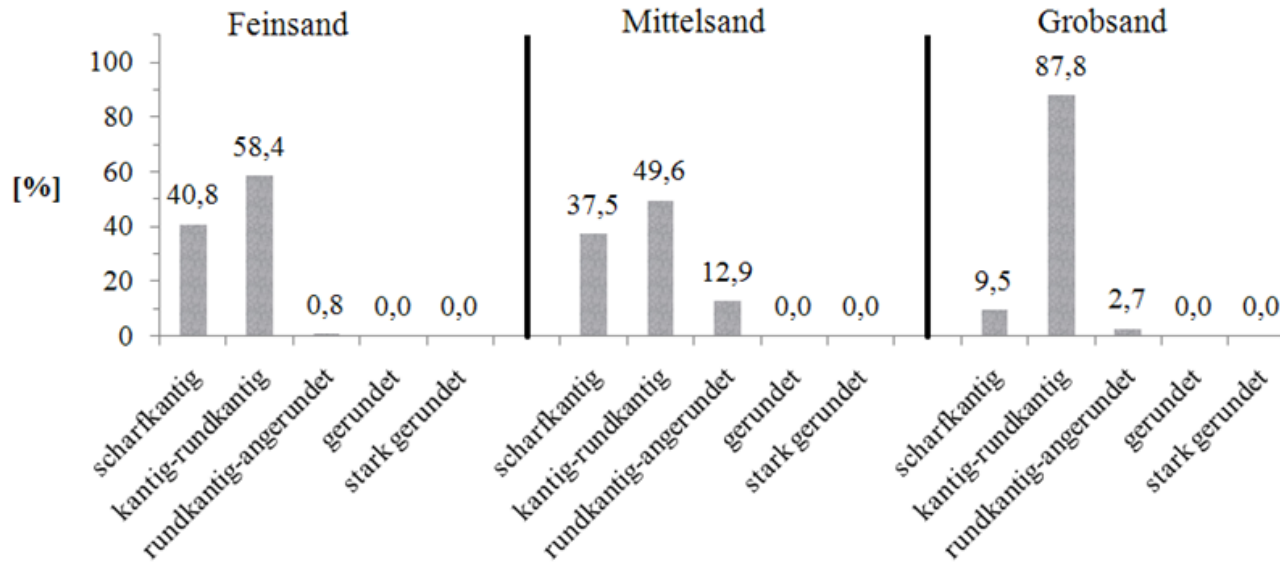


← Korngrößendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 6 von der orographisch rechten Imja Khola Talseite bei Namche Bazar (Standort hangaufwärts des Foto 137; 27° 48.371'N 86° 42.814'E). Angaben des Ton-, Schluff- bzw. Fein-, Mittel- und Grobschluff- sowie Sand- bzw. Fein-, Mittel- und Grobsandgehaltes wurden in % angegeben. In der Probe waren 3,300 % Ton, 35,210 % Schluff (4,770 % Feinschluff, 10,990 % Mittelschluff, 19,450 % Grobschluff) und 61,490 % Sand (48,050 % Feinsand, 11,160 % Mittelsand, 2,280 % Grobsand) enthalten. Es handelte sich hier um eine Moränenablagerung, da diese dadurch gekennzeichnet war, dass alle Korngrößen von Ton bis Sand vorhanden waren, diese also unsortiert war. An der Probeentnahmestelle konnten ebenfalls kleine und große Gesteine ausgemacht werden. Demnach kamen die Korngrößen Ton bis Blockgröße vor. Vorwiegend waren kantengerundete Blöcke in einer feinen Matrix aufzufinden, was ebenfalls für eine Moräne sprach. Ein glazifluvialer Einfluss konnte durch die Kornformenanalysen nachgewiesen werden. Nach der geomorphologischen Ausprägung der Moräne handelte es sich hier speziell um eine Grundmoränenablagerung auf dem Hang.

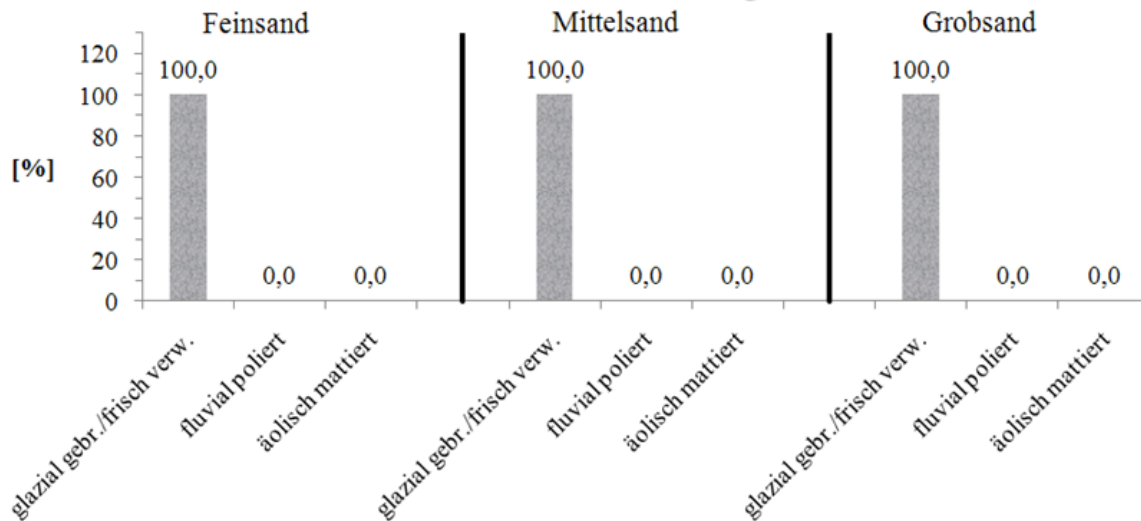
Die Korngrößenverteilung war mit der von Kuhle (2005:Fig 68/Fig. 3 11.3.03/2) und von Kuhle (2005:Fig 69/Fig. 3 11.3.03/3) zu vergleichen, da diese Proben ungefähr im selben Talbereich in 1,0 und 0,4 m Tiefe entnommen wurden. Kuhle kam auf tri- bzw. bimodale Verteilungen.



## Probe 6 - Kornformendiagramm 1



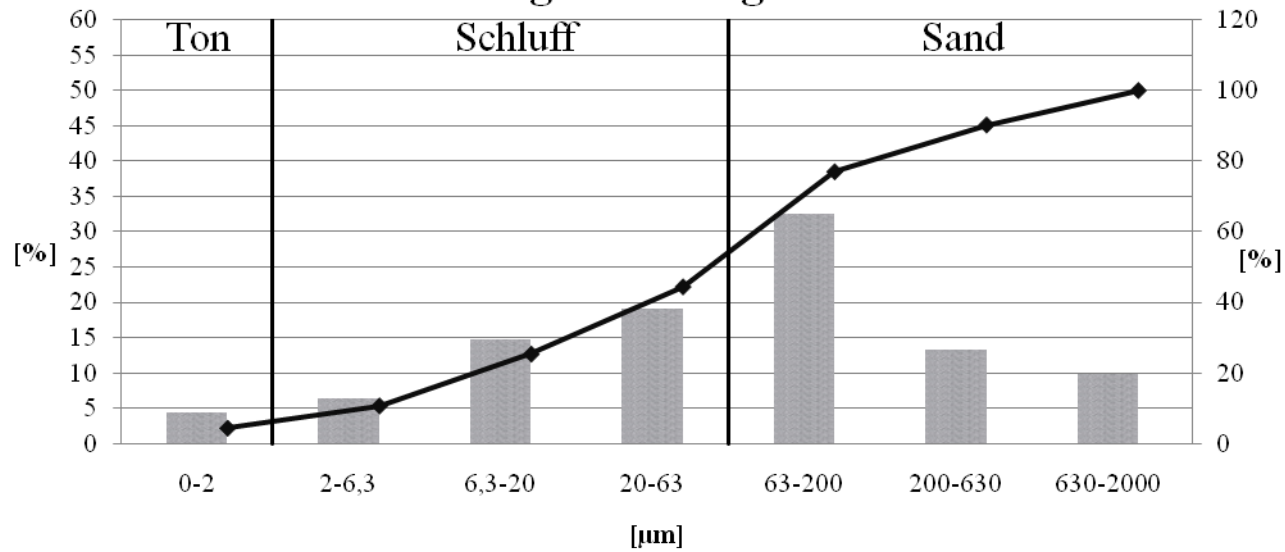
## Probe 6 - Kornformendiagramm 2



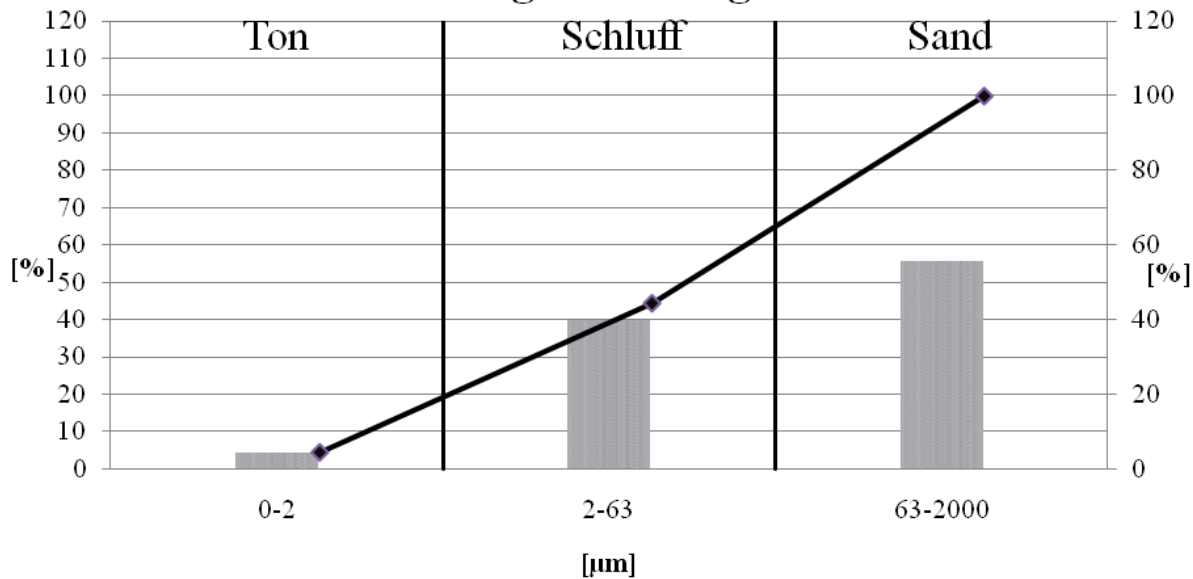
← Kornformendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 6 von der orographisch rechten Imja Khola Talseite bei Namche Bazar (Standort hangaufwärts des Foto 137; 27° 48.371'N 86° 42.814'E). Angaben des Ton-, Schluff- und Sandgehaltes wurden in % angegeben. Es wurden insgesamt 562 Körner ausgezählt (125 in der Feinsand-, 363 in der Mittelsand- und 74 in der Grobsandfraktion). Somit lag das Hauptaugenmerk der Untersuchung auf der Mittelsandfraktion. In der Probe waren alle drei Fraktionen 100 % glazial gebrochene / frisch verwiterte Kornformen. Da bei diesem Standort – wie bei der Korngrößenanalyse gezeigt werden konnte – Korngrößen von Ton bis Sand und vorwiegend kantengerundete Blöcke vorkamen, wurde verständlich, dass die Körner glazial gebrochene waren. Anhand der Klassifizierung in fünf Kategorien scharfkantig, kantig-rundkantig, rundkantig-angerundet, gerundet und stark gerundet konnte gezeigt werden, dass hierbei der fluvial polierte Anteil hoch war, da kantig bis rundkantige sowie rundkantig bis angerundete Körner in der Sedimentprobe vorhanden waren. Der Grobsandanteil zeigte die meisten kantig bis rundkantigen Körner, gefolgt von der Feinsandfraktion. Die Körner der Mittelsandfraktion tendierten am meisten in die Gruppe rundkantig bis angerundete, gefolgt von der Grobsandfraktion. Somit wurde auch neben dem o.g. glazialen Einfluss eine glazifluviale Einwirkung auf die Sedimente – da die Körner hin zum fluvial polierten Korn tendierten – deutlich. Diese Einwirkung kann vor oder während dem glazialen Transport – da die kleineren Körner diesen Prozess länger konservieren können als die größeren – oder auch während oder gar nach diesem einhergegangen sein – da die größeren Körner eher in die Richtung rundkantige bis angerundete Ausformung tendierten. Somit war auf jeden Fall eine starke bzw. längere Schmelzwassereinwirkung auf das Material nachzuweisen – wann diese jedoch genau einwirkte, konnte nicht geklärt werden.

Kuhle (2005:Fig. 37) kam bei den Proben 9 und 10 bei 509 und 491 ausgezählten Körnern auf 96,3/86,4 % frisch verwitert / glazial gebrochen, 3,7/13,6 % fluvial poliert und 0,0 % äolisch mattiert.

## Probe 7 - Korngrößendiagramm 1



## Probe 7 - Korngrößendiagramm 2

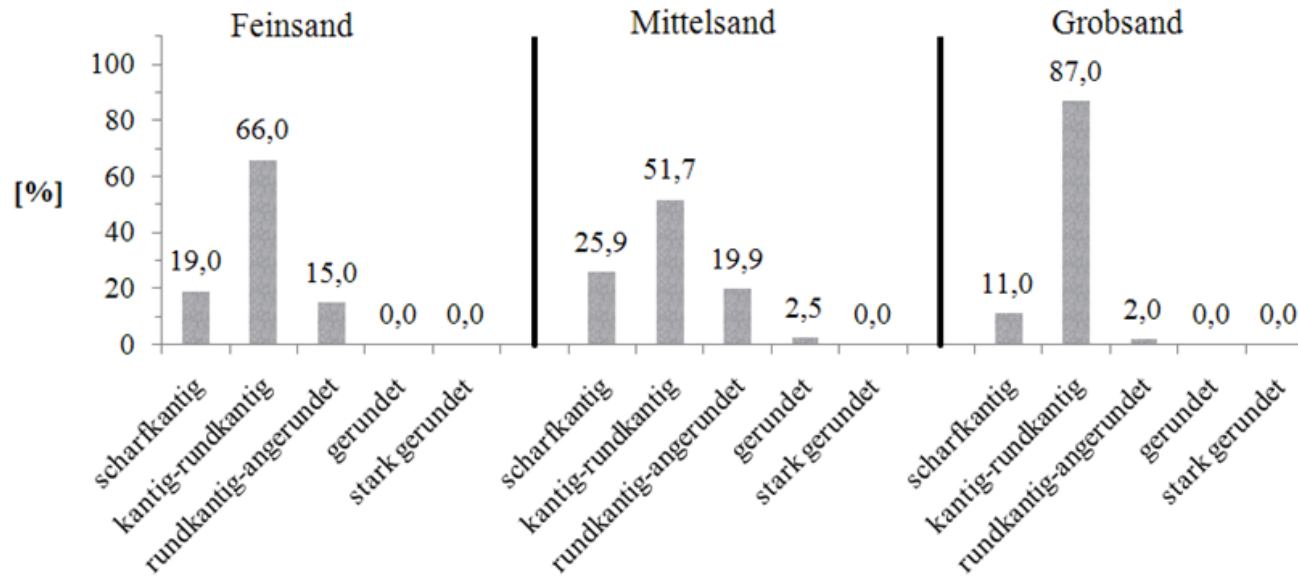


← Korngrößendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 7 von der orographisch linken Bhote Khosi Talseite bei Namche Bazar (Standort hangaufwärts des Foto 137; 27° 48.345'N 86° 42.803'E). Angaben des Ton-, Schluff- bzw. Fein-, Mittel- und Grobschluff- sowie Sand- bzw. Fein-, Mittel- und Grobsandgehaltes wurden in % angegeben. In der Probe waren 4,421 % Ton, 40,010 % Schluff (6,323 % Feinschluff, 14,667 % Mittelschluff, 19,020 % Grobschluff) und 55,569 % Sand (32,568 % Feinsand, 13,233 % Mittelsand, 9,768 % Grobsand) enthalten. Es handelte sich hier – wie bei Probe 6 – um eine Moränenablagerung, da diese dadurch gekennzeichnet war, dass alle Korngrößen von Ton bis Sand vorhanden waren, diese also unsortiert war. An der Probeentnahmestelle konnten ebenfalls kleine und große Gesteine ausgemacht werden. Demnach kamen die Korngrößen Ton bis Blockgröße vor. Vorwiegend waren kantengerundete Blöcke in einer feinen Matrix aufzufinden, was ebenfalls für eine Moräne sprach. Ein glazifluvialer Einfluss konnte durch die Kornformenanalysen nachgewiesen werden. Nach der geomorphologischen Ausprägung der Moräne handelte es sich hier speziell um eine Grundmoränenablagerung auf dem Hang.

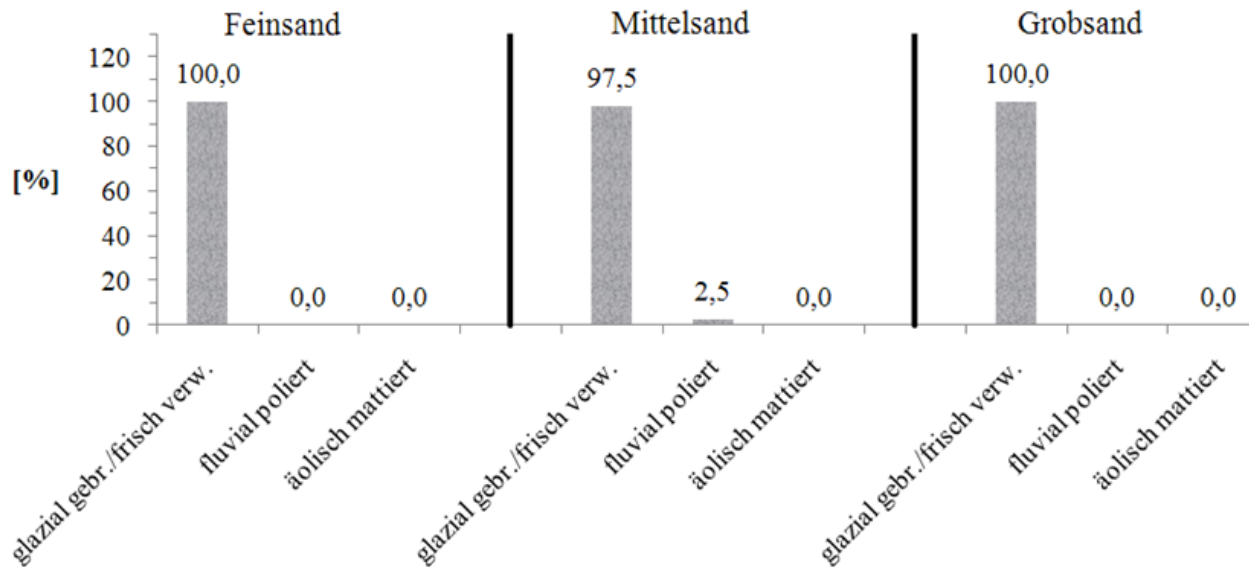
Die Korngrößenverteilung war mit der von Kuhle (2005:Fig 68/Fig. 3 11.3.03/2) und von Kuhle (2005:Fig 69/Fig. 3 11.3.03/3) zu vergleichen, da diese Proben ungefähr im selben Talbereich in 1,0 und 0,4 m Tiefe entnommen wurden. Kuhle kam auf tri- bzw. bimodale Verteilungen.



## Probe 7 - Kornformendiagramm 1

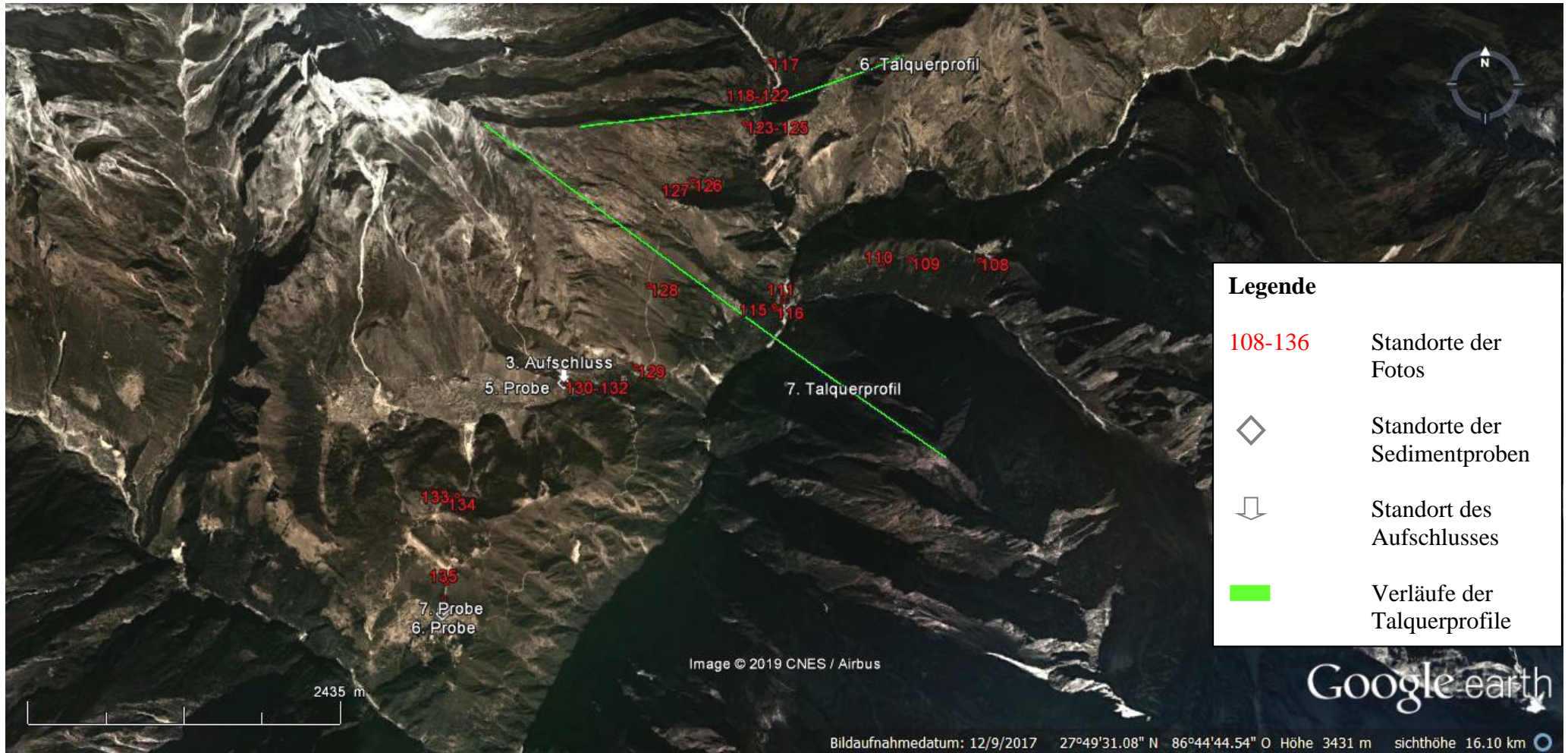


## Probe 7 - Kornformendiagramm 2



← Kornformendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 7 von der orographisch linken Bhote Khosi Talseite bei Namche Bazar (Standort hangaufwärts des Foto 137; 27° 48.345'N 86° 42.803'E). Die Angaben des Ton-, Schluff- und Sandgehaltes wurden in % angegeben. Es wurden insgesamt 521 Körner ausgezählt (100 in der Feinsand-, 321 in der Mittelsand- und 100 in der Grobsandfraktion). Somit lag das Hauptaugenmerk der Untersuchung auf der Mittelsandfraktion. In der Probe waren bei zwei Fraktionen 100 % glazial gebrochene / frisch verwitterte Kornformen und bei einer 97,5 % glazial gebrochene / frisch verwitterte und 2,5 % fluvial polierte Körner enthalten. Da bei diesem Standort – wie bei der Korngrößenanalyse gezeigt werden konnte – Korngrößen von Ton bis Sand und vorwiegend kantengerundete Blöcke vorkamen, wurde verständlich, dass die Körner glazial gebrochene waren. Anhand der Klassifizierung in fünf Kategorien scharfkantig, kantig-rundkantig, rundkantig-angerundet, gerundet und stark gerundet konnte gezeigt werden, dass hierbei der fluvial polierte Anteil hoch war, da kantig bis rundkantige sowie rundkantig bis angerundete und sogar gerundete Körner in der Sedimentprobe vorhanden waren. Der Grobsandanteil zeigte die meisten kantig bis rundkantigen Körner, gefolgt von der Feinsandfraktion. Die Körner der Mittelsandfraktion tendierten in die fluvial polierte Gruppe, wobei viele Körner der Fein- und Mittelsandfraktion im Gegensatz zur Grobsandfraktion rundkantig bis angerundet waren. Somit wurde auch neben dem o.g. glazialen Einfluss eine glazifluviale Einwirkung auf die Sedimente – da die Körner hin zum fluvial polierten Korn tendierten – deutlich. Diese Einwirkung kann vor oder während dem glazialen Transport – da die kleineren Körner diesen Prozess länger konservieren können als die größeren – oder auch während oder gar nach diesem einhergegangen sein – da die größeren Körner eher in die Richtung rundkantige bis angerundete Ausformung tendierten. Somit war auf jeden Fall eine starke bzw. längere Schmelzwassereinwirkung auf das Material nachzuweisen – wann diese jedoch genau einwirkte, konnte nicht geklärt werden.

Kuhle (2005:Fig. 37) kam bei den Proben 9 und 10 bei 509 und 491 ausgezählten Körnern auf 96,3 / 86,4 % frisch verwittert / glazial gebrochen, 3,7 / 13,6 % fluvial poliert und 0,0 % äolisch mattiert.



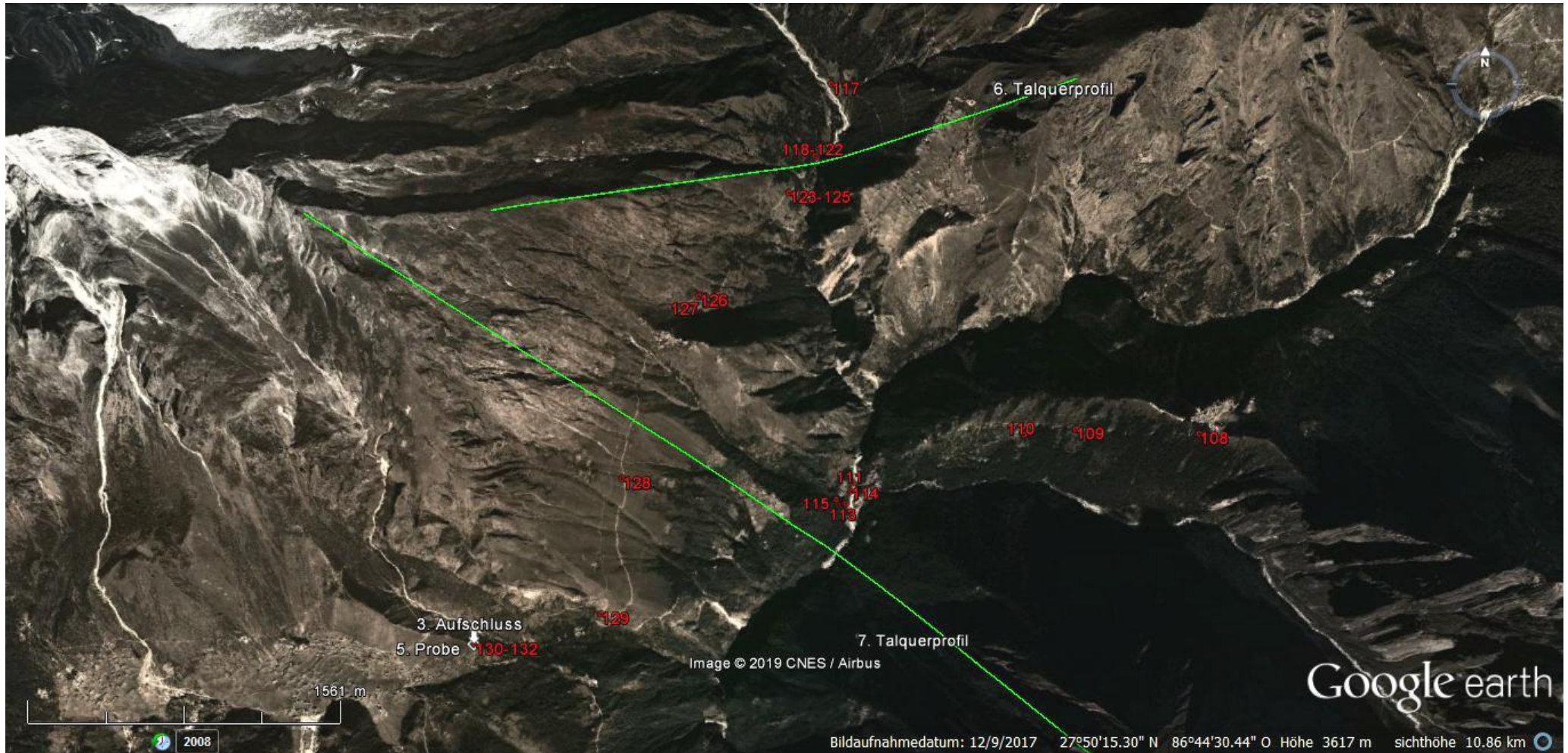
Karte 17: Standorte für Fotos, Sedimentproben, einen Aufschluss sowie die Verläufe der Talquerprofile im Imja Khola. Sichthöhe 16,10 km. Quelle Google Earth.





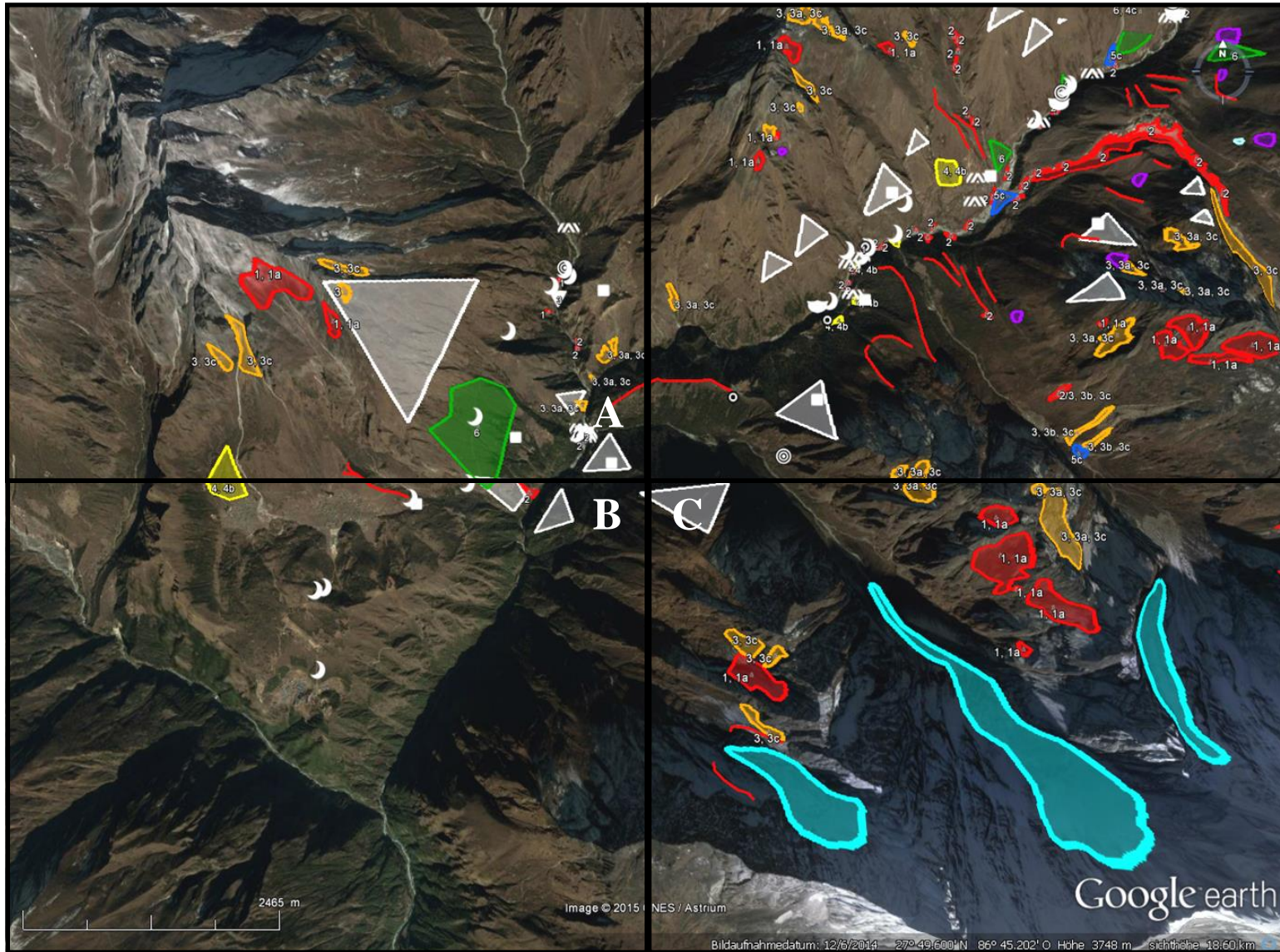
Karte 17, Ausschnitt. Sichthöhe 10,86 km. Quelle Google Earth.





Karte 17, Ausschnitt. Sichthöhe 10,86 km. Quelle Google Earth.





**Legende**

- ▲ glaziäre Dreieckshänge
- ▲ Sturzfächer/-kegel
  - 1 – Sturzschuttfächer
  - 1a – überlagern Moränenmaterial
  - 1b – von Schnee und Lawinen überlagert
  - 2 – Sturzmoränenfächer
- ▲ Mischfächer/-kegel
  - 3a – hpts. aus Schutt
  - 3b – hpts. aus Moränenmaterial
  - 3c – überlagern Moränenmaterial
  - 3d – von anderen Prozessen überlagert
- ▲ Murfächer/-kegel
  - 4a – Murschuttfächer/-kegel
  - 4b – Murmoränenfächer/-kegel
  - 4c – Murschwemmfächer/-kegel
  - 4d – von anderen Prozessen überlagert
- ▲ Schwemmfächer/-kegel
  - 5a – Schwemmschuttfächer/-kegel mit Schutt- und Moränenmaterial
  - 5b – Sander
  - 5c – hpts. aus Moränenmaterial
- ▲ zerschnittene Grundmoränen
- Gletscher, Lawinenkegel, Seen
- Berg-/Felssturz
- Blockgletscher/ Schuttloben
- Moränenzüge
- Grundmoräne
- Rundhöcker
- ☾ Trogtal
- ☾ Gletscherschliff
- ▨ glazifluviale Terrasse
- ◎ Strudeltopf

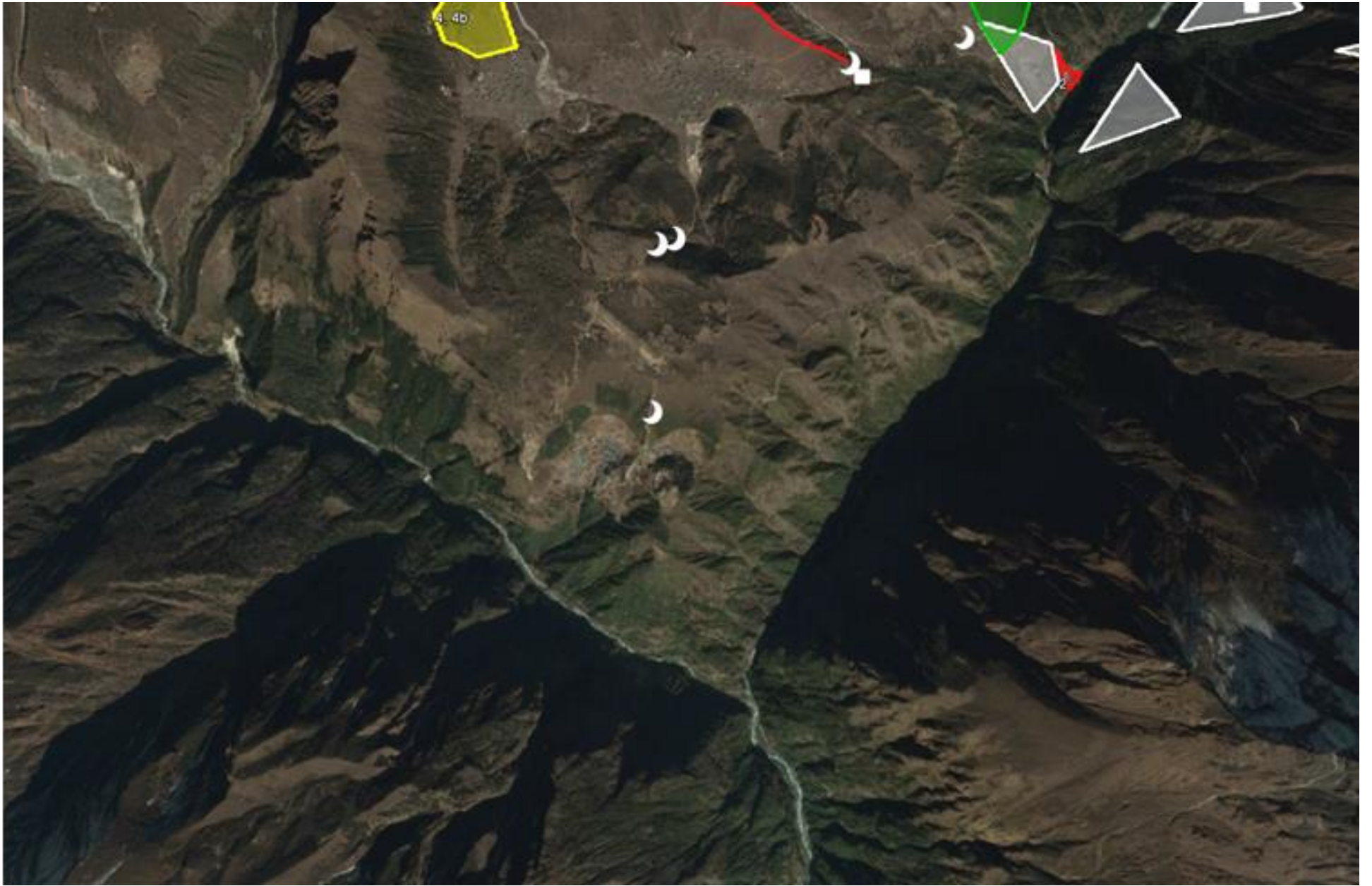
Karte 18: Geomorphologische Karte Imja Khola. Quelle Google Earth.



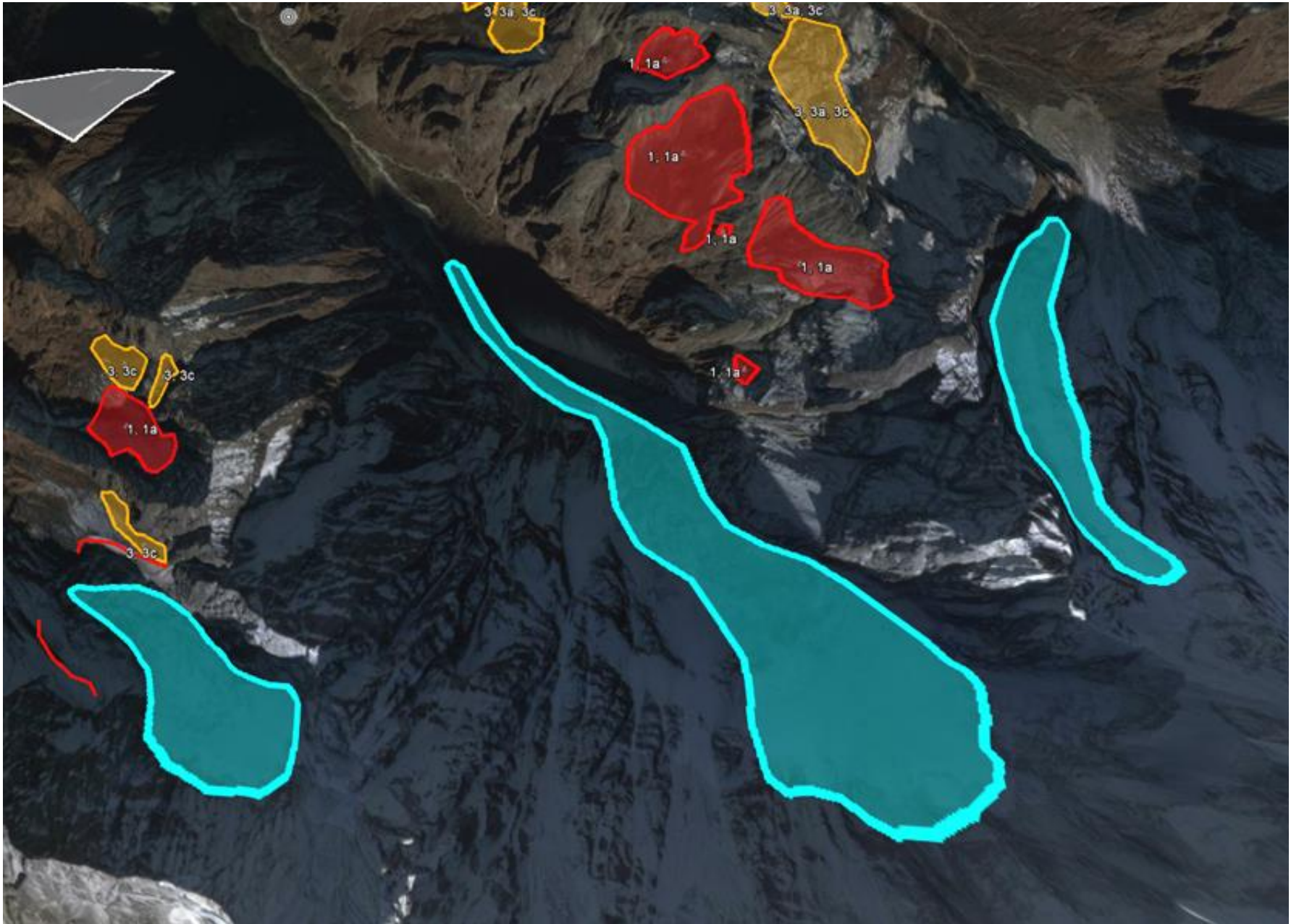


Karte 18, Ausschnitt A: Quelle Google Earth.



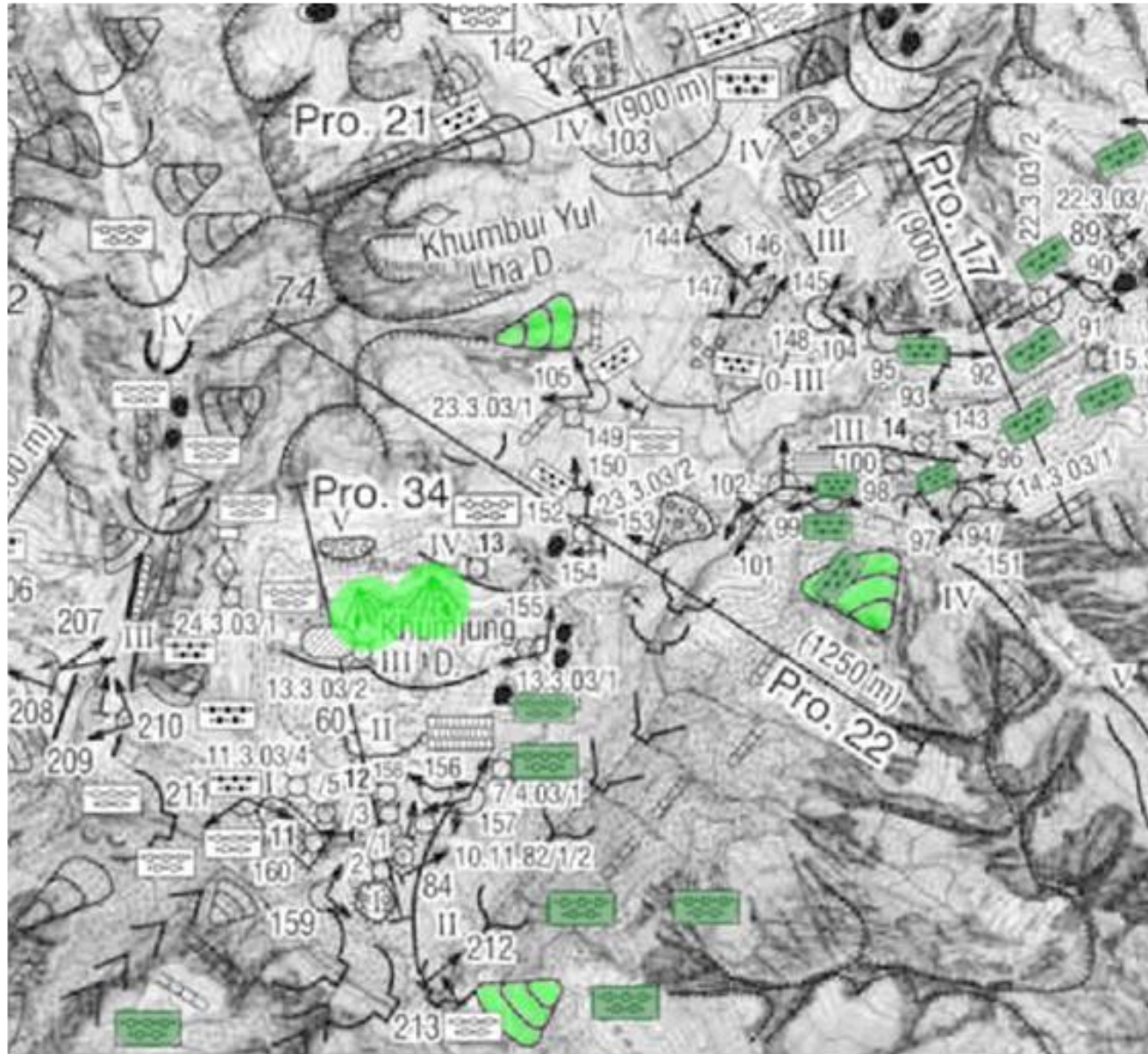


Karte 18, Ausschnitt B: Quelle Google Earth.



Karte 18, Ausschnitt C: Quelle Google Earth.





### Legende

- Formen stimmten überein
- Formen stimmten überein, jedoch wurden nicht die enthaltenen Gesteine überprüft

Karte 19: Kartenausschnitt von Fig. 3 aus Kuhle (2005) bearbeitet.



↑ Foto 137:

Blick talabwärts auf den Ort Namche Bazar (©) in Richtung des Konfluenzbereiches zwischen Imja Drangka und Bote Khosi. Namche Bazar lag auf Moränenmaterial (auf Grundmoräne ■; nach Kuhle 2005:Fig. 3 aus dem spätglazialen Stadium I / Ghasa Stadium und auf Ufermoräne ■■; nach Kuhle 2005:Foto 156 Mittel- und Ufermoränenreste aus dem Stadium I, teilweise mit glazilimnischen Sanden). Es sollen nach Kuhle (2005:Foto 156) kantige facettierte, kantengerundete Granit-, Gneis- und Phyllit-Blöcke vorkommen. Laut Götz et al. (2015:Fig. 3) waren dies Bergsturzablagerungen. Die glaziären Dreieckshänge (▲) gaben einen Hinweis auf eine minimale hochglaziale Vergletscherungsgrenze, die Schliffgrenzen (\*\*\* links) hingegen auf die maximale. Die höchstliegende Schliffgrenze (\*\*\* links) konnte beim Berg Thamskerku auf ca. 4.700 m Höhe abgelesen werden. Bei einem rezenten Talboden auf ca. 3.680 m Höhe ergab dies eine hochglaziale Eismächtigkeit von ca. 1.020 m. Dieses Ergebnis stimmte in etwa mit dem von Kuhle (2005:Fig. 3) überein. Er kam durch das talaufwärtigere Profil 22 auf eine Eismächtigkeit von 1.250 m. Auch bei Kuhle (2005:Foto 66) war nachvollziehbar, dass die Schliffgrenzen ebenfalls so gesetzt wurden bzw. in ca. 5.200 bis 4.500 m Höhe lagen. Bei der Schliffgrenze (\*\*\* rechts) auf einer ungefähren Höhe von 4.195 m konnte bei einem rezenten Talboden bei ca. 3.200 m eine hochglaziale Eismächtigkeit im Bote Khosi von 995 m ermittelt werden. Nach Kuhle (2005:Fig. 3/Profil 26) bestand in diesem Talbereich eine Eismächtigkeit von 1.000 m. Bereits Kuhle (1987b:Fig. 18) verwies bei dem Berg Nupla auf einen hochglazialen Kar.

Standort: Namche Bazar, unterhalb von Syangpoche (GPS: 27° 48.361'N 86° 42.814'E), orographisch linke Bote Khosi Talseite, orographisch rechte Imja Drangka Talseite; absolute Höhe: 3.571 m/GPS, 3.565 m/GE, 3.560 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.955 m/GE, 2.955 m/GMG – Dudh Khosi und ca. 2.998 m/GE, 2.990 m/GMG – Bote Khosi (relative Höhe: Imja Drangka – 610 m/GE, 605 m/GMG; Bote Khosi – 567m/GE, 570 m/GMG); Sicht gen W bis E; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 24.03.2012.





↑ Foto 138:

Blick talabwärts von der orographisch linken Bhote Khosi Talseite in das Tal Dudh Khosi im Konfluenzbereich zwischen den Tälern Bhote Khosi und Imja Drangka (siehe Talquerprofil 8). Die Talflanken waren glazial rund geschliffen (☾) und wiesen deutlich rund konkav ausgebildete glazifluviale Spülformen (↓) auf. Es standen hier verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) an. Auf dem Talboden der beiden abgebildeten Täler waren glazifluviale Terrassen (//) zu erkennen.

Standort: zwischen Larja Bridge und Namche Bazar (zwischen den Koordinaten GPS: 27° 47.560'N 86° 42.943'E und 27° 47.397'N 86° 43.108'E), orographisch linke Bhote Khosi Talseite; absolute Höhe: 3.102 m/GPS, 3.082 m/GE, 3.080 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.930 m/GE, 2.917 m/GMG (relative Höhe: 152 m/GE, 163 m/GMG); Sicht gen SE; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 11.04.2012.



← Foto 139:

Blick von der orographisch linken Bhote Khosi Talseite talabwärts in das Tal Dudh Khosi (↓). Es war ein zweistufiges Talprofil (siehe Talquerprofil 8) zu erkennen: im oberen Hangbereich war ein Trogprofil – welches auch durch die glaziären Dreieckshänge (▲) deutlich wurde – und im unteren ein Schluchtprofil bzw. ein Kerbsohlenprofil – welches sich durch die im Talbodenbereich abgelagerten glazifluvialen Terrassen (≡) als solches ansprechen ließ – ausgebildet. Es standen hier verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) an.

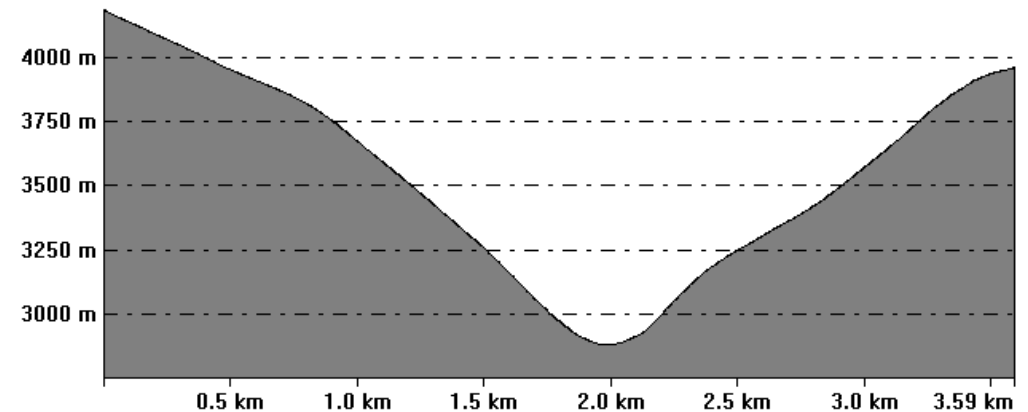
Standort: in der Nähe der Larja Bridge in Richtung Namche Bazar (GPS: 27° 47.437'N 86° 43.028'E), orographisch linke Bhote Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.932 m/GPS, 2.914 m/GE, 2.910 m; Haupttalboden bei ca. 2.900 m, 2.890 m/GMG (relative Höhe: ca. 14 m, 24 m); Sicht gen SSE bis S bzw. 160°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 24.03.2012.

From Pos: 27° 47' 32.7237" N, 86° 44' 22.9144" E To Pos: 27° 46' 53.8778" N, 86° 42' 19.0894" E

→ Talquerprofil 8 zu den Fotos 138, 139, 140:

Zweistufiges Trogtal mit einem trogförmigen oberen Hangbereich und einem schluchtförmigen bis kerbsohlenförmigen unteren Hangbereich zwischen den Orten Monjo und Namche Bazar. Auf beiden Talseiten waren deutlich ausgebildete glaziäre Dreieckshänge ausmachbar. Nach Kuhle (2005:Fig. 11) war hier eine subglaziale Klamm im Trogtalgrund ausgebildet.

Standort: etwa 3,6 km talabwärtiges Querprofil von den Koordinaten (GE: 27° 47.545'N 86° 44.382'E) auf der orographisch linken Dudh Khosi Talseite zu den Koordinaten (GE: 27° 46.898'N 86° 42.318'E) auf der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite.

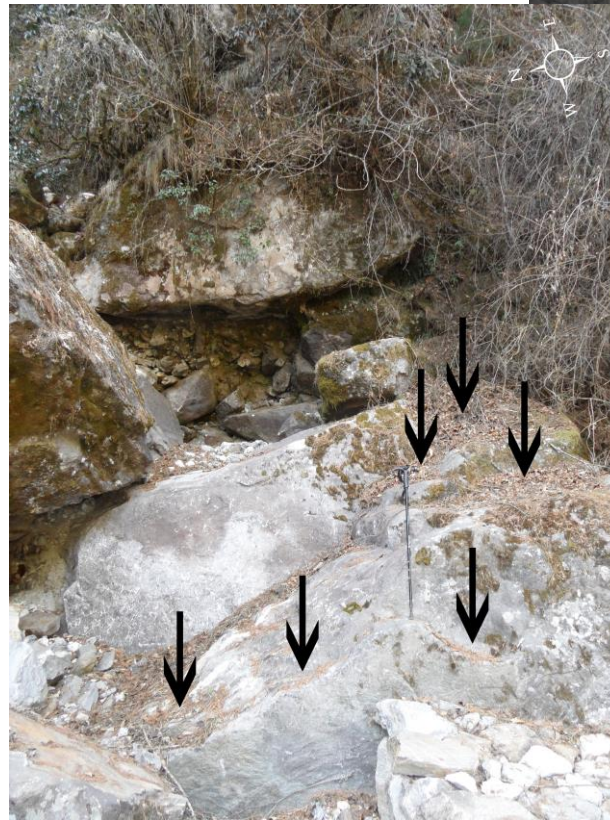




→ Foto 140:

Blick vom Konfluenzbereich zwischen linker Bhote Khosi und rechter Imja Drangka Talseite talabwärts in das Tal Dudh Khosi. Es war ein zweistufiges Talprofil zu erkennen: im oberen Hangbereich war ein Trogprofil (♥) und im unteren ein Schluchtprofil bzw. ein Kerbsohlenprofil (v) – welches sich durch die im Talbodenbereich abgelagerten glazifluvialen Terrassen (▩) als solches ansprechen ließ – ausgebildet (siehe Talquerprofil 8). Die Terrassen ließen sich zeitlich an ihrer Höhe einordnen. Die niedrigsten Terrassen (▩ schwarz) stellten die jüngsten dar, gefolgt von den beiden höheren (▩ weiß und ▩ schwarz und weiß). Das anstehende Gestein zeigte – wie auch die Blöcke (↓ schwarz) – deutlich rund konkave ausgebildete glazifluviale Spülformen (↓ weiß), die darauf hindeuteten, dass dieser Talabschnitt einstmalig mit Eis überdeckt war. Es kamen hier verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzlit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) vor.

Standort: in der Nähe der Larja Bridge in Richtung Namche Bazar (GPS: 27° 47.403'N 86° 43.129'E, GE: 27° 47.398'N 86° 43.111'E), orographisch linke Bhote Khosi Talseite, orographisch rechte Imja Drangka Talseite; absolute Höhe: 2.867 m/GPS, 2.884 m/GE, 2.880 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.882 m/GE, 2.877 m/GMG (relative Höhe: ca. 2 m/GE, 3 m/GMG); Sicht gen SSW bis SW bzw. 220°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 24.03.2012.



← Foto 141:

Anstehendes Gestein auf der orographisch linken Dudh Khosi Talseite zwischen den Orten Monjo und Namche Bazar mit deutlich runden konkaven glazifluvialen Spülformen (1 m Stock als Größenmaß). Es traten hier grauer Glimmergneis und Turmalinpegmatit bzw. verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) oder migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzlit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) auf.

Standort: bei Tawa, nordöstlich von Jorsale, Sagarmatha National Park (GPS: 27° 46.929'N 86° 43.428'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.784 m/GPS, 2.866 m/GE, 2.862 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.807 m/GE, 2.805 m/GMG (relative Höhe: ca. 59 m/GE, 57 m/GMG); Sicht gen E bis ESE bzw. 110°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 24.03.2012.



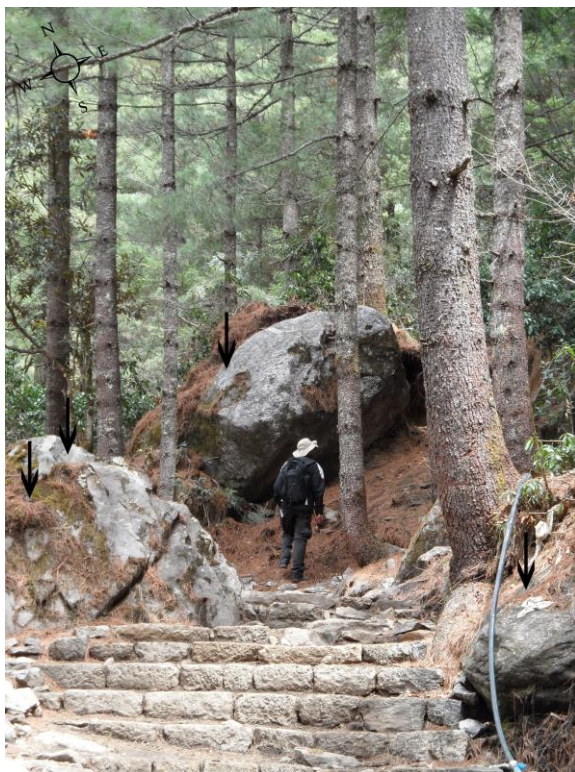


← Foto 142:

Etwa 60 m über dem heutigen Talboden durch den Wegebau (↓) zwischen Monjo und Namche Bazar aufgeschlossenes Grundmoränenmaterial (■). Dieses war daran zu erkennen, da das Material unsortiert mit vorwiegend kantengerundeten, aber auch kantigen und gerundeten Blöcken in einer feinen Matrix auftrat. Anstehendes Gestein war hier grauer Glimmergneis und Turmalinpegmatit bzw. verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) oder migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1). Die ausgebildete Erosionsrinne (▼) verwies auf die entlang der Hänge seit dem Postglazial stattgefunden Zerschneidung dieses Moränenmaterials.

Standort: bei Tawa, nordöstlich von Jorsale, Sagarmatha National Park (ungefähre Koordinaten GPS: 27° 46.929'N 86° 43.428'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.784 m/GPS, 2.866 m/GE, 2.862 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.807 m/GE, 2.805 m/GMG (relative Höhe: ca. 59 m/GE, 57 m/GMG); Sicht gen S bis SSW bzw. 190°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 11.04.2012.





↑ Foto 143:

Zwischen Monjo und Namche Bazar etwa 6 bis 10 m über dem Talboden aufgefundenenes anstehendes Gestein und kantengerundete Blöcke (Mensch als Größenmaß) mit rund konkaven glazifluvialen Spülformen (↓). Anstehendes Gestein war hier grauer Glimmergneis und Turmalinpegmatit bzw. verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) oder migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1).

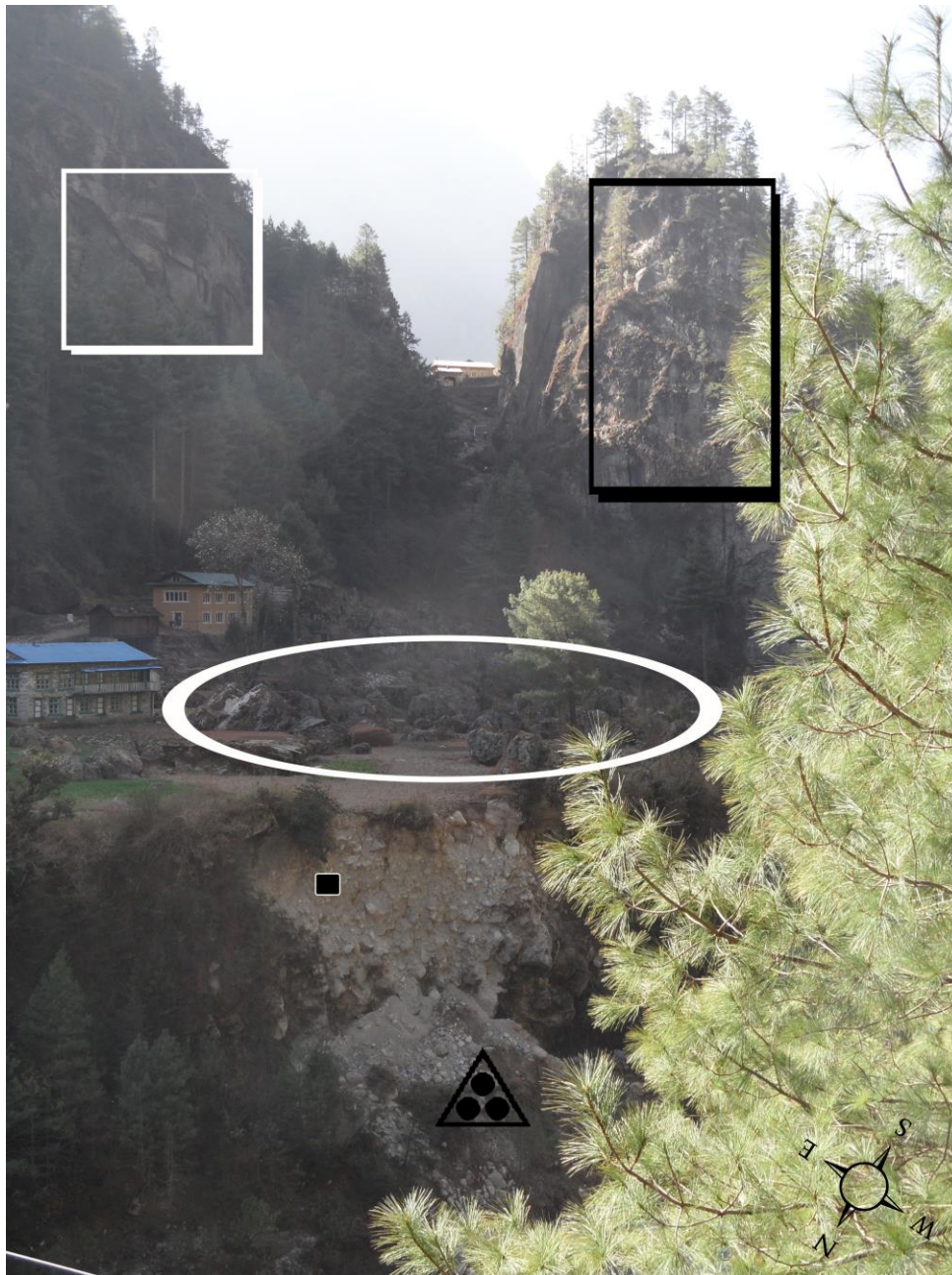
Standort: bei Tawa (GPS: 27° 46.881'N 86° 43.401'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.903 m/GPS, 2.811 m/GE, 2.810 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.805 m/GE, 2.800 m/GMG (relative Höhe: ca. 6 m/GE, 10 m/GMG); Sicht gen N bis NE; Bw 16, 3 mm. Foto: E. Spitzer, 11.04.2012.



↑ Foto 144:

Zwischen Monjo und Namche Bazar auf dem orographisch linken Dudh Khosi (↓) Talhang aufgeschlossenes Grundmoränenmaterial (■). Es waren vorwiegend kantengerundete große und kleine Blöcke unsortiert in einer feinen Matrix auszumachen. Unterhalb der Grundmoränenablagerungen war eine glazifluviale Terrasse (///) ausgebildet. Am Hang war rundgeschliffenes Anstehendes (☾) sichtbar. Es kamen hier grauer Glimmergneis und Turmalinpegmatit bzw. verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) oder migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) vor.

Standort: Jorsale, Sagarmatha National Park (GPS: 27° 46.676'N 86° 43.319'E), orographisch rechte Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.727 m/GPS, 2.804 m/GE, 2.800 m/GMG; relative Höhe: wenige Meter über dem Haupttalboden; Sicht gen ENE bis E bzw. 85°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 24.03.2012.



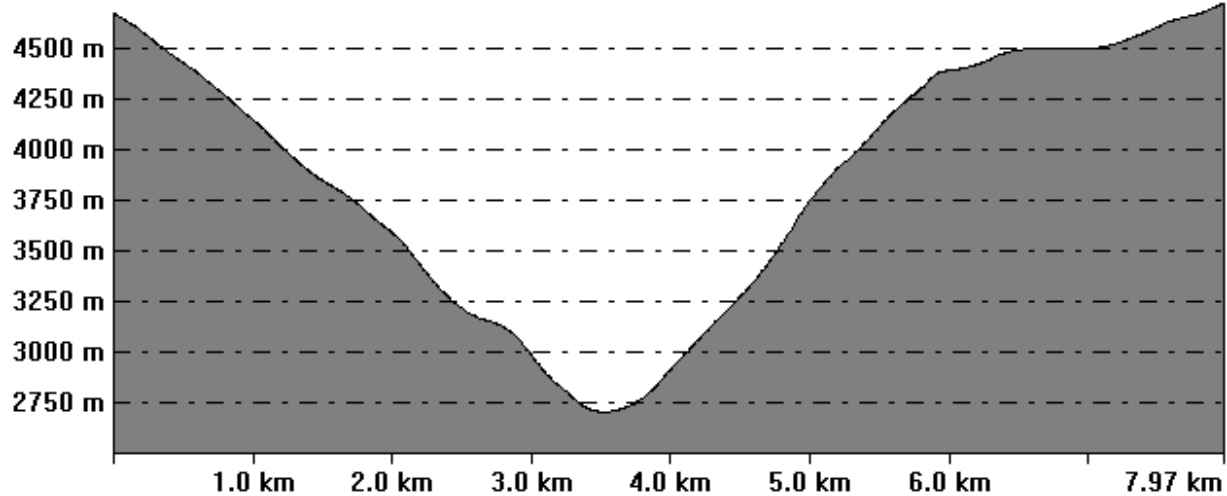
← Foto 145:

Blick von der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite auf die orographisch linke. Der Fluss Dudh Khosi hat sich in die Grundmoräne (■) eingeschnitten, wobei dieses dazu führte, dass das Moränenmaterial zu Fächern / Kegeln (▲) verströmte. Anstehendes Gestein verströmte ebenfalls auf die Grundmoräne (○), was auch an den Abbruchkanten (□) am Gestein erkennbar war. Es standen hier grauer Glimmergneis und Turmalinpegmatit bzw. verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) oder migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) an. An den verströmten Blöcken war jedoch zu erkennen, dass diese teilweise gerundet erschienen, was darauf hindeutete, dass die Talflanken einst vom Gletschereis glatt geschliffen wurden. Diese Indizien sprachen dafür, dass dieser Talabschnitt vorzeitig vergletschert gewesen sein musste.

Standort: bei der ersten talaufwärtigen Brücke zwischen Monjo und Namche (GPS: 27° 46.608'N 86° 43.258'E); orographisch rechte Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.749 m/GPS, 2.813 m/GE, 2.810 m/GMG; Hauptalboden bei ca. 2.790 m/GE, 2.788 m/GMG (relative Höhe: ca. 23 m/GE, 22 m/GMG); Sicht gen SE bis SSE bzw. 140°; Bw 6,5 mm. Foto: E. Spitzer, 24.03.2012.



From Pos: 27° 44' 49.6181" N, 86° 44' 53.6038" E To Pos: 27° 46' 43.4433" N, 86° 40' 32.0333" E



→ Talquerprofil 9 zum Foto 147:  
Trogtal mit zweistufigem Profil beim Ort Monjo. Im unteren Talbereich war ein kerbsohlenförmiges Profil ausmachbar. Zum Vergleich konnte das talabwärtige Profil 28 von Kuhle (2005:Fig. 52) herangezogen werden.

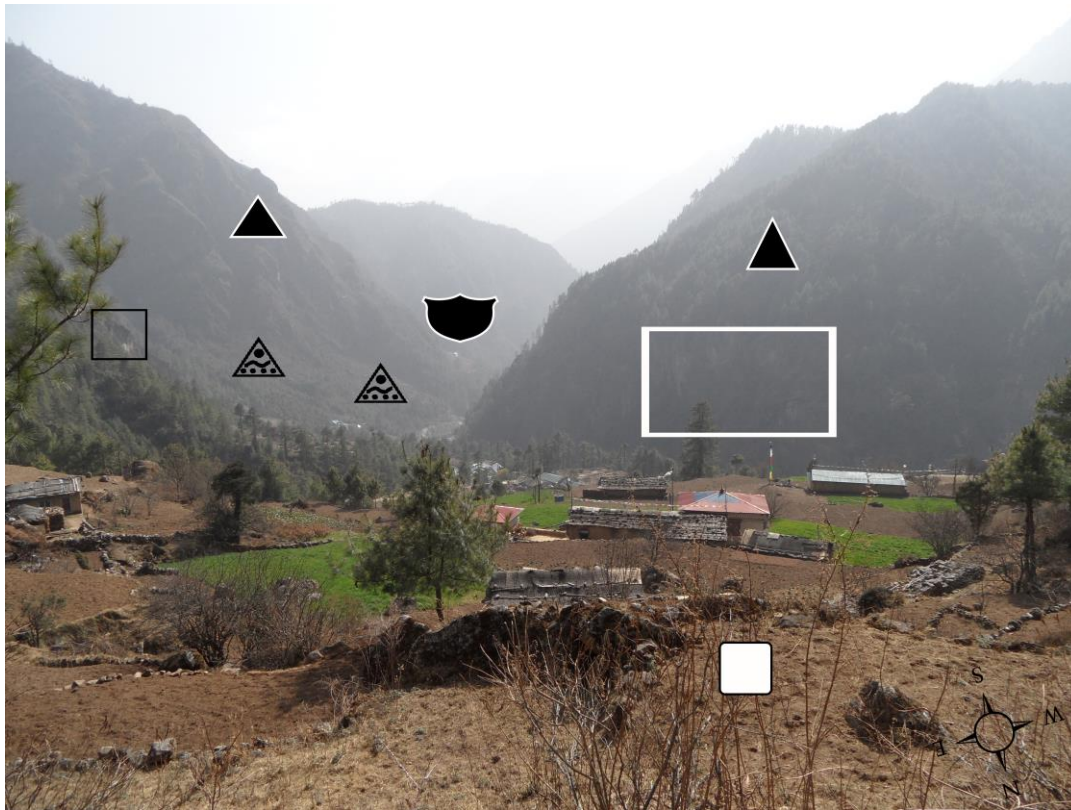
Standort: etwa 8 km talabwärtiges Querprofil von den Koordinaten GE: 27° 44.827'N 86° 44.893'E auf der orographisch linken Dudh Khosi Talseite zu den Koordinaten GE: 27° 46.724'N 86° 40.534'E auf der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite.



← Foto 146:  
Rund geschliffenes anstehendes Gestein (☉) mit zwei nebeneinander ausgebildeten Strudeltöpfen (☉). In diesem Talbereich standen grauer Glimmergneis und Turmalinpegmatit bzw. verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) oder migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) an. Es handelte sich bei diesem Gestein um Gneis.

Standort: talaufwärts gesehen unter der ersten Brücke zwischen den Orten Monjo und Namche (in der Nähe der Koordinaten GE: 27° 46.592'N 86° 43.306'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.794 m/GE, 2.790 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.790 m/GE, 2.788 m/GMG (relative Höhe: ca. 4 m/GE, 2 m/GMG ); Sicht gen SE; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 11.04.2012.

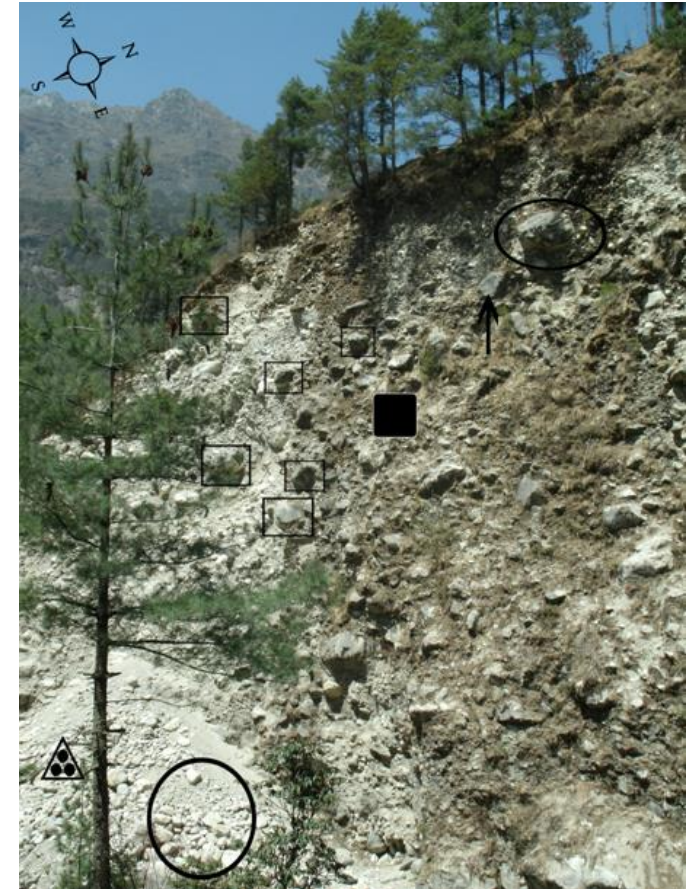




↑ Foto 147:

Der Ort Monjo lag auf Grundmoränenmaterial (■). Die Talflanken waren durch den vorzeitlichen Haupttalgletscher zu glaziären Dreieckshängen (▲) umgestaltet, wodurch das Trogtalprofil (♥) im Gelände deutlich wurde. An einigen Stellen wurde durch seit dem Postglazial existierende Verwitterungsprozesse anstehendes Gestein hangabwärts transportiert. Die Nachbruchstellen (□) konnten im Gestein nachvollzogen werden. Im unteren Hangbereich waren Fächer / Kegel aus disloziertem Grundmoränenmaterial (▲) entstanden. Bäumler et al. (1991:Fig. 6) nahmen bei Monjo ihre Bodenprofile 3 und 4 auf und Heuberger, Weingartner (1985:Abb. 2) ihr Bodenprofil P5.

Standort: Monjo (GPS: 27° 46.359'N 86° 43.524'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.917 m/GPS, 2.922 m/GE, 2.920 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.780 m/GE, 2.770 m/GMG (relative Höhe: ca. 142 m/GE, 150 m/GMG); Sicht gen S bis SSW bzw. 200°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 23.03.2012.



↑ Foto 148:

Beim Ort Monjo durch den Wegebau aufgeschlossenes Grundmoränenmaterial (■) mit vorwiegend kantengerundeten (□), aber auch eher gerundeten Blöcken (○). Einige Blöcke zeigten glazifluviale Spülformen (↑). Das Moränenmaterial verstürzte zu Fächern / Kegeln (▲). Der Aufschluss war durch seine Unsortiertheit von großen und kleinen Blöcken in einer feineren Matrix gekennzeichnet. Einige Bereiche waren sortiert, jedoch weniger gut, so dass eine glazifluviale Umgestaltung wahrscheinlich war.

Standort: Monjo (GPS: 27° 46.205'N 86° 43.423'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.775 m/GPS, 2.802 m/GE, 2.800 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.768 m/GE, 2.762 m/GMG (relative Höhe: ca. 34 m/GE, 38 m/GMG); Sicht gen W bis WNW bzw. 290°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 23.03.2012.





↑ Foto 149:  
Aufgeschlossenes Moränenmaterial, welches im unteren Hangbereich in Form eines Sturzmoränenfächers / -kegels  
akkumulierte.

Standort: auf der Brücke bei Monjo (ungefähre GE Koordinaten:  $27^{\circ} 46.158'N$   $86^{\circ} 43.444'E$ ), absolute Höhe: 2.810 m/GE;  
Sicht talabwärts gen NW. Foto: H. Hellrung, 22.10.2011.





Karte 20: Standorte für Fotos sowie die Verläufe der Talquerprofile im Dudh Khosi. Sichthöhe 19,53 km. Quelle Google Earth.





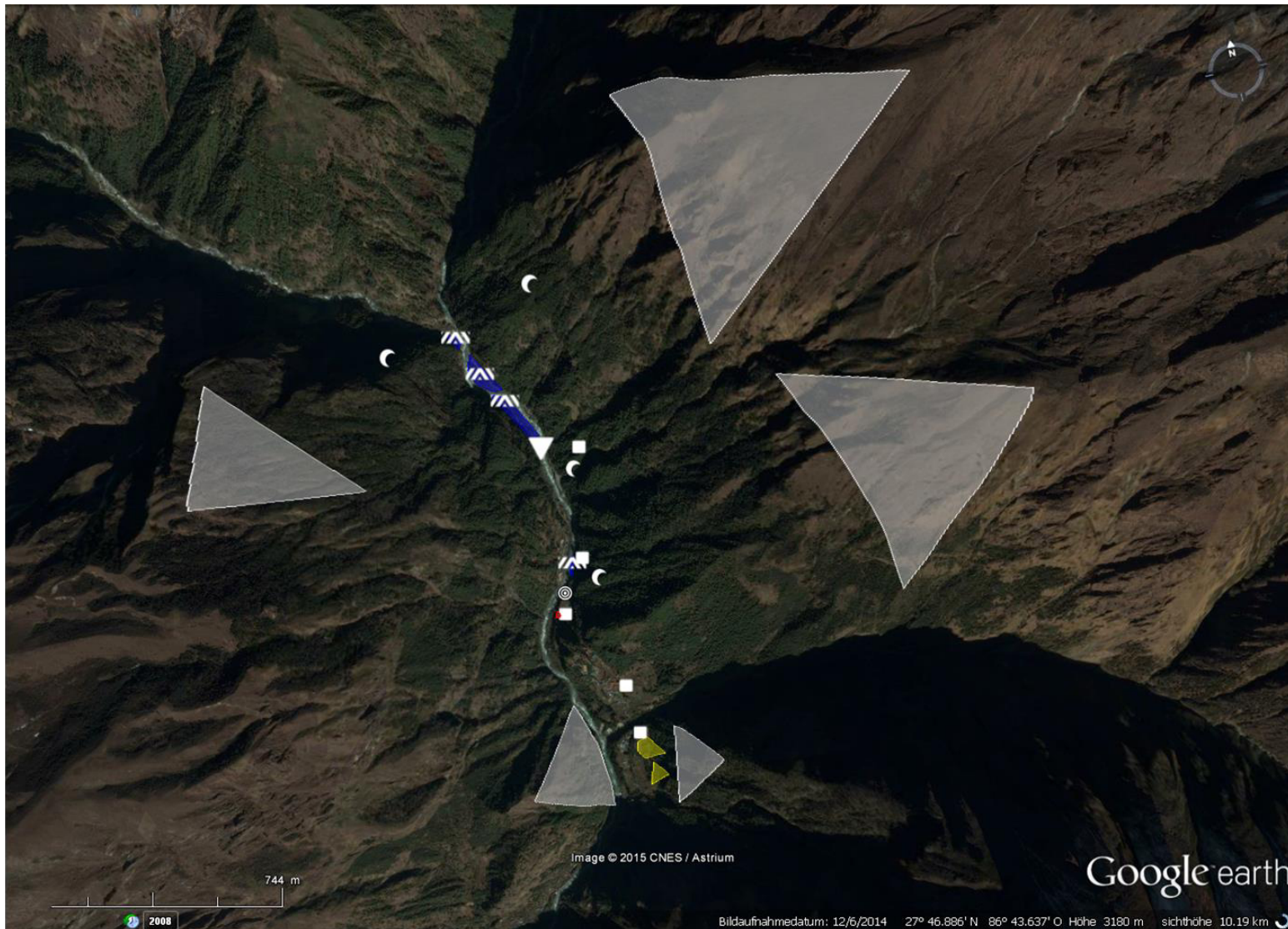
Karte 20, Ausschnitt. Sichthöhe 9,12 km. Quelle Google Earth.





Karte 20, Ausschnitt. Sichthöhe 9,12 km. Quelle Google Earth.





**Legende**

- ▲ glaziäre Dreieckshänge
- ▲ Sturzfächer/-kegel
- ▲ Murfächer/-kegel
- Grundmoräne
- ▼ Schlucht
- ☾ Gletscherschliff
- ▨ glazifluviale Terrasse
- ◎ Strudeltopf

Karte 21: Geomorphologische Karte Dudh Khosi. Quelle Google Earth.







→ Foto 151:

Blick von der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite bei Bengkar auf die linke Talseite. In diesem Talabschnitt des Dudh Khosi konnten Schotterterrassen (///) unterschiedlicher Höhe bzw. Alter und Grundmoräne (■) ausgemacht werden. Die Blöcke auf dem Talboden wiesen deutliche Spülformen (↓) auf, die vorwiegend glazifluvial erklärbar waren. In oberen Hangbereichen waren anstehende Gesteine sichtbar, bei denen sich durch Verwitterungsprozesse seit dem Postglazial Abbruchbereiche (□) ausbildeten. Solche Prozesse führten dazu, dass einstige Flankenschliffe nicht mehr nachweisbar waren und werden. Auf geologischen Karten waren als anstehende Gesteine in diesem Talbereich verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) oder migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) angegeben.

Standort: Bengkar (GPS: 27° 45.800'N 86° 43.154'E), orographisch rechte Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.720 m/GPS, 2.724 m/GE, 2.720 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.722 m/GE, 2.715 m/GMG (relative Höhe: ca. 2 m/GE, 5 m/GMG); Sicht gen ESE bis SE bzw. 130°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 23.03.2012.



192

↓ Foto 152:

Auf der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite wurde bei Bengkar ein stromlinienförmiger Rundhöcker (● schwarz) mit glatter flacher Luv- und rauer steiler Leeseite im Grundmoränenmaterial (■) ausgemacht. Auf der Luvseite waren deutlich runde konkave glazifluviale Spülformen (↓) zu erkennen. Die Grundmoräne zog sich bis weit auf den Hang hinauf. Dieses war an den vorwiegend kantengerundeten, aber auch gerundeten Blöcken (○) auf dem Hang zu erkennen. Daneben kamen auch kantige Gesteine vor, die durch Verwitterungsprozesse seit dem Postglazial aus dem Anstehendem herausbrachen. Die Nachbruchstellen im Gestein (□) waren ein Indiz für solche Prozesse, die dazu führten, dass das einstmalig vom Eis rund geschliffene Gestein (● weiß) immer mehr verschwand. Auf geologischen Karten waren als anstehende Gesteine in diesem Talbereich verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) oder migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) angegeben.

Standort: Bengkar (GPS: 27° 45.785'N 86° 43.085'E), orographisch rechte Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.718 m/GPS, 2.738 m/GE, 2.740 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.716 m/GE, 2.710 m/GMG (relative Höhe: ca. 22 m/GE, 30 m/GMG); Sicht gen NW bis N bzw. 330°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 23.03.2012.



→ Foto 153:

Auf der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite nebeneinander ausgebildete Strudeltöpfe (☉; Menschen als Größenmaß (○)). Deren Entstehung war nur in Verbindung mit einer ehemaligen Eisbedeckung bzw. glazifluvial zu erklären. Rundgeschliffene Bereiche des Gesteins (☾) waren sichtbar, werden aber durch Verwitterungsprozesse seit dem Postglazial immer mehr zerstört. Rezent wird der auf dem Foto rechts abgebildete Strudeltopf nur gering fluvial durch aufkommendes Hangwasser umgestaltet. Diese Umgestaltungsbereiche konnten an der helleren Farbgebung am anstehenden Gestein gegenüber der dunkleren erkannt werden. Aber auch die ganz dunklen Stellen auf dem Gestein neben den hellen deuteten auf eine zur Zeit der Aufnahme des Fotos vorgefundene Wasserführung und die angesiedelten Moose auf eine mehrmalige Wasserführung hin. Auf geologischen Karten wurden als anstehende Gesteine in diesem Talbereich verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) oder migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) angegeben. Neben den Strudeltöpfen deuteten die abgelagerten Grundmoränen (■) auf eine einstige Vergletscherung dieses Talabschnittes des Dudh Khosi.

Standort: Toktok, auf der Haupt-Trekking-Route zwischen Phakding und Monjo (GPS: 27° 45.705'N 86° 42.881'E), orographisch rechte Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.719 m/GPS, 2.738 m/GE, 2.740 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.718 m/GE, 2.707 m/GMG (relative Höhe: ca. 20 m/GE, 33 m/GMG); Sicht gen NW bis NNW bzw. 330°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 23.03.2012.







↑ Foto 154:

Auf der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite nebeneinander ausgebildete Strudeltöpfe (☉; 1 m Stock als Größenmaß). Deren Entstehung war nur in Verbindung mit einer ehemaligen Eisbedeckung bzw. glazifluvial zu erklären. Rundgeschliffene Bereiche des Gesteins (☪) waren sichtbar, werden aber durch Verwitterungsprozesse seit dem Postglazial immer mehr zerstört. Rezent wird der auf dem Foto rechts abgebildete Strudeltopf nur gering fluvial durch aufkommendes Hangwasser umgestaltet. Diese Umgestaltungsbereiche (○) konnten an der helleren Farbgebung am anstehenden Gestein gegenüber der dunkleren erkannt werden. Der Strudeltopf links im Bild wird heutzutage kaum bis gar nicht fluvial umgestaltet, unterliegt jedoch der Verwitterung. Auf geologischen Karten waren als anstehende Gesteine in diesem Talbereich verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) oder migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) angegeben.

Standort: Toktok, auf der Haupt-Trekking-Route zwischen Phakding und Monjo (GPS: 27° 45.709'N 86° 42.859'E), orographisch rechte Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.707 m/GPS, 2.747 m/GE, 2.755 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.719 m/GE, 2.710 m/GMG (relative Höhe: ca. 28 m/GE, 45 m/GMG); Sicht gen N bis NNE bzw. 20°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 23.03.2012.



↑ Foto 155:

Auf der orographisch rechten Dudh Khosi (↓ schwarz) Talseite anstehendes Gestein in Rundhöckerform (☪) mit runden konkaven glazifluvialen Spülformen (↓weiß). Auf geologischen Karten waren als anstehende Gesteine in diesem Talbereich verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) oder migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) visualisiert. Auch Kuhle (2005:Foto 217) fand etwa 100 m höher bzw. auf 2.790 m Höhe eine solche Form, wobei dieser ebenfalls erratische Turmalingranitblöcke als Teil einer Grundmoränenablagerung ausmachte. Detaillierte Angaben der Koordinaten hätten den genauen Ort vom Foto 217 von Kuhle spezifizieren können. Es war jedoch eine große Ähnlichkeit der Fotos feststellbar, was darauf hindeuten könnte, dass es sich hierbei um den selben Rundhöcker handelt. Eventuell waren Ungenauigkeiten bei den Koordinaten gegeben.

Standort: bei Gumela (GPS: 27° 45.487'N 86° 42.594'E), orographisch rechte Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.746 m/GE, 2.750 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.680 m/GE, 2.678 m/GMG (relative Höhe: ca. 66 m/GE, 72 m/GMG); Sicht gen SE; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 11.04.2012.





← Foto 156:

Im glazial rund geschliffenen Anstehenden (●) zwei übereinander ausgebildete Strudeltöpfe (⊙) auf der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite südlich von Toktok. Auf geologischen Karten waren als anstehende Gesteine in diesem Talbereich verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) oder migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) angegeben. Die Ausbildung dieser Strudeltöpfe konnte nicht allein fluvial erklärt werden. Hierfür musste eine Eisbedeckung bestanden haben, wobei die Strudeltöpfe glazifluvial entstanden waren. Heutzutage fließt dort zwar Hangwasser (→) hinab und sammelt sich in den Strudeltöpfen bzw. soll dort laut der Karte 'Lukla to Everest Base Camp' – bestimmt während der Monsunzeit – ein Wasserfall bestehen, jedoch wird dieses aufkommende Wasser nicht für eine Entstehung solcher Formen ausreichen, sondern lediglich für dessen lineare Umformung. Im oberen Hangbereich waren Abbruchkanten im Gestein (□) zu erkennen, die auf seit dem Postglazial wirkende Verwitterungsprozesse hindeuteten, die allmählich die glazialen Formen zerstörten.

Standort: auf der Haupt-Trekking-Route zwischen Phakding und Monjo, nördlich von Gumela (GPS: 27° 45.370'N 86° 42.586'E, GE: 27° 45.380'N 86° 42.596'E), orographisch rechte Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.645 m/GPS, 2.741 m/GE, 2.720 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.686 m/GE, 2.670 m/GMG (relative Höhe: ca. 55 m/GE, 50 m/GMG); Sicht gen SW bis WSW bzw. 240°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 23.03.2012.

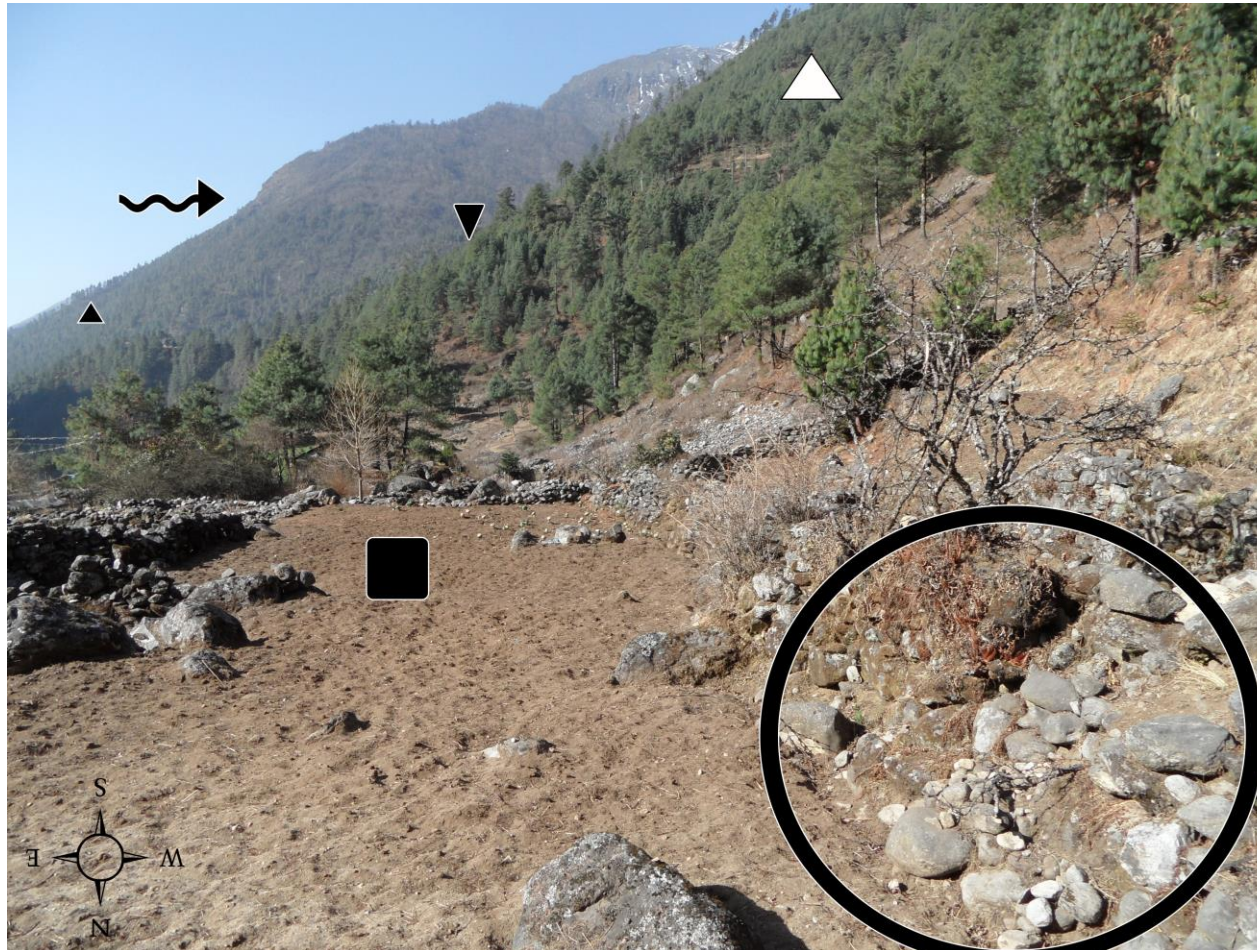


↑ Foto 157:

Sicht gen Ort Phakding, welcher größtenteils auf Grundmoränenmaterial lag, im unteren Hangbereich stellenweise jedoch auch auf glazifluvialen Terrassen.

Standort: auf der Haupt-Trekking-Route zwischen Phakding und Monjo talabwärts gesehen nach der ersten Hängebrücke (ungefähre GE Koordinaten: 86° 42.758'E 86° 42.758'E), orographisch rechte Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.672 m/GE, Haupttalboden bei ca. 2.637 m/GE (relative Höhe: ca. 35 m/GE); Sicht gen S. Foto: H. Hellrung, 08.10.2011.





↑ Foto 158:

Blick talabwärts auf die orographisch rechte Talseite des Dudh Khosi. Im Vordergrund des Bildes war eine sich etwa 30 bis 40 m über dem Talboden befindende Grundmoränenterrasse (■) zu sehen mit vorwiegend kantengerundeten bis gerundeten Blöcken (○) in einer feinen Matrix. Die Talhänge wurden zu glaziären Dreieckshängen (▲) bzw. wurden diese Hänge durch glaziale Detersion und fluviale Einschneidung (▼) als solche umgestaltet, wobei auf diesen ebenfalls Grundmoränen abgelagert waren. Die Schliftgrenze (↻) verwies nicht auf die höchstliegende hochglaziale Schliftgrenze, sondern auf eine tieferliegende jüngere Schliftgrenze.

Standort: südöstlich von Thulo Gumela, auf der Haupt-Trekking-Route zwischen Phakding und Monjo talaufwärts gesehen nach der ersten Hängebrücke (GE: 27° 44.747'N 86° 42.736'E), orographisch rechte Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.662 m/GPS, 2.655 m/GE, 2.658 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.627 m/GE, 2.622 m/GMG (relative Höhe: ca. 28 m/GE, 36 m/GMG); Sicht gen S; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 23.03.2012.

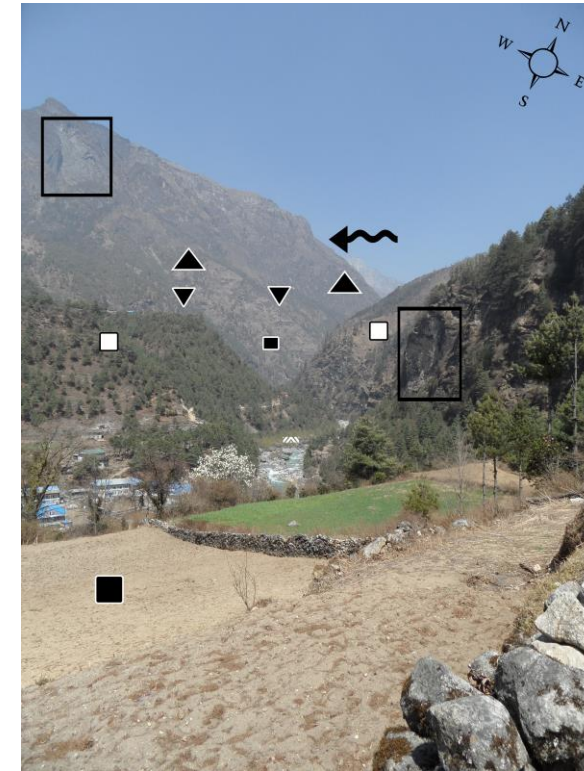




↑ Foto 159:

Glazial rundgeschliffenes Anstehendes (☾). Es standen in diesem Talabschnitt verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Augengneis (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) an. Der untere Bereich der Gesteinswand war rund konkav ausgeformt (←), welche Ausformung sich unter der Moränenbedeckung weiter verfolgen lassen wird, was darauf hindeutete, dass hier glazifluviale Prozesse eine Rolle gespielt haben werden. Andere Bereiche bröckelten hingegen durch Verwitterungsprozesse ab (□).

Standort: bei Phakding (GPS: 27° 44.510'N 86° 42.868'E), orographisch rechte Seite des Panyali Drangka, orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.714 m/GPS, 2.703 m/GE, 2.702 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.613 m/GE, 2.615 m/GMG (relative Höhe: ca. 90 m/GE, 87 m/GMG); Sicht gen SSE bis S bzw. 160°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 22.03.2012.



↑ Foto 160:

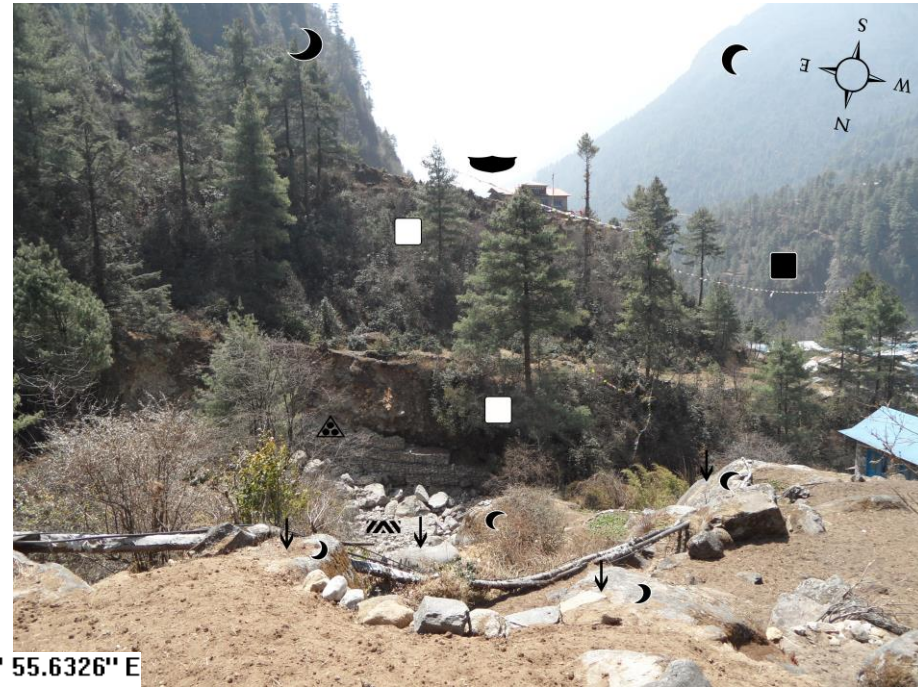
Blick talaufwärts in das Tal Dudh Khosi von der orographisch linken Talseite auf die rechte Talseite. In Talbodennähe waren glazifluviale Materialien (☾) und hangaufwärts Moränenmaterialien (■) akkumuliert. Die Talflanken wurden durch glaziale Detersion und fluviale Einschneidung (▼) zu glaziären Dreieckshängen (▲) umgestaltet, wobei sie stellenweise durch Verwitterungsprozesse forciert Abbruchkanten (□) aufzeigten. Es kamen in diesem Talbereich verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Augengneis (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) vor. Die dargestellte Schriffgrenze (☾) verwies nicht auf die höchstliegende hochglaziale, sondern auf eine tieferliegende jüngere Schriffgrenze.

Standort: bei Phakding (GPS: 27° 44.502'N 86° 42.828'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.687 m/GPS, 2.665 m/GE, 2.662 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.613 m/GE, 2.615 m/GMG (relative Höhe: ca. 52 m/GE, 47 m/GMG); Sicht gen NNW bis N bzw. 350°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 22.03.2012

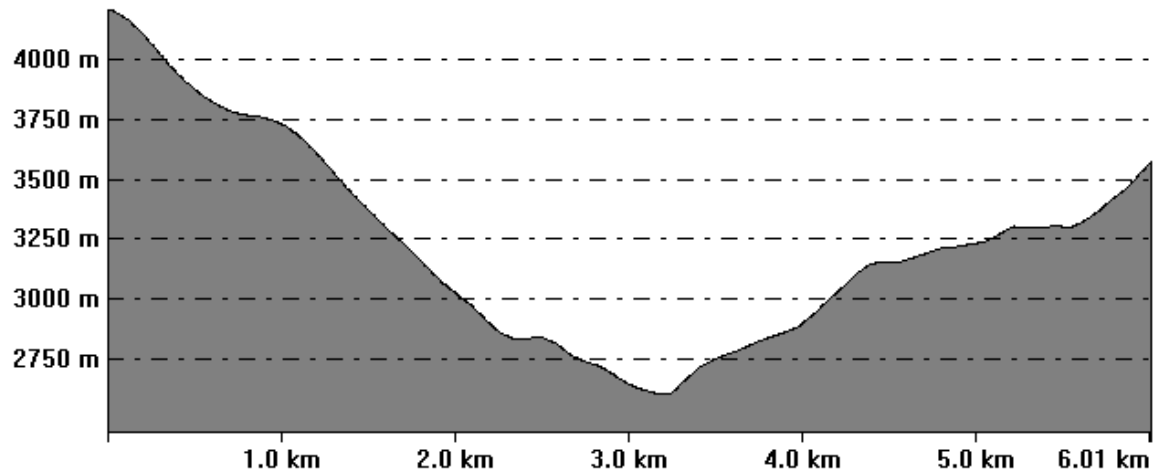
→ Foto 161:

Im Nebental Panyali Drangka zerschnittenes Moränenmaterial (■). In Talbodennähe waren eine Schotterterrasse (▲) und ein Fächer / Kegel aus verstürzttem Moränenmaterial (▲) zu sehen. Anstehendes Gestein und auch einige Blöcke waren rundgeschliffen (☾) und wiesen runde konkave glazifluviale Spülformen (↓) auf. Es kamen in diesem Talbereich verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Augengneis (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) vor. Das Haupttal wies im oberen Hangbereich ein trogförmiges Profil (♥) auf. Heuberger, Weingartner (1985:Abb. 2) nahmen bei Phakding ihr Bodenprofil P4 auf.

Standort: Phakding (GPS: 27° 44.431'N 86° 42.804'E), orographisch rechte Seite des Panyali Drangka, orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.667 m/GPS, 2.657 m/GE, 2.655 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.603 m/GE, 2.600 m/GMG (relative Höhe: ca. 54 m/GE, 55 m/GMG); Sicht gen SSE bis S bzw. 170°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 22.03.2012.



From Pos: 27° 44' 18.4123" N, 86° 44' 34.9598" E To Pos: 27° 44' 23.2572" N, 86° 40' 55.6326" E



← Talquerprofil 10 zum Foto 161

Trogtal beim Ort Phakding mit einer deutlich ausgebildeten Talsohle.

Standort: etwa 6 km talabwärtiges Querprofil von den Koordinaten GE: 27° 44.307'N 86° 44.583'E auf der orographisch linken Dudh Khosi Talseite zu den Koordinaten GE: 27° 44.388'N 86° 40.927'E auf der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite.



→ Foto 162:

Blick in das Nebental Panyali Drangka. Die anstehenden Gesteine waren glazial überschliffen (☾), wobei diese an einigen Stellen durch Verwitterungsprozesse entstandene Nachbruchstellen (□) aufzeigten. Es standen in diesem Talbereich verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Augengneis (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) an. Auf den Hängen konnten Lockermaterialien ausgemacht werden, die auf Moränenmaterial bzw. auf Grundmoränenmaterial hindeuteten. Heuberger, Weingartner (1985:Abb. 2) machten bei Pkakding Ufermoränen aus.

Standort: bei Phakding (GPS: 27° 44.402'N 86° 42.865'E), orographisch rechte Seite des Panyali Drangka, orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.684 m/GPS, 2.679 m/GE, 2.675 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.604 m/GE, 2.598 m/GMG (relative Höhe: ca. 75 m/GE, 77 m/GMG); Sicht gen ENE bis E bzw. 85°; Bw 16,3 mm. Foto: E. Spitzer, 22.03.2012.





↑ Foto 163:  
Hauptsächlich zerschnittenes Grundmoränenmaterial beim Ort Dukdingma, daneben war im unteren Hangbereich auch stellenweise glazifluviales Material ausmachbar.

Standort: Dukdingma, orographisch linke Dudh Khosi Seite; absolute Höhe: m/GE; Haupttalboden bei ca. m/GE (relative Höhe: ca. m/GE); Sicht gen SW; Foto: H. Hellrung, 23.10.2011.



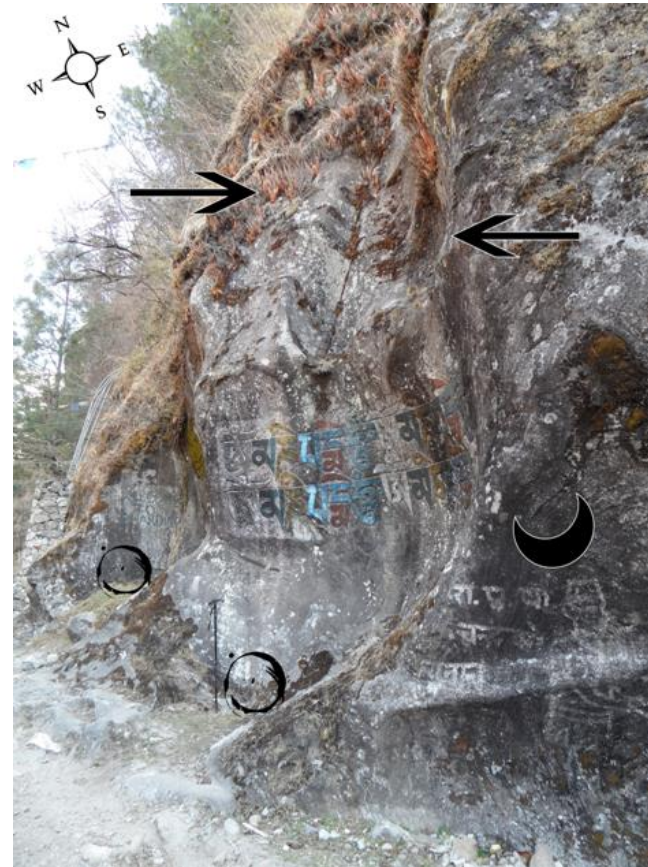
→ Foto 164:

Im anstehenden rund geschliffenen Gestein (☾) ausgebildete strudelartige Formung (1 m Stock als Größenmaß). Es standen in diesem Talbereich verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Augengneis (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) an. Auch Kuhle (2005:Foto 219) fand auf der orographisch linken Dudh Khosi Talseite 50 m über dem Talboden in der Nähe von Dukdingma drei Strudeltöpfe. Die auf dem Foto zu erkennende rund konkave Wölbung bei dem 1m langen Wanderstock deutete darauf hin, dass das Gestein auch in tieferen Bereichen glazifluvial umgestaltet wurde.

Standort: Dukdingma, zwischen Ghat und Phakding (in der Nähe der Koordinaten GPS: 27° 44.134'N 86° 42.736'E, GE: 27° 44.129'N 86° 42.712'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: ca. 2.595 m/GPS, 2.594 m/GE, 2.593 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.582 m/GE, 2.588 m/GMG (relative Höhe: ca. 12 m/GE, 5 m/GMG); Sicht gen SE bis E; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 22.03.2012.







↑ Foto 165:

Über den Strudeltöpfen (siehe Foto 166) weitere strudelartige Formen. Es kamen in diesem Talbereich verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Augengneis (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) vor.

Standort: Dukdingma, zwischen Ghat und Phakding (in der Nähe der Koordinaten GPS: 27° 44.134'N 86° 42.736'E, GE: 27° 44.129'N 86° 42.712'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: ca. 2.595 m/GPS, 2.594 m/GE, 2.593 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.582 m/GE, 2.588 m/GMG (relative Höhe: ca. 12 m/GE, 5 m/GMG); Sicht gen NE bis E; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 22.03.2012.

← Foto 166:

Etwa 3 m hohe und 2 m breite Strudeltöpfe (☉; 1 m Stock als Größenmaß) im anstehenden rund geschliffenen Gestein (☾) auf der orographisch linken Dudh Khosi Talseite bei dem Ort Dukdingma. Oberhalb der Strudeltöpfe waren desweiteren glazifluviale Spülformen (→) zu erkennen. Es standen in diesem Talbereich verschiedene Gneise, darunter auch Marmor (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Augengneis (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) an. Auch Kuhle (2005:Foto 219) fand in der Nähe von Dukdingma 50 m über dem Talboden drei Strudeltöpfe.

Standort: Dukdingma, zwischen Ghat und Phakding (in der Nähe der Koordinaten GPS: 27° 44.134'N 86° 42.736'E, GE: 27° 44.129'N 86° 42.712'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: ca. 2.595 m/GPS, 2.594 m/GE, 2.593 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.582 m/GE, 2.588 m/GMG (relative Höhe: ca. 12 m/GE, 5 m/GMG); Sicht gen N bis NNE bzw. 20°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 22.03.2012.





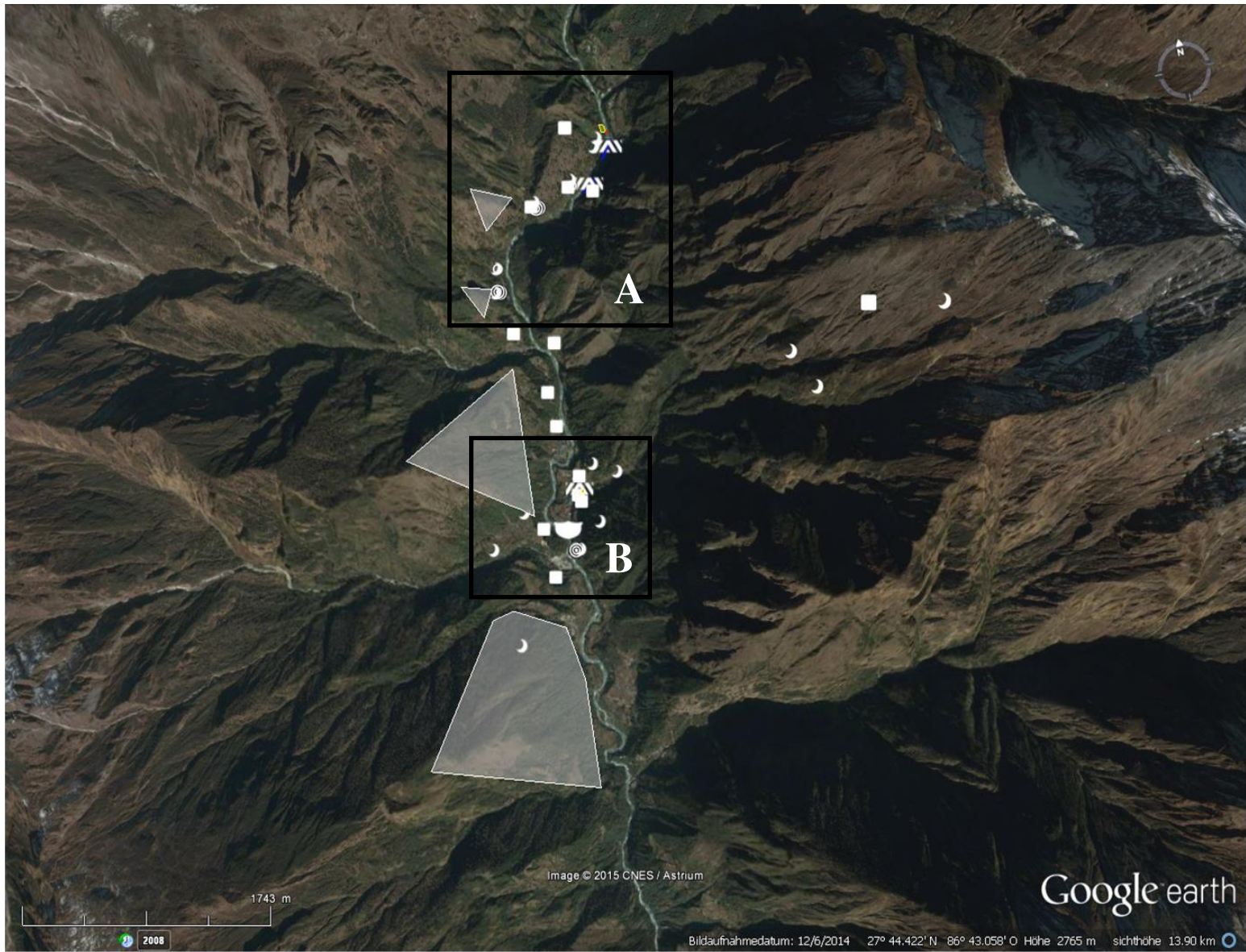
Karte 22: Standorte für Fotos sowie der Verlauf des Talquerprofils im Dudh Khosi. Sichthöhe 15,54 km. Quelle Google Earth.





Karte 22, Ausschnitt. Sichthöhe 8,85 km. Quelle Google Earth.





**Legende**

- ▲ glaziäre Dreieckshänge
- ▲ Sturzfächer/-kegel
- ▲ Murfächer/-kegel
- Grundmoräne
- ♣ Trogtal
- ☾ Gletscherschliff
- ▩ glazifluviale Terrasse
- ◎ Strudeltopf

Karte 23: Geomorphologische Karte Dudh Khosi. Quelle Google Earth.



Karte 23, Ausschnitt A: Quelle Google Earth.





Karte 23, Ausschnitt B: Quelle Google Earth.



← Foto 167:

Rezenten Flussbett des Dudh Khosi mit darüber anschließender glazifluvialer Terrasse (Z) mit vorwiegend gerundeten Gesteinen, aber auch kantengerundeten und gut gerundeten. Vor allen Dingen deuteten kantengerundete Blöcke (O) auf umgelagertes Moränenmaterial. Nach Kuhle (2005:Fig. 4) lag die hochglaziale Eismächtigkeit hier in diesem Talbereich zwischen 1.200 und 1.300 m. Der durchschnittliche Wasserstand des Dudh Khosi während der Monsunzeit war an der unterschiedlichen Farbgebung bzw. an der Farbgenze (↑ schwarz) im Uferbereich ablesbar. Der maximale Wasserstand des Flusses wurde an einem Block (↓ weiß) sowie an der Vegetationsgrenze deutlich. Anstehendes Gestein: mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Ghat und Chheplung weißer Glimmerturmalingranit (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu).

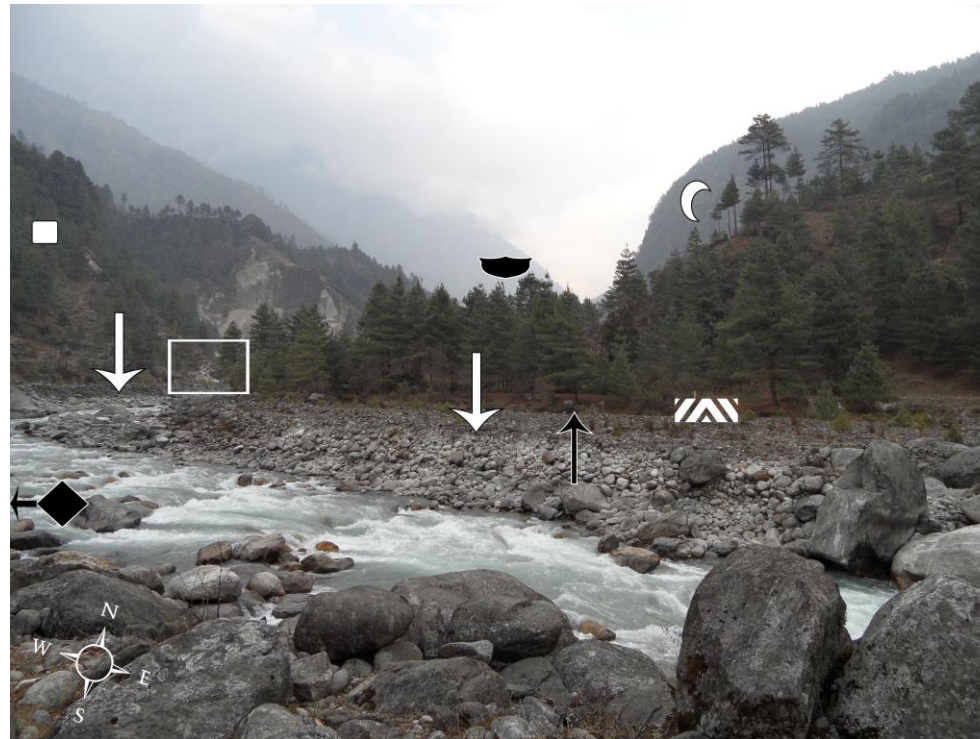
Standort: Dudh Khosi bei Ghat (GPS: 27° 43.667'N 86° 42.626'E), orographisch rechte Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.543 m/GPS, 2.564 m/GE, 2.558 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.555 m/GE, 2.550 m/GMG (relative Höhe: ca. 9 m/GE, 8 m/GMG); Sicht gen NNW bis N bzw. 345°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 21.03.2012.

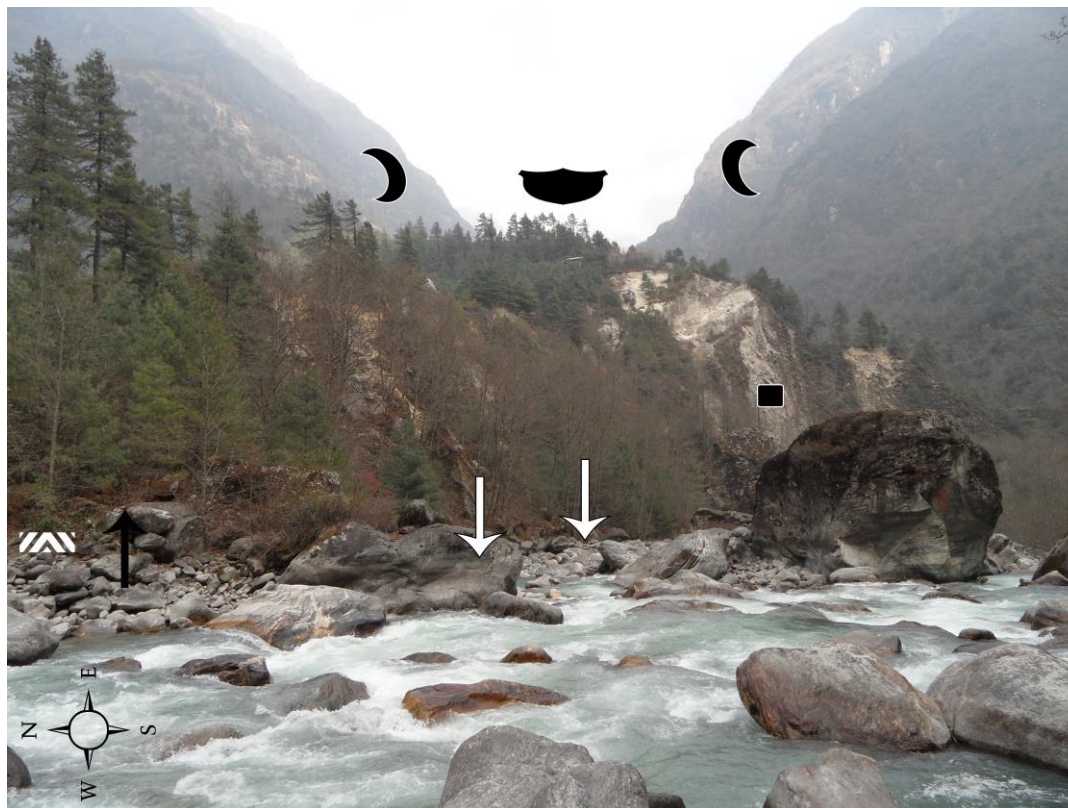


↓ Foto 168:

Rezentes Flussbett des Dudh Khosi mit darüber anschließender Schotterterrasse (▨) und Moräne (■; nach Kuhle 2005:Foto 222 Podestmoräne / Grundmoränensockel mit Terrassenstufe Stadium 0 / Hochglazial; nach Kuhle 2005:Fig. 4 hochglaziale Eismächtigkeit zwischen 1.200 und 1.300 m). Der durchschnittliche Wasserstand des Dudh Khosi während der Monsunzeit bzw. die jahreszeitlichen Abflussschwankungen waren an der unterschiedlichen Farbgebung bzw. an der Farbgenze (↓ weiß und schwarz; hellere, nicht vegetationsbedeckte gg. dunkleren, vegetationsbedeckten Stellen) an den Gesteinen zu erkennen. Die o.g. Moräne, das typische Trogtalprofil (♥) bei Phakding, der glaziäre Flankenschliff (♣); anstehendes Gestein: mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Ghat und Chheplung weißer Glimmerturmalingranit (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu)) und die aus dem Moränenmaterial ausgewaschenen vorwiegend kantengerundeten bis gerundeten Blöcke (rechts im Vordergrund) deuteten auf eine glaziale Umgestaltung des Tales hin. Sandbereiche (□) beim Moränenmaterial verwiesen auf glazilimnische Sedimente. Auch Fushimi (1978:Fig. 6) visualisierte neben zwei unterschiedlichen Trogtalprofilen U-1 und U-2 Seesedimente, ebenso auch Götz et al. (2015:Fig. 2). In der entnommenen Sedimentprobe (◆; 27° 43.620'N 86° 42.643'E) waren alle Korngrößen (2,5 % Ton, 54,52 % Schluff und 42,98 % Sand) vorhanden. Die Morphoskopie der ausgezählten 229 Quarzkörner der Mittelsandfraktion ergab die Einteilung in die Gruppen: glazial gebrochen / frisch verwittert zu etwa 98,25 % (davon 13,54 % eindeutig gebrochene fluvial polierte Körner), fluvial poliert zu ca. 1,31 % und 0,44 % äolisch mattiert.

Standort: Dudh Khosi bei Ghat (GPS: 27° 43.598'N 86° 42.682'E), orographisch rechte Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.543 m/GPS, 2.542 m/GE, 2.538 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.541 m/GE, 2.537 m/GMG (relative Höhe: ca. 1 m/GE, 1 m/GMG); Sicht gen NNW bis N bzw. 345°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 21.03.2012.





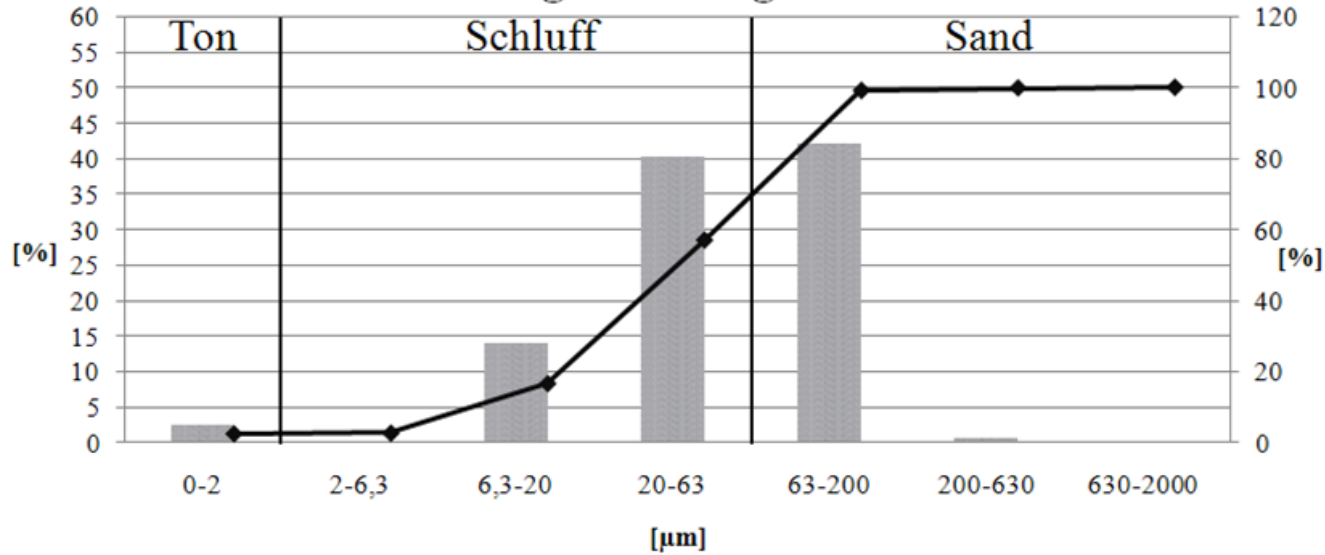
↑ Foto 169:

Rezentes Flussbett des Dudh Khosi mit darüber anschließender Schotterterrasse (▲▲) und Grundmoräne (■; nach Kuhle 2005:Foto 122 Podestmoräne / Grundmoränensockel mit Terrassenstufe Stadium II / Spätglazial; nach Kuhle 2005:Fig. 4 hochglaziale Eismächtigkeit zwischen 1.200 und 1.300 m). Die Schotterterrasse konnte gegenüber der Moräne durch die stärkere Rundung der Gesteine und durch deren enormen Sortierungsgrad deutlich unterschieden werden. Die zu erkennenden Sande bei dem Moränenmaterial deuteten auf glazilimnisches Material bzw. auf einen vorzeitlichen See. Auch Fushimi (1978:Fig. 6) visualisierte neben zwei unterschiedlichen Trogtalprofilen U-1 und U-2 Seesedimente, ebenso auch Götz et al. (2015:Fig. 2). Der durchschnittliche Wasserstand des Dudh Khosi während der Monsunzeit bzw. die jahreszeitlichen Abflussschwankungen waren an der unterschiedlichen Farbgebung bzw. an der Farbgenze (↓ weiß und schwarz; hellere, nicht vegetationsbedeckte gg. dunkleren, vegetationsbedeckten Stellen) an den Gesteinen zu erkennen. Im Anstehenden – mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Ghat und Chheplung weißer Glimmerturmalingranit (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu) – waren durch Gletschereis abgeschliffene Bereiche (☞) zu erkennen, wodurch sich im Thado Khosi ein typisches Trogtal (♥) herausbildete.

Standort: Dudh Khosi bei Ghat (GPS: 27° 43.111'N 86° 42.664'E, GE: 27° 43.112'N 86° 42.644'E), orographisch rechte Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.511 m/GPS, 2.518 m/GE, 2.518 m/GMG; relative Höhe: wenige Meter über dem Haupttalboden; Sicht gen E bzw. 90°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 21.03.2012.

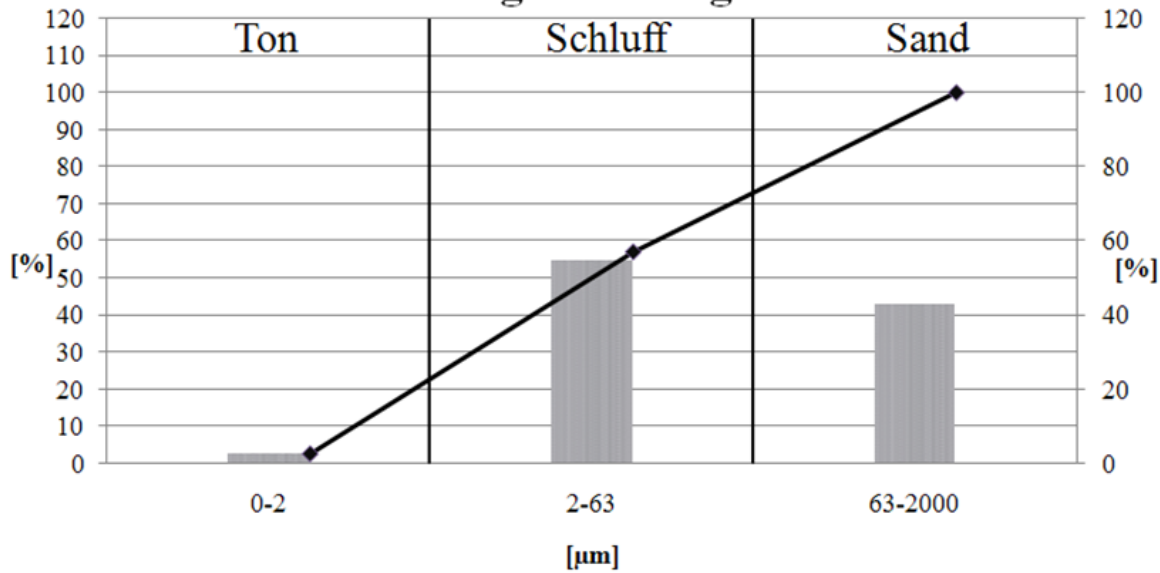


### Probe 8 - Korngrößendiagramm 1

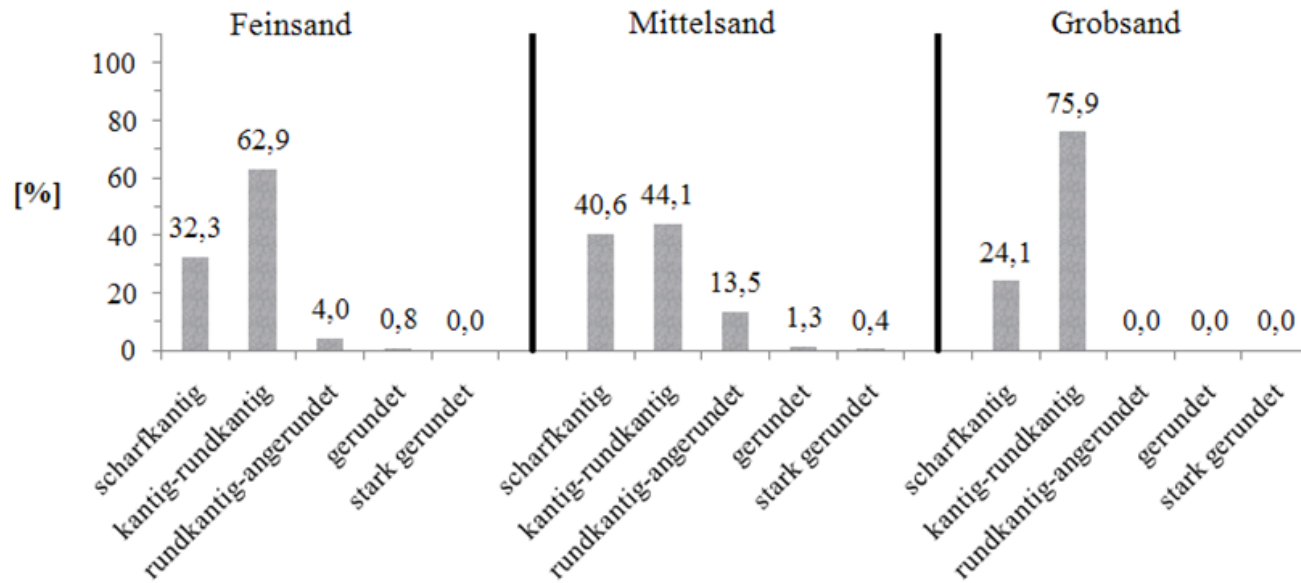


← Korngrößendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 8 von der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite bei Ghat (siehe Foto 168; 27° 43.620'N 86° 42.643'E). Angaben des Ton-, Schluff- bzw. Fein-, Mittel- und Grobschluff- sowie Sand- bzw. Fein-, Mittel- und Grobsandgehaltes wurden in % angegeben. In der Probe waren 2,504 % Ton, 54,518 % Schluff (0,195 % Feinschluff, 13,959 % Mittelschluff, 40,364 % Grobschluff) und 42,978 % Sand (42,112 % Feinsand, 0,744 % Mittelsand, 0,122 % Grobsand) enthalten. Es handelte sich hier in der Nähe zum Talboden um glazifluviales bzw. glazilimnisches Sediment. An der Probeentnahmestelle konnten neben wenigen Gesteinen vorwiegend Sande ausgemacht werden. Demnach kamen hauptsächlich die Korngrößen Ton bis Sand vor. Ein fluvialer / limnischer Einfluss konnte ebenfalls durch die Kornformenanalysen nachgewiesen werden.

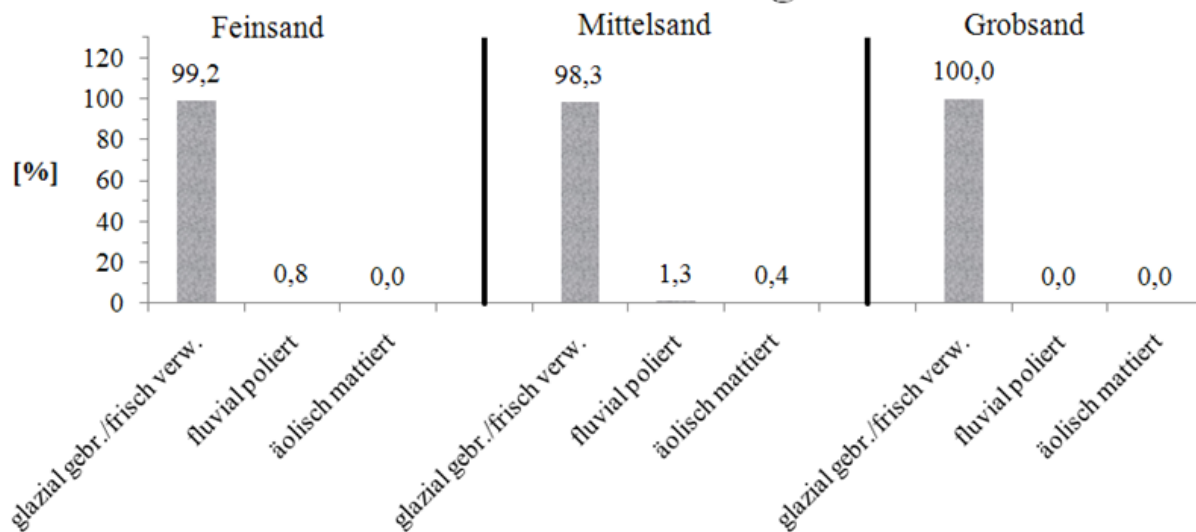
### Probe 8 - Korngrößendiagramm 2



## Probe 8 - Kornformendiagramm 1

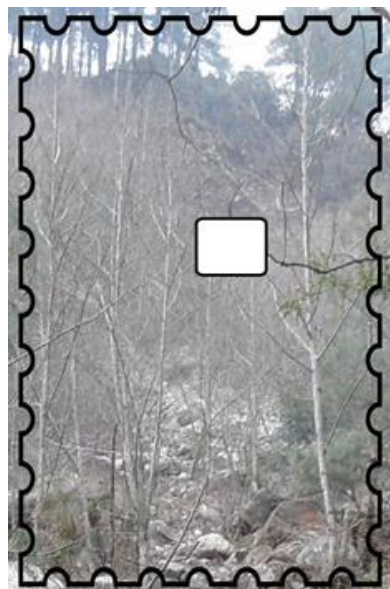


## Probe 8 - Kornformendiagramm 2



← Kornformendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 8 von der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite bei Ghat (siehe Foto 168; 27° 43.620'N 86° 42.643'E). Angaben des Ton-, Schluff- und Sandgehaltes wurden in % angegeben. Es wurden insgesamt 407 Körner ausgezählt (124 in der Feinsand-, 229 in der Mittelsand- und 54 in der Grobsandfraktion). Somit lag das Hauptaugenmerk der Untersuchung auf der Mittelsandfraktion. In der Probe war eine Fraktion mit 100 % glazial gebrochene / frisch verwitterte Kornformen und zwei mit 99,2 % und 98,3 % glazial gebrochene / frisch verwitterte und 0,8 % und 1,3 % fluvial polierte Körner enthalten. Anhand der Klassifizierung in fünf Kategorien scharfkantig, kantig-rundkantig, rundkantig-angerundet, gerundet und stark gerundet konnte gezeigt werden, dass hierbei der fluvial polierte Anteil hoch war, da kantig bis rundkantige sowie rundkantig bis angerundete und sogar gerundete Körner in der Sedimentprobe vorhanden waren. Der Grobsandanteil zeigte die meisten kantig bis rundkantigen Körner, gefolgt von der Feinsandfraktion. Die Körner der Fein- und Mittelsandfraktion tendierten in die fluvial polierte Gruppe. Somit wurde auch eine fluviale / limnische Einwirkung auf die Sedimente – da die Körner hin zum fluvial polierten Korn tendierten – deutlich.





↑ Foto 170:

Zerschnittenes Moränenmaterial (■, siehe Bildausschnitt; nach Kuhle 2005:Foto 222 Podestmoräne / Grundmoränensockel mit Terrassenstufe; nach Kuhle 2005:Fig. 4 hochglaziale Eismächtigkeit zwischen 1.200 und 1.300 m). Die Blöcke (○) waren kantengerundet bis gerundet. Anstehendes Gestein: mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Ghat und Chheplung weißer Glimmerturmalingranit (6b) (vgl. geologische Karte Nepal), Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu).

Standort: Dudh Khosi bei Ghat (GPS: 27° 43.170'N 86° 42.630'E), orographisch rechte Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.530 m/GPS, 2.526 m/GE, 2.520 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.515 m/GE, 2.508 m/GMG (relative Höhe: ca. 11 m/GE, 12 m/GMG); Sicht gen W bis WNW bzw. 280°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 21.03.2012.



↑ Foto 171:

Glazifluvial umgelagertes bzw. überarbeitetes Moränenmaterial (↗↘). Nach Kuhle (2005:Fig. 4) lag die hochglaziale Eismächtigkeit in diesem Talbereich zwischen 1.200 und 1.300 m. Anstehendes Gestein: mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Ghat und Chheplung weißer Glimmerturmalingranit (6b) (vgl. geologische Karte Nepal), Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu).

Standort: Dudh Khosi bei Ghat (GPS: 27° 43.185'N 86° 42.639'E), orographisch rechte Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.531 m/GPS, 2.526 m/GE, 2.520 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.516 m/GE, 2.508 m/GMG (relative Höhe: ca. 10 m/GE, 12 m/GMG); Sicht gen SE bis SSE bzw. 140°; Bw 16,3 mm. Foto: E. Spitzer, 21.03.2012.

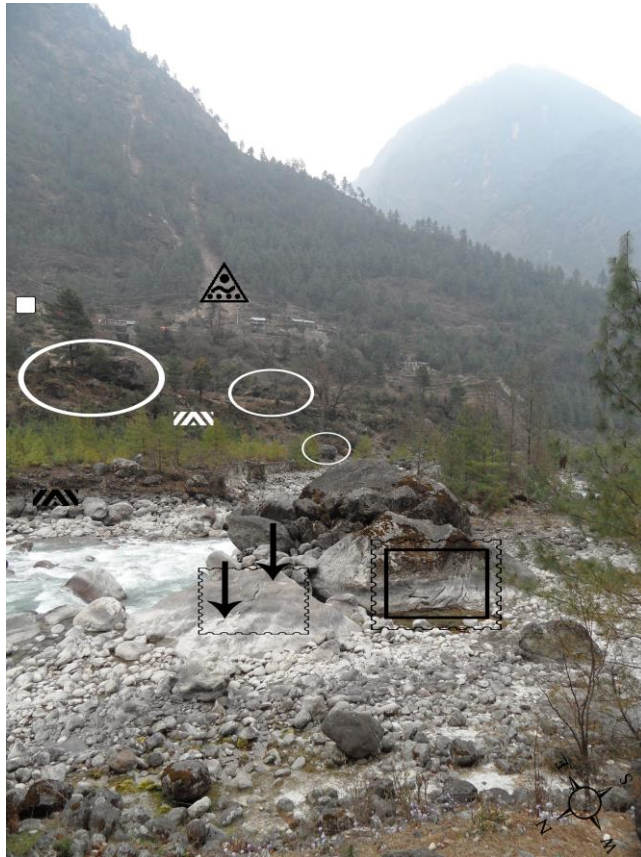
↓ Foto 172:

Beim Ort Ghat (⊙) zerschnittene Grundmoräne (■; nach Kuhle 2005:Foto 122 Podestmoräne/ Grundmoränensockel mit Terrassenstufe bzw. Grundmoräne Stadium II / Spätglazial; ■; nach Kuhle 2005:Foto 122 Stadium 0 / Hochglazial; nach Kuhle 2005:Fig. 4 hochglaziale Eismächtigkeit von 1.200 bis 1.300 m). Fushimi (1978:Fig. 6) machte in diesem Bereich Seesedimente aus, wobei das Eis während des Ghat Stadium bis etwa in diesen Talbereich hinabreichte (vgl. Fushimi 1978:Fig. 10). Sandbereiche (□) in der Moräne deuteten auf solche glazilimnischen Sedimente, so wie sie auch Götz et al. (2015:Fig. 2) aufnahmen. Anstehendes Gestein: mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Ghat und Chheplung weißer Glimmerturmalingranit (6b) (vgl. geologische Karte Nepal), Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu).

Standort: Ghat (GPS: 27° 43.260'N 86° 42.664'E), orographisch rechte Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.555 m/GPS, 2.529 m/GE, 2.528 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.516 m/GE, 2.515 m/GMG (relative Höhe: ca. 13 m/GE, 13 m/GMG); Blick gen ESE bis SE bzw. 130°; Bw 6,5 mm. Foto: E. Spitzer, 21.03.2012.







↑ Fotos 173:

Das Moränenmaterial (■; nach Kuhle 2005:Foto 122 Podestmoräne / Grundmoränensockel mit Terrassenstufe Stadium II / Spätglazial; nach Kuhle 2005:Fig. 4 hochglaziale Eismächtigkeit zwischen 1.200 und 1.300 m), der Murfächer aus disloziertem Moränenmaterial (▲) auf diesem Podest, die kantengerundeten Blöcke (○), die Erosionsrinnen bzw. -kolke (↓; siehe Bildausschnitt) auf solchen Blöcken sowie die höchstwahrscheinlich glazial hervorgerufenen Mikroerosionsformen (□; siehe Bildausschnitt) auf dem Rundhöcker ließen eine glaziale Entstehung zu. Auch Kuhle (2005:Fig. 11) verwies in diesem Bereich auf einen Schutt- und Murkegel, welcher aber nicht von ihm fotografiert wurde, sodass eine eindeutige Zuordnung nicht möglich war. Daneben waren Schotterterrassen (▲) aus umgelagerten bzw. überarbeiteten Moränenmaterialien auszumachen. Der durchschnittliche Wasserstand des Dudh Khosi während der Monsunzeit bzw. die jahreszeitlichen Abflussschwankungen waren an der unterschiedlichen Farbgebung bzw. an der Farbgenze (hellere, nicht vegetationsbedeckte gg. dunkleren, vegetationsbedeckten Stellen) an den Gesteinen zu erkennen. Anstehendes Gestein: mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Ghat und Chheplung weißer Glimmerturmalingranit (6b) (vgl. geologische Karte Nepal), Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu).

Standort: Ghat (GPS: 27° 43.480'N 86° 42.668'E), orographisch rechte Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.542 m/GPS, 2.532 m/GE, 2.535 m/GMG (relative Höhe: wenige Meter über dem Haupttalboden); Sicht gen SE bis E; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 21.03.2012.



← Foto 174:

Der gerundete Gneissblock (○; 1 m Stock als Größenmaß; anstehendes Gestein: mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Ghat und Chheplung weißer Glimmerturmalingranit (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu)) deutete auf einen langen Transportweg bzw. auf glazifluvial umgelagertes Moränenmaterial in Form einer Schotterterrasse (↘) hin. Der glatt geschliffene (→) Bereich beim dahinter liegenden rundhöckerähnlich ausgebildeten Gneisgestein verwies auf eine glazifluviale Umgestaltung (nach Kuhle 2005:Fig. 4 hochglaziale Eismächtigkeit zwischen 1.200 und 1.300 m).

Standort: bei Ghat (GPS: 27° 43.480'N 86° 42.668'E), orographisch rechte Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.538 m/GPS, 2.532 m/GE, 2.535 m/GMG; relative Höhe: wenige Meter über dem Haupttalboden; Sicht gen SW bis WSW bzw. 240°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 21.03.2012.



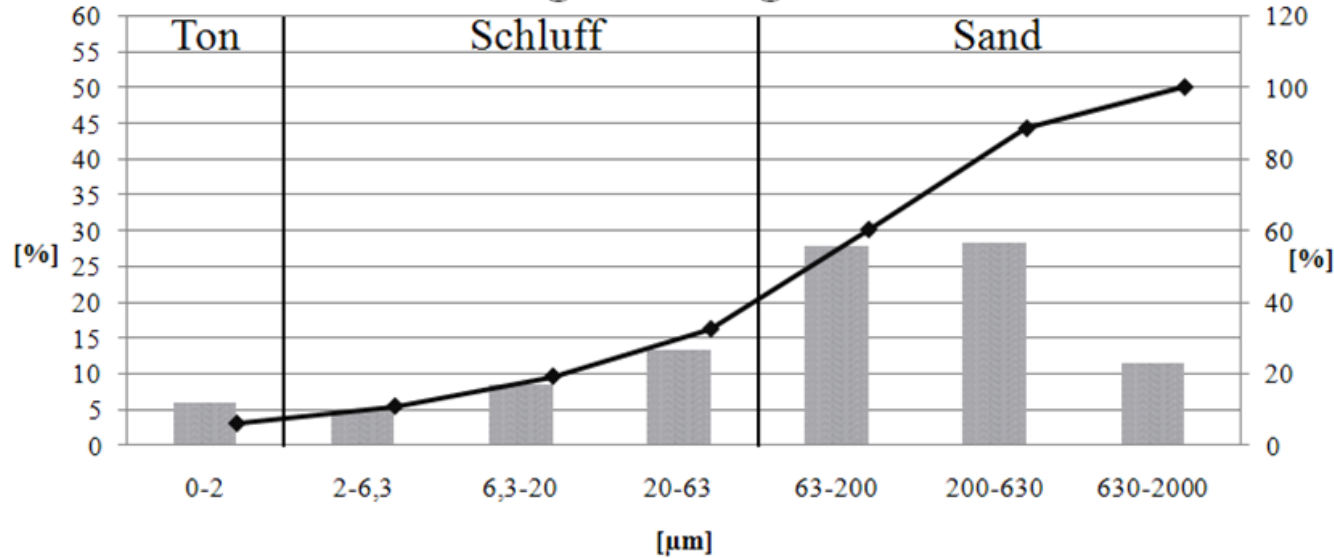


↑ Foto 175:

Zerschnittene Grundmoräne (nach Kuhle 2005:Foto 222 Podestmoräne Stadium II / Spätglazial; nach Kuhle 2005:Fig. 4 hochglaziale Eismächtigkeit zwischen 1.200 und 1.300 m). Geschliffene Bereiche im Gestein (☞); anstehendes Gestein: mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Ghat und Chheplung weißer Glimmerturmalingranit (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu) bestätigten ebenfalls glaziale Prozessabläufe. Geschichtete sortierte Sand- und Schotterbereiche (☐) in der Moräne deuteten auf glazilimnische (Ton bis Sand) oder glazifluviale (Sand, Schotter) Sedimente. Fushimi (1978:Fig. 6) visualisierte zwei unterschiedliche Trogtalprofile U-1 und U-2 und Seesedimente, wobei das Eis während des Ghat Stadiums etwa bis in diesen Talbereich hinabreichte (vgl. Fushimi 1978:Fig. 10). Auch Götz et al. (2015:Fig. 2) visualisierten Seesedimente in diesem Bereich. In der entnommenen Sedimentprobe (◆) waren alle Korngrößen (5,985 % Ton, 26,433 % Schluff und 67,583 % Sand) vorhanden. Die Morphoskopie der ausgezählten 451 Quarzkörner der Mittelsandfraktion ergab die Einteilung in die Gruppen: glazial gebrochen / frisch verwittert zu 97,34 % (davon 22,84 % eindeutig gebrochene fluvial polierte Körner) und fluvial poliert zu 2,66 %. Äolische Prozesse konnten somit ausgeschlossen werden (Kornformen und Vorhandensein von Mittel- und Grobsand).

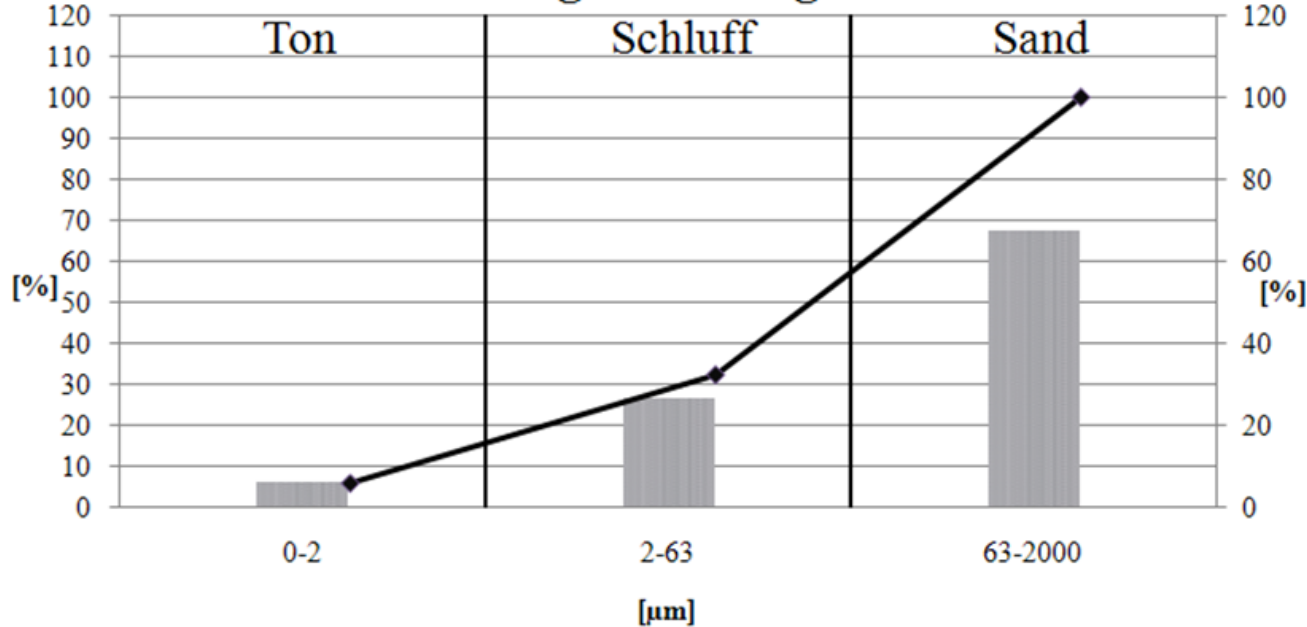
Standort: vor der Brücke bei Ghat (GPS: 27° 43.471'N 86° 42.717'E, GE: 27° 43.480'N 86° 42.697'E), orographisch rechte Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.557 m/GPS, 2.525 m/GE, 2.528 m/GMG (relative Höhe: wenige Meter über dem Talboden); Sicht gen NE bis E; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 21.03.2012.

### Probe 9 - Korngrößendiagramm 1



← Korngrößendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 9 von der orographisch linken Dudh Khosi Talseite bei Ghat (siehe Foto 175; 27° 43.449'N 86° 42.719'E). Angaben des Ton-, Schluff- bzw. Fein-, Mittel- und Grobschluff- sowie Sand- bzw. Fein-, Mittel- und Grobsandgehaltes wurden in % angegeben. In der Probe waren 5,985 % Ton, 26,433 % Schluff (4,815 % Feinschluff, 8,378 % Mittelschluff, 13,240 % Grobschluff) und 67,583 % Sand (27,785 % Feinsand, 28,268 % Mittelsand, 11,530 % Grobsand) enthalten. Es handelte sich hier in der Nähe zum Talboden um glazifluviales bzw. glazilimnisches Sediment. An der Probeentnahmestelle konnten neben wenigen Gesteinen vorwiegend Sande ausgemacht werden. Demnach kamen hauptsächlich die Korngrößen Ton bis Sand vor. Ein fluvialer / limnischer Einfluss konnte ebenfalls durch die Kornformenanalysen nachgewiesen werden.

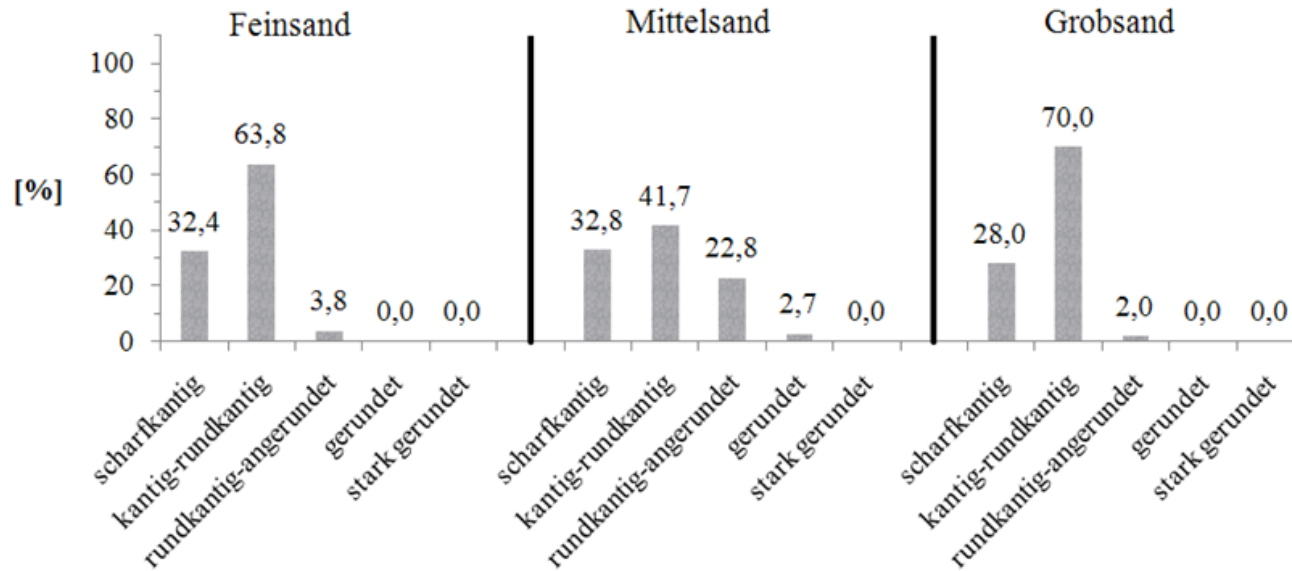
### Probe 9 - Korngrößendiagramm 2



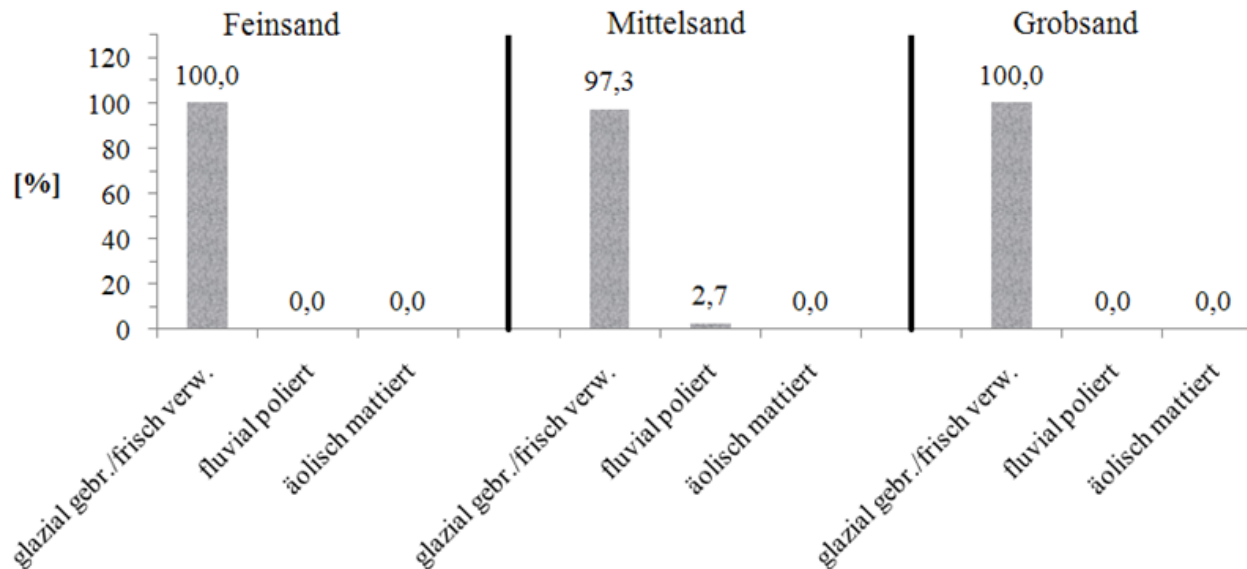
Kuhle (2005:Fig. 87/Fig. 3 10.11.82/3 und Fig. 90/Fig. 3 9.3.03/6) machte ebenfalls in diesem Talbereich glazilimnisches Material aus.



## Probe 9 - Kornformendiagramm 1



## Probe 9 - Kornformendiagramm 2



← Kornformendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 9 von der orographisch linken Dudh Khosi Talseite bei Ghat (siehe Foto 175; 27° 43.449'N 86° 42.719'E). Angaben des Ton-, Schluff- und Sandgehaltes wurden in % angegeben. Es wurden insgesamt 656 Körner ausgezählt (105 in der Feinsand-, 451 in der Mittelsand- und 100 in der Grobsandfraktion). Somit lag das Hauptaugenmerk der Untersuchung auf der Mittelsandfraktion. In der Probe waren bei zwei Fraktionen 100 % glazial gebrochene / frisch verwitterte Kornformen und bei einer 97,3 % glazial gebrochene / frisch verwitterte und 2,7 % fluvial polierte Körner enthalten. Anhand der Klassifizierung in fünf Kategorien scharfkantig, kantig-rundkantig, rundkantig-angerundet, gerundet und stark gerundet konnte gezeigt werden, dass hierbei der fluvial polierte Anteil hoch war, da kantig bis rundkantige sowie rundkantig bis angerundete und sogar gerundete Körner in der Sedimentprobe vorhanden waren. Der Grobsandanteil zeigte die meisten kantig bis rundkantigen Körner, gefolgt von der Feinsandfraktion. Die Körner der Mittelsandfraktion tendierten in die fluvial polierte Gruppe. Somit wurde auch eine fluviale / limnische Einwirkung auf die Sedimente – da die Körner hin zum fluvial polierten Korn tendierten – deutlich.

Kuhle (2005:Fig. 37) kam bei der Probe 6 bei 149 ausgezählten Körnern auf 95,3 % frisch verwittert / glazial gebrochen, 4,7 % fluvial poliert und 0,0 % äolisch mattiert.



↑ Foto 176:

Im Hintergrund des Bildes waren Moränenablagerungen (■; nach Kuhle 2005:Foto 222 Podestmoräne / Grundmoränensockel mit Terrassenstufe Stadium II / Spätglazial) zu erkennen. Murfächer (▲) aus disloziertem Moränenmaterial überlagerten Terrassen, die glazifluvial umgelagertes oder überarbeitetes Moränenmaterial darstellten (▲▲ weiß). Daneben traten eindeutig anzusprechende Schotterterrassen (▲▲ schwarz) auf, die sich durch viele gut gerundete Gesteine sowie durch gute Sortierung charakterisierten. Nach Kuhle (2005:Fig. 4) lag die hochglaziale Eismächtigkeit zwischen 1.200 und 1.300 m. Anstehendes Gestein: mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Ghat und Chheplung weißer Glimmerturmalingranit (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu).

Standort: Ghat (GPS: 27° 43.471'N 86° 42.717'E; GE: 27° 43.460'N 86° 42.718'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.557 m/GPS, 2.532 m/GE, 2.535 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.528 m/GE, 2.530 m/GMG (relative Höhe: ca. 4 m/GE, 5 m/GMG); Sicht gen NNW bis NNE bzw. 330 bis 30°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 21.03.2012.



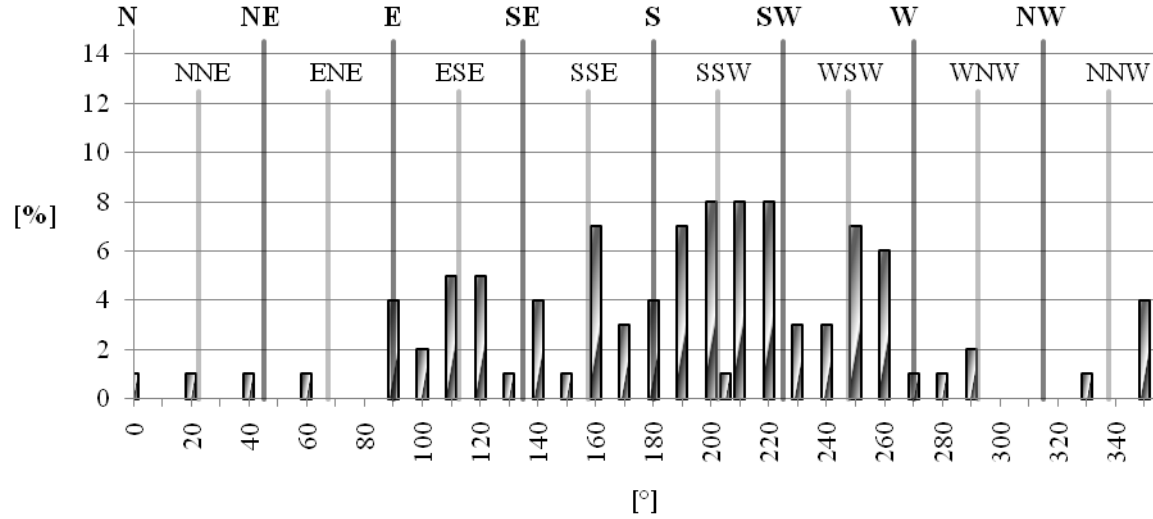


← Foto 177:

Aufschluss 4 (1 m Stock als Größenmaß) bei Ghat. Es handelte sich hier speziell um glazifluvial disloziertes Moränenmaterial. Vorwiegend waren kantengerundete und gerundete Blöcke, aber auch mehr gerundete als kantige Blöcke in einer feinen unverdichteten Matrix aufzufinden. Diese enormen Rundungen der Gesteine, aber auch die gerundeten Körner, die unverdichtete Matrix und die angedeutete Sortierung, deuteten auf ein glazifluviales Sediment hin, welches sich auf einem Grundmoränenpodest ansammelte (nach Kuhle 2005:Foto 222 Podestmoräne / Grundmoränensockel mit Terrassenstufe Stadium II / Spätglazial; nach Kuhle 2005:Fig. 4 hochglaziale Eismächtigkeit zwischen 1.200 und 1.300 m). Anstehendes Gestein: mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Ghat und Chheplung weißer Glimmerturmalingranit (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu). Die untersuchten Gesteinsarten von 100 Gesteinen (82 % metamorph / Gneis, Schiefer, Pegmatit und Migmatit; 18 % magmatisch / Granit) unterstützten in Bezug auf die anstehenden metamorphen Gneis- bzw. Granitgesteine die glaziale Genese und die glazifluviale Umlagerung. Die entnommene Sedimentprobe 10 zeigte, dass alle Korngrößen Ton (2,99 %), Schluff (16,16 %) und Sand (80,85 %) enthalten waren. Es handelte sich hierbei um die Bodenart Lehmsand schwach. Die Morphoskopie der ausgezählten 398 Quarzkörner der Mittelsandfraktion ergab die Einteilung in die Gruppen: glazial gebrochen / frisch verwittert zu etwa 98,24 % (davon 7,79 % eindeutig gebrochene fluvial polierte Körner) und fluvial poliert zu ca. 1,76 %. Auf der ungeschichteten Akkumulation war eine Bodenschicht ausgebildet. Durch die deutlich zu erkennende Vegetationsbedeckung der Moräne konnte eine derzeitige bzw. eine sehr junge Entstehung ausgeschlossen werden.

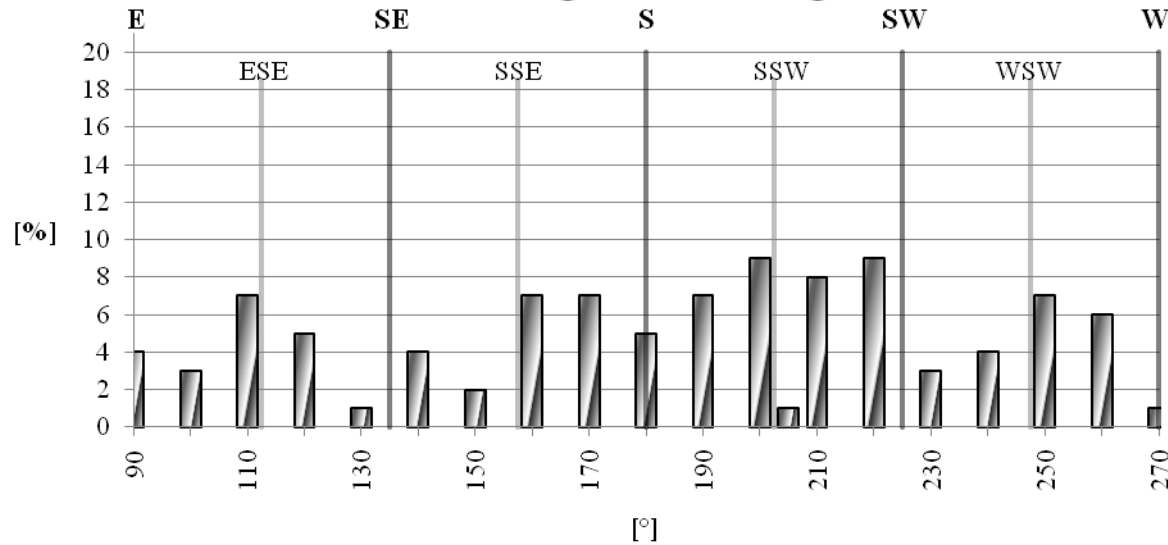
Standort: bei Ghat (GPS: 27° 43.426'N 86° 42.770'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.507 m/GPS, 2.555 m/GE, 2.555 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.527 m/GE, 2.530 m/GMG (relative Höhe: 28 m/GE, 25 m/GMG); Sicht gen NE; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 12.04.2012.

### Aufschluss 4 - Längsachsendiagramm 1



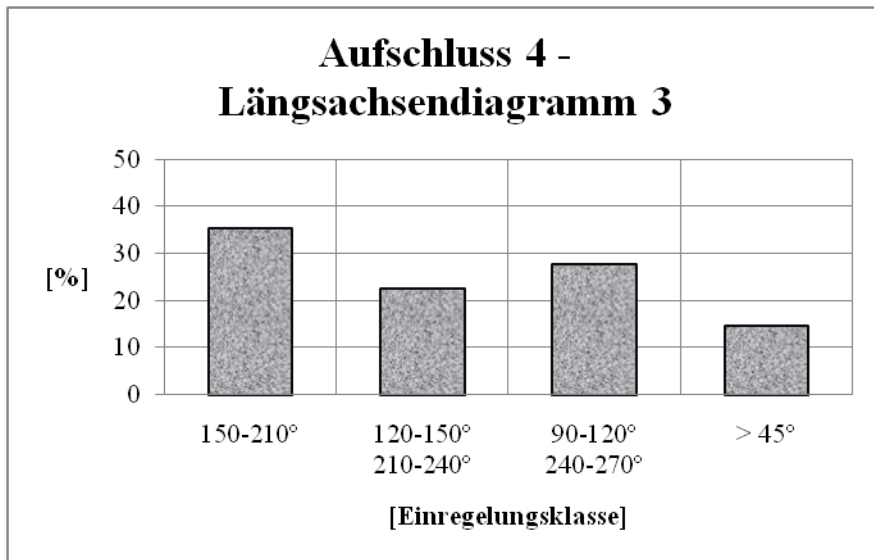
← Längsachsendiagramm 1 nach Himmelsrichtung (Vollkreis) des Aufschlusses 4 (siehe Foto 177; 27° 43.426'N 86° 42.770'E). Die Gradzahlen der Längsachsen gaben die reale Lage im Raum an, d.h. die Einregelungstafel wurde eingenordet. Die untersuchten 100 Gesteine waren vorwiegend nach Süden bis Südwest eingeregelt. Bei einer Exposition des Aufschlusses von 180° bedeutete dies, dass die Gesteine hauptsächlich talabwärts eingeregelt waren. Das Dudh Khosi Tal bei Ghat verlief im Bereich des Aufschlusses von N nach S. Eine Unterscheidung der Gesteine in kleinere (2-10 cm, n=76) und bis zu größere faustgroße (10-18 cm, n=24) Gesteine führte zu keinem überwiegend anderen Ergebnis, so dass alle Gesteine zusammen betrachtet werden konnten.

### Aufschluss 4 - Längsachsendiagramm 2

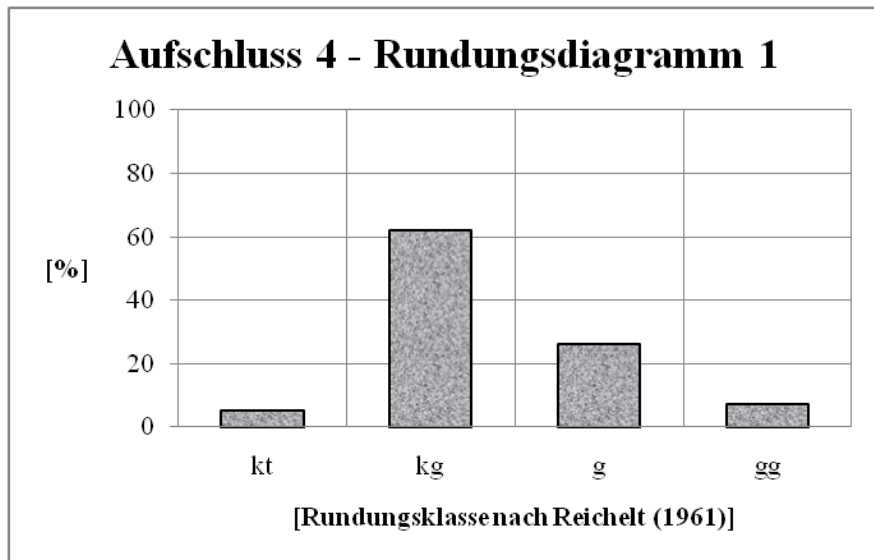


← Längsachsendiagramm 2 nach Himmelsrichtung (Halbkreis) des Aufschlusses 4 (siehe Foto 177; 27° 43.426'N 86° 42.770'E). Die Gradzahlen der Längsachsen gaben die reale Lage im Raum an, d.h. die Einregelungstafel wurde eingenordet. Die untersuchten 100 Gesteine waren vorwiegend nach Süden bis Südsüdwest eingeregelt. Bei einer Exposition des Aufschlusses von 180° bedeutete dies, dass die Gesteine hauptsächlich talabwärts eingeregelt waren. Das Dudh Khosi Tal bei Ghat verlief im Bereich des Aufschlusses von N nach S. Eine Unterscheidung der Gesteine in kleinere (2-10 cm, n=76) und bis zu größere faustgroße (10-18 cm, n=24) Gesteine führte zu keinem überwiegend anderen Ergebnis, so dass alle Gesteine zusammen betrachtet werden konnten.





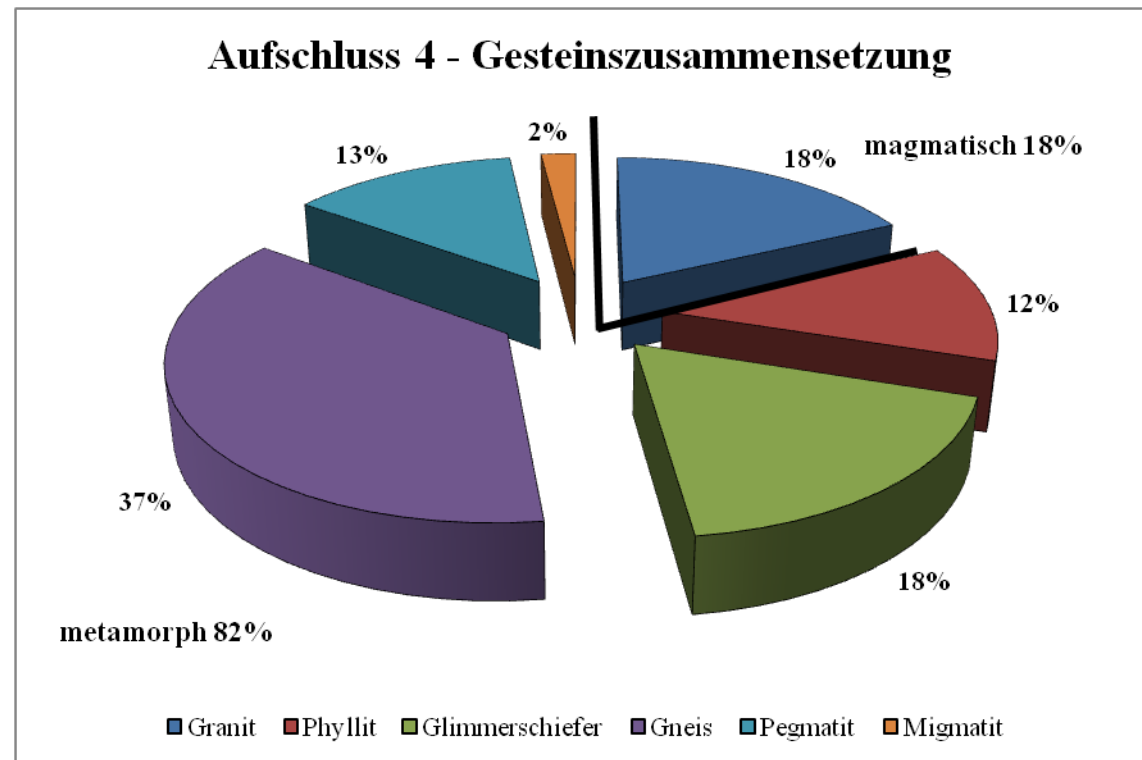
← Längsachsendiagramm 3 des Aufschlusses 4 (siehe Foto 177; 27° 43.426'N 86° 42.770'E), abgewandelt nach den Einregelungsklassen nach Poser, Hövermann (1951). Die Gradzahlen der Längsachsen gaben die reale Lage im Raum an, d.h. die Einregelungstafel wurde eingenordet. Die Einregelungsklassen bezogen sich hier nicht auf die Expositionsrichtung des Aufschlusses, sondern auf die Himmelsrichtungen, d.h. dass die Klasse I von 150° bis 210°, die Klasse II von 120° bis 150° und von 210° bis 240° und die Klasse III von 90 bis 120° und von 240° bis 270° reichte. Die untersuchten bis zu faustgroßen 117 Gesteine (hier jedoch nur 116, da 1 Gestein nicht zugeordnet; 17 über 45 % geneigt bzw. in Gruppe IV eingeteilt) waren hauptsächlich nach Süden bzw. nach Südsüdwest – Exposition des Aufschlusses 180° – bzw. in die Klasse eingeregelt. Dies bedeutete, dass die Gesteine hauptsächlich talabwärts eingeregelt waren. Das Dudh Khosi Tal bei Ghat verlief im Bereich des Aufschlusses von N nach S. Eine Unterscheidung der Gesteine in kleinere (2-10 cm, n=76) und bis zu größere faustgroße (10-18 cm, n=24) Gesteine führte zu keinem überwiegend anderen Ergebnis, so dass alle Gesteine zusammen betrachtet werden konnten.



← Rundungsdiagramm des Aufschlusses 4 (siehe Foto 177; 27° 43.426'N 86° 42.770'E) in % nach den Einordnungen kantig, kantengerundet, gerundet und gut gerundet nach Reichelt (1961). Die untersuchten 100 Gesteine waren vorwiegend kantengerundet und gerundet. Daneben waren auch gut gerundete und wenige kantige Gesteine auszumachen. Der Rundungsgrad ergab einen Wert von 235. Eine Unterscheidung der Gesteine in kleinere (2-10 cm, n=76) und bis zu größere faustgroße (10-18 cm, n=24) Gesteine führte bei den größeren Gesteinen zu einem anderen Ergebnis; es traten hier keine kantigen Gesteine auf.

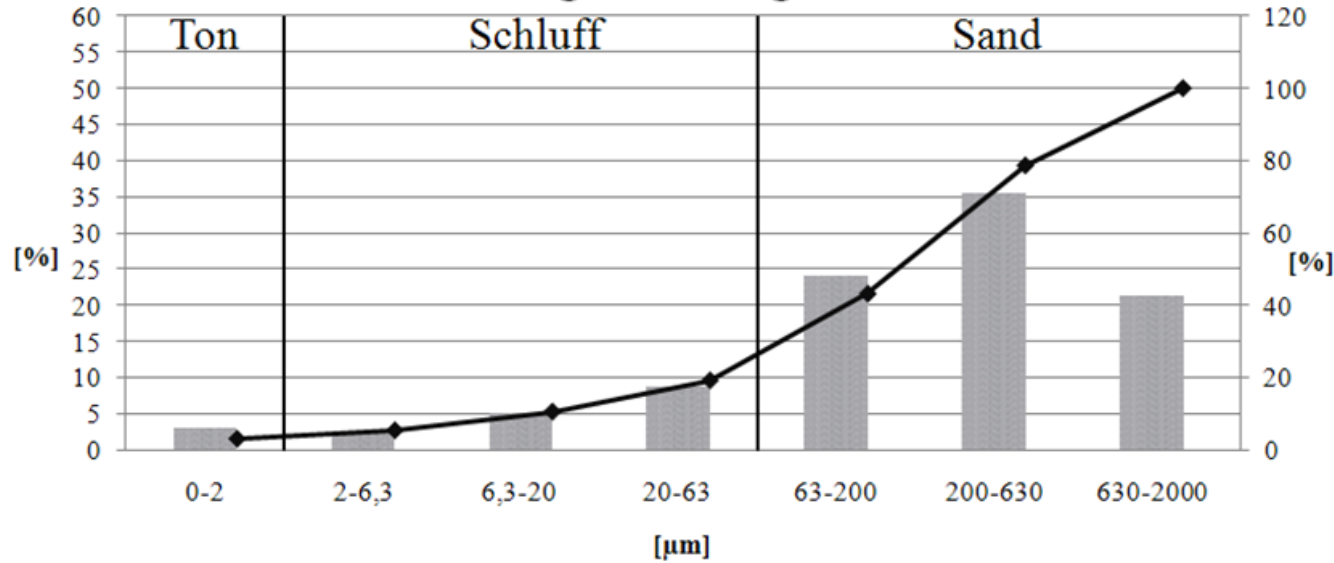
→ Gesteinszusammensetzung des Aufschlusses 4 (siehe Foto 177; 27° 43.426'N 86° 42.770'E) in metamorphe und magmatische Gesteine. Die Gesteine waren vorwiegend bzw. zu 82 % metamorph. Darunter zählten der Menge nach geordnet absteigend Gneise, Glimmerschiefer, Pegmatite sowie Phyllite und Migmatite. Magmatische Gesteine bzw. Granite kamen zu 18 % vor.

Dass es sich bei diesem Aufschluss um Moränenmaterial handelte, konnte einerseits durch die Korngrößen- und Kornformenanalysen der entnommenen Probe nachgewiesen werden. Die vorwiegend kantengerundeten Gesteine und die vorhandenen Granitgesteine als Erratika – anstehend bei Dingboche (vgl. geologische Karte Nepal), bei vor Ort anstehenden Gesteinen von verschiedenen Gneisen, darunter auch Marmor möglich (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) sprachen hier in diesem Bereich für eine solche Genese. Es handelte sich hier aber speziell um glazifluvial disloziertes Moränenmaterial. Vorwiegend waren kantengerundete und gerundete Blöcke, aber auch mehr gerundete als kantige Blöcke in einer feinen Matrix aufzufinden. Diese enormen Rundungen der Gesteine, aber auch die gerundeten Körner, deuteten auf ein glazifluviales Sediment hin. Die Gesteine waren in Fließrichtung bzw. talabwärts eingeregelt.



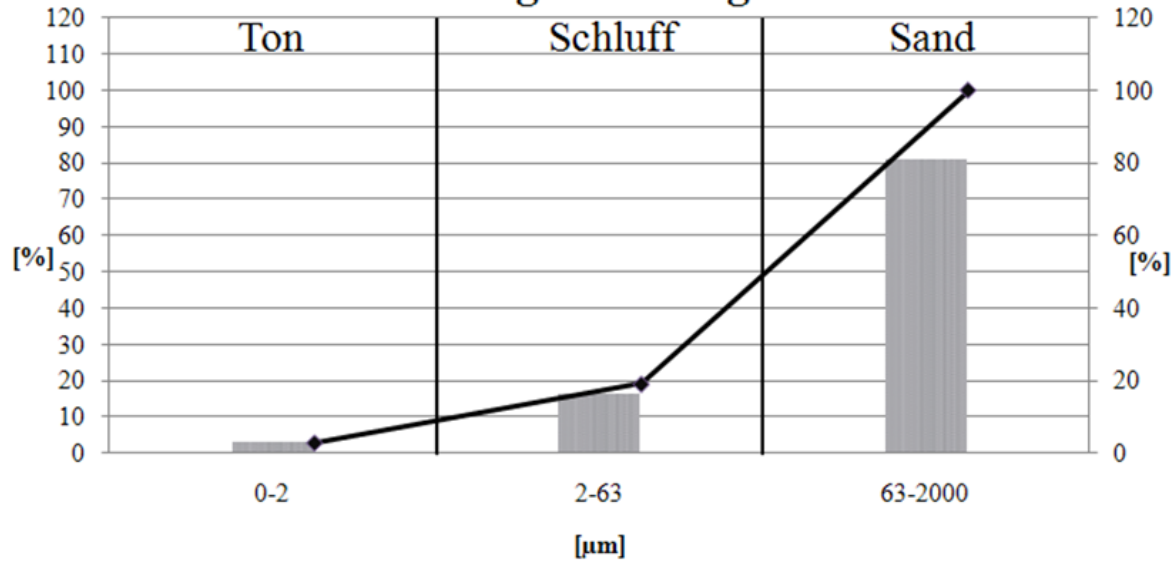


### Probe 10 - Korngrößendiagramm 1

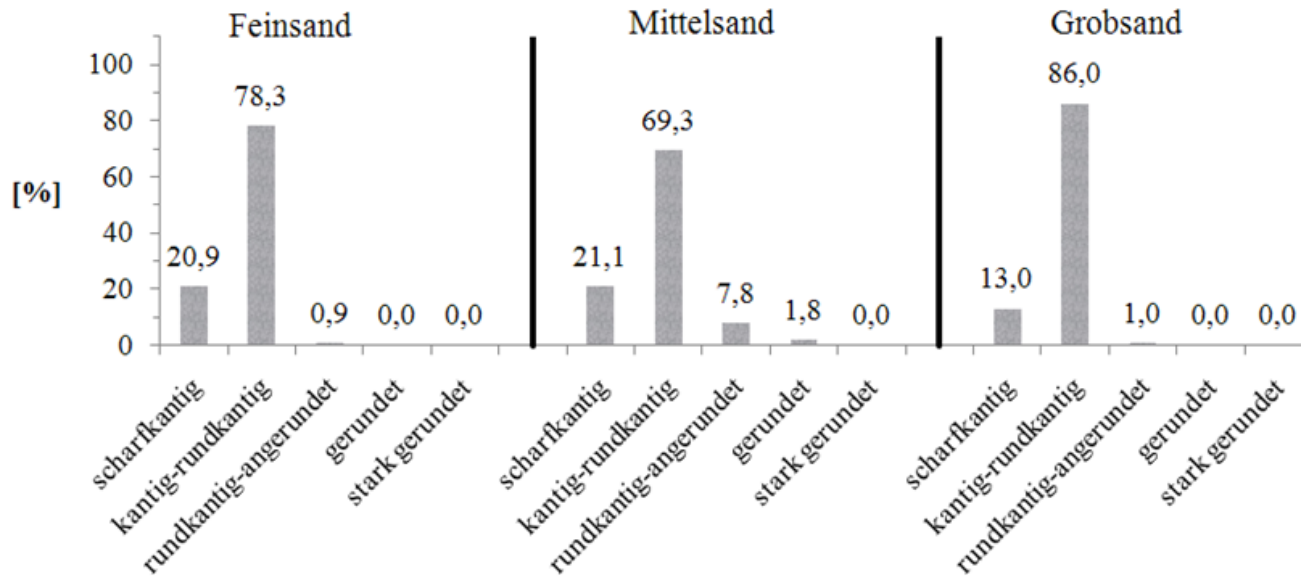


← Korngrößendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 10 von der orographisch linken Dudh Khosi Talseite (siehe Foto 177; 27° 43.426'N 86° 42.770'E). Angaben des Ton-, Schluff- bzw. Fein-, Mittel- und Grobschluff- sowie Sand- bzw. Fein-, Mittel- und Grobsandgehaltes wurden in % angegeben. In der Probe waren 2,986 % Ton, 16,163 % Schluff (2,369 % Feinschluff, 5,155 % Mittelschluff, 8,639 % Grobschluff) und 80,852 % Sand (24,006 % Feinsand, 35,479 % Mittelsand, 21,367 % Grobsand) enthalten. Es handelte sich hierbei um glazifluvial disloziertes Moränenmaterial, da dieses sich vor Ort als solches kennzeichnete. An der Probeentnahmestelle konnten ebenfalls kleine und große Gesteine ausgemacht werden. Demnach kamen die Korngrößen Ton bis Gesteinsgröße vor. Vorwiegend waren kantengerundete und gerundete Blöcke, aber auch mehr gerundete als kantige Blöcke in einer feinen Matrix aufzufinden. Diese enormen Rundungen der Gesteine, aber auch die gerundeten Körner, deuteten auf ein glazifluviales Sediment hin.

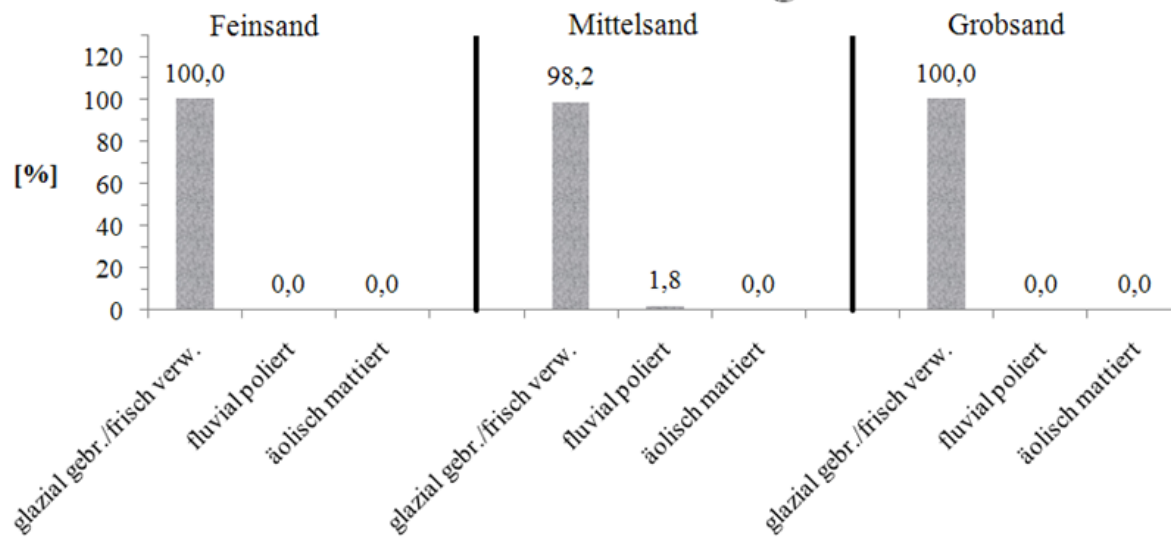
### Probe 10 - Korngrößendiagramm 2



## Probe 10 - Kornformendiagramm 1



## Probe 10 - Kornformendiagramm 2



← Kornformendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 10 von der orographisch linken Dudh Khosi Talseite (siehe Foto 177; 27° 43.426'N 86° 42.770'E). Angaben des Ton-, Schluff- und Sandgehaltes wurden in % angegeben. Es wurden insgesamt 613 Körner ausgezählt (115 in der Feinsand-, 398 in der Mittelsand- und 100 in der Grobsandfraktion). Somit lag das Hauptaugenmerk der Untersuchung auf der Mittelsandfraktion. In der Probe waren bei zwei Fraktionen 100 % glazial gebrochene / frisch verwitterte Kornformen und bei einer 98,2 % glazial gebrochene / frisch verwitterte und 1,8 % fluvial polierte Körner enthalten. Da bei diesem Standort – wie bei der Korngrößenanalyse gezeigt werden konnte – Korngrößen von Ton bis Sand und vorwiegend kantengerundete und gerundete Blöcke vorkamen, wurde verständlich, dass die Körner glazial gebrochene waren. Anhand der Klassifizierung in fünf Kategorien scharfkantig, kantig-rundkantig, rundkantig-angerundet, gerundet und stark gerundet konnte gezeigt werden, dass hierbei der fluvial polierte Anteil hoch war, da kantig bis rundkantige sowie rundkantig bis angerundete und sogar gerundete Körner in der Sedimentprobe vorhanden waren. Allerdings handelte es sich hier um fluvial disloziertes Moränenmaterial. Der Grobsandanteil zeigte die meisten kantig bis rundkantigen Körner, gefolgt von der Feinsandfraktion. Die Körner der Mittelsandfraktion tendierten in die fluvial polierte Gruppe. Somit wurde auch neben dem o.g. glazialen Einfluss eine glazifluviale Einwirkung auf die Sedimente – da die Körner hin zum fluvial polierten Korn tendierten – deutlich. Diese Einwirkung kann vor oder während dem glazialen Transport einhergegangen sein – da die kleineren Körner diesen Prozess länger konservieren können als die größeren und die größeren Körner eher in Richtung kantige bis rundkantige Ausformung tendierten.



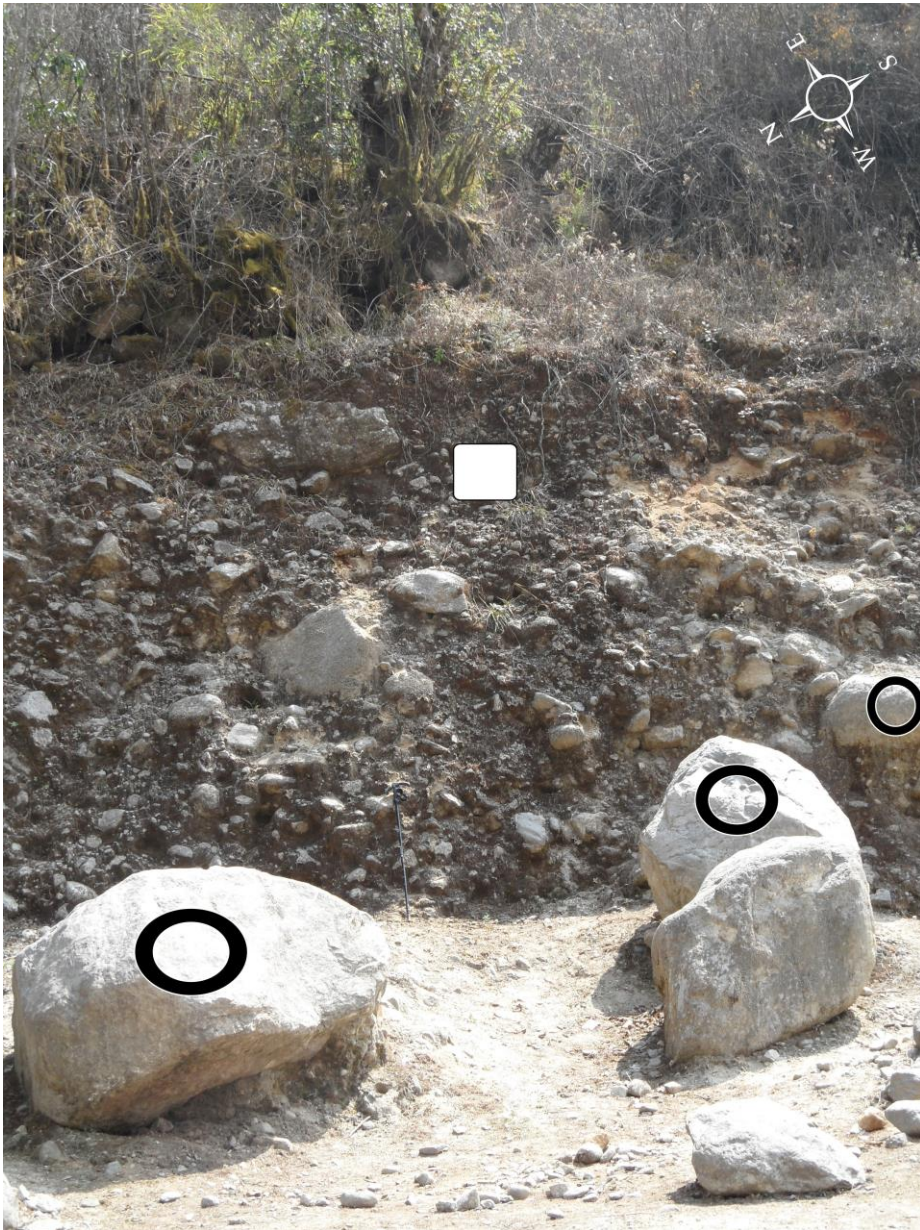


↑ Foto 178:

Zerschnittene Grundmoräne (■; nach Kuhle 2005:Foto 222 Podestmoräne / Grundmoränensockel mit Terrassenstufe Stadium II / Spätglazial; nach Kuhle 2005:Fig. 11 auf der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite Grundmoräne mit erratischen Blöcken; nach Kuhle 2005:Fig. 4 hochglaziale Eismächtigkeit zwischen 1.200 und 1.300 m). Sandbereiche (□) beim Moränenmaterial deuteten auf glazilimnische Sedimente. Fushimi (1978:Fig. 6) visualisierte zwei unterschiedliche Trogtalprofile U-1 und U-2 und Seesedimente, wobei das Eis während des Ghat Stadiums etwa bis in diesen Talbereich hinabreichte (vgl. Fushimi 1978:Fig. 10). Auch Götz et al. (2015:Fig. 2) visualisierten Seesedimente. Vorwiegend kantengerundete Blöcke (○) deuteten auf eine glaziale Entstehung. Da jedoch viele gerundete und gut gerundete Gesteine vorhanden waren, ließ dies auf eine glazifluviale Umlagerung bzw. Überarbeitung des Moränenmaterials (∞) schließen. Zwischen Ghat und Chheplung, talabwärts des Thado Koshi Konfluenzbereiches, war der Übergang vom typischen Trogtal zum schluchtförmigen Trog – Kerbprofil in Talbodennähe (v) mit darübergelagertem Trogtalprofil (U) – festzustellen (vgl. Foto 182, s.h.a Talquerprofil 12). Daneben konnte ein Murfächer (▲) aus disloziertem Moränenmaterial ausgemacht werden. Anstehendes Gestein: mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Ghat und Chheplung weißer Glimmerturmalingranit (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu). Heuberger, Weingartner (1985:Abb. 2) nahmen rund um Ghat ihre Bodenprofile P1 bis P3 auf.

Standort: Ghat (GPS: 27° 43.416'N 86° 42.785'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.527 m/GPS, 2.557 m/GE, 2.558 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.527 m/GE, 2.522 m/GMG (relative Höhe: ca. 30 m/GE, 36 m/GMG); Sicht gen talabwärts SE bis WSW bzw. 150 bis 240°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 21.03.2012.



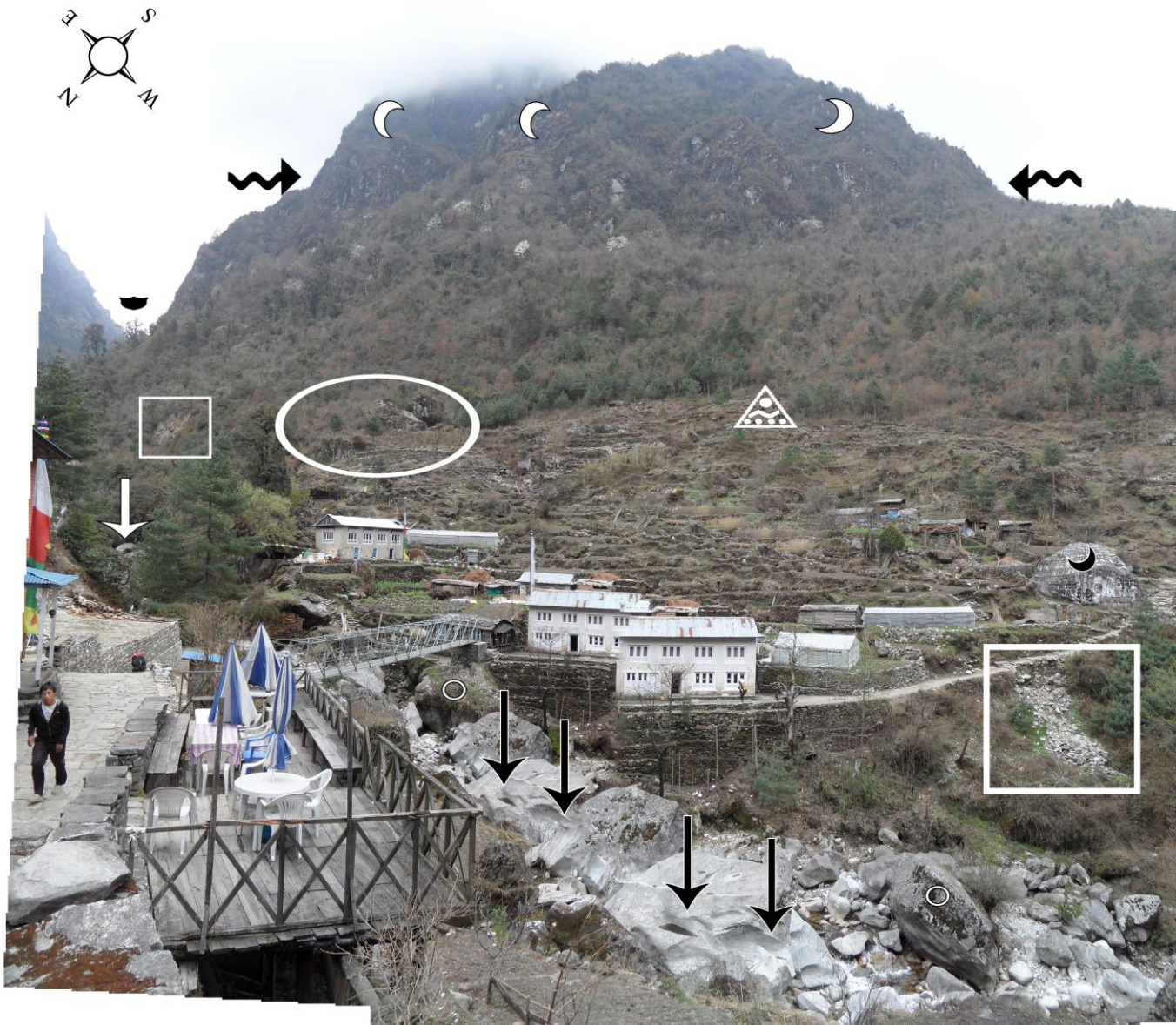


← Foto 179:

Grundmoräne (■; nach Kuhle 2005:Foto 222 Grundmoräne; nach Kuhle 2005:Fig. 4 hochglaziale Eismächtigkeit zwischen 1.200 und 1.300 m) mit kantengerundeten Blöcken (○; 1 m Stock als Größenmaß). Durch die deutlich zu erkennende Boden- und Vegetationsbedeckung der Moräne kann eine derzeitige bzw. eine sehr junge Entstehung ausgeschlossen werden. Anstehendes Gestein: mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Ghat und Chheplung weißer Glimmerturmalingranit (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu).

Standort: bei Ghat (GPS: 27° 43.194'N 86° 42.862'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.616 m/GPS, 2.586 m/GE, 2.580 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.515 m/GE, 2.518 m/GMG (relative Höhe: 71 m/GE, 62 m/GMG); Sicht gen ESE bis SE bzw. 125°; Bw 8,2 mm. Foto: E. Spitzer, 21.03.2012.





230

← Foto 180:

Aufgeschlossenes Moränenmaterial (□; nach Kuhle 2005:Foto 220 Grundmoräne; nach Kuhle 2005:Fig. 4 hochglaziale Eismächtigkeit zwischen 1.200 und 1.300 m), abgeschliffenes Anstehendes (☾); anstehendes Gestein: mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Ghat und Chheplung weißer Glimmerturmalingranit (6b) (vgl. geologische Karte Nepal), Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu), das typische Trogtalprofil (♣) des Thado Koshi und kantengerundete Blöcke (○ klein) verwiesen auf eine glaziale Genese. Die großen Blöcke (○ groß) deuteten auf Steinschlag, wobei aber der glaziäre Flankenschliff auf den Blöcken durch eine einseitige Kantenrundung noch nachweisbar war (vgl. Kuhle 2005:Foto 220). Auf der Grundmoräne waren Murfächer (△) aus disloziertem Moränenmaterial auszumachen (vgl. Kuhle 2005:Foto 220). Die oberste Grenze zwischen Anstehendem und Grundmoränenbedeckung (↪ rechts) auf ca. 2.850 m/GE (Hauptalboden 27° 42.992'N 86° 42.741'E bei ca. 2.493 m/GE) kennzeichnete, da der obere Hangbereich abgeschliffene Bereiche aufwies, nicht die maximalste hochglaziale, sondern eine minimale Eismächtigkeit von ca. 357 m. Der hier sichtbare fotografierte Bereich (rechter Hangbereich bis auf ca. 3.075 m/GE Höhe) war während des Hochglazial vollkommen mit Eis bedeckt.

Standort: Thado Koshigaon, Thado Koshi (in der Nähe der Koordinaten GE: 27° 43.111'N 86° 42.931'E), orographisch rechte Seite des Thado Koshi, orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.557 m/GE, 2.560 m/GMG; Hauptalboden bei ca. 2.508 m/GE, 2.503 m/GMG (relative Höhe: ca. 49 m/GE, 57 m/GMG); Sicht talaufwärts gen SE; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 12.04.2012.





↑ Foto 181:  
Moränenmaterial mit überwiegend kantengerundeten Blöcken (nach Kuhle 2005:Foto 222 Grundmoräne). Nach Kuhle (2005:Fig. 4) lag die hochglaziale Eismächtigkeit zwischen 1.200 und 1.300 m. Durch die deutlich zu erkennende Boden- und Vegetationsbedeckung der Moräne konnte eine derzeitige bzw. eine sehr junge Entstehung ausgeschlossen werden. Anstehendes Gestein: zwischen Ghat und Chheplung weißer Glimmerturmalingranit (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu), mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1).

Standort: Thado Koshigaon (GPS: 27° 43.107'N 86° 42.848'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.610 m/GPS, 2.565 m/GE, 2.560 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.508 m/GE, 2503 m/GMG (relative Höhe: 57 m/GE, 57 m/GMG); Sicht gen N bis NNE bzw. 10°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 21.03.2012.



↑ Foto 182:  
Zwischen Ghat und Chheplung, talabwärts des Thado Koshi Konfluenzbereiches, war der Übergang vom typischen Trogtal zum schluchtförmigen Trog – Kerbprofil in Talbodennähe (v) mit darübergelagertem Trogprofil (U) – festzustellen (siehe hierzu auch Talquerprofil 12). Nach Kuhle (2005:Fig. 4) lag die hochglaziale Eismächtigkeit zwischen 1.200 und 1.300 m. Anstehendes Gestein: zwischen Ghat und Chheplung weißer Glimmerturmalingranit (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu), mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1).

Standort: Thado Koshigaon, Haupt-Trekking-Route in Richtung Ghat (GPS: 27° 43.107'N 86° 42.848'E), orographisch rechte Seite des Thado Koshi, orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.610 m/GPS, 2.565 m/GE, 2.560 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.508 m/GE, 2.503 m/GMG (relative Höhe: ca. 57 m/GE, 57 m/GMG); Sicht talabwärts gen S bis SW; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 21.03.2012.

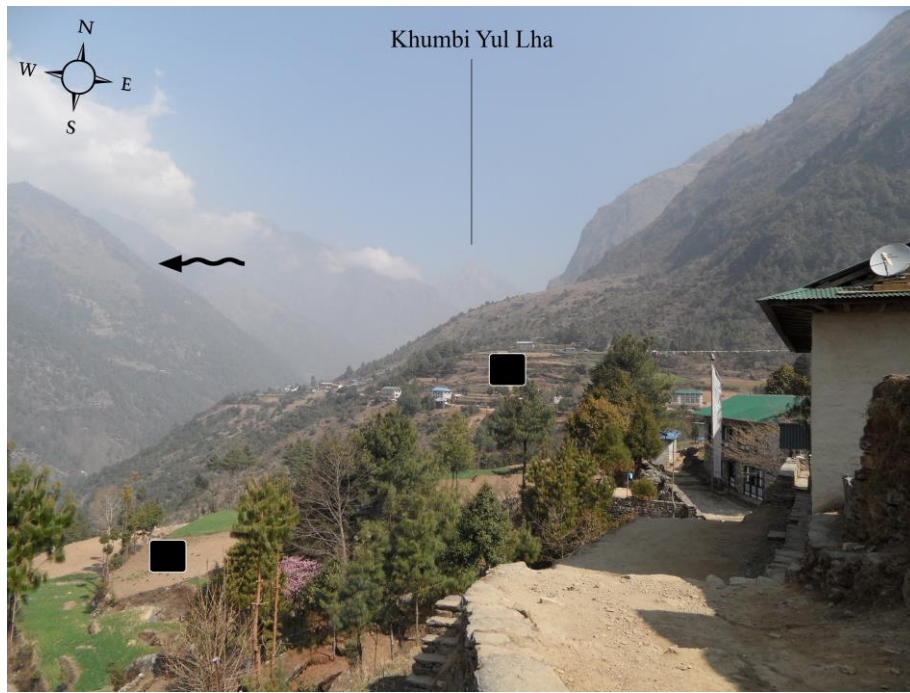




← Foto 183:

Grundmoränen bei Ghat (■; nach Kuhle 2005:Foto 222 Podestmoräne / Grundmoränensockel mit Terrassenstufe Stadium II / Spätglazial; nach Kuhle 2005:Fig. 4 hochglaziale Eismächtigkeit zwischen 1.200 und 1.300 m). Das Trogtalprofil (☾; siehe Talquerprofil 11) bei Phakding, glazigener Flankenschliff (◐), glaziäre Dreieckshänge (▲; vgl. Kuhle 2005:Fig. 11) sowie die Schriffgrenze (↔); hochglaziale Schriffgrenze nach Kuhle 2005:Foto 222 auf 4.000-3.600 m Höhe) auf ca. 3600 m Höhe (Talboden bei ca. 2.620 m, Eismächtigkeit 980 m) belegten eine glaziale Umgestaltung dieses Talabschnittes. Bei der dargestellten Schriffgrenze handelte es sich jedoch nicht um die höchstliegende hochglaziale, sondern um eine tieferliegende jüngere. Anstehendes Gestein: zwischen Ghat und Chheplung weißer Glimmerturmalingranit (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu), mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1).

Standort: südlich des Thado Khosi Khola Konfluenzbereiches (GPS: 27° 42.760'N 86° 42.811'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.644 m/GPS, 2.606 m/GE, 2.600 m/GMG – nach Kuhle 2005:Foto 222 2.720 m; Haupttalboden bei ca. 2.477 m/GE, 2.480 m/GMG (relative Höhe: ca. 129 m/GE, 120 m/GMG – nach Kuhle 2005:Foto 222 ca. 200 m über dem Haupttalboden); Sicht talaufwärts gen NNW bis N bzw. 350° in Richtung Ghat; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 21.03.2012.



↑ Foto 185:

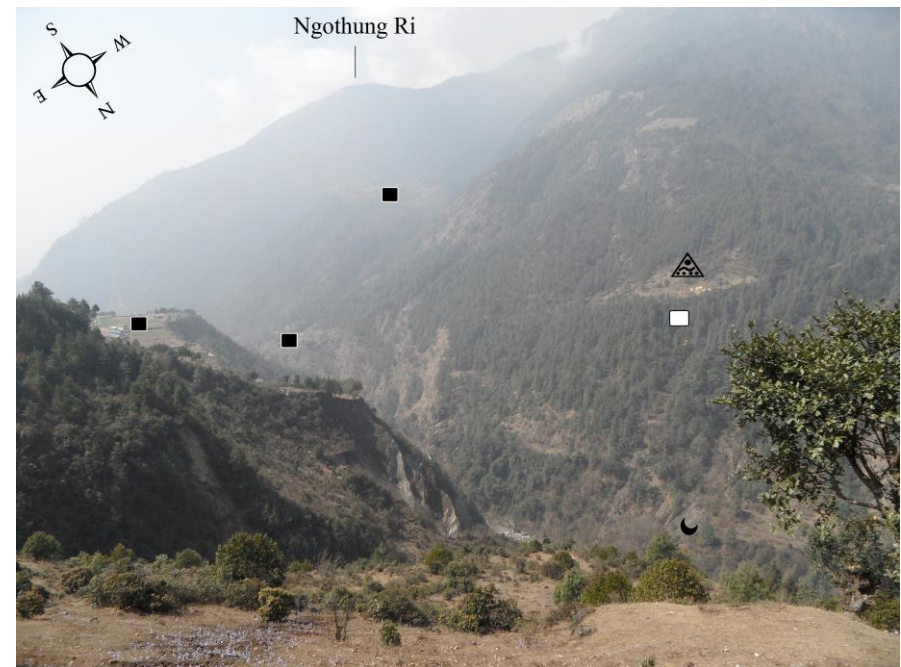
Grundmoräne (■; nach Kuhle 2005:Fig. 11 Podestmoräne / Grundmoränensockel mit Terrassenstufe bzw. Grundmoräne mit erratischen Blöcken Stadium 0 / Hochglazial; nach Kuhle 2005:Fig. 4 hochglaziale Eismächtigkeit zwischen 1.000 und 1.200 m). Die relative Höhe von ca. 300 m gab eine minimale hochglaziale Eismächtigkeit an. Die Schliftgrenze (↔) verwies auf einen Gletscherstand, jedoch – da es sich hierbei nicht um die höchstliegende hochglaziale Schliftgrenze handelte – auf einen jüngeren als das Hochglazial. Götze et al. (2015:Fig. 2) visualisierten in diesem Bereich Bergsturzablagerungen. Anstehendes Gestein: mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Chheplung und Chaunrikharka Glimmergranatgneis und Pegmatit (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu).

Standort: zwischen Thalsharoa und Chheplung (GPS: 27° 42.153'N 86° 43.030'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.707 m/GPS, 2.682 m/GE, 2.680 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.427 m/GE, 2.402 m/GMG (relative Höhe: ca. 255 m/GE, 278 m/GMG); Sicht talaufwärts gen NNW bis N bzw. 350°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 21.03.2012.

↓ Foto 184:

Grundmoräne (■; nach Kuhle 2005:Fig. 11 Podestmoräne / Grundmoränensockel mit Terrassenstufe bzw. Grundmoräne mit erratischen Blöcken Stadium 0 / Hochglazial; nach Kuhle 2005:Fig. 4 hochglaziale Eismächtigkeit zwischen 1.000 und 1.200 m). Nach Götze et al. (2015:Fig. 2) handelte es sich hierbei um Bergsturzablagerungen. Im Hangbereich auf der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite waren ein Murfächer (▲) aus disloziertem Moränenmaterial und im Anstehenden glaziärer Flankenschliff (☾) – anstehendes Gestein: mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Ghat und Chheplung weißer Glimmerturmalingranit (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu) – auszumachen. Götze et al. (2015:Fig. 2) visualisierten bei dem hier gekennzeichneten Murfächer Bergsturzblöcke.

Standort: zwischen Chheplung und Nachipang (GPS: 27° 42.376'N 86° 42.993'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.698 m/GPS, 2.685 m/GE, 2.680 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.450 m/GE, 2.440 m/GMG (relative Höhe: ca. 235 m/GE, 240 m/GMG); Sicht talabwärts gen SW bzw. 225°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 21.03.2012.







← Foto 186:

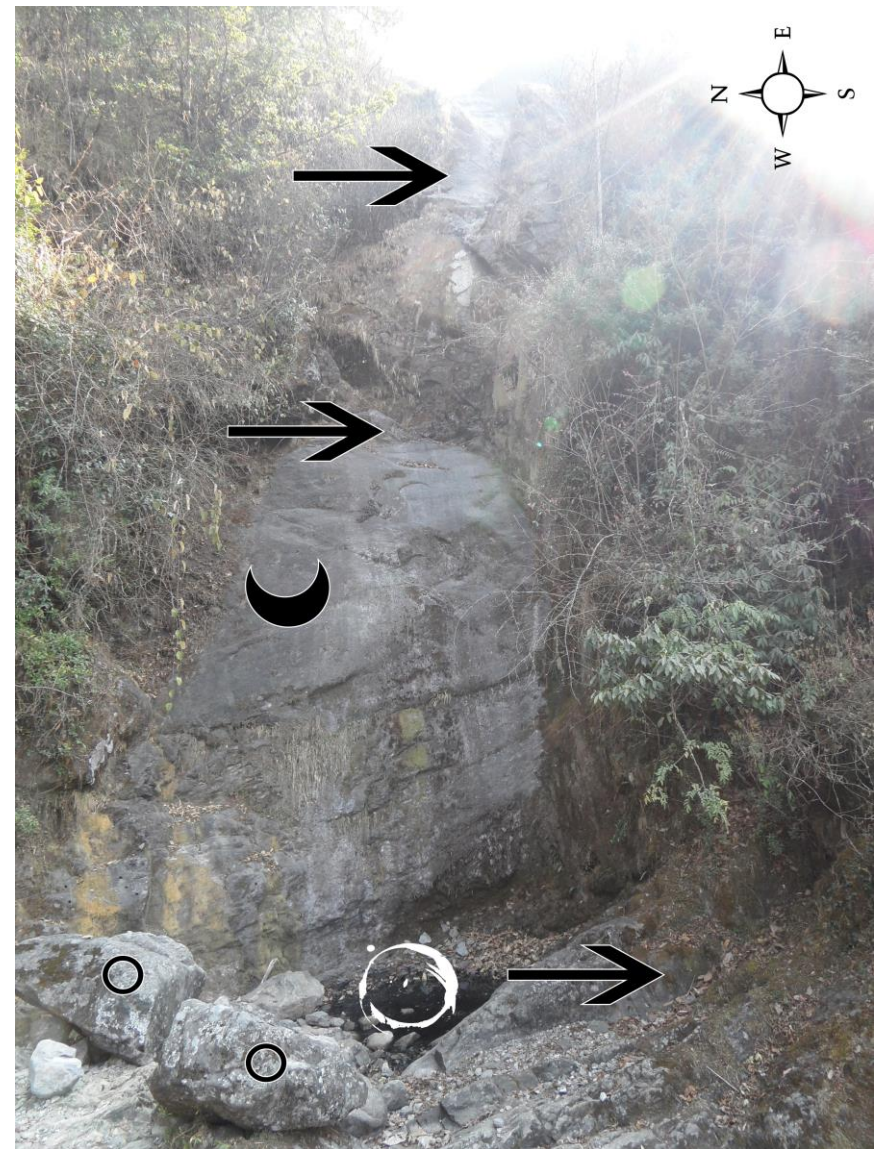
Grundmoräne (■; nach Kuhle 2005:Fig. 11 Podestmoräne / Grundmoränensockel mit Terrassenstufe bzw. Grundmoräne mit erratischen Blöcken Stadium 0 / Hochglazial; nach Kuhle 2005:Fig. 4 hochglaziale Eismächtigkeit zwischen 1.000 und 1.200 m). Fushimi (1978:Fig. 6) sah die unterste Terrasse als Moräne der U-1 Serie und die obere als Sedimente an, die glazial oder auch fluvial entstanden waren. Götz et al. (2015:Fig. 2) visualisierten in diesem Talbereich Bergsturzaflagerungen. Die auf diesem Foto am höchsten auszumachende Schriffgrenze (↔) bei 2.760 m Höhe auf der orographisch linken Dudh Khosi Talseite – bei Kuhle (2005:Foto 229) mit ca. 2.700 m angegeben – zeigte den Gletscherstand im dortigen Bereich an (vgl. Foto 194, 204, 217, 225). Es handelte sich hierbei aber nicht – wie Kuhle (2005) angab – um die höchstliegende hochglaziale Schriffgrenze, sondern um eine tieferliegende jüngere. Die u.g. relative Höhe von ca. 300 m konnte als eine minimale hochglaziale Eismächtigkeit ausgelegt werden. Anstehendes Gestein: zwischen Chheplung und Chaunrikharka Glimmergranatgneis und Pegmatit (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu), mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1).

Standort: zwischen Thalsharoa und Chheplung (GPS: 27° 42.132'N 86° 43.039'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.704 m/GPS, 2.677 m/GE, 2.680 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.427 m/GE, 2.402 m/GMG (relative Höhe: ca. 250 m/GE, 278 m/GMG); Sicht talabwärts gen SSW bis SW bzw. 210°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 21.03.2012.

→ Foto 187:

Strudeltopfartige Ausformung (⊙) im Anstehenden mit erkennbaren glazifluvialen Spülformen (→). Der glaziäre Flankenschliff (☾) und die kantengerundeten Blöcke (○) unterstützen die Erklärung zur glazialen bzw. glazifluvialen Entstehung, wobei letztgenannte durch die vorrangig einseitig ausgebildete Kantenrundung auch durch glaziären Flankenschliff mit folgendem Steinschlag erklärt werden könnte (nach Kuhle 2005:Fig. 4 hochglaziale Eismächtigkeit zwischen 1.000 und 1.200 m). Anstehendes Gestein: bei Lukla Glimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu), mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1). Es handelte sich hier um die Gesteinsart Gneis.

Standort: Brücke zwischen Lukla und Thalsharoa (GPS: 27° 41.763'N 86° 43.530'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.762 m/GPS, 2.775 m/GE, 2.780 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.317 m/GE, 2.318 m/GMG (relative Höhe: ca. 458 m/GE, 462 m/GMG); Sicht gen ENE bis E bzw. 70°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 21.03.2012.



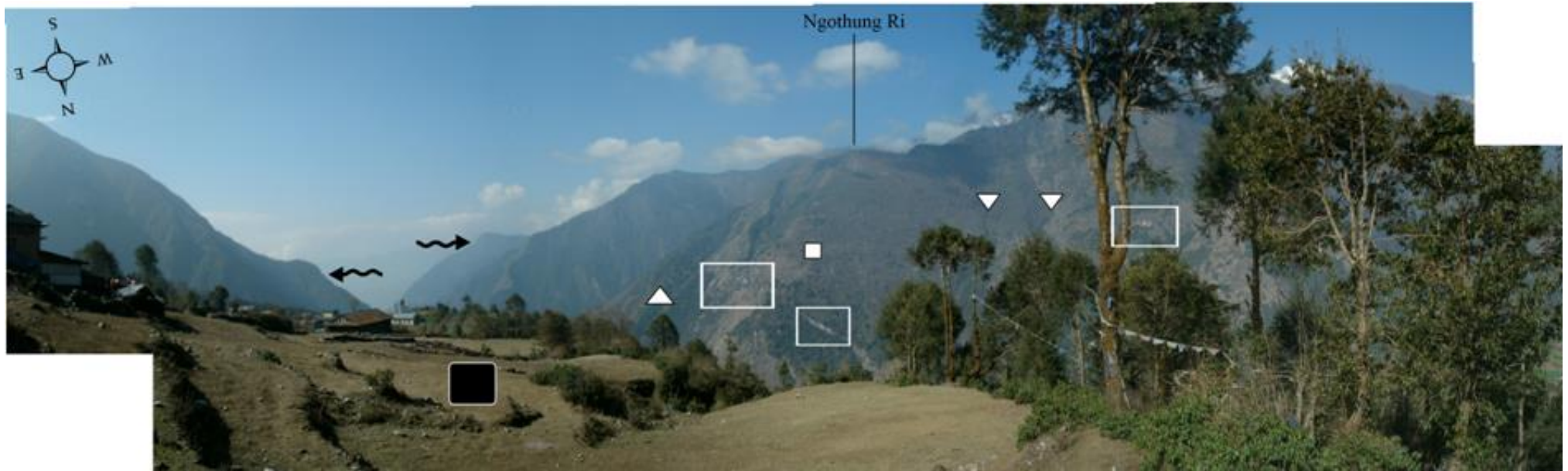




← Foto 188:

Zwischen den Orten Lukla und Thalsharao zerschnittene Moräne (■; nach Kuhle 2005:Fig. 11 Podestmoräne / Grundmoränensockel mit Terrassenstufe bzw. Grundmoräne mit erratischen Blöcken; nach Kuhle 2005:Fig. 4 hochglaziale Eismächtigkeit zwischen 1.000 und 1.200 m; nach Götz et al. 2015:Fig. 2 Bergsturzablagerungen) mit überwiegend kantengerundeten, aber auch gerundeten Blöcken (○; 1 m Stock als Größenmaß). Anstehendes Gestein: bei Lukla Glimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu), mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1). Die relative Höhe des Fotostandortes von ca. 600 m gab ein minimales hochglaziales Eislevel an.

Standort: nördlich von Lukla (GPS: 27° 41.585'N 86° 43.711'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.831 m/GPS, 2.856 m/GE, 2.858 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.285m/GE, 2.280 m/GMG (relative Höhe: 571 m/GE, 578 m/GMG), Sicht gen ENE bis E bzw. 80°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 21.03.2012.



↑ Foto 189:

Grundmoränen im Bereich von Lukla (■; nach Kuhle 2005: Foto 224, Fig. 11 Podestmoräne / Grundmoränensockel mit Terrassenstufe Stadium 0 / Hochglazial bzw. Grundmoräne mit erratischen Blöcken auf der orographisch linken Dudh Khosi Talseite und Grundmoräne mit großen nicht erratischen Blöcken auf der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite; nach Kuhle 2005:Fig. 4 hochglaziale Eismächtigkeit zwischen 1.000 und 1.200 m). Fushimi (1978:Fig. 6) beschrieb die Terrasse aus Sedimenten, die glazial oder auch fluvial entstanden, Götz et al. (2015:Fig. 2) als Bergsturzablagerungen / Terrasse III. In den Hangbereichen auf der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite waren Erosionsrinnen (▼) und glaziäre Dreieckshänge (▲) ausgebildet. Der anstehende metamorphe Gneis – anstehendes Gestein bei Lukla Glimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu) – ließ an einigen Stellen frische Verwitterungsbereiche (□) erkennen, was eine Zerstörung des glaziären Flankenschliffs darstellte (vgl. Kuhle 2005:Foto 224). Die auf diesem Foto am höchsten auszumachenden Schliftgrenzen (↯) bei 3.060 m Höhe auf der orographisch rechten und bei 2.760 m Höhe auf der orographisch linken Dudh Khosi Talseite – bei Kuhle (2005:Foto 229) mit ca. 2.700 m angegeben – zeigten einen Gletscherstand in dem dortigen Bereich an (vgl. Foto 194, 204, 217, 225). Es handelte sich hierbei aber nicht – wie Kuhle angab – um die höchstliegenden hochglazialen Schliftgrenzen, sondern um tieferliegende jüngere. Bei Kuhle (2005:Foto 227) wurde die Schliftgrenze im Bereich von Lukla auf ca. 4.100 bis 3.400 m Höhe angegeben. Die Schliftgrenze auf der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite im Bereich von Lukla (↯↯↯↯; nach Kuhle 2005:Foto 224, 227 bei ca. 3.400 m Höhe) lag bei Lukla auf ca. 3.950 m/GE Höhe, was in Bezug zum Haupttalboden (27° 41.537'N 86° 42.629'E) bei ca. 2.285 m/GE (nach Kuhle 2005:Foto 224 bei 2.000 m) eine hochglaziale maximale Eismächtigkeit von ca. 1.665 m zuließ. Nach den angegebenen Daten von Kuhle 2005 berechnete sich eine hochglaziale Eismächtigkeit von 1.400 m. Die u.g. relative Höhe verwies auf eine minimale hochglaziale Eismächtigkeit von ca. 600 m.

Standort: Lukla (GPS: 27° 41.532'N 86° 43.674'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.853 m/GPS, 2.841 m/GE, 2.840 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.285 m/GE, 2.270 m/GMG (relative Höhe: ca. 556 m/GE, 570 m/GMG); Sicht talabwärts gen S bis NNW bzw. 200 bis 320°; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 19.03.2012.





↓ Foto 190:

Grundmoräne (■; nach Kuhle 2005:Fig. 11; Fotos 224, 225 Podestmoräne / Grundmoränensockel mit Terrassenstufe mit erratischen Blöcken; nach Kuhle 2005:Fig. 4 hochglaziale Eismächtigkeit zwischen 1.000 und 1.200 m). Die hauptsächlich aus kantengerundeten Gesteinen (○) bestehende durch Menschen gestapelte Gesteinsmauer und der im Vordergrund zu sehende Gesteinshaufen deuteten darauf hin, dass diese Gesteine aus den Moränenablagerungen entfernt wurden. Vor Ort konnten solche Arbeiten beobachtet werden. Dies ließ darauf schließen, dass diese Umlagerungen nicht nur hier, sondern auch in anderen Gebieten vorgenommen worden sind. Auch die offen gelegten, meist kantengerundete Gesteine (○) deuteten auf solches Material hin. Die u.g. relative Höhe des Aufnahmestandortes von ca. 600 m verwies auf eine minimale hochglaziale Eismächtigkeit. Götz et al. (2015:Fig. 2) visualisierten in diesem Bereich Bergsturzablagerungen / Terrasse III. Anstehendes Gestein: bei Lukla Glimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal), Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu), mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1). Vor Ort ausmachbare granitische Gesteine bestätigten die von Kuhle (2005) kartierten Moränen mit Erratika.

Standort: Lukla (in der Nähe der Koordinaten GPS: 27° 41.494'N 86° 43.709'E, GE: 27° 41.484'N 86° 43.713'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.866 m/GPS, 2.852 m/GE, 2.850 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.235 m/GE, 2.230 m/GMG (relative Höhe: ca. 617 m/GE, 620 m/GMG); Sicht gen N bis NNE bzw. 10°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 19.03.2012.

↑ Foto 191:

Grundmoräne (nach Kuhle 2005:Fig. 11; Fotos 224, 225 Podestmoräne / Grundmoränensockel mit Terrassenstufe mit erratischen Blöcken; nach Kuhle 2005:Fig. 4 hochglaziale Eismächtigkeit zwischen 1.000 und 1.200 m). Die hauptsächlich aus kantengerundeten Gesteinen bestehende durch Menschen gestapelte Gesteinsmauer deutete darauf hin, dass diese Gesteine aus den Moränenablagerungen entfernt wurden. Auch die darunter offen gelegten Gesteine deuteten auf solches Material hin. Die u.g. relative Höhe des Aufnahmestandortes von ca. 600 m verwies auf eine minimale hochglaziale Eismächtigkeit. Götz et al. (2015:Fig. 2) visualisierten in diesem Bereich Bergsturzablagerungen / Terrasse III. Anstehendes Gestein: bei Lukla Glimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal), Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu), mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1). Vor Ort ausmachbare granitische Gesteine bestätigten die von Kuhle (2005) kartierten Moränen mit Erratika.

Standort: Brücke Lukla Hauptweg (GE: 27° 41.484'N 86° 43.713'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.852 m/GE, 2.850 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.235 m/GE, 2.230 m/GMG (relative Höhe: ca. 617 m/GE, 620 m/GMG); Sicht gen E; Bw 5,3 mm. Foto: E. Spitzer, 20.03.2012.



↓ Foto 192:

Aufschluss 5 bei Lukla. Aufgeschlossener Murfächer (2 m Maßband als Größenmaß) aus schlecht sortiertem, bräunlichem, dicht gelagertem, disloziertem Grundmoränenmaterial. Kuhle (2005:Foto 227) visualisierte ebenfalls `debris cones and debris flow fans´ auf den Grundmoränenpodesten in diesem Bereich. Götz et al. (2015:Fig. 2) kartierten in diesem Bereich Bergsturzablagerungen / Terrasse III. Anstehendes Gestein war bei Lukla Glimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu), mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1). Die untersuchten Gesteinsarten von 100 entnommenen Gesteinen (78 % metamorph, 22 % magmatisch – Granit: anstehend zwischen Ghat und Chheplung – vgl. geologische Karte Nepal) unterstützten in Bezug auf die anstehenden metamorphen Gesteine die vorherige glaziale Genese des dislozierten Moränenmaterials, wobei selbst die ausgemachten metamorphen Pegmatite (anstehend zwischen Chheplung und Chaunrikharka – vgl. geologische Karte Nepal) dieses bestätigten. Die Gesteine waren zu fast 80 % kantengerundet. Die zwei entnommenen Sedimentproben P1 (◆; oben) und P2 (◆; unten) zeigten, dass alle Korngrößen Ton (4,85 % / P1; 4,07 % / P2), Schluff (22,06 % / P1; 25,51 % / P2) und Sand (73,09 % / P1; 70,42 % / P2) enthalten waren. Es handelte sich hierbei also um die Bodenart Lehm- bis Schluffsand. Die Morphoskopie der ausgezählten 369 / P1, 416 / P2 Quarzkörner der Mittelsandfraktion ergab die Einteilung in die Gruppen: glazial gebrochen / frisch verwittert zu etwa 97,56 % / P1; 98,8 % / P2 (davon 11,65 % / P1; 14,42 % / P2 eindeutig gebrochene fluvial polierte Körner) und fluvial poliert zu ca. 2,44 % / P1; 1,2 % / P2. Bei der Ablagerung war keine Sortierung oder Schichtung zu erkennen, nur oberhalb des Sediments war eine Bodenschicht entwickelt. Durch die deutlich auszumachende Boden- und Vegetationsbedeckung konnte eine derzeitige bzw. eine sehr junge Entstehung ausgeschlossen werden.

Standort: Lukla (GPS: 27° 41.453'N 86° 43.869'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.895 m/GPS, 2.900 m/GE, 2.900 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.235 m/GE, 2.230 m/GMG (relative Höhe: ca. 665 m/GE, 670 m/GMG); Sicht gen NE; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 13.04.2012.



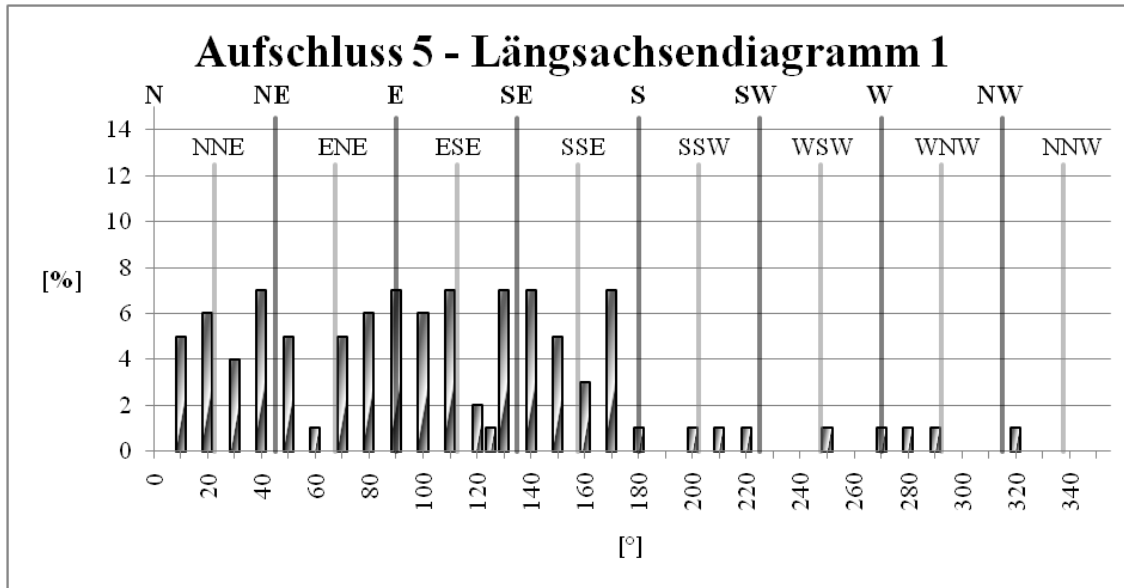




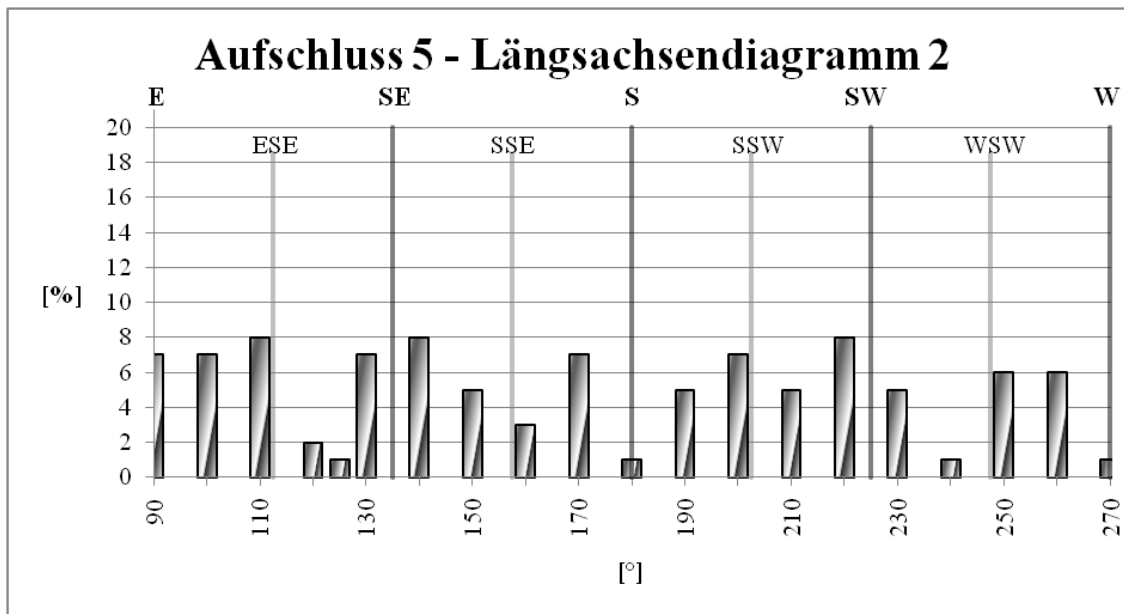
↑ Foto 193:

Grundmoräne (nach Kuhle 2005:Fig. 11; Fotos 224, 225 Podestmoräne / Grundmoränensockel mit Terrassenstufe Stadium 0 / Hochglazial mit erratischen Blöcken; nach Kuhle 2005:Fig. 4 hochglaziale Eismächtigkeit zwischen 1.000 und 1.200 m). Laut Fushimi (1978:Fig. 6) bestand die Terrasse aus Sedimenten, die glazial oder auch fluvial entstanden waren. Götz et al. (2015:Fig. 2) visualisierten in diesem Bereich Bergsturzablagerungen / Terrasse III. Der hauptsächlich aus kantengerundeten Gesteinen bestehende durch Menschen gestapelte Gesteinshaufen deutete darauf hin, dass diese aus den Moränenablagerungen entfernt wurden. Die u.g. relative Höhe des Aufnahmestandortes von ca. 600 m verwies auf eine minimale hochglaziale Eismächtigkeit. Anstehendes Gestein war bei Lukla Glimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu), mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1). Vor Ort ausmachbare granitische Gesteine bestätigten die von Kuhle (2005) kartierten Moränen mit Erratika.

Standort: Lukla (GPS: 27° 41.402'N 86° 43.674'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.846 m/GPS, 2.839 m/GE, 2.838 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.235 m/GE, 2.230 m/GMG (relative Höhe: ca. 604 m/GE, 608 m/GMG); Sicht gen NE bis ENE bzw. 60°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 18.03.2012.

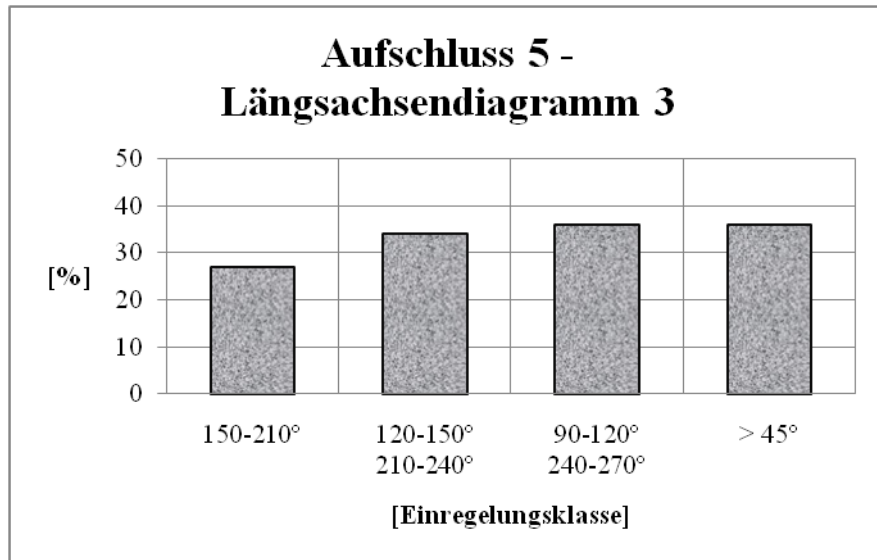


← Längsachsendiagramm 1 nach Himmelsrichtung (Vollkreis) des Aufschlusses 5 (siehe Foto 192; 27° 41.452'N 86° 43.870'E). Die Gradzahlen der Längsachsen gaben die reale Lage im Raum an, d.h. die Einregelungstafel wurde eingenordet. Die untersuchten 100 Gesteine waren vorwiegend nach Nordost bis Süden eingeregelt. Bei einer Exposition des Aufschlusses von 270° waren die Gesteine sowohl schräg zur Hangneigung als auch in Hangneigungsrichtung eingeregelt. Das Nebental bei Lukla verlief im Bereich des Aufschlusses von NE nach SW. Eine Unterscheidung der Gesteine in kleinere (2-10 cm, n=75) und bis zu größere faustgroße (10-18 cm, n=25) führte zu keinem anderen Ergebnis, so dass alle Gesteine zusammen betrachtet werden konnten.

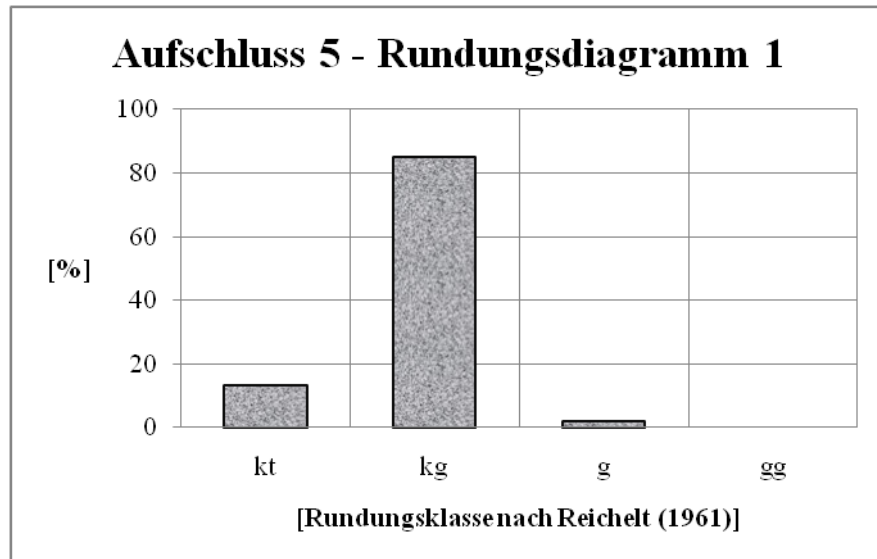


← Längsachsendiagramm 2 nach Himmelsrichtung (Halbkreis) des Aufschlusses 5 (siehe Foto 192; 27° 41.452'N 86° 43.870'E). Die Gradzahlen der Längsachsen gaben die reale Lage im Raum an, d.h. die Einregelungstafel wurde eingenordet. Die untersuchten 100 Gesteine waren vorwiegend nach Osten bis Südost bzw. Süden bis Südwest eingeregelt. Somit war in diesem Tal keine bedeutende Einregelungsrichtung zu erkennen. Das Nebental bei Lukla verlief im Bereich des Aufschlusses von NE nach SW. Eine Unterscheidung der Gesteine in kleinere (2-10 cm, n=75) und bis zu größere faustgroße (10-18 cm, n=25) führte zu keinem anderen Ergebnis, so dass alle Gesteine zusammen betrachtet werden konnten.





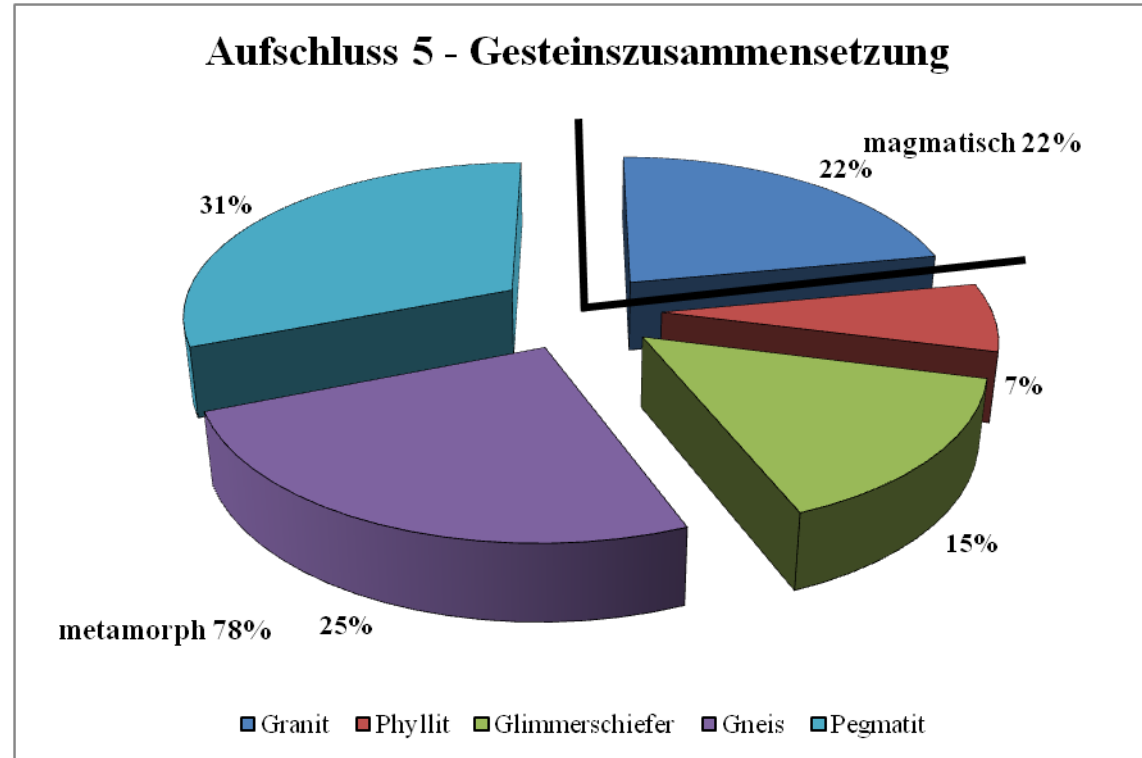
← Längsachsendiagramm 3 des Aufschlusses 5 (siehe Foto 192; 27° 41.452'N 86° 43.870'E), abgewandelt nach den Einregelungsklassen nach Poser, Hövermann (1951). Die Gradzahlen der Längsachsen gaben die reale Lage im Raum an, d.h. die Einregelungstafel wurde eingenordet. Die Einregelungsklassen bezogen sich hier nicht auf die Expositionsrichtung des Aufschlusses sondern auf die Himmelsrichtungen, d.h. dass die Klasse I von 150° bis 210°, die Klasse II von 120° bis 150° und von 210° bis 240° und die Klasse III von 90 bis 120° und von 240° bis 270° reichte. Die untersuchten bis zu faustgroßen 136 Gesteine (hier jedoch nur 133, da 3 Gesteine nicht zugeordnet; 36 über 45 % geneigt bzw. in Gruppe IV eingeteilt) waren hauptsächlich bei einer Exposition des Aufschlusses von 270° in die Klasse III eingeregelt. Nichtsdestotrotz waren die Gesteine auch in die Gruppen II und I eingeregelt. Somit war in diesem Tal keine bedeutende Einregelungsrichtung zu erkennen. Das Nebental bei Lukla verlief im Bereich des Aufschlusses von NE nach SW. Eine Unterscheidung der Gesteine in kleinere (2-10 cm, n=75) und bis zu größere faustgroße (10-18 cm, n=25) führte zu keinem anderen Ergebnis, so dass alle Gesteine zusammen betrachtet werden konnten. Es handelte sich bei diesem Aufschluss um einen Murfächer / -kegel bzw. um disloziertes Grundmoränenmaterial.



← Rundungsdiagramm der Gesteine des Aufschlusses 5 (siehe Foto 192; 27° 41.452'N 86° 43.870'E) in % nach den Einordnungen kantig, kantengerundet, gerundet und gut gerundet nach Reichelt (1961). Die Gesteine waren vorwiegend kantengerundet. Wenige waren gut gerundet, aber auch kantig. Der Rundungsgrad ergab einen Wert von 189. Eine Unterscheidung der Gesteine in kleinere (2-10 cm, n=75) und bis zu größere faustgroße (10-18 cm, n=25) Gesteine führte zu keinem anderen Ergebnis.

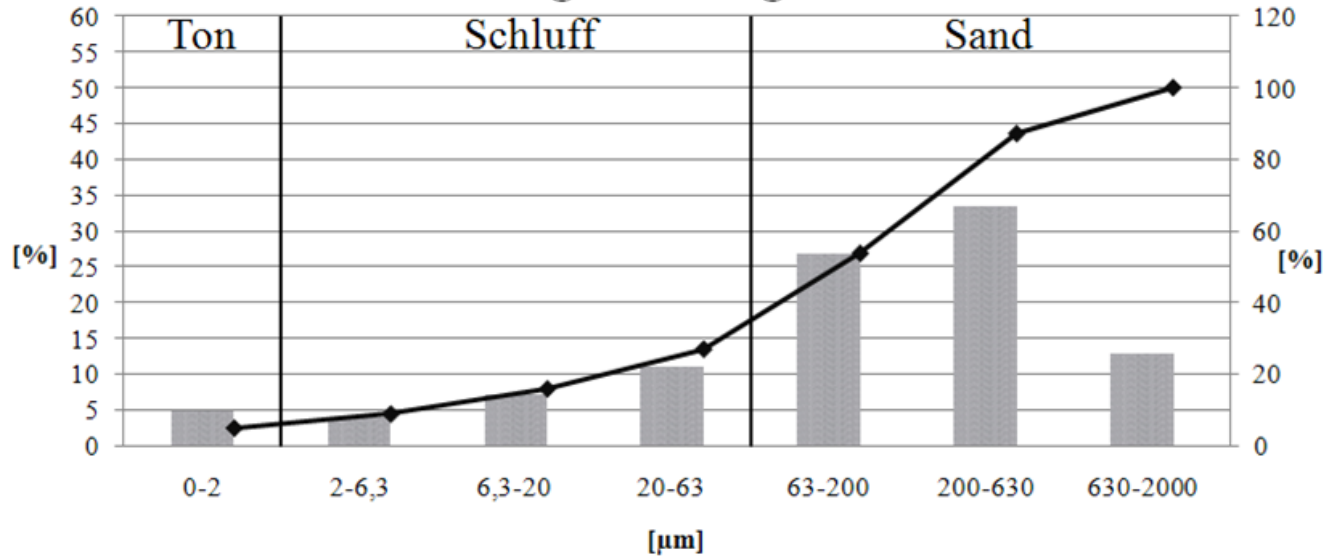
→ Gesteinszusammensetzung des Aufschlusses 5 (siehe Foto 192; 27° 41.452'N 86° 43.870'E) in metamorphe und magmatische Gesteine. Die Gesteine waren vorwiegend bzw. zu 78 % metamorph. Darunter zählten der Menge nach absteigend geordnet Pegmatite, Gneise, Glimmerschiefer sowie Phyllite. Magmatische Gesteine bzw. Granite kamen zu 22 % vor.

Dass es sich bei diesem Aufschluss um Moränenmaterial handelte, konnte durch die Korngrößen- und Kornformenanalysen der zwei entnommenen Proben nachgewiesen werden. Die vorwiegend kantengerundeten Gesteine und die vorhandenen Granitgesteine als Erratika (anstehend zwischen Ghat und Chheplung – vgl. geologische Karte Nepal) bei anstehenden Gesteinen von Glimmergneis (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) – sprachen hier in diesem Bereich für eine solche Genese. Das Moränenmaterial wurde jedoch als Murfächer / -kegel umgelagert. Die Einregelung der Gesteine sprach ebenfalls für eine solche Umlagerung.

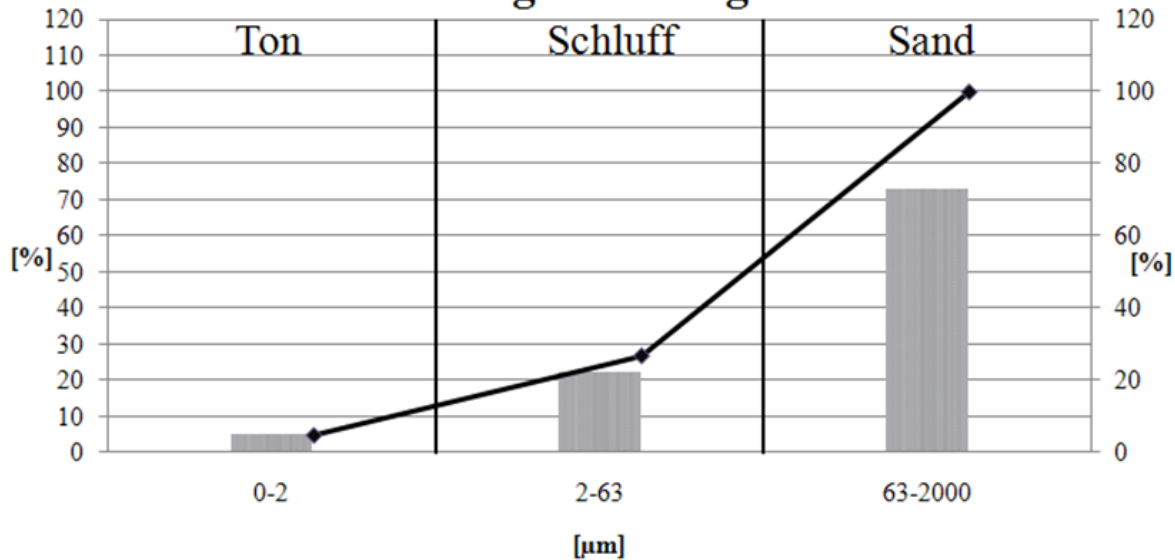




### Probe 11 - Korngrößendiagramm 1

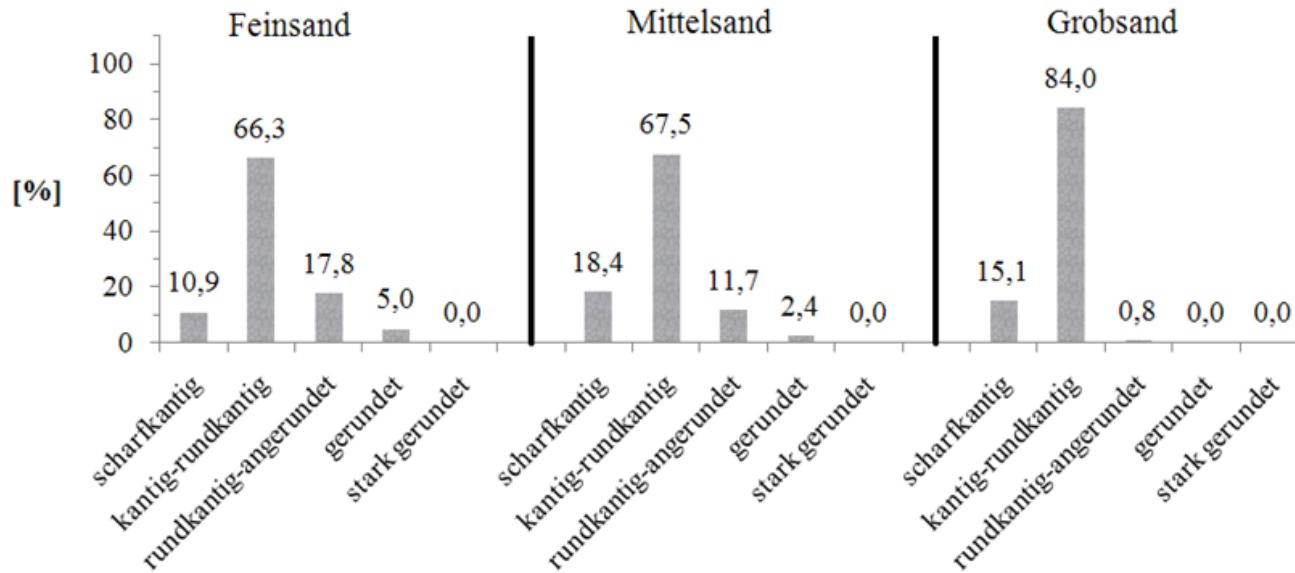


### Probe 11 - Korngrößendiagramm 2

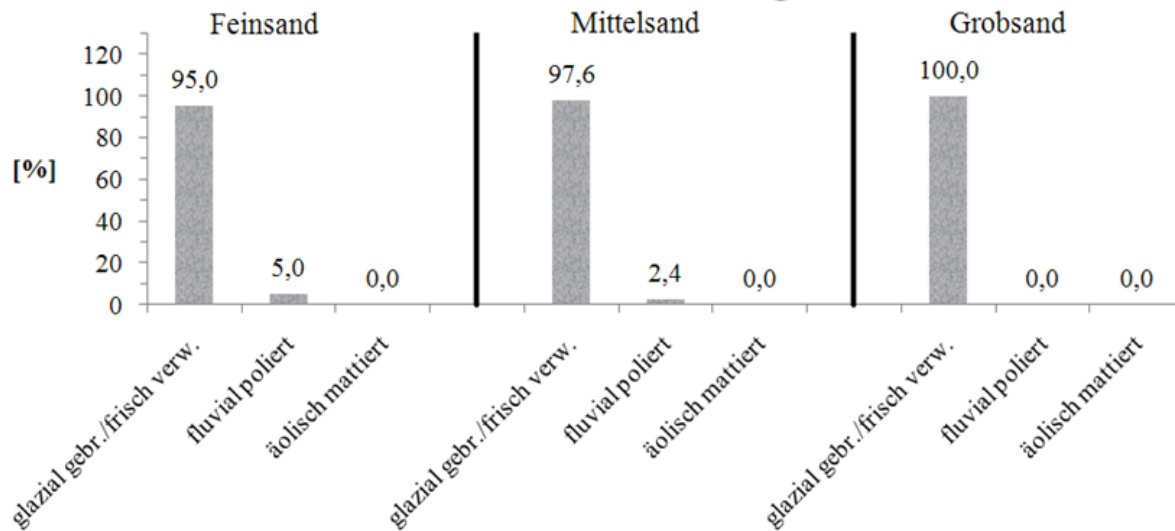


← Korngrößendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 11 von der orographisch linken Dudh Khosi Talseite bei Lukla (siehe Foto 192; Standort 27° 41.453'N 86° 43.869'E). Angaben des Ton-, Schluff- bzw. Fein-, Mittel- und Grobschluff- sowie Sand- bzw. Fein-, Mittel- und Grobsandgehaltes wurden in % angegeben. In der Probe waren 4,847 % Ton, 22,064 % Schluff (3,954 % Feinschluff, 7,029 % Mittelschluff, 11,081 % Grobschluff) und 73,088 % Sand (26,834 % Feinsand, 33,425 % Mittelsand, 12,829 % Grobsand) enthalten. Es handelte sich hier um Moränenmaterial, da dieses dadurch gekennzeichnet war, dass alle Korngrößen von Ton bis Sand vorhanden waren, diese Probe also unsortiert war. An der Probeentnahmestelle konnten ebenfalls kleine und große Gesteine ausgemacht werden. Demnach kamen die Korngrößen Ton bis Blockgröße vor. Vorwiegend waren kantengerundete und gerundete Gesteine in einer feinen Matrix aufzufinden. Der Anteil der gut gerundeten Gesteine gab einen Hinweis auf eine fluviale oder glazifluviale Umgestaltung. Nach der geomorphologischen Ausprägung des Moränenmaterials zu schließen handelte es sich hier speziell um disloziertes Moränenmaterial, welches sich zu einem Murfächer / -kegel ansammelte. Es waren Granite (anstehend zwischen Ghat und Chheplung – vgl. geologische Karte Nepal) enthalten, die bei anstehenden Gesteinen von Glimmergneis (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) hier in diesem Bereich auf Erratika hindeuteten. Es wurden zum Vergleich der Ergebnisse zwei Proben entnommen – Probe 11 und Probe 12. Die Ergebnisse waren vergleichbar: 4,85 % Ton gegenüber 4,07 % Ton, 22,06 % Schluff gegenüber 25,51 % Schluff und 73,09 % Sand gegenüber 70,42 % Sand.

## Probe 11 - Kornformendiagramm 1



## Probe 11 - Kornformendiagramm 2

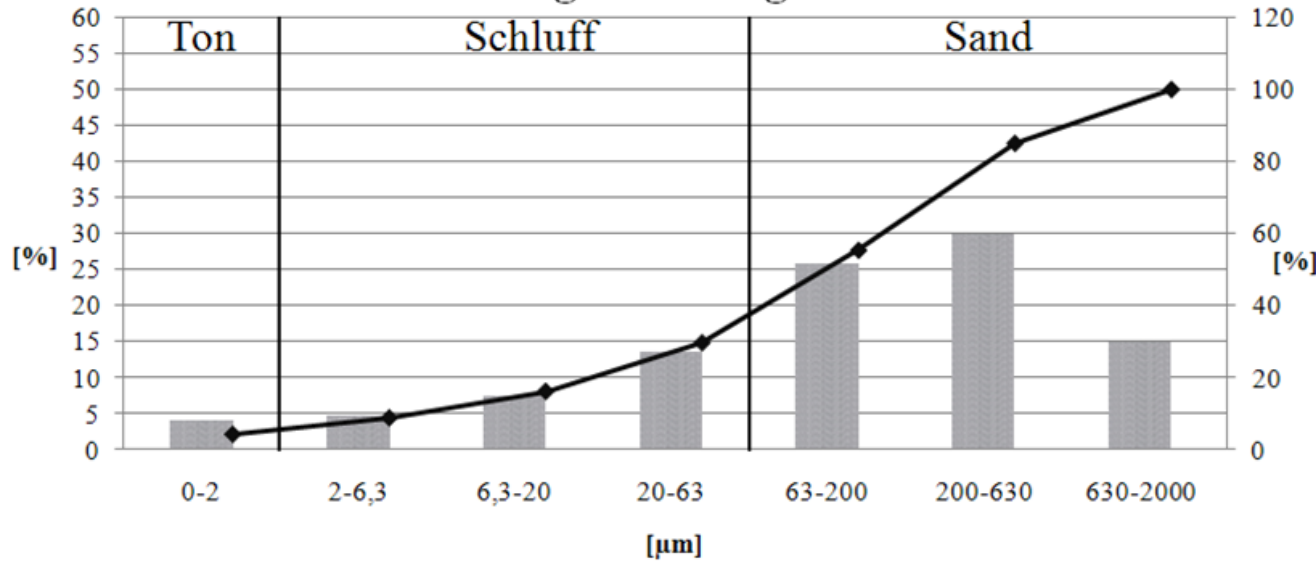


← Kornformendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 11 von der orographisch linken Dudh Khosi Talseite bei Lukla (siehe Foto 192; Standort 27° 41.453'N 86° 43.869'E). Angaben des Ton-, Schluff- und Sandgehaltes wurden in % angegeben. Es wurden insgesamt 589 Körner ausgezählt (101 in der Feinsand-, 369 in der Mittelsand- und 119 in der Grobsandfraktion). Somit lag das Hauptaugenmerk der Untersuchung auf der Mittelsandfraktion. In der Probe waren bei einer Fraktion 100 % glazial gebrochene / frisch verwitterte Kornformen und bei den anderen zwei 95,0 % und 97,6 % glazial gebrochene / frisch verwitterte und 5,0 % und 2,4 % fluvial polierte Körner enthalten. Da bei diesem Standort – wie bei der Korngrößenanalyse gezeigt werden konnte – Korngrößen von Ton bis Sand und vorwiegend kantengerundete und gerundete Blöcke vorkamen (daneben auch Erratika enthalten), wurde verständlich, dass die Körner glazial gebrochene waren. Anhand der Klassifizierung in fünf Kategorien scharfkantig, kantig-rundkantig, rundkantig-angerundet, gerundet und stark gerundet konnte gezeigt werden, dass hierbei der fluvial polierte Anteil hoch war, da kantig bis rundkantige sowie rundkantig bis angerundete und sogar gerundete Körner in der Sedimentprobe vorhanden waren. Der Grobsandanteil zeigte die meisten kantig bis rundkantigen Körner, gefolgt von der Mittelsandfraktion. Die Körner der Fein- und Mittelsandfraktion tendierten in die fluvial polierte Gruppe. Somit wurde auch neben dem o.g. glazialen Einfluss eine glazifluviale bzw. fluviale Einwirkung auf die Sedimente – da die Körner hin zum fluvial polierten Korn tendierten – deutlich. Diese Einwirkung kann vor oder während dem glazialen Transport – da die kleineren Körner diesen Prozess länger konservieren können als die größeren – oder auch während bzw. in diesem Fall mit einem Murprozess einhergegangen sein – da die größeren Körner eher in die Richtung rundkantige bis angerundete Ausformung tendierten. Somit war auf jeden Fall eine starke bzw. längere Schmelzwassereinwirkung auf das Material nachzuweisen – wann diese jedoch genau einwirkte, konnte nicht geklärt werden. Der Murprozess fand auf jeden Fall nach der glazialen Ablagerung des Möränenmaterials statt. Hierbei konnten fluviale, aber auch glazifluviale Prozesse eine Rolle gespielt haben.

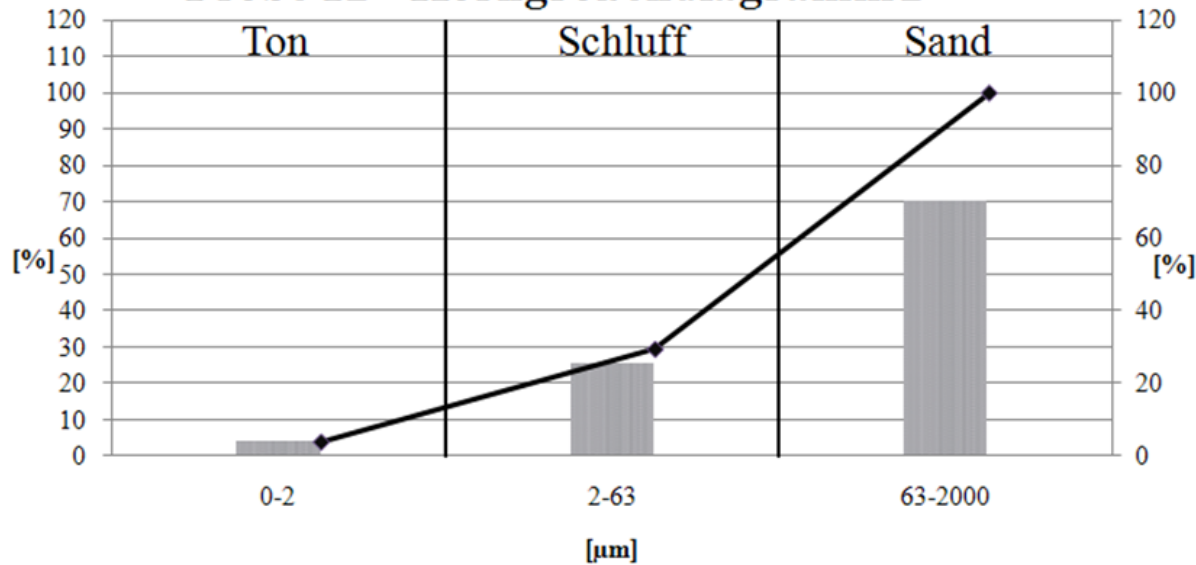
Es wurden zum Vergleich der Ergebnisse zwei Proben entnommen – Probe 11 und Probe 12. Die Ergebnisse waren ähnlich: in beiden Proben waren die Körner fast in allen Fraktionen zu 95 bis 100 % glazial gebrochen / frisch verwittert, wobei daneben eine fluviale Polierung der Körner auftrat.



### Probe 12 - Korngrößendiagramm 1

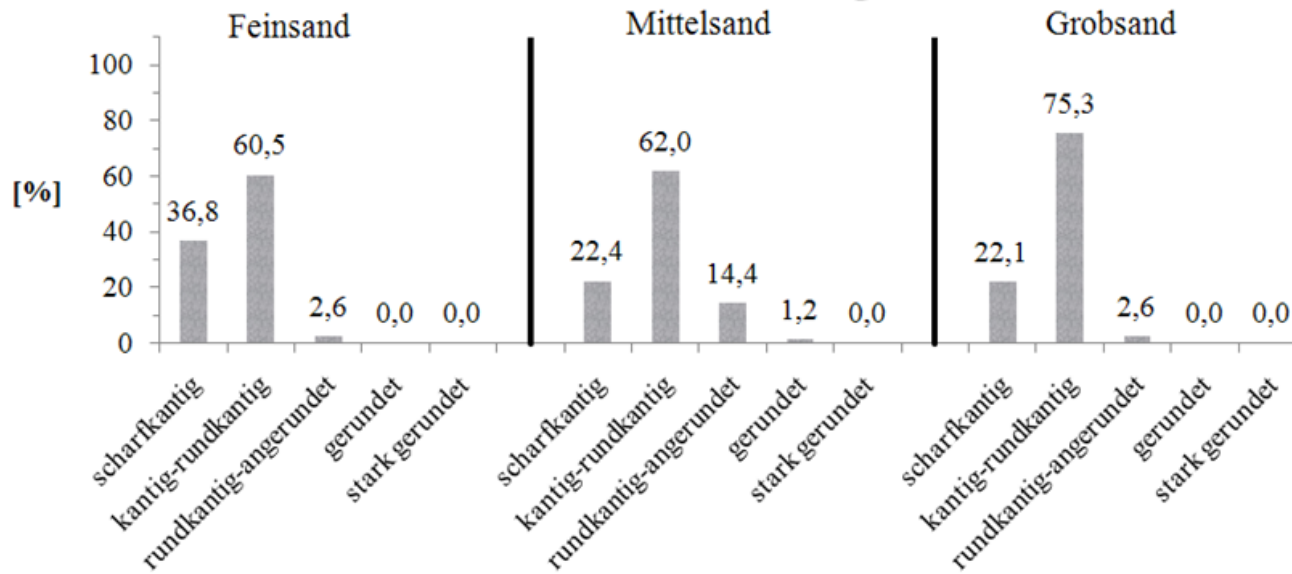


### Probe 12 - Korngrößendiagramm 2

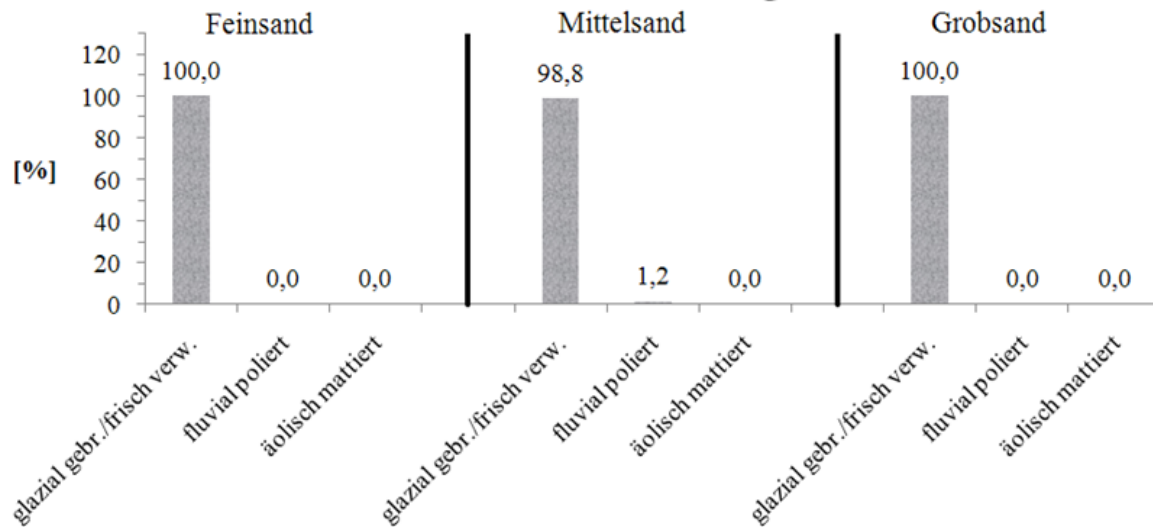


← Korngrößendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 12 von der orographisch linken Dudh Khosi Talseite bei Lukla (siehe Foto 192; Standort 27° 41.453'N 86° 43.869'E). Angaben des Ton-, Schluff- bzw. Fein-, Mittel- und Grobschluff- sowie Sand- bzw. Fein-, Mittel- und Grobsandgehaltes wurden in % angegeben. In der Probe waren 4,071 % Ton, 25,509 % Schluff (4,594 % Feinschluff, 7,379 % Mittelschluff, 13,536 % Grobschluff) und 70,421 % Sand (25,685 % Feinsand, 29,775 % Mittelsand, 14,961 % Grobsand) enthalten. Es handelte sich hier um Moränenmaterial, da dieses sich dadurch auszeichnete, dass alle Korngrößen von Ton bis Sand vorhanden waren, diese also unsortiert war. An der Probeentnahmestelle konnten ebenfalls kleine und große Gesteine ausgemacht werden. Demnach kamen die Korngrößen Ton bis Blockgröße vor. Vorwiegend waren kantengerundete und gerundete Gesteine in einer feinen Matrix aufzufinden. Der Anteil der gut gerundeten Gesteine gab einen Hinweis auf eine fluviale oder glazifluviale Umgestaltung. Nach der geomorphologischen Ausprägung des Moränenmaterials zu schließen handelte es sich hier speziell um disloziertes Moränenmaterial, welches sich zu einem Murfächer / -kegel ansammelte. Es waren Granite (anstehend zwischen Ghat und Chheplung – vgl. geologische Karte Nepal) enthalten, die bei anstehenden Gesteinen von Glimmergneis (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitischen Orthogneisen und hochgradigen Paragneisen (vgl. geologische Karte Khumbu) hier in diesem Bereich auf Erratika hindeuteten. Es wurden zum Vergleich der Ergebnisse zwei Proben entnommen – Probe 11 und Probe 12. Die Ergebnisse waren ähnlich: 4,85 % Ton gegenüber 4,07 % Ton, 22,06 % Schluff gegenüber 25,51 % Schluff und 73,09 % Sand gegenüber 70,42 % Sand.

## Probe 12 - Kornformendiagramm 1



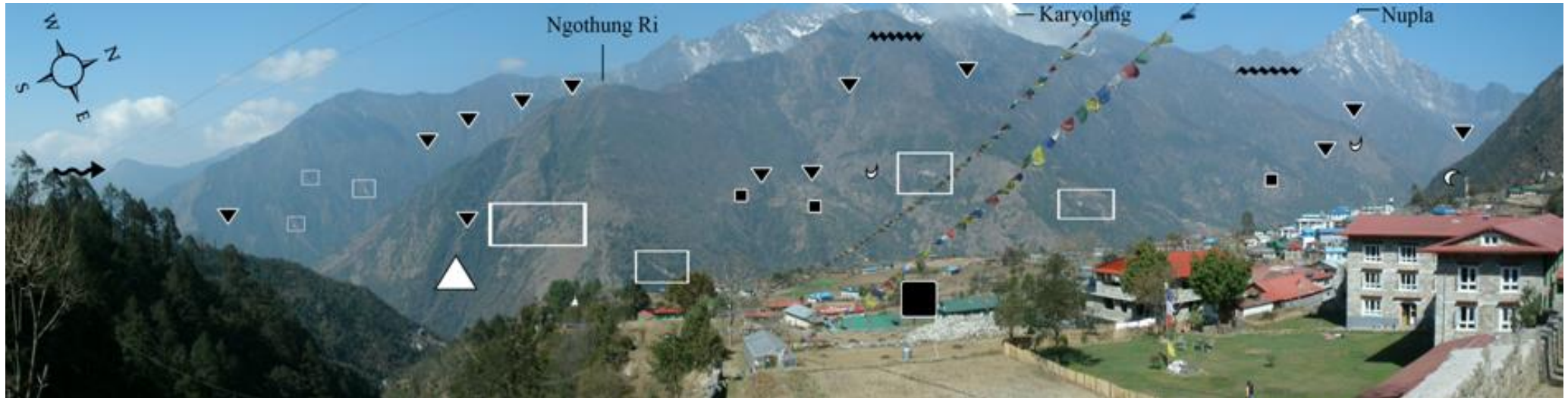
## Probe 12 - Kornformendiagramm 2



← Kornformendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 12 von der orographisch linken Dudh Khosi Talseite bei Lukla (siehe Foto 192; Standort 27° 41.453'N 86° 43.869'E). Angaben des Ton-, Schluff- und Sandgehaltes wurden in % angegeben. Es wurden insgesamt 607 Körner ausgezählt (114 in der Feinsand-, 416 in der Mittelsand- und 77 in der Grobsandfraktion). Somit lag das Hauptaugenmerk der Untersuchung auf der Mittelsandfraktion. In der Probe waren bei zwei Fraktionen 100 % glazial gebrochene / frisch verwitterte Kornformen und bei einer 98,8 % glazial gebrochene / frisch verwitterte und 1,2 % fluvial polierte Körner enthalten. Da bei diesem Standort – wie bei der Korngrößenanalyse gezeigt werden konnte – Korngrößen von Ton bis Sand und vorwiegend kantengerundete und gerundete Blöcke vorkamen (daneben auch Erratika enthalten), wurde verständlich, dass die Körner glazial gebrochene waren. Anhand der Klassifizierung in fünf Kategorien scharfkantig, kantig-rundkantig, rundkantig-angerundet, gerundet und stark gerundet konnte gezeigt werden, dass hierbei der fluvial polierte Anteil hoch war, da kantig bis rundkantige sowie rundkantig bis angerundete und sogar gerundete Körner in der Sedimentprobe vorhanden waren. Der Grobsandanteil zeigte die meisten kantig bis rundkantigen Körner, gefolgt von der Mittelsandfraktion. Die Körner der Mittelsandfraktion tendierten in die fluvial polierte Gruppe. Somit wurde auch neben dem glazialen Einfluss eine glazifluviale bzw. fluviale Einwirkung auf die Sedimente – da die Körner hin zum fluvial polierten Korn tendierten – deutlich. Diese Einwirkung kann vor oder während dem glazialen Transport – da die kleineren Körner diesen Prozess länger konservieren können als die größeren – oder auch während bzw. in diesem Fall mit einem Murprozess einhergegangen sein – da die größeren Körner eher in die Richtung rundkantige bis angerundete Ausformung tendierten. Somit war auf jeden Fall eine starke bzw. längere Schmelzwassereinwirkung auf das Material nachzuweisen – wann diese jedoch genau einwirkte, konnte nicht geklärt werden. Der Murprozess fand auf jeden Fall nach der glazialen Ablagerung des Moränenmaterials statt. Hierbei konnten fluviale, aber daneben auch noch glazifluviale Prozesse eine Rolle gespielt haben.

Es wurden zum Vergleich der Ergebnisse zwei Proben entnommen – Probe 11 und Probe 12. Die Ergebnisse waren ähnlich: in beiden Proben waren die Körner fast in allen Fraktionen zu 95 bis 100 % glazial gebrochen / frisch verwittert, wobei daneben eine fluviale Polierung der Körner auftrat.





↑ Foto 194:

Grundmoränen im Bereich von Lukla (■; nach Kuhle 2005: Foto 224, Fig. 11 Podestmoräne / Grundmoränensockel mit Terrassenstufe Stadium 0 / Hochglazial – im Handi Khola Moräne Stadium 0-I / Hoch-Spätglazial – bzw. Grundmoräne mit erratischen Blöcken auf der orographisch linken Dudh Khosi Talseite und Grundmoräne mit großen nicht erratischen Blöcken auf der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite; nach Kuhle 2005: Fig. 4 hochglaziale Eismächtigkeit zwischen 1.000 und 1.200 m). Laut Fushimi (1978: Fig. 6) bestand die Terrasse aus Sedimenten, die glazial oder auch fluvial entstanden waren. Götz et al. (2015: Fig. 2) visualisierten in diesem Bereich Bergsturzaflagerungen / Terrassen II und III. In den Hangbereichen auf der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite waren Erosionsrinnen (▼), glaziärer Flankenschliff (☾) und dadurch glaziäre Dreieckshänge (▲) (vgl. Kuhle 2005: Fig. 11) ausgebildet. Der anstehende Gneis – anstehendes Gestein: bei Lukla Glimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal), Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu), mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) – ließ an einigen Stellen frische Verwitterungsbereiche (□) erkennen, was auf eine Zerstörung des glaziären Flankenschliffs hindeutete (vgl. Kuhle 2005: Foto 224). Die Schriffgrenze auf der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite im Bereich von Lukla (\*\*\*; nach Kuhle 2005: Foto 224, 227 bei ca. 3.400 m Höhe) lag bei Lukla auf ca. 3.950 m/GE Höhe, was in Bezug zum Haupttalboden (27° 41.537'N 86° 42.629'E) bei ca. 2.285 m/GE (nach Kuhle 2005: Foto 224 bei 2.000 m) eine hochglaziale maximale Eismächtigkeit von ca. 1.665 m zuließ (vgl. Foto 215, 220, 221, 224). Nach den angegebenen Daten von Kuhle (2005) berechnete sich eine hochglaziale Eismächtigkeit von 1.400 m. Die u.g. relative Höhe verwies auf eine minimale hochglaziale Eismächtigkeit von ca. 700 m. Die auf diesem Foto am höchsten auszumachende talabwärtige Schriffgrenze (↪) auf 3.060 m Höhe auf der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite zeigte einen geringeren Gletscherstand in diesem Gebiet dort an (vgl. Foto 204, 217, 225). Hierbei handelte es sich aber nicht um die höchstliegende hochglaziale Schriffgrenze, sondern um eine tieferliegende jüngere.

Standort: im Süden von Lukla (GPS: 27° 41.179'N 86° 43.928'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite, orographisch rechte Seite des Handi Khola; absolute Höhe: 2.870 m/GPS, 2.854 m/GE, 2.850 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.156 m/GE, 2.155 m/GMG (relative Höhe: ca. 698 m/GE, 695 m/GMG) – nach Kuhle (2005: Foto 224) ca. 840 m über dem Haupttalboden; Sicht talab- und talaufwärts gen W bis NW; Bw 6,4 mm. Foto: E. Spitzer, 19.03.2012.





↑ Fotos 196 und → 195:

Aufschluss 6 bei Lukla. Etwa 7 m mächtiges hellbraunes aufgeschlossenes Moränenmaterial (hierzu Fotos 200-203) im Handi Khola Nebental (■; nach Kuhle 2005:Fig. 4 und 11 müsste es Grundmoränenmaterial mit erratischen Blöcken darstellen; hochglaziale Eismächtigkeit rund um Lukla ca. 1.000-1.200 m; nach Götz et al. 2015:Fig. 2 Bergsturzablagerungen) mit überwiegend kantengerundeten Blöcken (○; 1 m Stock als Größenmaß, 50 cm Rucksack als Größenmaß - Foto 195) in einer stark verdichteten Matrix. Die Blöcke wiesen oft glazifluviale Spülformen auf. Bei der Ablagerung waren keinerlei Sortierungen und Schichtungen, nur eine sehr mächtige Schicht zu erkennen, wobei nur oberhalb des Sediments eine Bodenschicht zu erkennen war.

Infolge des Vorkommens von Abbruchgebieten (hierzu Foto 202, 203) und durch die meist nur einseitige Rundung der sehr großen Blöcke konnten diese Blöcke auch durch glaziären Flankenschliff mit folgendem Steinschlag erklärt werden. Anstehendes Gestein war bei Lukla Glimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu), mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1). Die untersuchten Gesteinsarten von 101 Gesteinen (91,09 % metamorph, 8,91 % magmatisch – Granit: anstehend zwischen Ghat und Chheplung – vgl. geologische Karte Nepal) unterstützten in Bezug auf die anstehenden metamorphen Gesteine die glaziale Genese und bestätigten das von Kuhle 2005 beschriebene Grundmoränenmaterial mit erratischen Blöcken, wobei selbst die ausgemachten metamorphen Pegmatite (anstehend zwischen Chheplung und Chaunrikharka – vgl. geologische Karte Nepal) dieses bestätigten.

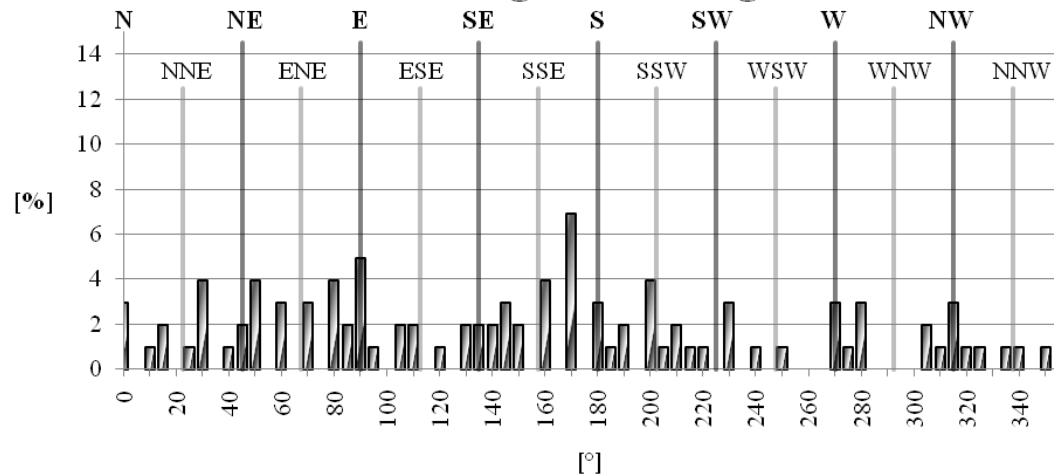


Die Gesteine waren zu 80 % kantengerundet. Die zwei entnommenen Sedimentproben (◆; P1 auf Foto 195, P2 auf Foto 196) zeigten, dass alle Korngrößen Ton (3,3 % / P1; 2,32 % / P2), Schluff (25,31 % / P1; 3,71 % / P2) und Sand (71,39 % / P1; 93,97 % / P2) enthalten waren. Somit handelte es sich hierbei um die Bodenart Schluffsand mittel bis Reinsand. Die Morphoskopie der ausgezählten 460 / P1, 539 / P2 Quarzkörner der Mittelsandfraktion ergab die Einteilung in die Gruppen: glazial gebrochen / frisch verwittert zu etwa 95,43 % / P1; 87,20 % / P2 (davon 33,26 % / P1; 46,57 % / P2 eindeutig gebrochene fluvial polierte Körner) und fluvial poliert zu ca. 4,13 % / P1; 12,62 % / P2 und 0,43 % / P1; 0,19 % / P2 äolisch mattiert. Die 7 m Mächtigkeit der Moräne zeigte die minimale hochglaziale Eismächtigkeit des Nebentales, die relative Höhe die des Haupttales an. Durch die deutlich erkennbare Bodenbedeckung der Moräne sowie die Vegetationsbedeckung der Blöcke und der Moräne konnte eine derzeitige bzw. eine junge Entstehung ausgeschlossen werden.

Standort: im SE von Lukla / Handi Khola (GPS: 27° 41.177'N 86° 44.012'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.868 m/GPS, 2.884 m/GE, 2.880 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.156 m/GE, 2.155 m/GMG (relative Höhe: ca. 728 m/GE, 725 m/GMG); Sicht gen E bis ESE bzw. 110°, NE (Foto 195); Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 20.03.2012, 19.03.2012 (Foto 195).

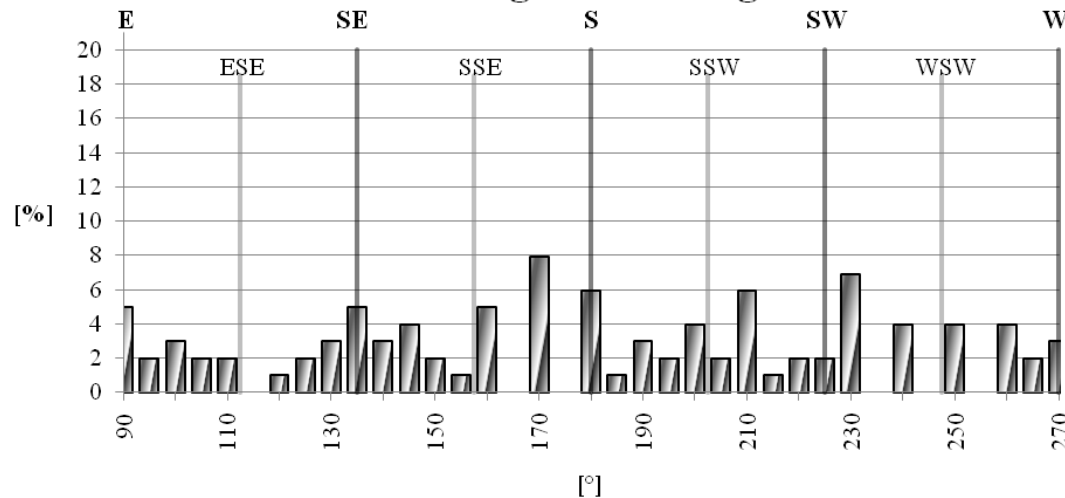


### Aufschluss 6 - Längsachsendiagramm 1



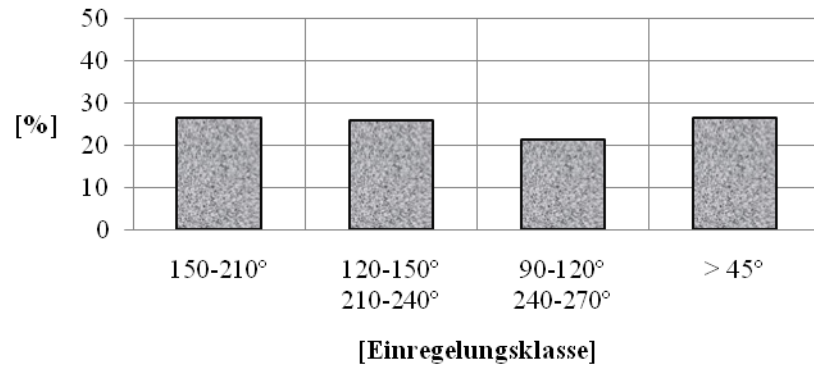
← Längsachsendiagramm 1 nach Himmelsrichtung (Vollkreis) des Aufschlusses 6 (siehe Fotos 195 und 196; 27° 41.176'N 86° 44.013'E). Die Gradzahlen der Längsachsen gaben die reale Lage im Raum an, d.h. die Einregelungstafel wurde eingenordet. Die untersuchten 101 Gesteine waren vorwiegend nach Süden eingeregelt. Bei einer Exposition des Aufschlusses von 270 / 230° bedeutete dies, dass die Gesteine hauptsächlich talabwärts eingeregelt waren. Eine Unterscheidung der Gesteine in kleinere (2-10 cm, n=63) und bis zu größere faustgroße (10-18 cm, n=38) führte zu keinem überwiegend anderen Ergebnis, so dass alle Gesteine zusammen betrachtet werden konnten.

### Aufschluss 6 - Längsachsendiagramm 2



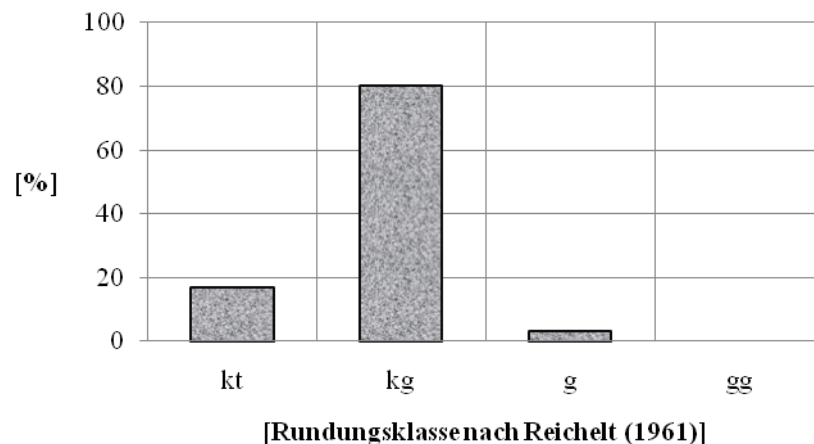
← Längsachsendiagramm 2 nach Himmelsrichtung (Halbkreis) des Aufschlusses 6 (siehe Fotos 195 und 196; 27° 41.176'N 86° 44.013'E). Die Gradzahlen der Längsachsen gaben die reale Lage im Raum an, d.h. die Einregelungstafel wurde eingenordet. Die untersuchten 101 Gesteine waren vorwiegend nach Süden bzw. von Südwest nach Südost eingeregelt. Bei einer Exposition des Aufschlusses von 270° und 230° bedeutete dies, dass die Gesteine hauptsächlich talabwärts eingeregelt waren. Eine Unterscheidung der Gesteine in kleinere (2-10 cm, n=63) und bis zu größere faustgroße (10-18 cm, n=38) führte zu keinem überwiegend anderen Ergebnis, so dass alle Gesteine zusammen betrachtet werden konnten.

### Aufschluss 6 - Längsachsendiagramm 3



← Längsachsendiagramm 3 des Aufschlusses 6 (siehe Fotos 195 und 196; 27° 41.176'N 86° 44.013'E), abgewandelt nach den Einregelungsklassen nach Poser, Hövermann (1951). Die Gradzahlen der Längsachsen gaben die reale Lage im Raum an, d.h. die Einregelungstafel wurde eingenordet. Die Einregelungsklassen bezogen sich hier nicht auf die Expositionsrichtung des Aufschlusses sondern auf die Himmelsrichtungen, d.h. dass die Klasse I von 150° bis 210°, die Klasse II von 120° bis 150° und von 210° bis 240° und die Klasse III von 90 bis 120° und von 240° bis 270° reichte. Die untersuchten bis zu faustgroßen 137 Gesteine (36 über 45 % geneigt bzw. in Gruppe IV eingeteilt) waren hauptsächlich nach Süden – Exposition des Aufschlusses 270° und 230° - bzw. in die Klasse I eingeregelt. Das Nebental des Handi Khola verlief im Bereich des Aufschlusses von N nach S. Somit war in diesem Tal eine bedeutende Einregelung talabwärts in Fließrichtung zu erkennen. Eine Unterscheidung der Gesteine in kleinere (2-10 cm, n=63) und bis zu größere faustgroße (10-18 cm, n=38) führte zu keinem überwiegend anderen Ergebnis, so dass alle Gesteine zusammen betrachtet werden konnten. Die größeren Gesteine waren eher nach SE und SW eingeregelt bzw. in die Klasse II.

### Aufschluss 6 - Rundungsdiagramm 1

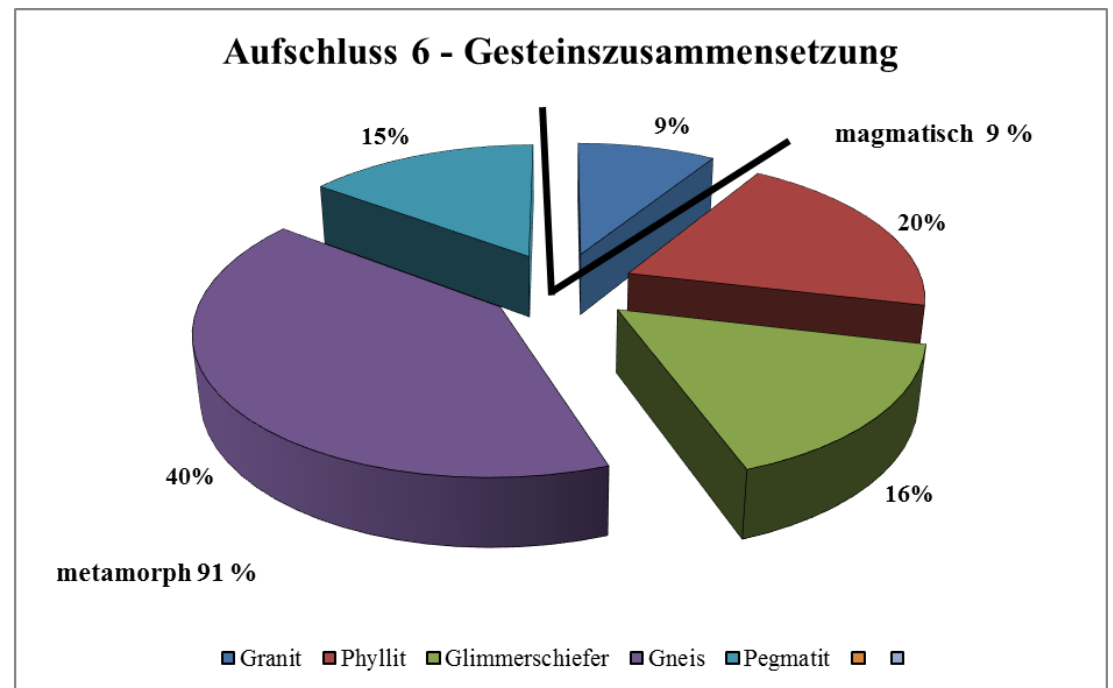


← Rundungsdiagramm der Gesteine des Aufschlusses 6 (siehe Fotos 195 und 196; 27° 41.176'N 86° 44.013'E) in % nach den Einordnungen kantig, kantengerundet, gerundet und gut gerundet nach Reichelt (1961). Die Gesteine waren vorwiegend kantengerundet und kantig. Wenige waren gerundet, wobei keine gut gerundet waren. Der Rundungsgrad ergab einen Wert von 188. Eine Unterscheidung der Gesteine in kleinere (2-10 cm, n=63) und bis zu größere faustgroße (10-18 cm, n=38) führte bei den größeren Gesteinen zu keinem überwiegend anderen Ergebnis; es kamen bei den größeren Gesteinen nur keine gerundeten Gesteine vor.

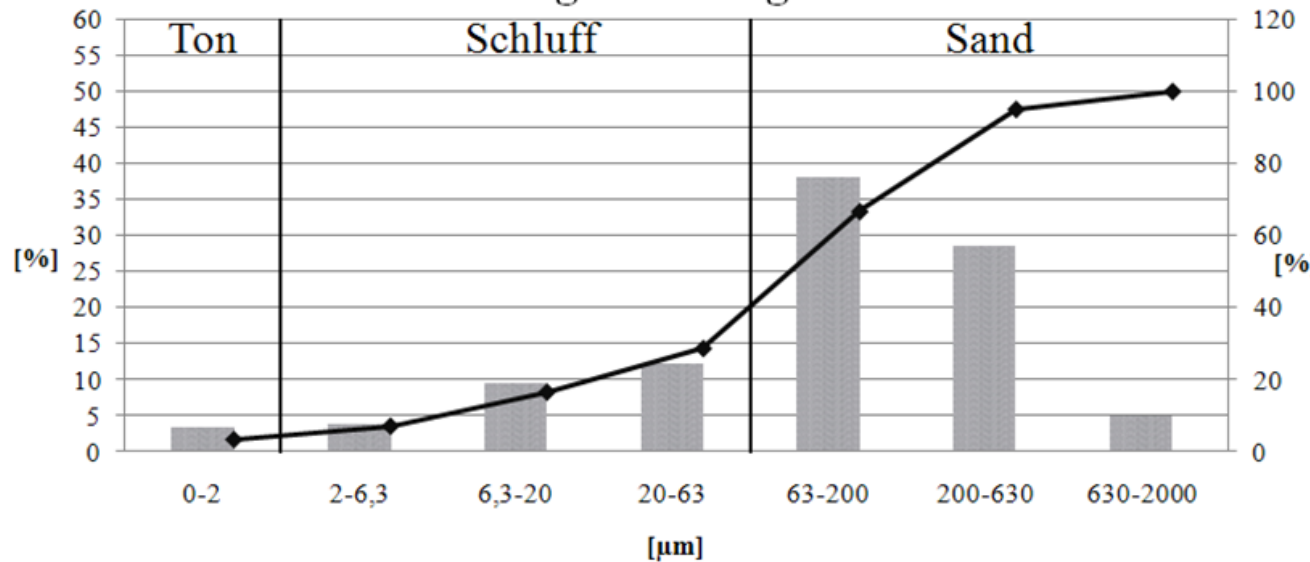


→ Gesteinszusammensetzung des Aufschlusses 6 (siehe Fotos 195 und 196; 27° 41.176'N 86° 44.013'E) in metamorphe und magmatische Gesteine. Die Gesteine waren vorwiegend bzw. zu 91 % metamorph. Darunter zählten der Menge nach geordnet absteigend Gneise, Phyllite, Glimmerschiefer sowie Pegmatite. Magmatische Gesteine bzw. Granite kommen zu 9 % vor.

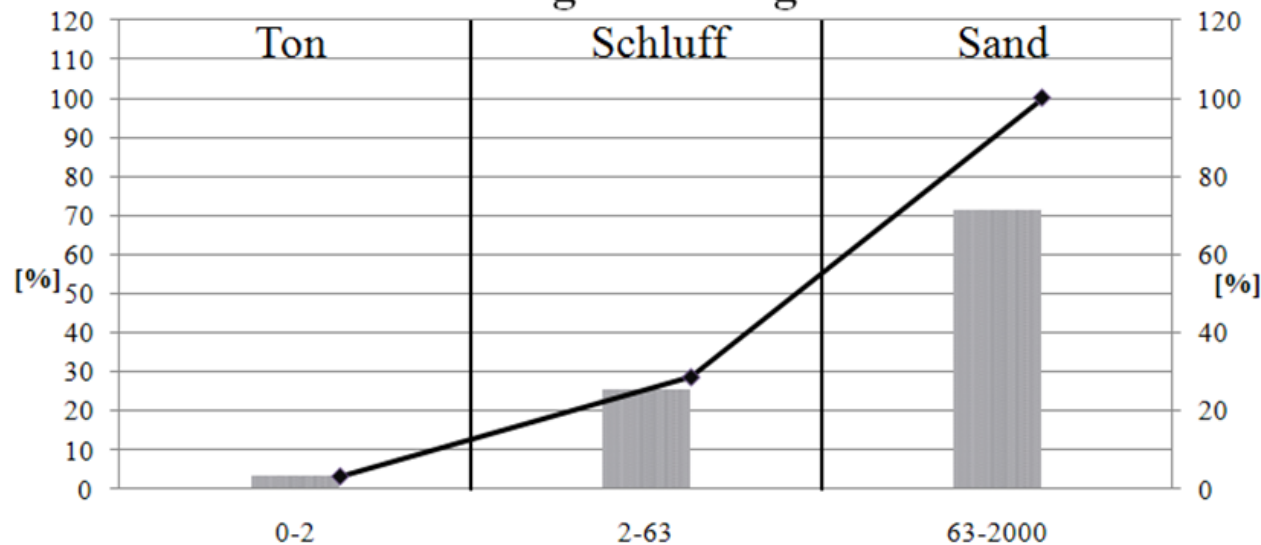
Dass es sich bei diesem Aufschluss um Moränenmaterial handelte, konnte einerseits durch die Korngrößen- und Kornformenanalysen der zwei entnommenen Proben nachgewiesen werden. Andererseits sprachen die vorwiegend kantengerundeten Gesteine und die vorhandenen Granitgesteine als Erratika (anstehend zwischen Ghat und Chheplung – vgl. geologische Karte Nepal) bei anstehenden Gesteinen von Glimmergneis (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitischen Orthogneisen und hochgradigen Paragneisen (vgl. geologische Karte Khumbu) hier in diesem Bereich für eine solche Genese. Die Einregelungsrichtung der untersuchten Gesteine sprach auch für eine solche Ablagerung.



### Probe 13 - Korngrößendiagramm 1



### Probe 13 - Korngrößendiagramm 2

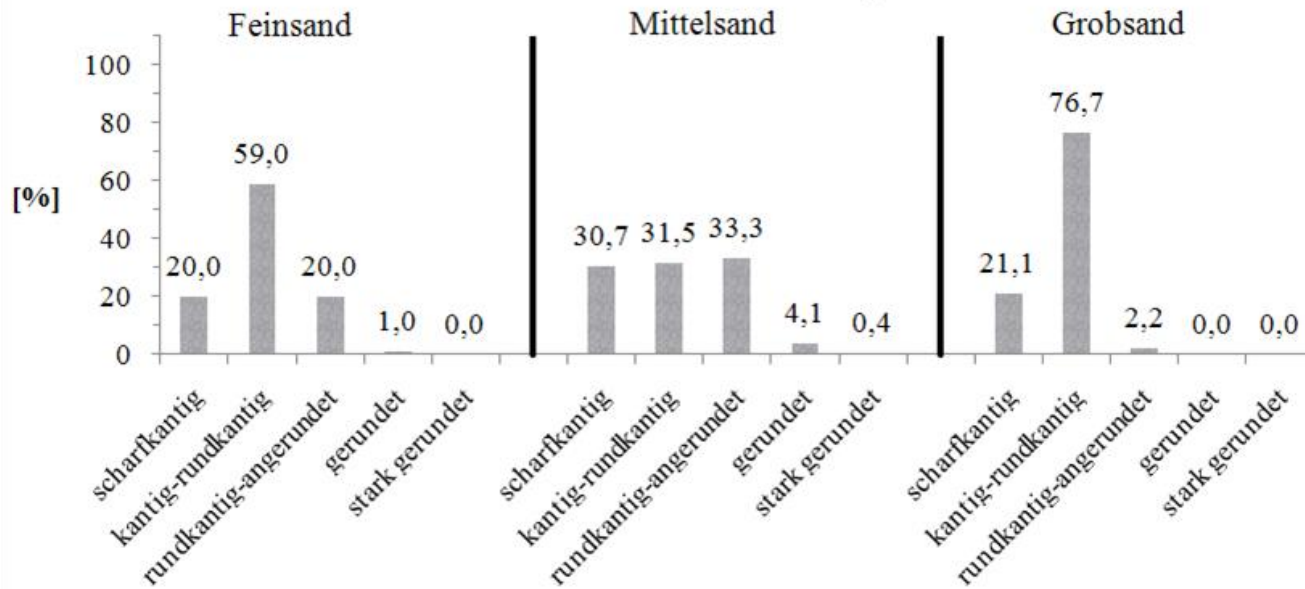


← Korngrößendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 13 von der orographisch linken Dudh Khosi Talseite im Südosten von Lukla (siehe Fotos 195 und 196; 27° 41.175'N 86° 44.012'E). Angaben des Ton-, Schluff- bzw. Fein-, Mittel- und Grobschluff- sowie Sand- bzw. Fein-, Mittel- und Grobsandgehaltes wurden in % angegeben. In der Probe waren 3,300 % Ton, 25,313 % Schluff (3,739 % Feinschluff, 9,448 % Mittelschluff, 12,126 % Grobschluff) und 71,389 % Sand (38,008 % Feinsand, 28,416 % Mittelsand, 4,965 % Grobsand) enthalten. Es handelte sich hier um Moränenmaterial, da dieses sich dadurch auszeichnete, dass alle Korngrößen von Ton bis Sand vorhanden waren, diese Probe also unsortiert war. An der Probeentnahmestelle konnten ebenfalls kleine und große Gesteine ausgemacht werden. Demnach kamen die Korngrößen Ton bis Blockgröße vor. Vorwiegend waren kantengerundete und kantige Gesteine in einer feinen Matrix aufzufinden. Daneben traten auch gerundete Gesteine auf. Nach der geomorphologischen Ausprägung des Moränenmaterials zu schließen handelte es sich hier speziell um eine zerschnittene Grundmoräne. Es waren Granite (anstehend zwischen Ghat und Chheplung – vgl. geologische Karte Nepal) enthalten, die bei anstehenden Gesteinen von Glimmergneis (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) hier in diesem Bereich auf Erratika hindeuteten. Es wurden zum Vergleich der Ergebnisse zwei Proben entnommen – Probe 13 und Probe 14. Die Ergebnisse waren im Schluff- und Sandgehalt verschieden: 3,300 % Ton gegenüber 2,322 % Ton, 25,313 % Schluff gegenüber 3,709 % Schluff und 71,389 % Sand gegenüber 93,969 % Sand. Diese Probe 13 – welche aus einer tieferen Entnahmetiefe entnommen wurde – wies mehr Schluff und weniger Sand als die Probe 14 auf.

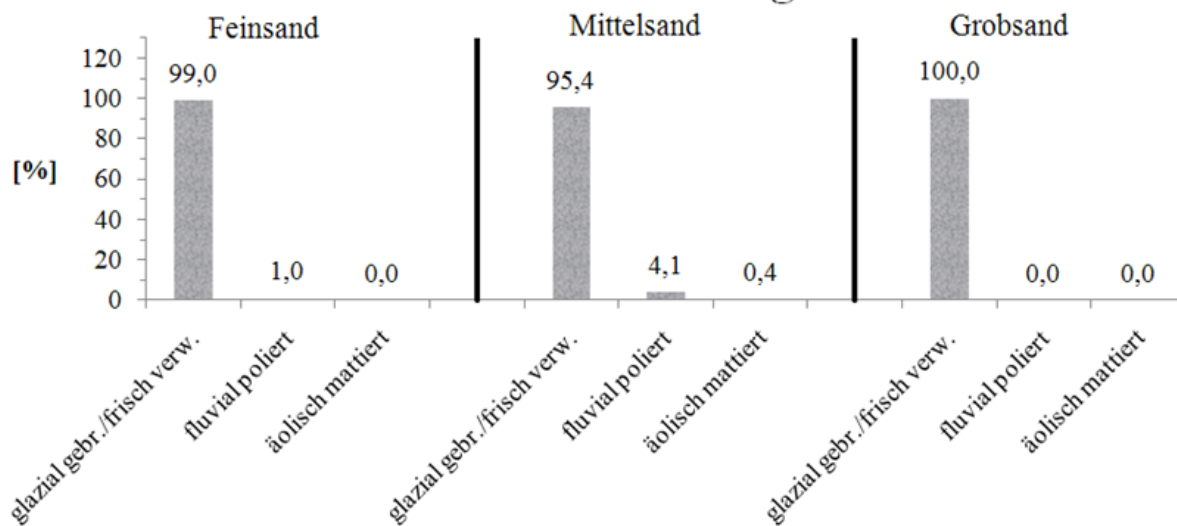
Nach den Sedimentproben von Kuhle (2005:Fig. 91-95/ Fig. 3 9.3.03/1-5) handelte es sich talaufwärts von Surke um Grundmoränen.



## Probe 13 - Kornformendiagramm 1

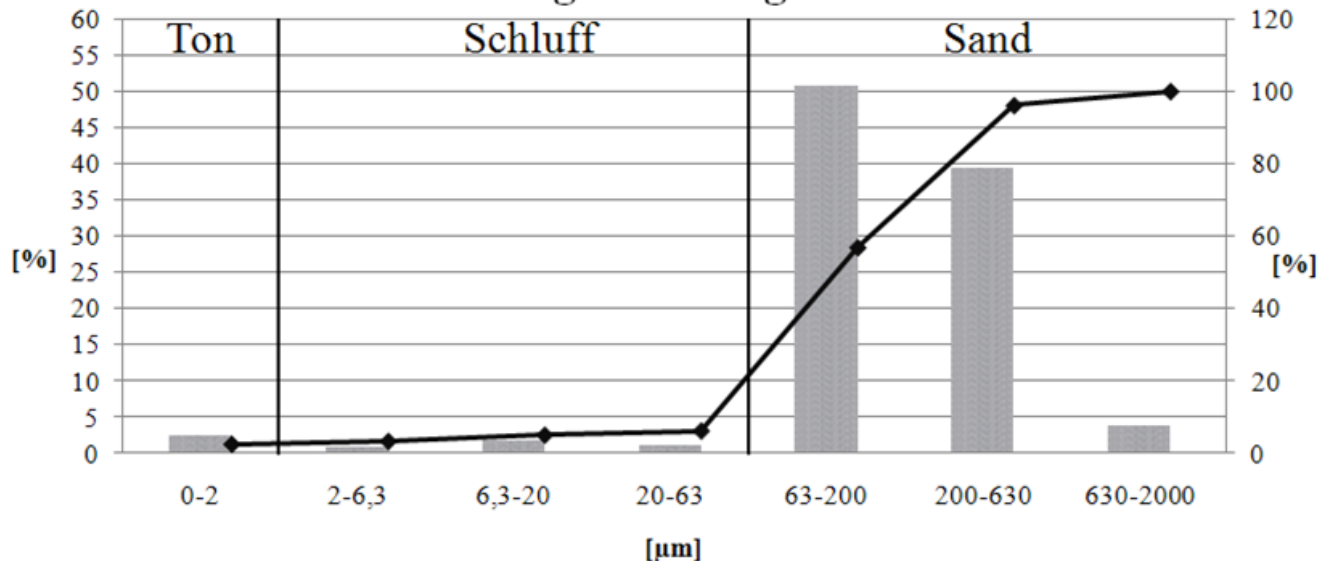


## Probe 13 - Kornformendiagramm 2

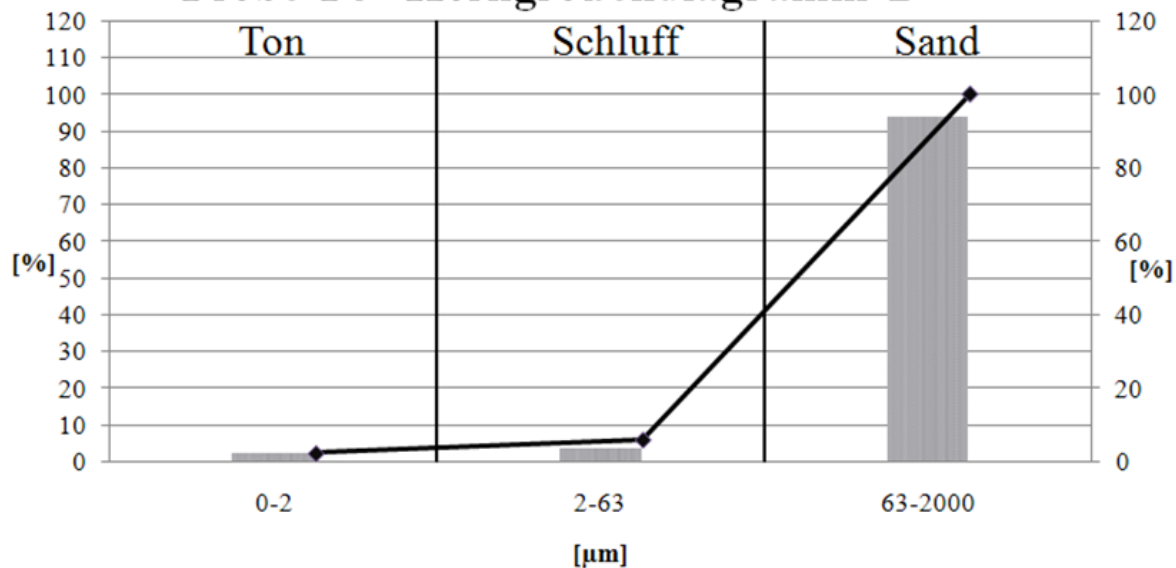


← Kornformendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 13 von der orographisch linken Dudh Khosi Talseite im Südosten von Lukla (siehe Fotos 195 und 196; 27° 41.175'N 86° 44.012'E). Angaben des Ton-, Schluff- und Sandgehaltes wurden in % angegeben. Es wurden insgesamt 650 Körner ausgezählt (100 in der Feinsand-, 460 in der Mittelsand- und 90 in der Grobsandfraktion). Somit lag das Hauptaugenmerk der Untersuchung auf der Mittelsandfraktion. In der Probe waren bei einer Fraktion 100 % glazial gebrochene / frisch verwitterte Kornformen und bei den anderen beiden 99,0 % und 95,4 % glazial gebrochene / frisch verwitterte und 1,0 und 4,1 % fluvial polierte sowie 0,4 % äolisch mattierte Körner enthalten (genauere Werte können der Tab. 2 bis 4 entnommen werden). Da bei diesem Standort – wie bei der Korngrößenanalyse gezeigt werden konnte – Korngrößen von Ton bis Sand und vorwiegend kantengerundete und kantige Blöcke vorkamen (daneben auch Erratika enthalten), wurde verständlich, dass die Körner glazial gebrochene waren. Anhand der Klassifizierung in fünf Kategorien scharfkantig, kantig-rundkantig, rundkantig-angerundet, gerundet und stark gerundet konnte gezeigt werden, dass hierbei der fluvial polierte Anteil hoch war, da kantig bis rundkantige sowie rundkantig bis angerundete und sogar gerundete Körner in der Sedimentprobe vorhanden waren. Der Grobsandanteil zeigte die meisten kantig bis rundkantigen Körner, gefolgt von der Feinsandfraktion. Die Körner der Feinsandfraktion und vor allen Dingen der Mittelsandfraktion tendierten in die fluvial polierte Gruppe, wobei auch diese vereinzelte äolisch mattierte Körner aufzeigte. Somit wurde neben dem o.g. glazialen Einfluss auch eine glazifluviale und eine geringe äolische Einwirkung auf die Sedimente – da die Körner hin zum fluvial polierten Korn tendierten – deutlich. Diese glazifluviale Einwirkung kann vor oder während dem glazialen Transport einhergegangen sein – da die kleineren Körner diesen Prozess länger konservieren können als die größeren und die größeren Körner eher in Richtung kantige bis rundkantige Ausformung tendierten. Es wurden zum Vergleich der Ergebnisse zwei Proben entnommen – Probe 13 und Probe 14. Die Ergebnisse waren ähnlich: in beiden Proben waren die Körner einer Fraktion zu 100 % glazial gebrochen / frisch verwittert, wobei daneben eine fluviale Polierung und eine geringe äolische Mattierung der Körner auftrat. Bei der Probe 13 war eine schwächere fluviale Polierung der Körner in der Mittelsandfraktion zu erkennen, jedoch eine gleiche äolische Mattierung.

### Probe 14 - Korngrößendiagramm 1



### Probe 14 - Korngrößendiagramm 2

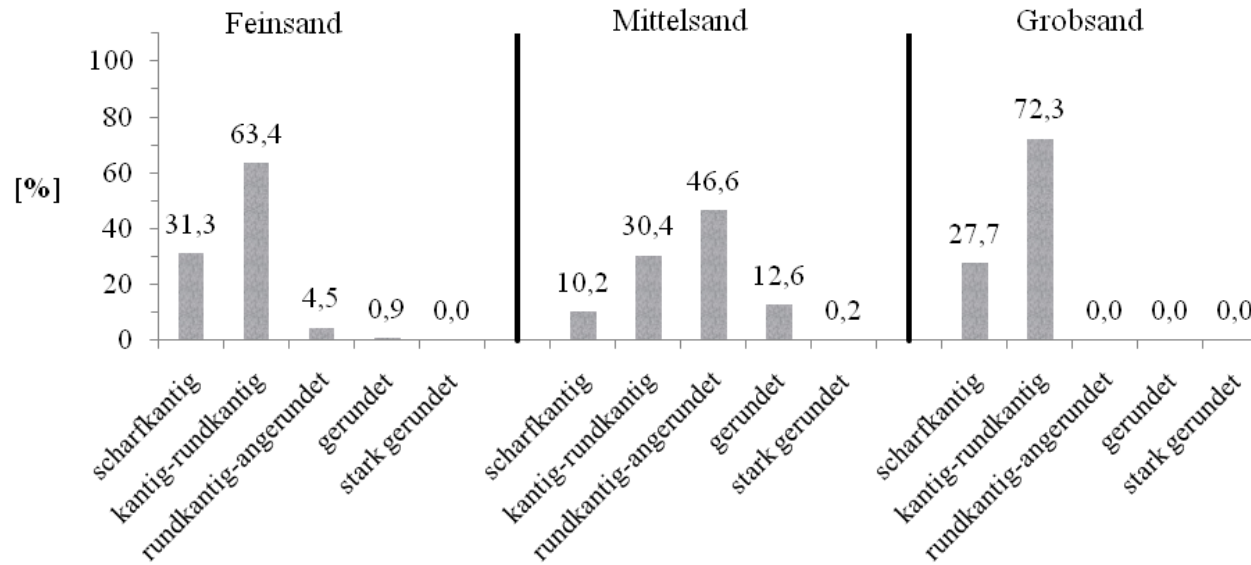


← Korngrößendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 14 von der orographisch linken Dudh Khosi Talseite im Südosten von Lukla (siehe Fotos 195 und 196; 27° 41.175'N 86° 44.012'E). Angaben des Ton-, Schluff- bzw. Fein-, Mittel- und Grobschluff- sowie Sand- bzw. Fein-, Mittel- und Grobsandgehaltes wurden in % angegeben. In der Probe waren 2,322 % Ton, 3,709 % Schluff (0,831 % Feinschluff, 1,727 % Mittelschluff, 1,151 % Grobschluff) und 93,969 % Sand (50,756 % Feinsand, 39,331 % Mittelsand, 3,882 % Grobsand) enthalten. Es handelte sich hier um Moränenmaterial, da dieses sich dadurch auszeichnete, dass alle Korngrößen von Ton bis Sand vorhanden waren, diese Probe also unsortiert war. An der Probeentnahmestelle konnten ebenfalls kleine und große Gesteine ausgemacht werden. Demnach kamen die Korngrößen Ton bis Blockgröße vor. Vorwiegend waren kantengerundete und kantige Gesteine in einer feinen Matrix aufzufinden. Daneben traten auch gerundete Gesteine auf. Nach der geomorphologischen Ausprägung des Moränenmaterials zu schließen handelte es sich hier speziell um eine zerschnittene Grundmoräne. Es waren Granite (anstehend zwischen Ghat und Chheplung – vgl. geologische Karte Nepal) enthalten, die bei anstehenden Gesteinen von Glimmergneis (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. migmatitische Orthogneise und hochgradige Paragneise (vgl. geologische Karte Khumbu) hier in diesem Bereich auf Erratika hindeuteten. Es wurden zum Vergleich der Ergebnisse zwei Proben entnommen – Probe 13 und Probe 14. Die Ergebnisse waren im Schluff- und Sandgehalt verschieden: 3,3 % Ton gegenüber 2,32 % Ton, 25,31 % Schluff gegenüber 3,71 % Schluff und 71,39 % Sand gegenüber 93,97 % Sand. Die Probe 13 – welche aus einer tieferen Entnahmetiefe entnommen wurde – wies mehr Schluff und weniger Sand als die Probe 14 auf. Die Probe 14 – welche aus einer höheren Entnahmetiefe entnommen wurde – wies weniger Schluff und mehr Sand als die Probe 14 auf.

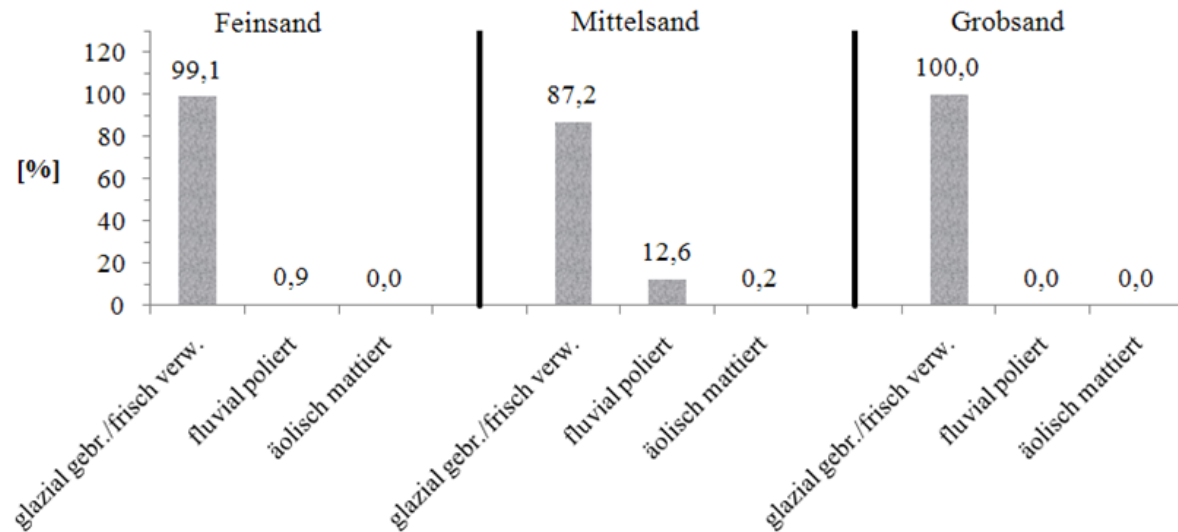
Nach den Sedimentproben von Kuhle (2005:Fig. 91-95/ Fig. 3 9.3.03/1-5) handelte es sich talaufwärts von Surke um Grundmoränen.



## Probe 14 - Kornformendiagramm 1



## Probe 14 - Kornformendiagramm 2



← Kornformendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 14 von der orographisch linken Dudh Khosi Talseite im Südosten von Lukla (siehe Fotos 195 und 196; 27° 41.175'N 86° 44.012'E). Angaben des Ton-, Schluff- und Sandgehaltes wurden in % angegeben. Es wurden insgesamt 752 Körner ausgezählt (112 in der Feinsand-, 539 in der Mittelsand- und 101 in der Grobsandfraktion). Somit lag das Hauptaugenmerk der Untersuchung auf der Mittelsandfraktion. In der Probe waren bei einer Fraktion 100 % glazial gebrochene / frisch verwitterte Kornformen und bei den anderen beiden 99,1 % und 87,2 % glazial gebrochene / frisch verwitterte und 0,9 % und 12,6 % fluvial polierte sowie 0,2 % äolisch mattierte Körner enthalten. Da bei diesem Standort – wie bei der Korngrößenanalyse gezeigt werden konnte – Korngrößen von Ton bis Sand und vorwiegend kantengerundete und kantige Blöcke vorkamen (daneben auch Erratika enthalten), wurde verständlich, dass die Körner glazial gebrochene waren. Anhand der Klassifizierung in fünf Kategorien scharfkantig, kantig-rundkantig, rundkantig-angerundet, gerundet und stark gerundet konnte gezeigt werden, dass hierbei der fluvial polierte Anteil hoch war, da kantig bis rundkantige sowie rundkantig bis angerundete und sogar gerundete Körner in der Sedimentprobe vorhanden waren. Der Grobsandanteil zeigte die meisten kantig bis rundkantigen Körner, gefolgt von der Feinsandfraktion. Die Körner der Feinsandfraktion und vor allen Dingen der Mittelsandfraktion tendierten in die fluvial polierte Gruppe, wobei auch diese vereinzelte äolisch mattierte Körner aufzeigte. Somit wurde auch neben dem glazialen Einfluss eine glazifluviale und eine geringe äolische Einwirkung auf die Sedimente – da die Körner hin zum fluvial polierten Korn tendierten – deutlich. Diese glazifluviale Einwirkung kann vor oder während dem glazialen Transport einhergegangen sein – da die kleineren Körner diesen Prozess länger konservieren können als die größeren und die größeren Körner eher in Richtung kantige bis rundkantige Ausformung tendierten. Es wurden zum Vergleich der Ergebnisse zwei Proben entnommen – Probe 13 und Probe 14. Die Ergebnisse waren ähnlich: in beiden Proben waren die Körner einer Fraktion zu 100 % glazial gebrochen / frisch verwittert, wobei daneben eine fluviale Polierung und eine geringe äolische Mattierung der Körner auftrat. Bei Probe 14 war eine stärkere fluviale Polierung der Körner in der Mittelsandfraktion zu erkennen, jedoch eine gleiche äolische Mattierung.



← Fotos 197 und 198:

Subglaziale Schmelzwasserrinne (hierzu Foto 199) im anstehenden Gneis – die glazialen Schliffformen (☾), die Einkerbungen und die überwiegend kantengerundeten Gesteine (⊙) deuteten auf eine subglaziale Entstehung hin. Der durchschnittliche Wasserstand während der Monsunzeit war am Gestein (↓) durch hellere und nicht vegetationsbedeckte Stellen ablesbar. Der maximalste Wasserstand konnte bei der Vegetationsgrenze festgelegt werden. Außerhalb der Monsunzeit (siehe Aufnahmedatum) führte diese Rinne kein Wasser. Anstehendes Gestein: bei Lukla Glimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu), mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis und Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1). Die relative Höhe von ca. 700 m in Bezug auf den Haupttalboden verwies auf eine minimale hochglaziale Eisbedeckung.

Standort: im Südosten von Lukla / Handi Khola (Foto 198: GPS: 27° 41.160'N 86° 44.001'E; Foto 197: GPS: 27° 41.155'N 86° 44.002'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.846 m/GPS, 2.862 m/GPS (Foto 197), 2.876 m/GE, 2.875 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.156 m/GE, 2.155 m/GMG (relative Höhe: ca. 720 m/GE, 720 m/GMG); Sicht talabwärts gen SSE bis S bzw. 165°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 20.03.2012.





↑ Foto 200:

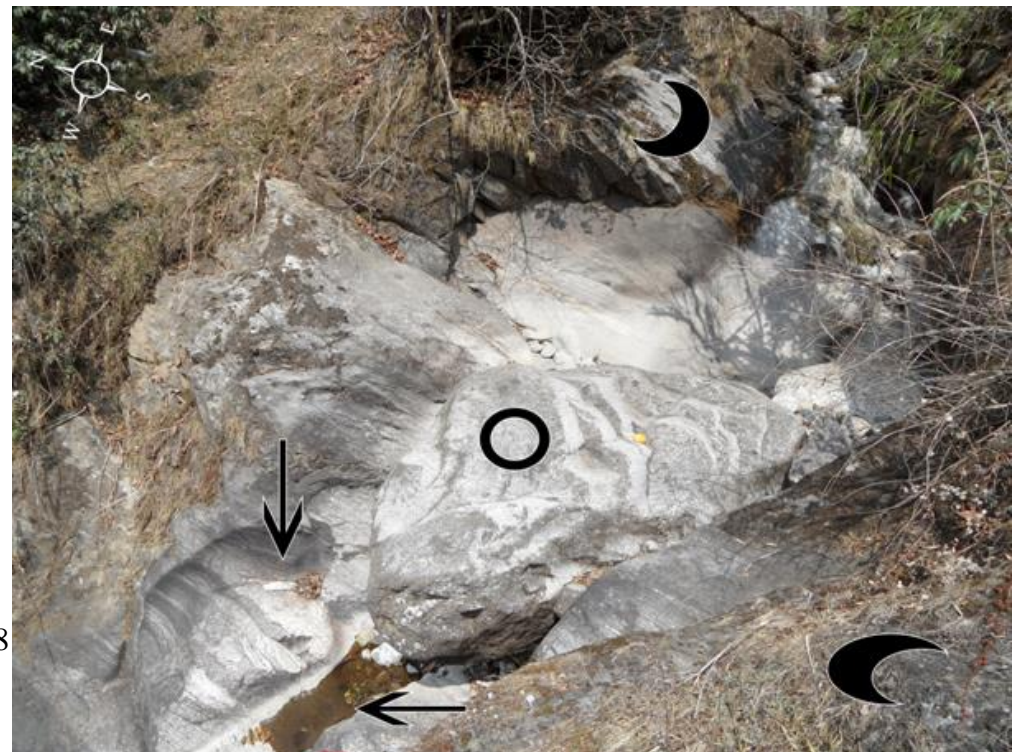
Etwa 100 m mächtige – 1 m Stock als Größenmaß – im Foto rechts – Moränenmaterialien im Handi Khola Nebental (■; nach Kuhle 2005:Fig. 11; Fig. 4 Grundmoräne mit erratischen Blöcken; hochglaziale Eismächtigkeit rund um Lukla ca. 1.000-1.200 m; nach Götz et al. 2015:Fig. 2 Bergsturzablagerungen) deuteten auf eine minimale hochglaziale Eismächtigkeit des Nebentales von ca. 100 m und des Haupttales von ca. 700 m (relative Höhe) hin. Der hier nur während der Monsunzeit wasserführende Handi Khola (↓) hat sich als subglazialer Schmelzwasserstrom in die Grundmoräne eingeschnitten (hierzu Fotos 201-203, 195-196). Anstehendes Gestein: bei Lukla Glimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu) mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis und Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1).

Standort: im SE von Lukla / Handi Khola (GPS: 27° 41.169'N 86° 44.019'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.877 m/GPS, 2.886 m/GE, 2.882 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.156 m/GE, 2.155 m/GMG (relative Höhe: ca. 730 m/GE, 727 m/GMG); Sicht gen NNW bis N bzw. 350°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 20.03.2012.

↓ Foto 199:

Im Handi Khola Nebental ausgebildete subglaziale Schmelzwasserrinne im anstehenden Gneis – die glazialen Schliefformen (☾), die Auskolkungen bzw. die Einkerbungen (↓) und die in dieser Rinne vorkommenden kantengerundeten Gesteine (○) deuteten auf eine subglaziale Entstehung hin. Im Anstehenden abgesetzte helle gg. dunkleren vegetationsbedeckten Bereichen verwiesen auf den durchschnittlichen Wasserstand während der Monsunzeit bzw. auf die jahreszeitlichen Abflussschwankungen. Außerhalb der Monsunzeit (siehe Aufnahmedatum) führte dieser Nebentalboden kein Wasser. Anstehendes Gestein war bei Lukla Glimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu), mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis und Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1). Die relative Höhe von ca. 700 m in Bezug auf den Haupttalboden zeigte die minimale hochglaziale Eisbedeckung an.

Standort: im SE von Lukla/Handi Khola (GPS: 27° 41.151'N 86° 44.002'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.857 m/GPS, 2.875 m/GE, 2.870 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.156 m/GE, 2.155 m/GMG (relative Höhe: ca. 719 m/GE, 715 m/GMG); Sicht gen ENE bis E bzw. 70°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 20.03.2012.







→ Foto 201:

Im Nebental des Handi Khola waren Gletscherschliffe (☾), Moränen (■; nach Kuhle 2005:Fig. 11; Fig. 4 Grundmoräne mit erratischen Blöcken; hochglaziale Eismächtigkeit rund um Lukla ca. 1.000-1.200 m; nach Götz et al. 2015:Fig. 2 Bergsturzablagerungen) sowie auf dem derzeitigen, außerhalb der Monsunzeit nicht wasserführenden, Nebentalboden überwiegend kantengerundete bis gut gerundete Gesteine (im Vordergrund) deutlich vertreten, was auf eine vorzeitliche Eisbedeckung schließen ließ. Anstehendes Gestein war bei Lukla Glimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu), mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1).

Standort: im SE von Lukla / Handi Khola (GPS: 27° 41.170'N 86° 44.010'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.841 m/GPS, 2.882 m/GE, 2.880 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.156 m/GE, 2.155 m/GMG (relative Höhe: ca. 726 m/GE, 725 m/GMG); Sicht talaufwärts gen S bis SSW bzw. 200°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 20.03.2012.

← Foto 202:

Im Handi Khola Nebental (hierzu Foto 203) ließen sich weiter talaufwärts etwa 100 m mächtiges Moränenmaterial (■; nach Kuhle 2005:Fig. 11; Fig. 4 Grundmoräne mit erratischen Blöcken; hochglaziale Eismächtigkeit rund um Lukla ca. 1.000-1.200 m; nach Götz et al. 2015:Fig. 2 Bergsturzablagerungen), kantengerundete Blöcke (○), Gletscherschliffe (☾) sowie im Anstehenden Abbruchgebiete (□) ausmachen. Infolge des Vorkommens letzterer und durch die meist nur einseitige Rundung der etwa 3,5 bis 5,5 m großen Blöcke (○; Person als Größenmaß) konnten diese Blöcke auch durch glaziären Flankenschliff mit folgendem Steinschlag erklärt werden. Durch die Vegetationsbedeckung der Blöcke und der Moräne konnte eine derzeitige bzw. eine junge Entstehung ausgeschlossen werden. Anstehendes Gestein war bei Lukla Glimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu), mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1). Dieses Gebiet musste infolge der hochreichenden Gletscherschliffe (☾) hochglazial vollständig mit Eis bedeckt gewesen sein. Der durchschnittliche Wasserstand während der Monsunzeit bzw. die jahreszeitlichen Abflussschwankungen waren am Gestein (↓) durch hellere und nicht vegetationsbedeckte Stellen ablesbar. Außerhalb der Monsunzeit (siehe Aufnahmedatum) führte dieser Nebentalboden kein Wasser.

Standort: im SE von Lukla / Handi Khola (GPS: 27° 41.175'N 86° 44.012'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.862 m/GPS, 2.885 m/GE, 2.880 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.156 m/GE, 2.155 m/GMG (relative Höhe: ca. 729 m/GE, 725 m/GMG); Sicht talabwärts gen NE bis ENE bzw. 50°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 19.03.2012.



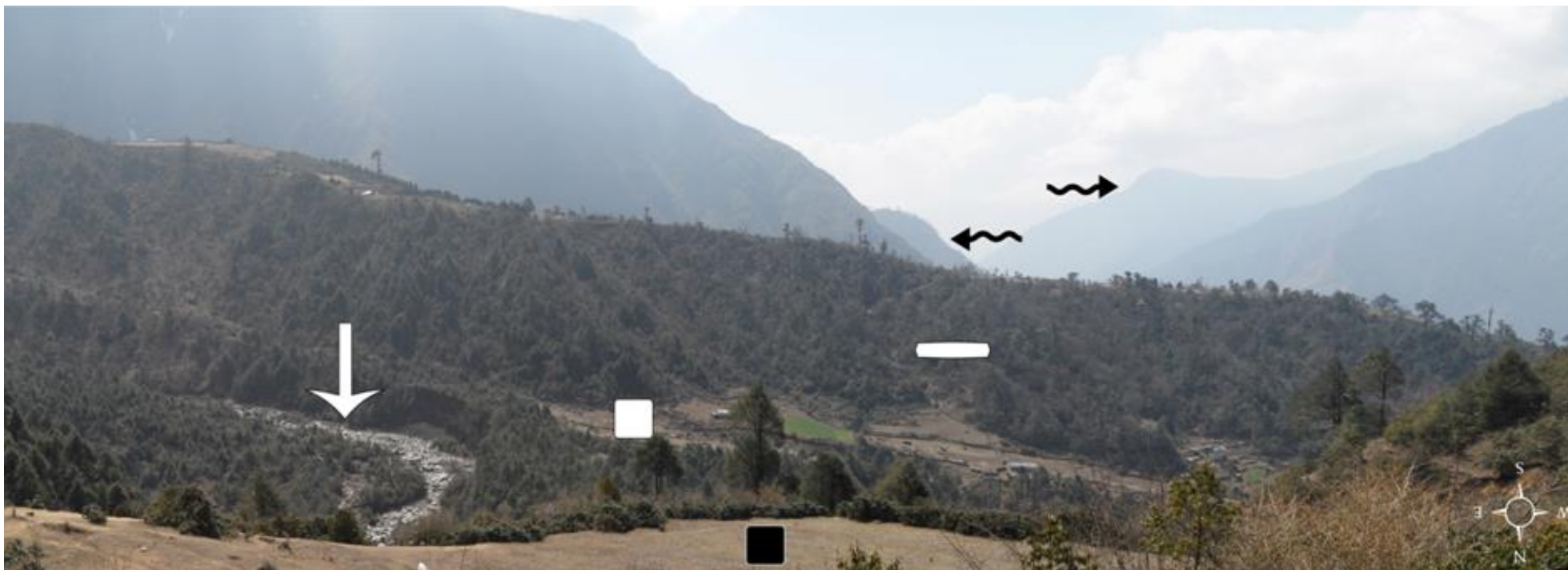




← Foto 203:

In diesem Nebental des Handi Khola (hierzu Fotos 200-202, 195-196) konnten Gletscherschliffe (☾), kantengerundete Blöcke (○), Moränenmaterial (■; nach Kuhle 2005:Fig. 11; Fig. 4 Grundmoräne mit erratischen Blöcken und hochglaziale Eismächtigkeit rund um Lukla ca. 1.000-1.200 m; nach Götz et al. 2015:Fig. 2 Bergsturzaflagerungen) sowie im Anstehenden Abbruchgebiete (□) ausgemacht werden, die durch die helleren, kantigen Gesteinsoberflächen unterschieden wurden. Infolge des Vorkommens letzterer und durch die meist nur einseitige Rundung der sehr großen Blöcke konnten diese Blöcke auch durch glaziären Flankenschliff mit folgendem Steinschlag erklärt werden. Durch die Vegetationsbedeckung wurde eine Verlagerung dieser Blöcke durch aktuelle Prozesse ausgeschlossen. Die u.g. relative Höhe des Aufnahmestandortes von ca. 700 m konnte als eine minimale hochglaziale Eismächtigkeit herangezogen werden. Die Gletscherschliffe (☾), auf dem Foto bis auf eine Höhe von ca. 2.970 m/GE zu sehen, deuteten jedoch auf eine völlige hochglaziale Eisbedeckung in diesem Bereich hin. Anstehendes Gestein war bei Lukla Glimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu), mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1).

Standort: im SE von Lukla / Handi Khola (GPS: 27° 41.166'N 86° 44.002'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.864 m/GPS, 2.877 m/GE, 2.878 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.156 m/GE, 2.155 m/GMG (relative Höhe: ca. 721 m/GE, 723 m/GMG); Sicht talaufwärts gen N-NE; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 18.03.2012.



↑ Foto 204:

Blick auf die maximal ca. 160 m/GE hohe orographisch linke Lateralmoräne des vorzeitlichen Handi Khola Gletscher (■; nach Kuhle 2005:Fig. 11; Foto 226 Stadium I / Spätglazial) und in Talbodennähe auf Grundmoräne (■; nach Kuhle 2005:Foto 226, Fig. 11 Podestmoräne / Grundmoränensockel mit Terrassenstufe Stadium 0 / Hochglazial mit erratischen Blöcken; nach Kuhle 2005:Fig. 4 Eismächtigkeit zwischen 1.000 und 1.200 m), die durch den Handi Khola (↓) bzw. durch subglaziales Schmelzwasser (vgl. Kuhle 2005:Foto 226) zerschnitten wurde. Fushimi (1978:Fig. 6) beschrieb die Terrasse als Sedimente, die glazial oder auch fluvial entstanden waren. Götz et al. (2015:Fig. 2) visualisierten in diesem Bereich Moränen. Die Schlifffgrenze des Dudh Khosi Gletscher im Konfluenzbereich des Handi Khola lag nach Kuhle (2005:Foto 226) bei ca. 3.200 m Höhe; in Bezug auf den Haupttalboden bei ca. 2.157 m/GE (27° 40.913'N 86° 42.816'E) berechnete sich eine hochglaziale Eismächtigkeit von ca. 1.043 m. Bei GE ließ sich jedoch diese Schlifffgrenze auf eine Höhe von 2.900-3.100 m einordnen, woraus sich eine geringere hochglaziale Eismächtigkeit von 743-943 m ergab. Die auf diesem Foto am höchsten auszumachenden Schlifffgrenzen (↔) bei 3.060 m auf der orographisch rechten und bei 2.760 m Höhe auf der orographisch linken Dudh Khosi Talseite – bei Kuhle (2005:Foto 229) mit ca. 2.700 m angegeben – zeigten weitere Gletscherstände talabwärts an (vgl. Foto 194, 217, 225). Es handelte sich bei diesen Schlifffgrenzen jedoch nicht um die höchstliegenden hochglazialen Schlifffgrenzen, sondern um tieferliegende jüngere. Die u.g. relative Höhe des Aufnahmestandortes von etwa 700 m ließ auf eine minimale hochglaziale Eismächtigkeit des Haupttales und die o.g. maximale Höhe der Lateralmoräne auf eine maximale spätglaziale Eismächtigkeit des Nebentales schließen. Anstehendes Gestein war bei Lukla Glimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu).

Standort: im SE von Lukla bzw. beim Hospital, Handi Khola (in der Nähe der Koordinaten GPS: 27° 41.109'N 86° 43.989'E, GE: 27° 41.097'N 86° 43.998'E), orographisch rechte Seite des Handi Khola, orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.887 m/GPS, 2.868 m/GE, 2.870 m/GMG; Nebentalboden bei ca. 2.780 m/GE, 2.775 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.156 m/GE, 2.155 m/GMG (relative Höhe: ca. 712 m/GE, 715 m/GMG); Sicht talabwärts gen S; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 18.03.2012.

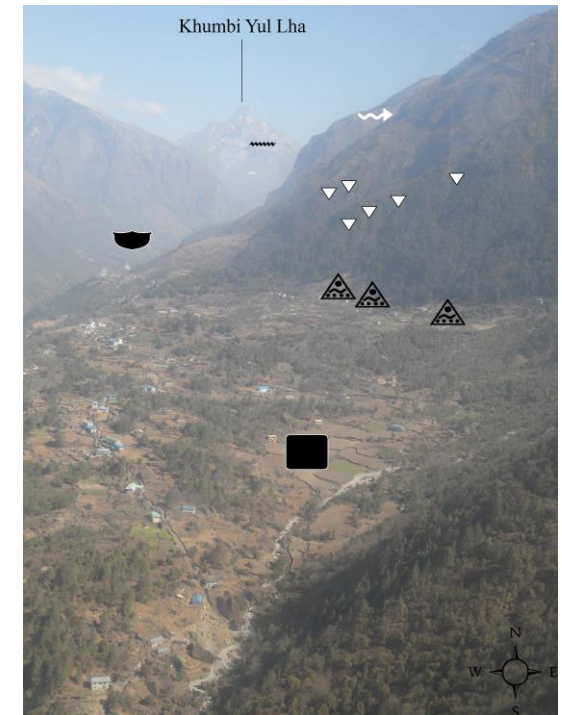
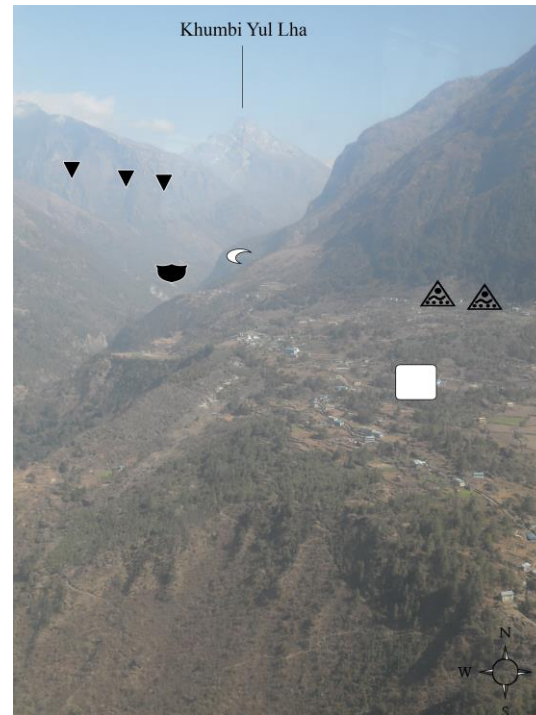
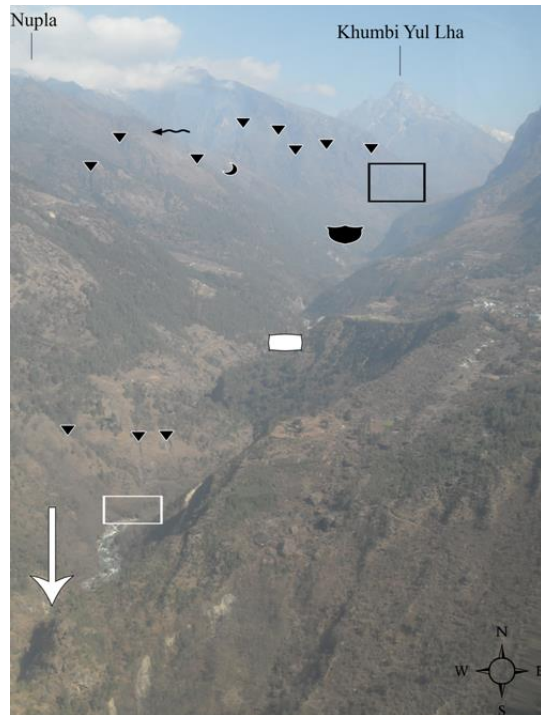




↑ Foto 205:

Blick auf die ca. 115 m/GE hohe (Nebentalboden bei 2.655 m/GE) und maximal ca. 160 m/GE hohe orographisch linke Lateralmoräne des vorzeitlichen Handi Khola Gletscher (■; nach Kuhle 2005:Fig. 11, Foto 226 Stadium I / Spätglazial) und in Talbodennähe auf Grundmoräne (■; nach Kuhle 2005:Foto 226, Fig. 11 Podestmoräne / Grundmoränensockel mit Terrassenstufe Stadium 0 / Hochglazial mit erratischen Blöcken; nach Kuhle 2005:Fig. 4 Eismächtigkeit zwischen 1.000 und 1.200 m), die durch den Handi Khola (↓) bzw. durch subglaziales Schmelzwasser (vgl. Kuhle 2005:Foto 226) zerschnitten wurde. Fushimi (1978:Fig. 6) beschrieb die Terrasse als Sedimente, die glazial oder auch fluvial entstanden waren. Götz et al. (2015:Fig. 2) visualisierten in diesem Bereich Moränen. Auf der orographisch rechten Handi Khola Talseite war anstehender Augengneis glazial überarbeitet (☾; nach Kuhle 2005:Fig. 11; Foto 226 war es ein abradierter und polierter Rundhöcker). Die Schlifffgrenze des Dudh Khosi Gletscher im Konfluenzbereich des Handi Khola lag nach Kuhle (2005:Foto 226) bei ca. 3.200 m Höhe; in Bezug auf den Haupttalboden bei ca. 2.157 m/GE (27° 40.913'N 86° 42.816'E) berechnete sich eine hochglaziale Eismächtigkeit von ca. 1.043 m. Bei GE ließ sich jedoch diese Schlifffgrenze auf eine Höhe von 2.900-3.100 m einordnen, woraus sich eine geringere hochglaziale Eismächtigkeit von 743-943 m ergab. Die u.g. relative Höhe des Aufnahmestandortes von etwa 600 m ließ auf eine minimale hochglaziale Eismächtigkeit des Haupttales und die o.g. maximale Höhe der Lateralmoräne auf eine maximale spätglaziale Eismächtigkeit des Nebentales schließen. Anstehendes Gestein war bei Lukla Glimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis, wobei Augengneis möglich war (vgl. geologische Karte Khumbu).

Standort: Lukla (GPS: 27° 41.111'N 86° 43.501'E), orographisch rechte Seite des Handi Khola, orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.739 m/GPS, 2.735 m/GE, 2.738 m/GMG; Nebentalboden bei ca. 2.655 m/GE, 2.655 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.156 m/GE, 2.155 m/GMG (relative Höhe: ca. 579 m/GE, 583 m/GMG) über dem Haupttalboden; Sicht talabwärts gen SE bis SW; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 18.03.2012.

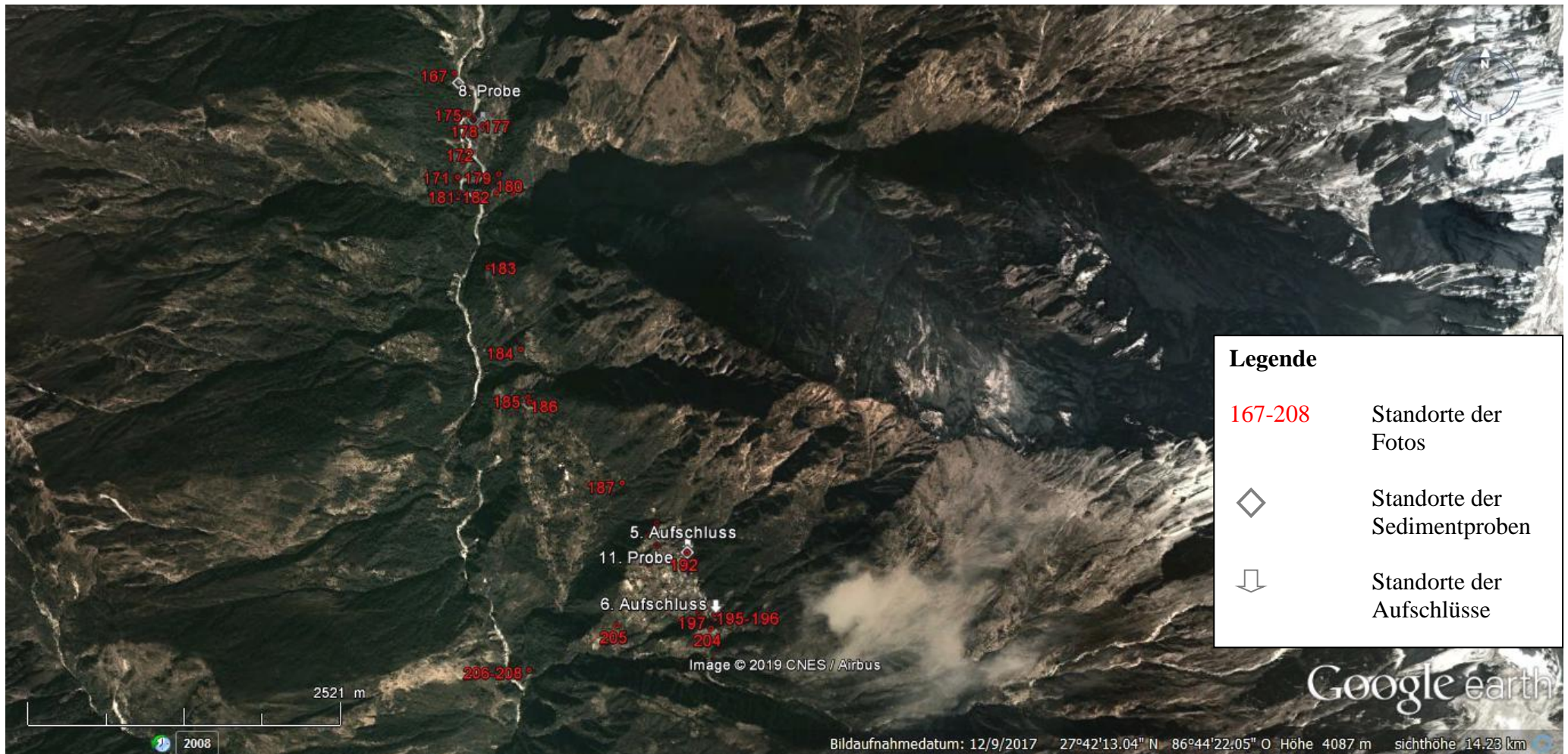


↑ Fotos 206-208:

Grundmoränen (■; nach Kuhle 2005:Foto 227, Fig. 11 Podestmoräne / Grundmoränensockel mit Terrassenstufe Stadium 0 / Hochglazial, auf der orographisch linken Dudh Khosi Talseite mit erratischen Blöcken; nach Kuhle 2005:Fig. 4 Eismächtigkeit zwischen 1.000 und 1.200 m nördlich von Lukla im Dudh Khosi (↓) Talabschnitt von Chaunrikharka, Thalsharoa, Chheplung, Nachipang bis nach Thado Koshigaon bzw. bis zum Thado Koshi Konfluenzbereich. Fushimi (1978:Fig. 6) beschrieb die Terrasse als Sedimente, die glazial oder auch fluvial entstanden waren. Erosionsrinnen (▼) und kleinere Runsen (□) deuteten auf solche Akkumulationen hin. Nach Götz et al. (2015:Fig. 2) waren diese Bergsturzaflagerungen. Murfächer (▲) aus disloziertem Moränenmaterial überlagerten diese Grundmoränenpodeste (vgl. Kuhle 2001a:195; vgl. Kuhle 2005:Foto 227). In der Nähe von Ghat-Phakding existierte ein typisches Trogtalprofil (♥; siehe Talquerprofile 11-13), welches talabwärts in ein schluchtförmiges Trogtalprofil – auf Foto 208 gut sichtbar – überging (vgl. Kuhle 2005:Fig. 11, Foto 228). Rundgeschliffene Hangbereiche (♫) unterstützten die Sicht einer möglichen glazialen Talentstehung. Bereits Kuhle (1987b, 1998) beschrieb Glättungen im Talbereich zwischen Nangbug und Surke. Anstehende Gesteine waren mittel- bis grobkörnig texturierte Augengneise, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Chheplung und Chaunrikharka Glimmergranatgneis und Pegmatit (6b) sowie zwischen Ghat und Chheplung weißer Glimmerturmalingranit (6b) (vgl. geologische Karte Nepal); Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu). Die Schliiffgrenze (~~~~; vgl. Foto 194) lag bei Lukla in einer Höhe von ca. 3.950 m, was auf eine hochglaziale Eismächtigkeit von ca. 1.665 m schließen ließ. Die weitere Schliiffgrenze (~~~~) gab einen geringeren Eispegel an. Die Schliiffgrenze beim Khumbi Yul Lha (~~~~, vgl. Foto 101, 106) auf 4.800 m Höhe deutete bei einem rezenten Talboden bei 3.300 m auf eine hochglaziale Eismächtigkeit von 1.500 m (nach Kuhle 2005:Fig. 3/Profil 22 1.250 m im Imja Khola bei Khumjung). Kuhle (2005:Foto 227, 221) machte desweiteren eine Stadium II / Spätglazial Endmoräne (■) aus.

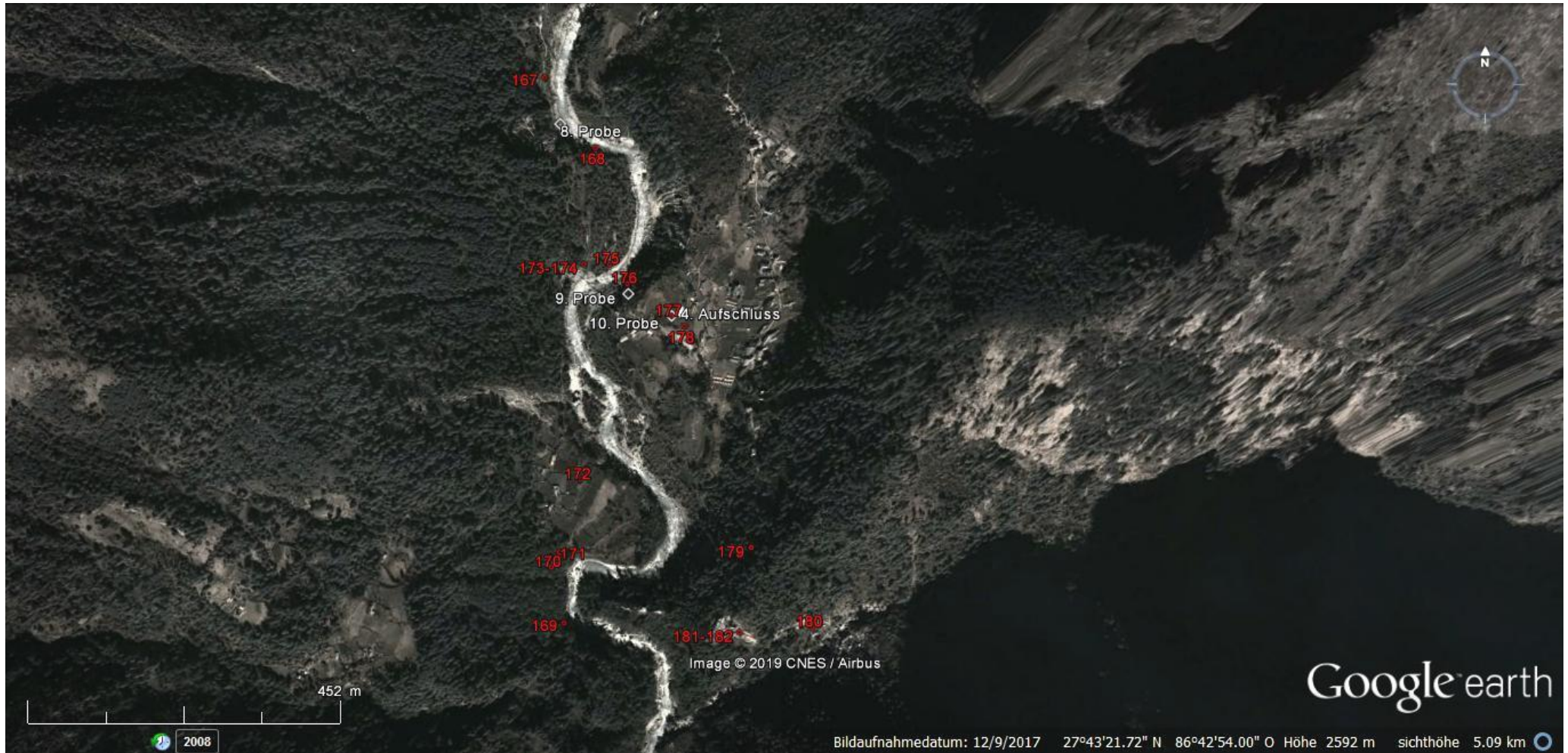
Standort: aus dem Flugzeug (Dornier Do-228-202 9N-AJH) während des Landeanflugs auf den Flugplatz Lukla (ungefähre Koordinaten von Foto 208 GE: 27° 40.860'N 86° 42.998'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; Sicht talaufwärts gen N bis NE; Bw 6,5 mm. Fotos: E. Spitzer, 18.03.2012.





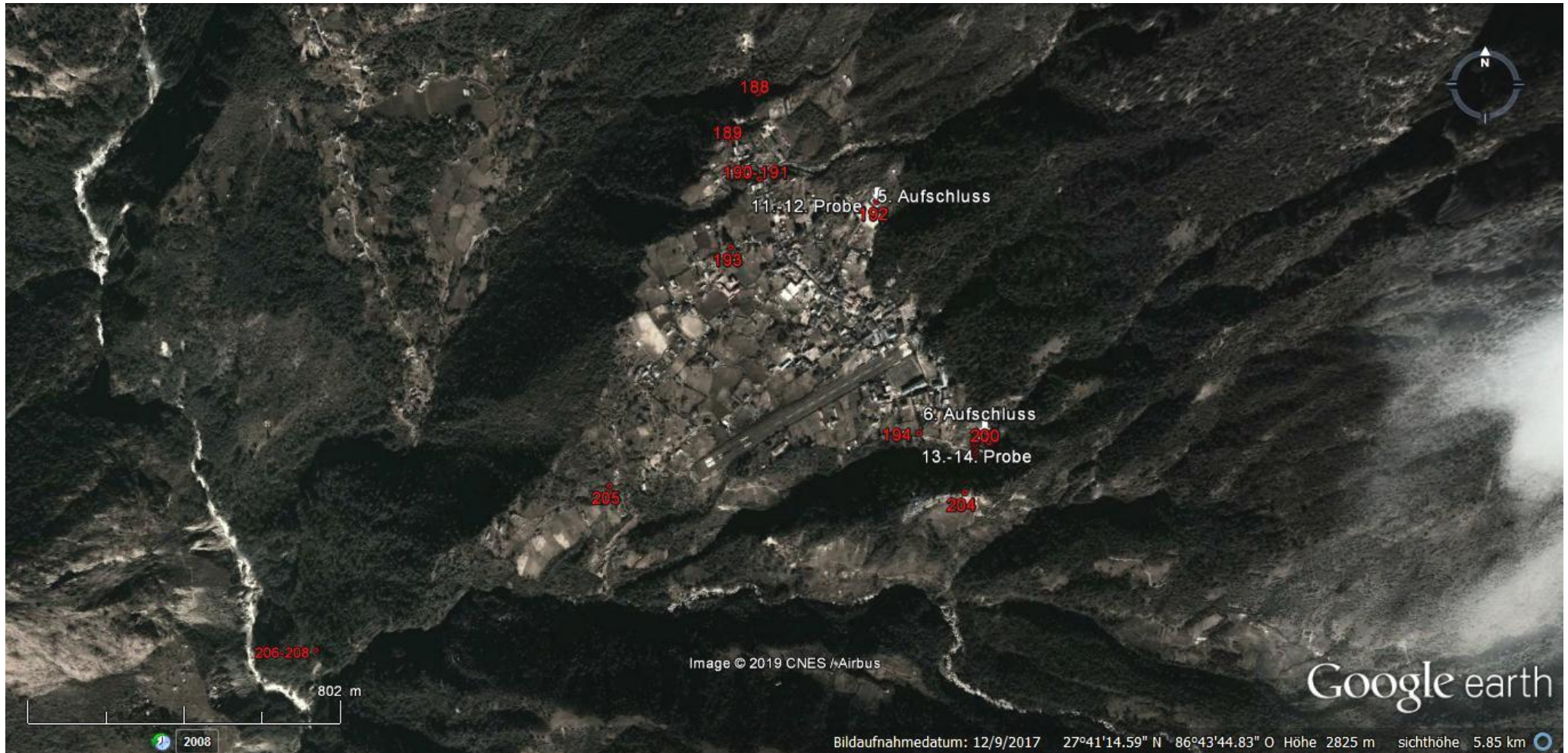
Karte 24: Standorte für Fotos, Sedimentproben und Aufschlüsse im Dudh Khosi. Sichthöhe 14,23 km. Quelle Google Earth.





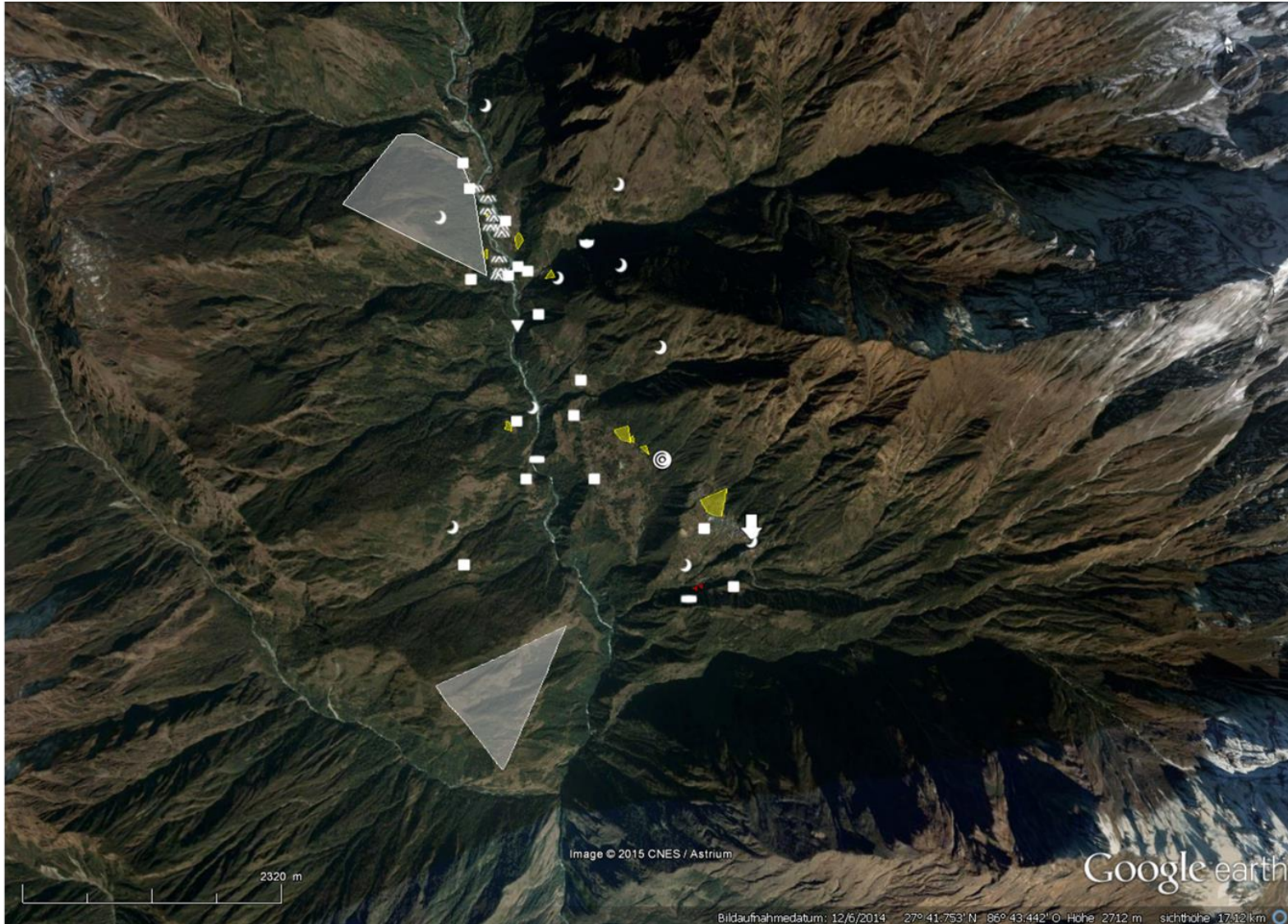
Karte 24, Ausschnitt. Sichthöhe 5,09 km. Quelle Google Earth.





Karte 24, Ausschnitt. Sichthöhe 5,85 km. Quelle Google Earth.





**Legende**

- ▲ glaziäre Dreieckshänge
- ▲ Sturzfächer/-kegel
- ▲ Murfächer/-kegel
- Grundmoräne
- ♣ Trogtal
- ▼ Schlucht
- ☾ Gletscherschliff
- ▨ glazifluviale Terrasse
- ◎ Strudeltopf
- Ufer- bis Endmoräne
- ↓ subglaziale Schmelzwasserrinne

Karte 25: Geomorphologische Karte Dudh Khosi. Quelle Google Earth.





↑ Foto 209, → Foto 210:

Aufgeschlossenes Grundmoränenmaterial (■; nach Kuhle 2005:Foto 226 Podestmoräne / Grundmoränensockel mit Terrassenstufe Stadium 0 / Hochglazial bzw. nach Kuhle 2005:Fig. 11 Grundmoräne mit erratischen Blöcken; nach Kuhle 2005:Fig. 4 hochglaziale Eismächtigkeit zwischen 1.000 und 1.200 m) mit überwiegend kantengerundeten Blöcken (○) in einer stark verdichteten Matrix. Zusätzlich waren auf dem Weg kantengerundete bis gerundete Gesteine zu sehen. Anstehendes Gestein: mittel- bis grobkörnig texturierte Augengneise, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Lukla und Surke Glimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Augengneis (vgl. geologische Karte Khumbu). Die relative Höhe von ca. 500 m konnte als eine minimale hochglaziale Eismächtigkeit angenommen werden.

Standort: Lukla auf der Haupt-Trekking-Route in Richtung Surke (GPS: 27° 41.008'N 86° 43.490'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.655 m/GPS, 2.665 m/GE, 2.660 m/GMG; Nebentalboden bei ca. 2.656 m/GE, 2.655 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.154 m/GE, 2.155 m/GMG (relative Höhe: ca. 511 m/GE, 505 m/GMG); Sicht gen SE bis SSE bzw. 140° und gen NNE bis NE bzw. 40° (Foto 210); Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 14.04.2012.





↓ Foto 211:

Aufgeschlossenes Grundmoränenmaterial (■; nach Kuhle 2005:Foto 226 Podestmoräne / Grundmoränensockel mit Terrassenstufe Stadium 0 / Hochglazial bzw. nach Kuhle 2005:Fig. 11 Grundmoräne mit erratischen Blöcken; nach Kuhle 2005:Fig. 4 hochglaziale Eismächtigkeit zwischen 1.000 und 1.200 m) mit kantengerundeten bis gerundeten Blöcken (○). Anstehendes Gestein: mittel- bis grobkörnig texturierte Augengneise, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Lukla und Surke Glimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Augengneis (vgl. geologische Karte Khumbu). Die relative Höhe von ca. 500 m konnte als eine minimale hochglaziale Eismächtigkeit angenommen werden.

Standort: Lukla auf der Haupt-Trekking-Route in Richtung Surke (GPS: 27° 40.972'N 86° 43.477'E), orographisch rechte Seite des Handi Khola, orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.642 m/GPS, 2.651 m/GE, 2.655 m/GMG; Nebentalboden bei ca. 2.650 m/GE, 2.654 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.158 m/GE, 2.145 m/GMG (relative Höhe: ca. 493 m/GE, 510 m/GMG); Sicht gen NNW bis N bzw. 345°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 14.04.2012.



→ Foto 212:

Bis zu 1,8 m große (1 m Stock als Größenmaß) kantengerundete bis gerundete Gesteine (○) im Grundmoränenmaterial (■; nach Kuhle 2005:Foto 226 Podestmoräne / Grundmoränensockel mit Terrassenstufe Stadium 0 / Hochglazial bzw. nach Kuhle 2005:Fig. 11 Grundmoräne mit erratischen Blöcken; nach Kuhle 2005:Fig. 4 hochglaziale Eismächtigkeit zwischen 1.000 und 1.200 m). Anstehendes Gestein: mittel- bis grobkörnig texturierte Augengneise, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Lukla und Surke Glimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Augengneis (vgl. geologische Karte Khumbu). Die relative Höhe von ca. 500 m konnte als eine minimale hochglaziale Eismächtigkeit angenommen werden.

Standort: Lukla auf der Haupt-Trekking-Route in Richtung Surke (GPS: 27° 40.959'N 86° 43.455'E), orographisch rechte Seite des Handi Khola, orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.635 m/GPS, 2.651 m/GE, 2.650 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.158 m/GE, 2.145 m/GMG (relative Höhe: ca. 493 m/GE, 505 m/GMG); Sicht gen NW bis NNW bzw. 320°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 14.04.2012.





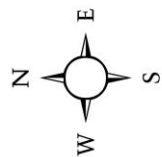
→ Foto 213:

Rundgeschliffenes Anstehendes bzw. Gestein (☉); anstehendes Gestein: mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Lukla und Surke Glimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Augengneis (vgl. geologische Karte Khumbu)), kantengerundete bis gut gerundete Blöcke (☉; 1,80 m Person als Größenmaß) und Grundmoränenmaterial (■; nach Kuhle 2005:Foto 226 Podestmoräne / Grundmoränensockel mit Terrassenstufe Stadium 0 / Hochglazial bzw. nach Kuhle 2005:Fig. 11 Grundmoräne mit erratischen Blöcken; nach Kuhle 2005:Fig. 4 hochglaziale Eismächtigkeit zwischen 1.000 und 1.200 m) deuteten auf glaziale Prozesse. Eine minimale hochglaziale Eismächtigkeit war durch die relative Höhe von ca. 500 m gegeben. Die kantigen Gesteine (□) entstanden durch Verwitterungsprozesse bzw. durch Steinschlag.

Standort: Lukla auf der Haupt-Trekking-Route in Richtung Surke (GPS: 27° 40.959'N 86° 43.455'E), orographisch rechte Seite des Handi Khola, orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.635 m/GPS, 2.651 m/GE, 2.650 m/GMG; Nebentalboden bei ca. 2.650 m/GE, 2.648 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.158 m/GE, 2.145 m/GMG (relative Höhe: ca. 493 m/GE, 505 m/GMG); Sicht talaufwärts gen E; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 14.04.2012.

270



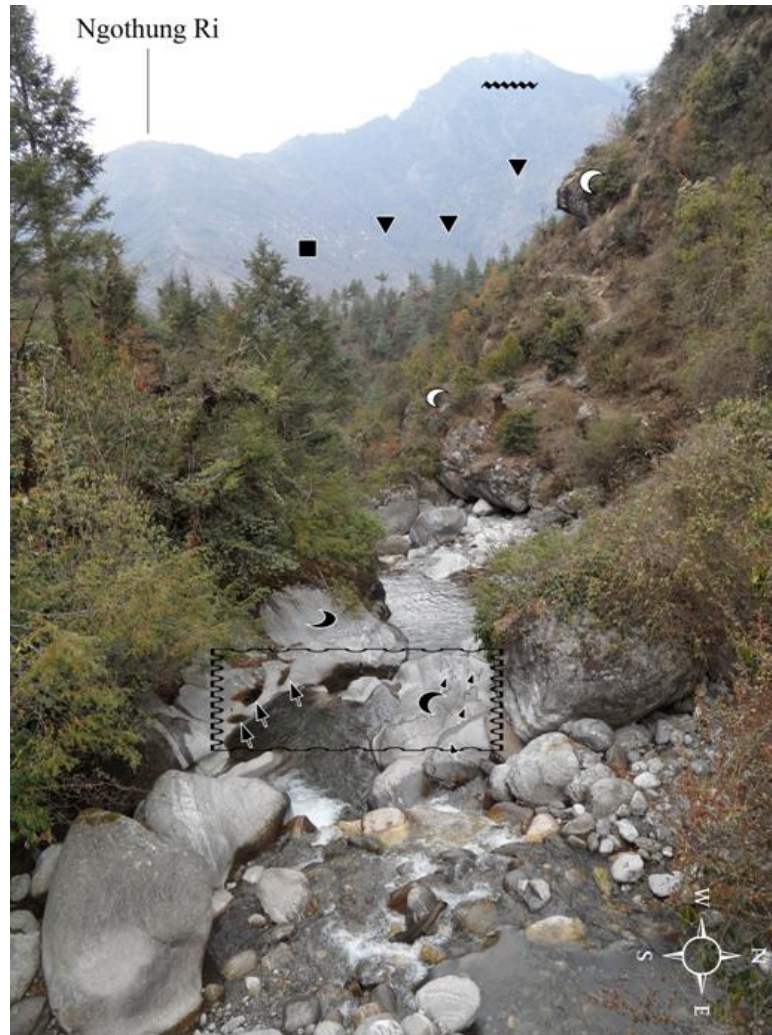


← Foto 214:

Rezentes Flussbett des Nebentales Handi Khola des Dudh Khosi mit vielen kantengerundeten bis gut gerundeten Gesteinen. Auf der orographisch linken Seite befand sich eine Lateralmoräne (■; nach Kuhle 2005: Fig. 11; Foto 226 Stadium I / Spätglazial). Der kantengerundete Block (○) zeigte durch die unterschiedliche Farbgebung bzw. durch die Farbgenze (↓; hellere, nicht vegetationsbedeckte gg. dunklere, vegetationsbedeckte Stellen) den ungefähren durchschnittlichen heutigen Wasserpegel während der Monsunzeit bzw. die jahreszeitlichen Abflussschwankungen an, wobei dieser Aspekt und das rundgeschliffene Anstehende (☉; vgl. Foto 213) auf eine glaziale und glazifluviale Entstehung hindeuteten. Anstehendes Gestein: mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Lukla und Surke Glimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Augengneis (vgl. geologische Karte Khumbu).

Standort: Brücke Handi Khola bei Lukla auf der Haupt-Trekking-Route in Richtung Surke (GPS: 27° 40.959'N 86° 43.455'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.620 m/GPS, 2.651 m/GE, 2.650 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.158 m/GE, 2.145 m/GMG (relative Höhe: ca. 493 m/GE, 505 m/GMG); Sicht gen E talaufwärts; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 14.04.2012.





← Foto 215:

Glatt poliertes Anstehendes (☾) mit glazifluvialen Spülformen bzw. Erosionsrinnen und kleinen Strudeltöpfen (↑). Im Flussbett waren kantengerundete bis gut gerundete Gesteine vorhanden. Grundmoränenmaterial (■; nach Kuhle 2005:Fig. 4 hochglaziale Eismächtigkeit zwischen 1.000 und 1.200 m) und in diesem ausgebildete Erosionsrinnen kamen am Hang an der orographisch rechten Talseite des Dudh Khosi vor (▼). Anstehendes Gestein: mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Lukla und Surke Glimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Augengneis (vgl. geologische Karte Khumbu). Die Schliftgrenze (~~~~) lag bei Lukla auf ca. 3.950 m/GE Höhe (vgl. Foto 194, 220, 221, 224), was in Bezug zum Haupttalboden (27° 41.537'N 86° 42.629'E) bei ca. 2.285 m/GE (nach Kuhle 2005:Foto 224 bei 2.000 m) eine hochglaziale maximale Eismächtigkeit von ca. 1.665 m zuließ. Nach den angegebenen Daten von Kuhle 2005 berechnete sich eine hochglaziale Eismächtigkeit von 1.400 m.

Standort: Brücke Handi Khola bei Lukla auf der Haupt-Trekking-Route in Richtung Surke (GPS: 27° 40.959'N 86° 43.455'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.620 m/GPS, 2.651 m/GE, 2.650 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.158 m/GE, 2145 m (relative Höhe: ca. 493 m/GE, 505 m/GMG); Sicht gen W talabwärts; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer 14.04.2012.

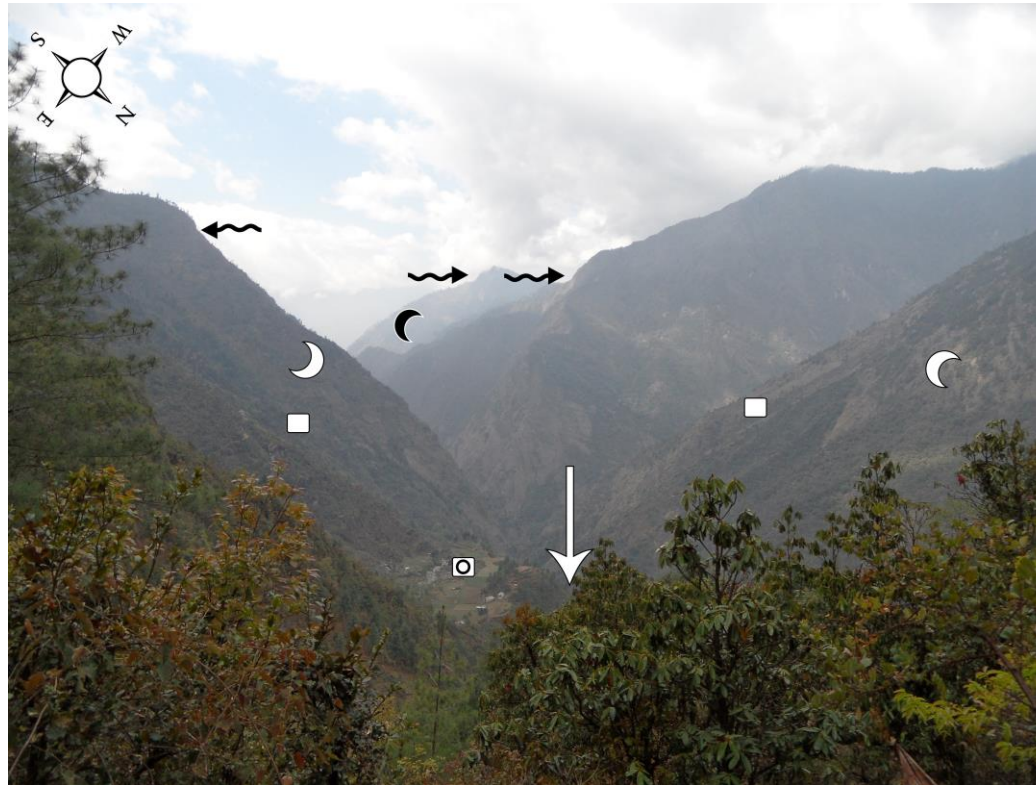
→ Foto 216:

Strudeltopf (☉); 1 m Stock als Größenmaß, ausgebildet im abgeschliffenen anstehenden Gneis (☾), mit davor lagernden kantengerundeten bis gerundeten Gesteinen (⊙). Anstehendes Gestein: mittel- bis grobkörnig texturierter Augengneis, Granatglimmergneis, Kyanitsillimanitgneis, Migmatite und dünne Bänder von Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Lukla und Surke Glimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Augengneis (vgl. geologische Karte Khumbu).

Standort: südwestlich von Lukla auf der Haupt-Trekking-Route in Richtung Surke (GPS: 27° 40.942'N 86° 43.372'E), orographisch linke Seite des Handi Khola, orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.636 m/GPS, 2.657m/GE, 2.645 m/GMG; Nebentalboden bei ca. 2.647 m/GE, 2.643 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.158 m/GE, 2.145 m/GMG (relative Höhe: ca. 499 m/GE, 500 m/GMG); Sicht gen S; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer 14.04.2012.







↑ Foto 217:

Schluchtförmiges Trogtalprofil mit Grundmoränenresten (■) an den geschliffenen Talflanken (☾) des anstehenden Gneisgesteins – graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Lukla und Surke Glimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Augengneis, bei Surke Ortho- und Paragneis sowie unterhalb von Surke Himalaya Gneis (vgl. geologische Karte Khumbu). Die im Vordergrund neben dem eingeschnittenen Dudh Khosi Flussufer (↓) zu sehende Grundmoräne (■) war nach Kuhle (2005:Fig. 11; Foto 229, 230) Podestmoräne / Grundmoränensockel mit Terrassenstufe (Stadium 0 / Hochglazial; nach Kuhle 2005:Fig. 4 hochglaziale Eismächtigkeit ca. 1.000 m, unterhalb von Khari Khola ca. 850 m) ohne erratische Blöcke, die von der spätglazialen Gletscherzunge (Stadium I) überflossen und modifiziert wurde. Nach Fushimi (1978:Fig. 6) stellte diese Terrasse eine Flussterrasse dar, wobei das Eis im Luklha Stadium bis etwa hierhin hinabreichte (vgl. Fushimi 1978:Fig. 10). Die auf diesem Foto am höchsten auszumachenden Schliftgrenzen (↔) bei 3.060 m/GE (Haupttalboden 27° 37.038'N 86° 41.716'E bei ca. 1.600 m; Eismächtigkeit ca. 1.460 m) auf der orographisch rechten (in der Mitte) und bei 2.760 m/GE (Haupttalboden 27° 39.475'N 86° 42.236'E bei ca. 1.844 m/GE; Eismächtigkeit ca. 916 m) auf der orographisch linken Dudh Khosi Talseite (links) – bei Kuhle (2005:Foto 229) mit ca. 2.700 m angegeben – zeigten einen maximalen Gletscherstand, aber nicht den maximalsten, an (vgl. Foto 231). Es handelte sich hierbei um tieferliegende jüngere Schliftgrenzen.

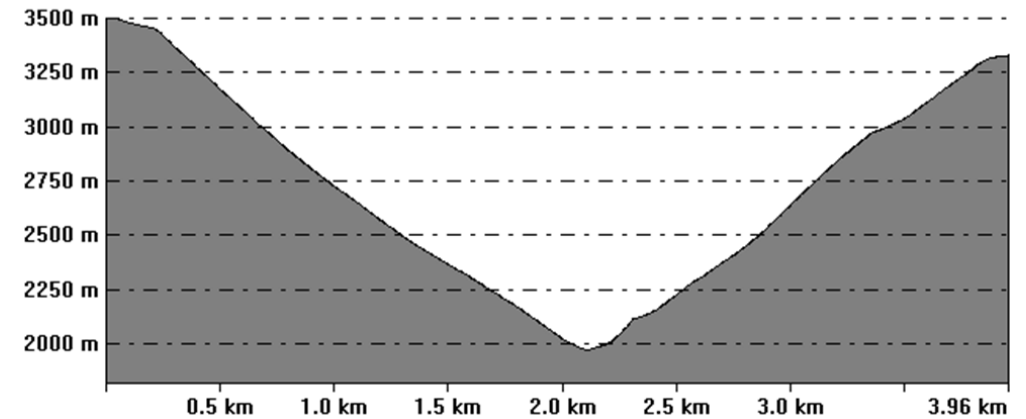
Standort: orographisch linke Talseite des Dudh Khosi südwestlich von Lukla auf der Haupt-Trekking-Route, talabwärts des Handi Khola (GPS: 27° 40.695'N 86° 43.239'E); absolute Höhe: 2.572 m/GPS, 2.547 m/GE, 2.545 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.117 m/GE, 2.118 m/GMG – bei Kuhle (2005) mit ca. 1.800 m angegeben (relative Höhe: ca. 430 m/GE, 427 m/GMG); Sicht gen SW bzw. 225° talabwärts auf Surke und Lumding Khola. Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer 14.04.2012.

→ Talprofil 14 zum Foto 217:

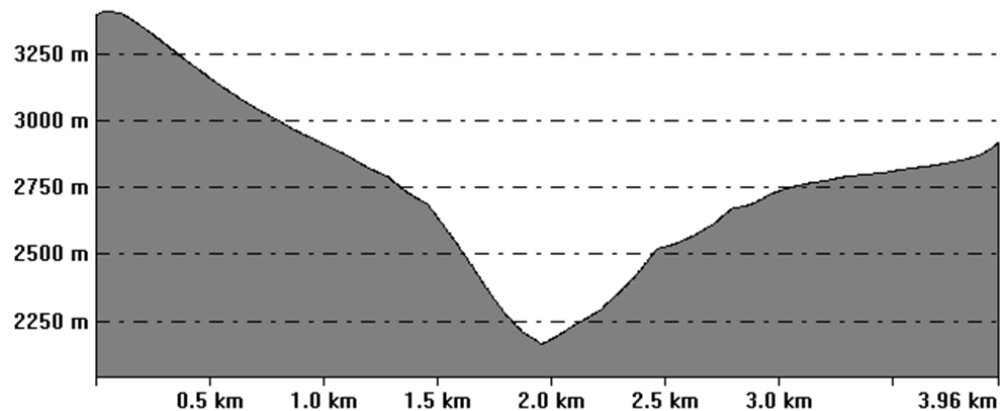
Schluchtförmiger Trog talabwärts der Podestmoräne bei Surke. Nach Kuhle (2005:Fig. 11) bestand hier ebenfalls ein schluchtförmiger Trog, nach Fushimi (1978:Fig. 6) ein Kerbtal.

Standort: etwa 3,9 km talabwärtiges Querprofil von den Koordinaten GE: 27° 39.383'N 86° 43.611'E auf der orographisch linken Dudh Khosi Talseite zu den Koordinaten GE: 27° 40.697'N 86° 41.710'E auf der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite.

From Pos: 27° 39' 22.9996" N, 86° 43' 36.6671" E To Pos: 27° 40' 41.8008" N, 86° 41' 42.6127" E



From Pos: 27° 40' 50.0957" N, 86° 41' 37.9468" E To Pos: 27° 41' 14.9803" N, 86° 43' 59.8236" E

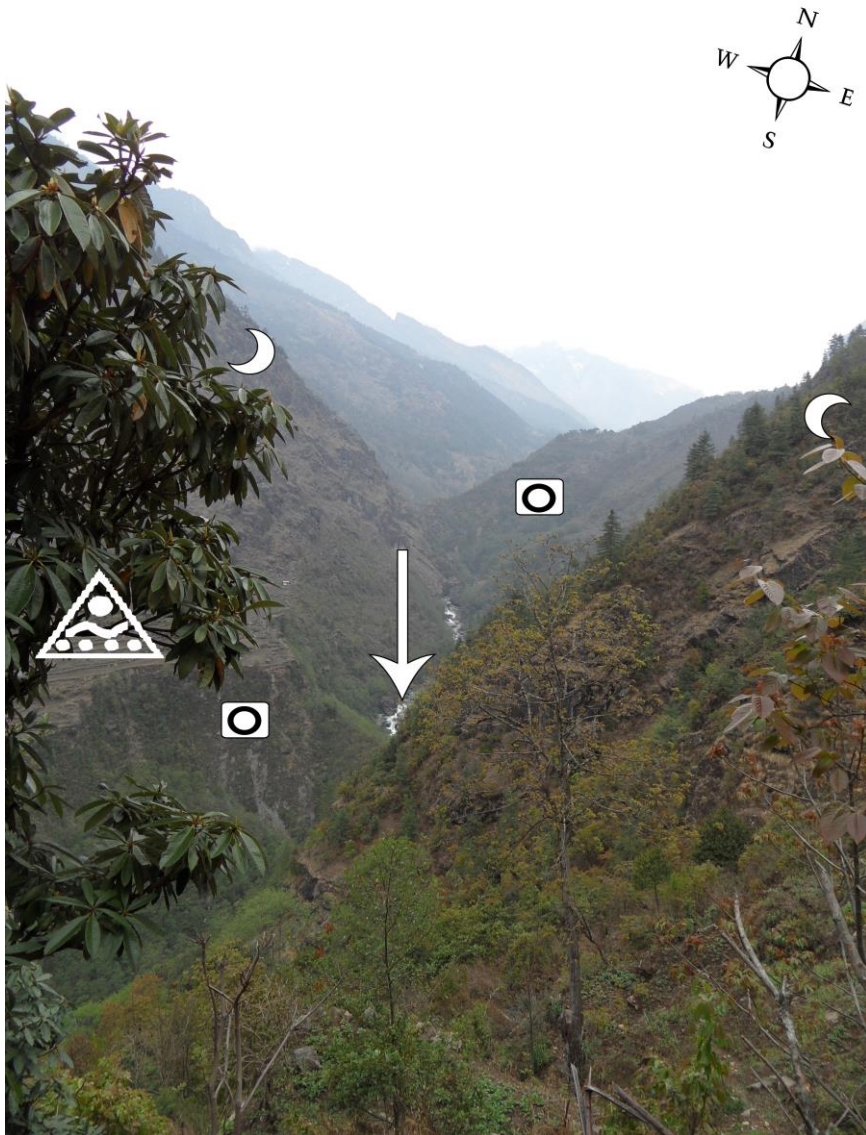


← Talprofil 13 zum Foto 218:

Schluchtförmiger Trog talaufwärts der Podestmoräne bei Nakjung, nach Fushimi (1978:Fig. 6) war dieses ein Kerbtal.

Standort: etwa 3,9 km talaufwärtiges Querprofil von den Koordinaten GE: 27° 40.835'N 86° 41.632'E auf der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite zu den Koordinaten GE: 27° 41.250'N 86° 43.997'E auf der orographisch linken Dudh Khosi Talseite. Die rechte Talprofilhälfte zeigt die Podestmoräne von Lukla an.





← Foto 218:

Schluchtförmiges Trogtalprofil. An den Talhängen waren glaziäre Flankenschliffe (☾) und in Talbodennähe des Dudh Khosi (↓) Grundmoränen (◻; nach Kuhle 2005:Foto 228 Podestmoräne Stadium 0 / Hochglazial) auszumachen. Auf der Moräne im Vordergrund (orographisch rechte Dudh Khosi Talseite) war ein Murfächer (△) ausgebildet. Talabwärts betrachtet verlief die Schriffgrenze nach Kuhle (2005) von 4.000 m bis auf 3.400 m Höhe. Anstehendes Gestein: graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Lukla und Surke Glimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu).

Standort: südwestlich von Lukla, auf der Haupt-Trekking-Route in der Nähe von Surke (GPS: 27° 40.453'N 86° 43.044'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.341 m/GPS, 2.330 m/GE, 2.321 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.075 m/GE, 2.078 m/GMG (relative Höhe: ca. 255 m/GE, 243 m/GMG); Sicht talaufwärts gen NNW bis N bzw. 340° talaufwärts in Richtung Nakjung; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 14.04.2012.



← Foto 219:

Im Tal des Surke Khola wurden die Talflanken glazial abgeschliffen (☾), wobei das Anstehende – graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Lukla und Surke Glimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu) – durch rezente Verwitterungsprozesse steiler Flankenabschnitte frische Abbruchbereiche bzw. helle Gesteinsoberflächen (□) aufzeigte. Im Flussbett waren kantengerundete bis gut gerundete Gesteine vorhanden, die auf zerschnittenes Moränenmaterial (■) hinwiesen.

Standort: Brücke Surke Khola, östliches Surke, auf der Haupt-Trekking-Route (in der Nähe der Koordinaten vom Foto 220, GPS: 27° 40.282'N 86° 43.176'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.294 m/GPS, 2.287 m/GE, 2.278 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.061 m/GE, 2.058 m/GMG (relative Höhe: ca. 226 m/GE, 220 m/GMG); Sicht talaufwärts gen E; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 14.04.2012.

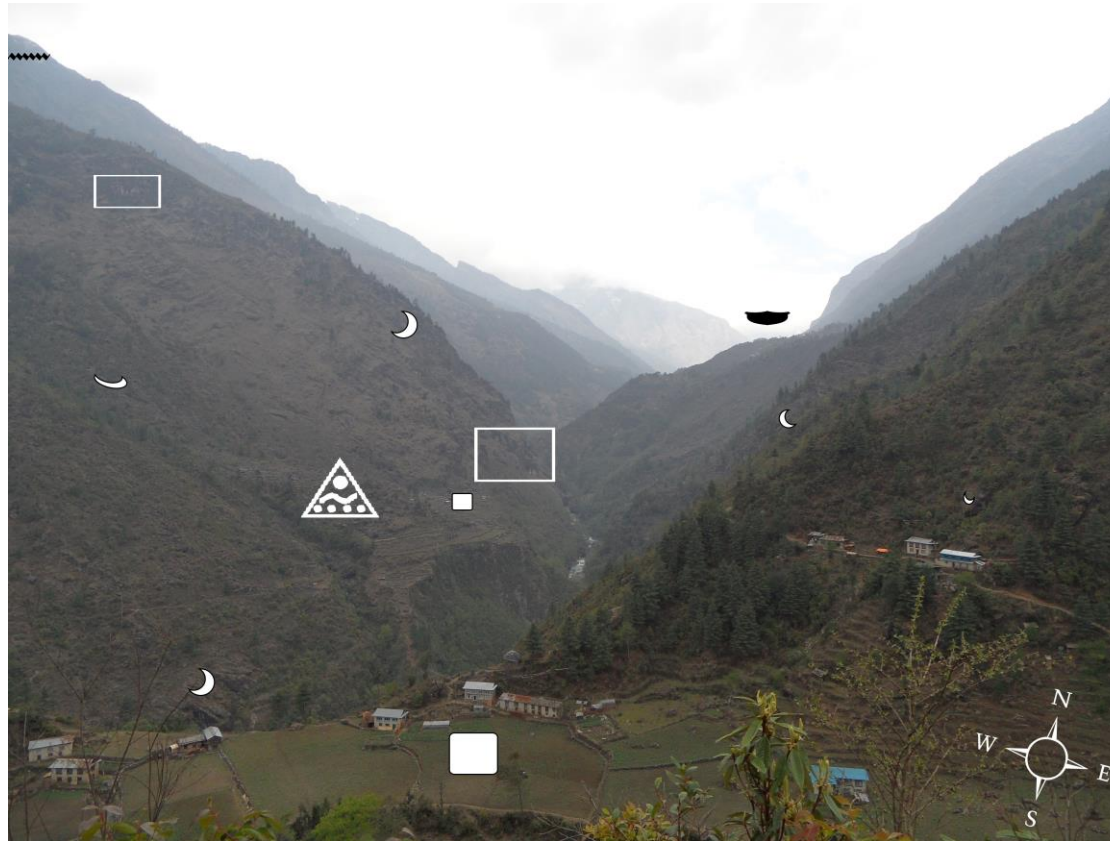




↑ Foto 220:

Der Ort Surke lag auf einer Grundmoräne (■; nach Kuhle 2005:Fig. 11 Podestmoräne / Grundmoränensockel mit Terrassenstufe Stadium 0 / Hochglazial ohne erratische Blöcke) – siehe Foto 217 – mit kantengerundeten Blöcken (○). Im Vordergrund und auf der orographisch rechten Talflanke war angeschliffenes Anstehendes (☪; graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Lukla und Surke Glimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu) bzw. auch Verwitterungsbereiche (□) zu sehen. Die Schlifffgrenze (\*\*\*\*\*) lag bei Lukla auf ca. 3.950 m/GE Höhe (vgl. Foto 194, 215, 221, 224), was in Bezug zum Haupttalboden (27° 41.537'N 86° 42.629'E) bei ca. 2.285 m/GE (nach Kuhle 2005:Foto 224 bei 2.000 m) eine hochglaziale maximale Eismächtigkeit von ca. 1.665 m zuließ. Nach den angegebenen Daten von Kuhle 2005 berechnete sich eine hochglaziale Eismächtigkeit von 1.400 m. Die vom Eis überflossenen Bereiche (—), Gipfel bei ca. 3.410 m/GE Höhe, deuteten auf eine minimale hochglaziale Eismächtigkeit von ca. 1.210 m (Haupttalboden dort bei ca. 2.200 m/GE). Nach Kuhle (2005:Fig. 4) lag die hochglaziale Eismächtigkeit hier bei ca. 1.000 m.

Standort: Surke, auf der Haupt-Trekking-Route (GPS: 27° 40.282'N 86° 43.176'E), orographisch linke Seite des Surke Khola, orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.294 m/GPS, 2.287 m/GE, 2.278 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.061 m/GE, 2.058 m/GMG (relative Höhe: ca. 226 m/GE, 220 m/GMG); Sicht gen WNW bis NW bzw. 300°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 14.04.2012.

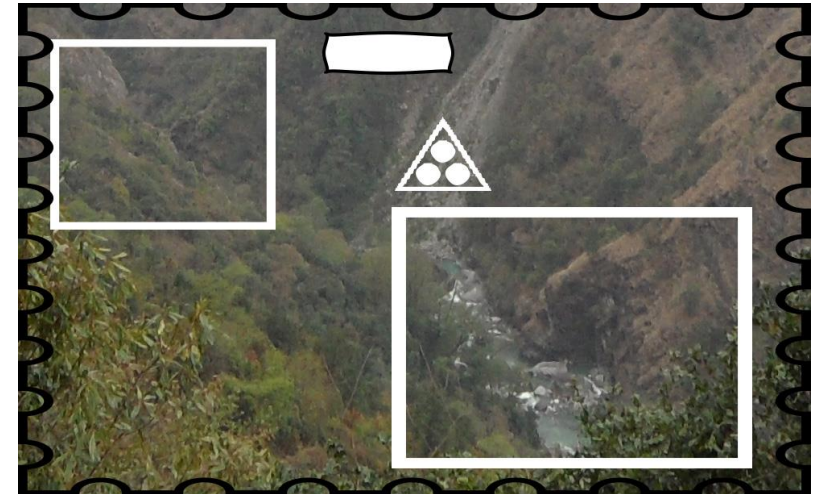
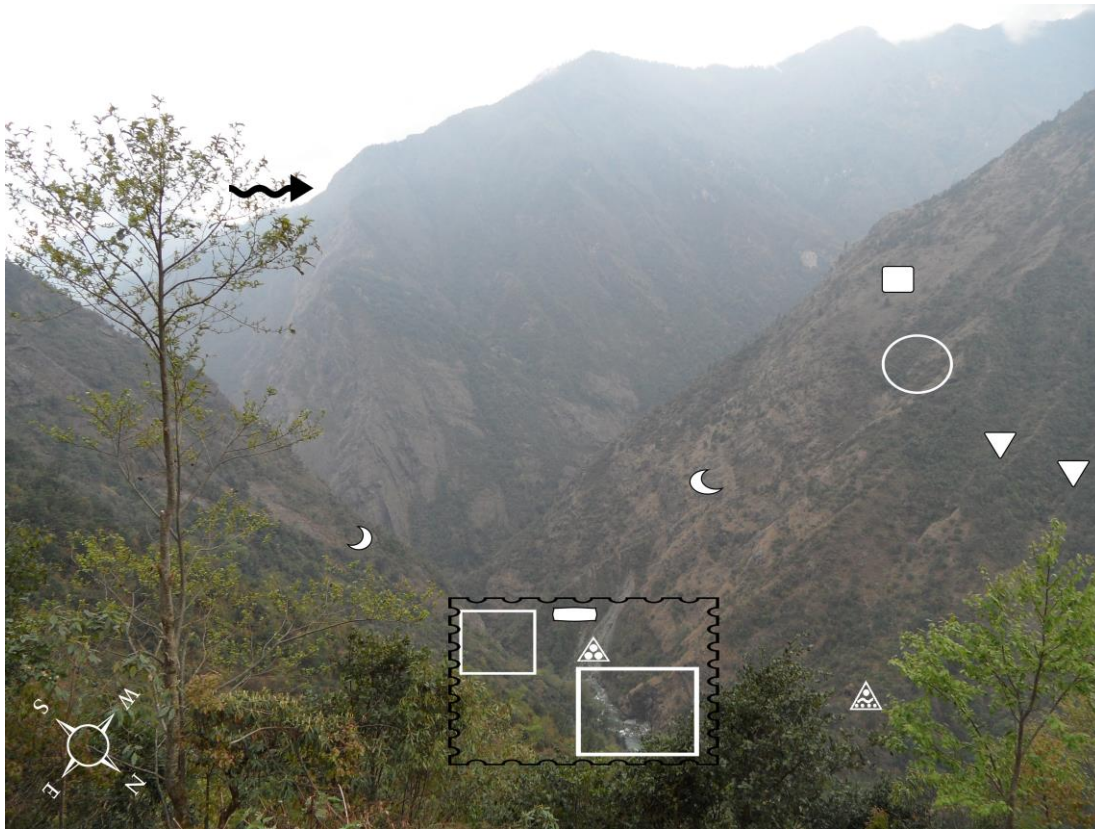


↑ Foto 221:

Schluchtförmiges Trogtalprofil, welches in der Nähe von Ghat-Phakding zum typischen Trogtal (▼) überging. An den Talhängen waren glaziäre Flankenschliffe (☾) sowie durch rezente Verwitterungsprozesse steiler Flankenabschnitte frische Abbruchbereiche bzw. helle Gesteinsoberflächen (□) erkennbar; in Talbodennähe des Dudh Khosi Grundmoräne (■; nach Kuhle 2005:Fig. 11 Podestmoräne / Grundmoränensockel mit Terrassenstufe Stadium 0 / Hochglazial ohne erratische Blöcke). Auf der Moräne auf der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite war ein Murfächer (▲) aus disloziertem Moränenmaterial ausgebildet. Talabwärts betrachtet verlief die Schriffgrenze nach Kuhle (2005) von 4.000 m bis auf 3.400 m Höhe. Anstehendes Gestein: graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Lukla und Surke Glimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis, Himalaya Gneis möglich (vgl. geologische Karte Khumbu). Die Schriffgrenze auf der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite im Bereich von Lukla (⋯⋯⋯; nach Kuhle 2005:Foto 224, 227 bei ca. 3.400 m Höhe) lag bei Lukla auf ca. 3.950 m/GE Höhe, was in Bezug zum Haupttalboden 27° 41.537'N 86° 42.629'E bei ca. 2.285 m/GE (nach Kuhle 2005:Foto 224 bei 2.000 m) eine hochglaziale maximale Eismächtigkeit von ca. 1.665 m zuließ (vgl. Foto 194, 215, 220, 224).

Standort: Surke (GPS: 27° 40.213'N 86° 43.041'E), orographisch linke Seite des Surke Khola, orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.359 m/GPS, 2.322 m/GE, 2.315 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 2.040 m/GE, 2.039 m/GMG (relative Höhe: ca. 282 m/GE, 276 m/GMG); Sicht talaufwärts gen NNW bis N bzw. 340°; Bw 3,9 mm. Foto E. Spitzer, 14.04.2012.





↑ Foto 222:

Schluchtförmiges Trogtalprofil. Auf den Talflanken waren vor allem Reste von glazärem Flankenschliff (↪) und von Grundmoränenablagerungen (■) mit kantengerundeten Blöcken (○) auszumachen. Die Erosionsrinnen (▼) und der ausgebildete Murfächer (▲) deuteten auf disloziertes Grundmoränenmaterial hin. In Talbodennähe befanden sich zwei im Anstehenden ausgebildete Strudeltöpfe (□; siehe Bildausschnitt), verstärtztes Material (▲; siehe Bildausschnitt) und ein jüngerer Moränenzug (■; siehe Bildausschnitt). Anstehendes Gestein: graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. unterhalb Surke Augenglimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal), Himalaya Gneis (vgl. geologische Karte Khumbu). Die Schliffgrenze (↪), die aber nicht die maximalste kennzeichnete, lag auf ca. 2.825 m/GE, was bei einer Haupttalbodenhöhe von ca. 1.815 m/GE auf eine Eismächtigkeit von 1.010 m schließen ließ.

Standort: südöstlich von Surke, auf der Haupt-Trekking-Route zwischen Surke und Chutok La (GPS: 27° 40.100'N 86° 43.016'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.430 m/GPS, 2.438 m/GE, 2.440 m/GMG; Haupttalboden auf ca. 2.005 m/GE, 2.000 m/GMG (relative Höhe: ca. 433 m/GE, 440 m/GMG); Sicht gen WSW bis W bzw. 260° talabwärts; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 14.04.2012.





← Foto 223:

Gletscherschliff (☾) im anstehenden Gneis. mit glazifluvialen Spülformen bzw. Erosionsrinnen (→; siehe Bildausschnitt) und entgegen der Schieferung, ungefähr taltiefenlinienparallel verlaufende Mikroerosionsformen bzw. Kratzungen (□; siehe Bildausschnitt). Anstehende Gesteine: graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. unterhalb Surke Augenglimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Himalaya Gneis (vgl. geologische Karte Khumbu).

Standort: südöstlich von Surke, auf der Haupt-Trekking-Route zwischen Surke und Chutok La (in der Nähe der Koordinaten vom Foto 222, GPS: 27° 40.100'N 86° 43.016'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: ca. 2.500 m/GPS, 2.438 m/GE, 2.440 m/GMG; Haupttalboden auf ca. 2.005 m/GE, 2.000/GMG (relative Höhe: ca. 433 m/GE, 440 m/GMG); Sicht gen W; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 14.04.2012.



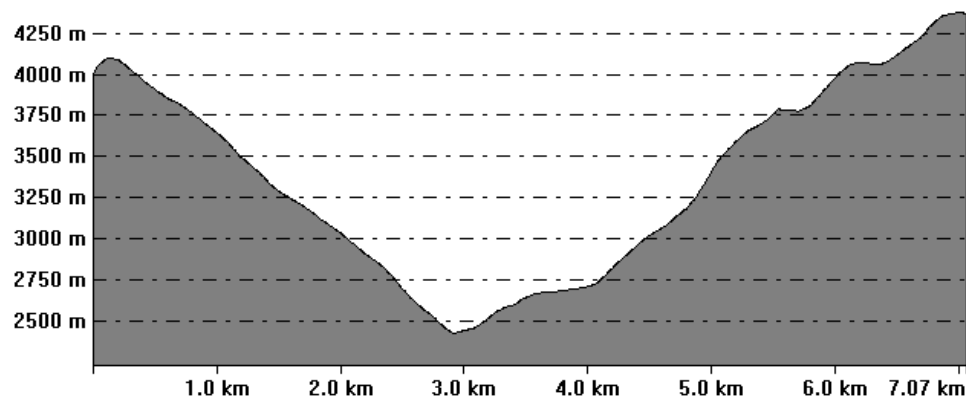


← Foto 224:

Schluchtförmiges Trogtalprofil (bei Ghat-Phakding typisches Trogtalprofil ♣); an den Talflanken fanden sich glaziäre Flankenschliffe (♣), postglaziale Felsnachbrüche bzw. abbröckelnde Gesteine (♣), Murfächer aus disloziertem Moränenmaterial (♣; s.h.a. Kuhle 2001a:195 und Kuhle 2005:Foto 227) und Moränen (♣; nach Kuhle 2005:Foto 227 Podestmoräne / Grundmoränensockel mit Terrassenstufe Stadium 0 / Hochglazial; ♣; nach Kuhle 2005:Foto 221, 227 Endmoräne Stadium II / Spätglazial auf ca. 2.500 m). Laut Kuhle (2005:Foto 227) lag die Schliftgrenze in diesem Talbereich auf 3.400 bis 3.600 m Höhe. Anstehendes Gestein: graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. unterhalb Surke Glimmergranatgneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Himalaya Gneis (vgl. geologische Karte Khumbu). Die Schliftgrenze auf der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite im Bereich von Lukla (♣; nach Kuhle 2005:Foto 224, 227 bei ca. 3.400 m Höhe) lag bei Lukla auf ca. 3.950 m/GE Höhe, was in Bezug zum Haupttalboden 27° 41.537'N 86° 42.629'E bei ca. 2.285 m/GE (nach Kuhle 2005:Foto 224 bei 2.000 m) eine hochglaziale maximale Eismächtigkeit von ca. 1.665 m zuließ (vgl. Foto 194, 215, 220, 221).

Standort: südöstlich von Surke, in der Nähe des Chutok La (GPS: 27° 39.520'N 86° 42.985'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.711 m/GPS, 2.687 m/GE, 2.680 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 1.877 m/GE, 1.870 m/GMG (relative Höhe: ca. 810 m/GE, 810 m/GMG); Sicht talaufwärts in Richtung Surke, Lukla, Nakjung und Chaunrikharka gen WNW bis N bzw. 300 bis 355°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 14.04.2012.

From Pos: 27° 41' 51.1407" N, 86° 40' 52.8435" E To Pos: 27° 41' 56.9730" N, 86° 45' 10.6324" E



← Talprofil 12 zum Foto 224:

Schluchtförmiger Trog. Nach Kuhle (2005:Fig. 53/Profil 29) war das Tal leicht konkav trogförmlich vom Eis geschliffen. Es existierte eine Podestmoräne bei Chaunrikharka, in der Nähe der Endmoräne Stadium II nach Kuhle (2005).

Standort: etwa 7 km talaufwärtiges Querprofil von den Koordinaten GE: 27° 41.852'N 86° 40.881'E auf der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite zu den Koordinaten GE: 27° 41.950'N 86° 45.177'E auf der orographisch linken Dudh Khosi Talseite.

→ Foto 225:

Das Talprofil zeigte einen schluchtförmigen Trog (v; vgl. Kuhle 2005:Fig. 11). Auf den Hängen waren Erosionsrinnen zu erkennen (▼), wobei die Schriffgrenze (↔) auf der orographisch linken Talseite bei ca. 2.700 m/GE (Haupttalboden bei ca. 1.680 m/GE; Eismächtigkeit ca. 1.020 m/GE) und auf der orographisch rechten Talseite bei ca. 3.060 m/GE (Haupttalboden 27° 37.038'N 86° 41.716'E bei ca. 1.600 m; Eismächtigkeit ca. 1.460 m) lag (nach Kuhle 2005:Foto 232, 233 hochglaziale Schriffgrenze bei ca. 2.700 bis ca. 2.500 m; nach Kuhle 2005:Fig. 4 hochglaziale Eismächtigkeit ca. 1.000 m). Die oberste Schriffgrenze auf dem Foto lag auf einer Höhe von 3.900 m/GE (Nebentalboden bei 2.930 m/GE, Eismächtigkeit 970 m; Haupttalboden bei ca. 1.700 m/GE, Eismächtigkeit 2.200 m). Anstehendes Gestein: graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. unterhalb Surke Glimmergranatgneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Himalaya Gneis (vgl. geologische Karte Khumbu).

Standort: unterhalb des Chutok La in Richtung Poyan (GPS: 27° 39.203'N 86° 42.697'E), orographisch rechte Poyan Khola Talseite, orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.728 m/GPS, 2.705 m/GE, 2.702 m/GMG; Nebentalboden bei ca. 2.024 m/GE, 2.010 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 1.815 m/GE, 1.810 m/GMG (relative Höhe: ca. 890 m/GE, 892 m/GMG); Sicht talabwärts gen S bis SSW bzw. 200°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 14.04.2012.

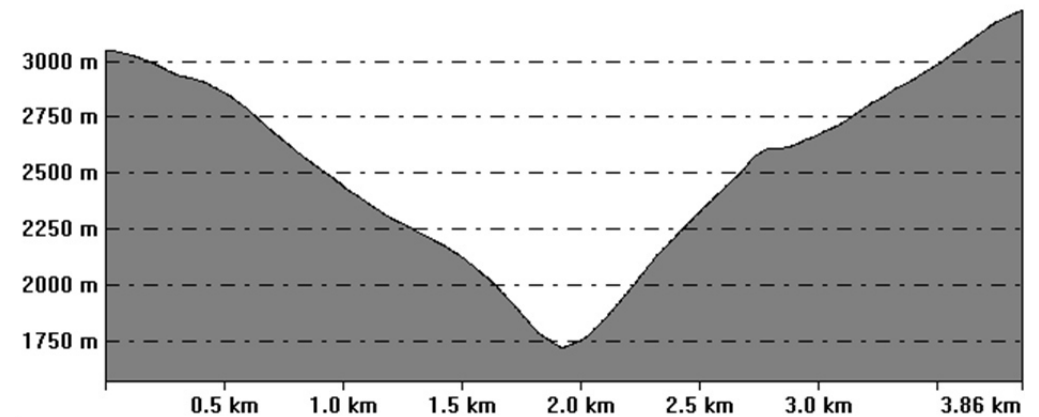


↓ Talprofil 16 zum Foto 225:

Schluchtförmiger Trog. Nach Kuhle (2005:Fig. 11) bestand hier ebenfalls ein schluchtförmiges Trogtalprofil bzw. nach Kuhle (2005:Fig. 54/Profil 30) war das Tal leicht konkav trogförmlich vom Eis geschliffen.

Standort: etwa 3,8 km talabwärtiges Querprofil von den Koordinaten GE: 27° 37.985'N 86° 43.056'E auf der orographisch linken Dudh Khosi Talseite zu den Koordinaten GE: 27° 39.183'N 86° 41.136'E auf der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite.

From Pos: 27° 37' 59.1005" N, 86° 43' 3.3436" E To Pos: 27° 39' 10.9893" N, 86° 41' 8.1372" E



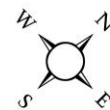




↓ Foto 227:

Geschliffenes Gestein (☾) und kantengerundete Blöcke (○) deuteten auf Moränenmaterial. Kuhle (2013a:Foto 7) machte ebenfalls in diesem Gebiet auf ca. 2.800 m Höhe Grundmoränenmaterial aus. Anstehendes Gestein: graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. unterhalb Surke Glimmergranatgneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Himalaya Gneis (vgl. geologische Karte Khumbu).

Standort: Poyan Khola (zwischen den Koordinaten GPS: 27° 39.128'N 86° 43.084'E und GPS: 27° 39.072'N 86° 43.129'E), orographisch rechte Poyan Khola Talseite, orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.784 m/GPS, 2.782 m/GE, 2.780 m/GMG; Nebentalboden bei ca. 2.197m/GE, 2.200 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 1.817 m/GE, 1.802 m/GMG (relative Höhe: ca. 965 m/GE, 978 m/GMG); Sicht gen NW; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 14.04.2012.



↑ Foto 226:

Kantengerundete bis gerundete Blöcke (○) verwiesen auf Moränenmaterial (Tier als Größenmaß). Kuhle (2013a:Foto 7) machte ebenfalls in diesem Gebiet – weiter westlich von diesem Standort – auf ca. 2.800 m Höhe Grundmoränenmaterial aus. Anstehendes Gestein: graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. unterhalb Surke Glimmergranatgneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Himalaya Gneis (vgl. geologische Karte Khumbu).

Standort: Poyan Khola (GPS: 27° 39.128'N 86° 43.084'E), orographisch rechte Poyan Khola Talseite, orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.784 m/GPS, 2.782 m/GE, 2.780 m/GMG; Nebentalboden bei ca. 2.197 m/GE, 2.200 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 1.817 m/GE, 1.802 m/GMG (relative Höhe: ca. 965 m/GE, 978 m/GMG); Sicht gen NNE bis NE bzw. 30°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 14.04.2012.





↑ Foto 228:

Moränenmaterial (■) im Poyan Khola. Kuhle (2013a:Foto 7) machte ebenfalls in diesem Gebiet auf ca. 2.800 m Höhe Grundmoränenmaterial aus. Anstehendes Gestein: graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. unterhalb Surke Glimmergranatgneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Himalaya Gneis (vgl. geologische Karte Khumbu). Dieser Bereich wurde vollständig vom Eis überflossen (—).

Standort: Poyan Khola (GPS: 27° 39.072'N 86° 43.129'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.781 m/GPS, 2.772 m/GE, 2.770 m/GMG; Nebentalboden bei ca. 2.197m/GE, 2.200 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 1.811 m/GE, 1.798 m/GMG (relative Höhe: ca. 961 m/GE, 972 m/GMG); Sicht gen NE bis ENE bzw. 60°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 14.04.2012.

↓ Foto 229:

Etwa 3 m hohes Moränenmaterial (■) im Poyan Khola. Kuhle (2013a:Foto 7) machte ebenfalls in diesem Gebiet auf ca. 2.800 m Höhe Grundmoränenmaterial aus. Anstehendes Gestein: graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. unterhalb Surke Glimmergranatgneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Himalaya Gneis (vgl. geologische Karte Khumbu). Erosionsrinnen (▼) und ein Murfächer (▲) waren am Hang ausgebildet. Die vom Eis überflossenen Bereiche deuteten auf eine hochglaziale Eismächtigkeit (vgl. Foto 231). Dieser Bereich wurde vollständig vom Eis überflossen (—).

Standort: Poyan Khola (GPS: 27° 38.669'N 86° 43.686'E), orographisch rechte Poyan Khola Talseite, orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.794 m/GPS, 2.800 m/GE, 2.800 m/GMG; Nebentalboden bei ca. 2.470 m/GE, 2.460 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 1.779 m/GE, 1.772 m/GMG (relative Höhe: ca. 1.021 m/GE, 1.028 m/GMG); Sicht gen N bis NNE bzw. 10°; Zoom. Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 15.04.2012.





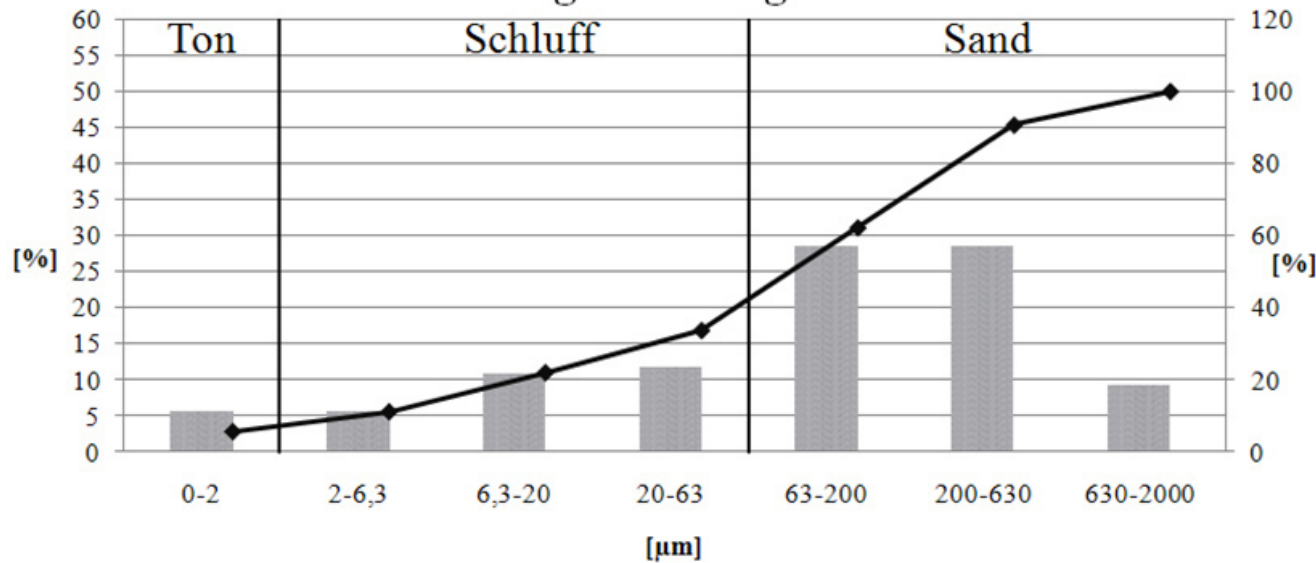


← Foto 230:

Kantengerundete bis gerundete Gesteine (O; 1 m Stock als Größenmaß) deuteten auf Moränenmaterial. Kuhle (2013a:Foto 7) machte ebenfalls in diesem Gebiet auf ca. 2.800 m Höhe Grundmoränenmaterial aus. Die entnommene Probe zeigte, dass alle Korngrößen Ton (5,51 %), Schluff (28,11 %) und Sand (66,38 %) enthalten waren. Etwa 97,64 % der 381 ausgezählten Quarzkörner der Mittelsandfraktion waren glazial gebrochen / frisch verwittert – wobei 22,57 % davon eindeutig gebrochene fluvial polierte Körner darstellten – und ca. 2,36 % fluvial polierte. Anstehendes Gestein: graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. unterhalb Surke Glimmergranatgneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Himalaya Gneis (vgl. geologische Karte Khumbu).

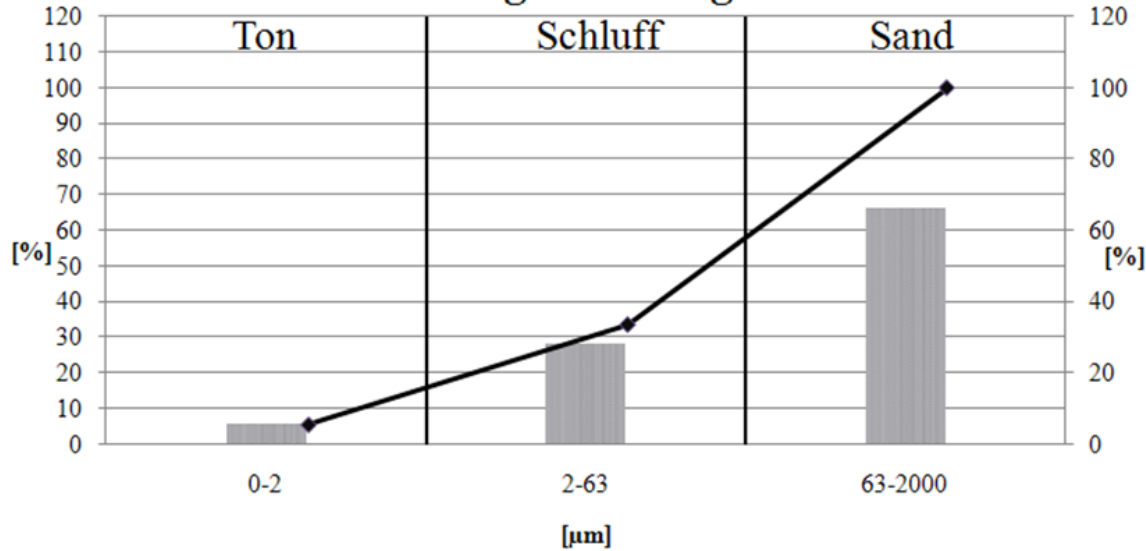
Standort: Poyan Khola (GPS: 27° 38.411'N 86° 43.949'E), orographisch rechte Poyan Khola Talseite, orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.768 m/GPS, 2.766 m/GE; Nebentalboden bei ca. 2.760 m/GE; Haupttalboden bei ca. 1.722 m/GE (relative Höhe: ca. 1.044 m/GE); Sicht gen NW bis NNW bzw. 330°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 15.04.2012.

### Probe 15 - Korngrößendiagramm 1



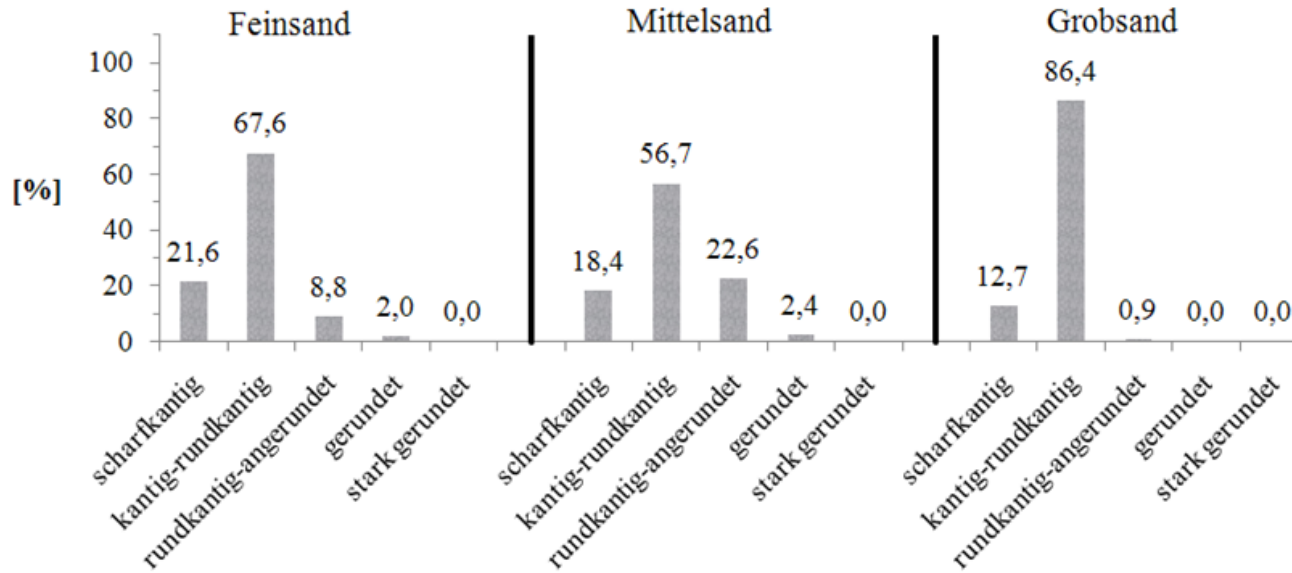
← Korngrößendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 15 von der orographisch linken Dudh Khosi Talseite bzw. Poyan Khola (siehe Foto 230; Standort 27° 38.411'N 86° 43.949'E). Angaben des Ton-, Schluff- bzw. Fein-, Mittel- und Grobschluff- sowie Sand- bzw. Fein-, Mittel- und Grobsandgehaltes wurden in % angegeben. In der Probe waren 5,511 % Ton, 28,110 % Schluff (5,548 % Feinschluff, 10,832 % Mittelschluff, 11,730 % Grobschluff) und 66,378 % Sand (28,499 % Feinsand, 28,560 % Mittelsand, 9,319 % Grobsand) enthalten. Es handelte sich um eine Moränenablagerung, da diese sich dadurch auszeichnete, dass alle Korngrößen von Ton bis Sand vorhanden waren, diese also unsortiert war. An der Probeentnahmestelle konnten ebenfalls kleine und große Gesteine ausgemacht werden. Demnach kamen die Korngrößen Ton bis Blockgröße vor. Vorwiegend waren kantengerundete Blöcke in einer feinen Matrix aufzufinden, was ebenfalls für eine Moräne sprach. Nach der geomorphologischen Ausprägung der Moräne handelte es sich hier speziell um eine Grundmoränenablagerung.

### Probe 15 - Korngrößendiagramm 2

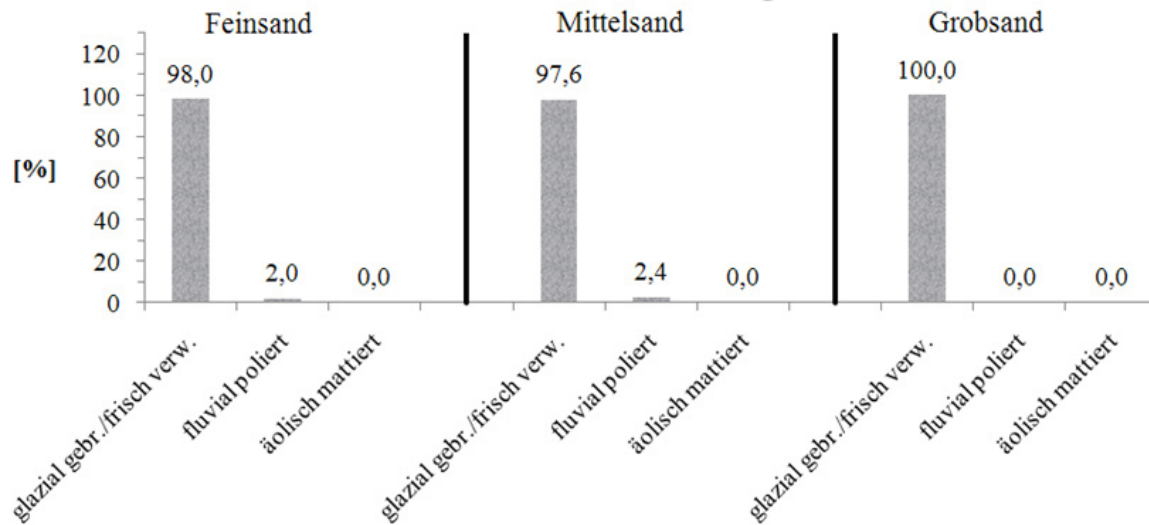




## Probe 15 - Kornformendiagramm 1

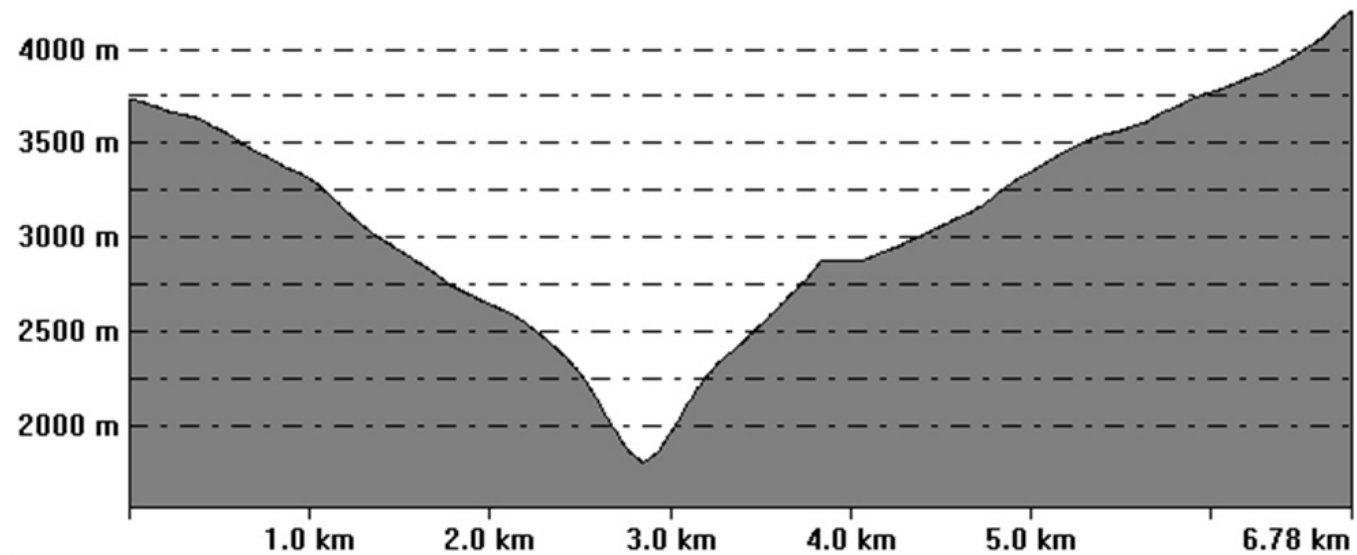


## Probe 15 - Kornformendiagramm 2



← Kornformendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 15 von der orographisch linken Dudh Khosi Talseite bzw. Poyan Khola (siehe Foto 230; Standort 27° 38.411'N 86° 43.949'E). Angaben des Ton-, Schluff- und Sandgehaltes wurden in % angegeben. Es wurden insgesamt 593 Körner ausgezählt (102 in der Feinsand-, 381 in der Mittelsand- und 110 in der Grobsandfraktion). Somit lag das Hauptaugenmerk der Untersuchung auf der Mittelsandfraktion. In der Probe war bei einer Fraktion 100 % glazial gebrochene / frisch verwitterte Kornformen und bei den anderen beiden 98,0 % und 97,6 % glazial gebrochene / frisch verwitterte und 2,0 % und 2,4 % fluvial polierte Körner enthalten. Da bei diesem Standort – wie bei der Korngrößenanalyse gezeigt werden konnte – Korngrößen von Ton bis Sand und vorwiegend kantengerundete Blöcke vorkamen, wurde verständlich, dass die Körner glazial gebrochene waren. Anhand der Klassifizierung in fünf Kategorien scharfkantig, kantig-rundkantig, rundkantig-angerundet, gerundet und stark gerundet konnte gezeigt werden, dass hierbei der fluvial polierte Anteil hoch war, da kantig bis rundkantige sowie rundkantig bis angerundete und sogar gerundete Körner in der Sedimentprobe vorhanden waren. Der Grobsandanteil zeigte die meisten kantig bis rundkantigen Körner, gefolgt von der Feinsandfraktion. Die Körner der Fein- und Mittelsandfraktion tendierten in die fluvial polierte Gruppe. Somit wurde neben dem o.g. glazialen Einfluss eine glazifluviale Einwirkung auf die Sedimente – da die Körner hin zum fluvial polierten Korn tendierten – deutlich. Diese glazifluviale Einwirkung kann vor oder während dem glazialen Transport einhergegangen sein – da die kleineren Körner diesen Prozess länger konservieren können als die größeren und die größeren Körner eher in Richtung kantige bis rundkantige Ausformung tendierten.

From Pos: 27° 39' 19.0466" N, 86° 40' 28.1533" E To Pos: 27° 39' 18.5282" N, 86° 44' 35.4440" E

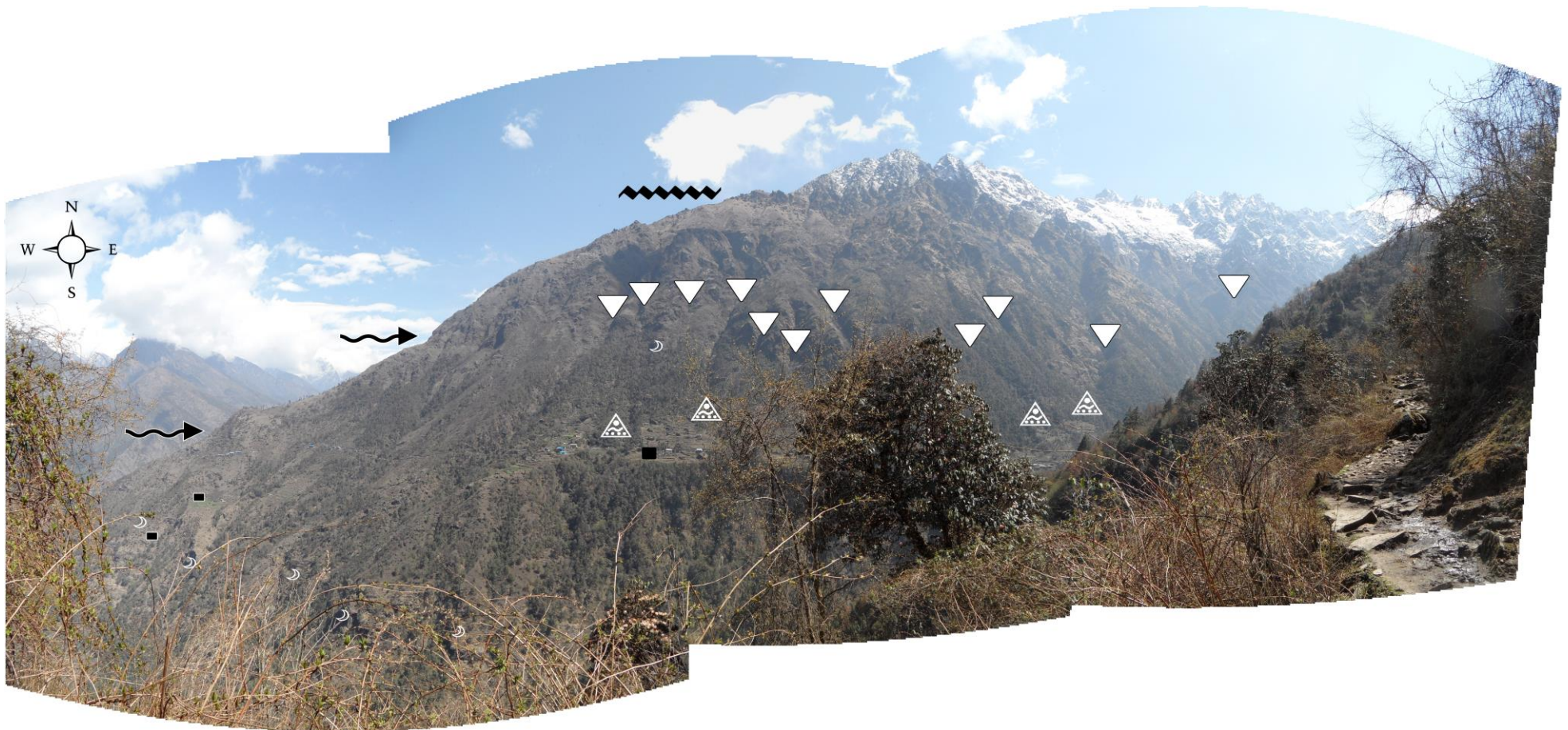


↑ Talprofil 15 zum Foto 231:

Schluchtförmiger Trog. Nach Kuhle (2005:Fig. 11) bestand hier ebenfalls ein schluchtförmiges Trogtalprofil.

Standort: etwa 6,7 km talaufwärtiges Querprofil von den Koordinaten GE: 27° 39.317'N 86° 40.469'E auf der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite zu den Koordinaten GE: 27° 39.309'N 86° 44.591'E auf der orographisch linken Dudh Khosi Talseite.





↑ Foto 231:

Aufzufinden waren: Erosionsrinnen (▼), Moränenmaterial (■; vgl. Foto 226-229; Kuhle 2013a:Foto 7 machte ebenfalls in diesem Gebiet auf ca. 2.800 m Höhe Grundmoränenmaterial aus), abbröckelndes Anstehendes (☉); graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. unterhalb Surke Glimmergranatgneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Himalaya Gneis (vgl. geologische Karte Khumbu)), Murfächer (▲) und Schlifffgrenzen (↔, ↔↔; unterste bei ca. 2.700 m/GE, mittlere bei ca. 3.200 m/GE, oberste bei ca. 3.850 m/GE – Eismächtigkeiten von 900 m, 1.400 m und 2.050 m; rezenter Haupttalboden bei ca. 1.800 m). Die oberste Schlifffgrenze war hier als hochglaziale und die tieferliegenden als jüngere Schlifffgrenzen zu verstehen. Nach Kuhle (2005:Foto 232) lag die hochglaziale Schlifffgrenze in diesem Dudh Khosi Talbereich bei ca. 2.700 m.

Standort: Poyan Khola (GPS: 27° 38.135'N 86° 43.326'E), orographisch linke Poyan Khola Talseite, orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.863 m/GPS, 2.861 m/GE; Nebentalboden bei ca. 2.410 m/GE; Haupttalboden bei ca. 1.700 m/GE (relative Höhe: ca. 1.161 m/GE); Sicht talaufwärts gen N auf Poyan; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 15.04.2012.





↑ Foto 232:

Talprofil talabwärts des Khari Khola Konfluenzbereiches. Der Fluss Dudh Khosi (↓) hat sich in das Tal eingeschnitten. Im Anstehenden – oberhalb von Kharikhola bzw. bei Bupsa Glimmerschiefer, unterhalb Khari Khola Phyllit und Quarzit (vgl. geologische Karte Nepal) – waren Schlifffgrenzen (↔, ↔↔) ausgebildet. Die tieferliegenden (↔↔) stellten jüngere Schlifffgrenzen dar als die höchstliegenden hochglazialen (↔↔↔). Die Schlifffgrenze auf der orographisch linken Dudh Khosi Talseite (zweite von links) in einer Höhe von etwa 2.730 m ließ bei einem rezenten Haupttalboden auf ca. 1.370 m auf eine Eismächtigkeit von 1.360 m schließen.

Standort: zwischen Poyan und Kanre unterhalb des Kari La (GPS: 27° 37.975'N 86° 42.668'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.809 m/GPS, 2.777 m/GE; Haupttalboden bei ca. 1.674 m/GE (relative Höhe: ca. 1.103 m/GE); Sicht talabwärts gen SW bzw. 225 °; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 15.04.2012.





↑ Foto 233:

Kantengerundeter Block (1 m Stock als Größenmaß). Anstehendes Gestein: graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. oberhalb von Kharikhola bzw. bei Bupsa Glimmerschiefer (vgl. geologische Karte Nepal). Die relative Höhe dieses Standortes von ca. 1.200 m ließ auf die Eismächtigkeit schließen.

Standort: zwischen Poyan und Kanre unterhalb des Kari La (GPS: 27° 37.994'N 86° 42.735'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.822 m/GPS, 2.827 m/GE; Haupttalboden bei ca. 1.674 m/GE (relative Höhe: ca. 1.153 m/GE); Sicht gen WSW bis W bzw. 260°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 15.04.2012.



↑ Foto 234:

Kantengerundete Blöcke. Anstehendes Gestein: graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. oberhalb von Kharikhola bzw. bei Bupsa Glimmerschiefer (vgl. geologische Karte Nepal). Die relative Höhe dieses Standortes von ca. 1.000 m deutete auf die Eismächtigkeit.

Standort: Kanre (GPS: 27° 37.638'N 86° 43.001'E); orographisch rechte Kanre Talseite, orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.661 m/GPS, 2.650 m/GE; Nebentalboden bei ca. 2.208 m/GE; Haupttalboden bei ca. 1.642 m/GE (relative Höhe: ca. 1.008 m/GE); Sicht gen NNE bis NE bzw. 30°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 15.04.2012.





↑ Foto 235:

Durch Erosionsrinnen (▼) zerschnittene Moräne. Kuhle (2013a:Foto 8) machte ebenfalls in diesem Gebiet auf der orographisch rechten Talseite auf ca. 2.430 m Höhe Grundmoränenmaterial aus. Anstehendes Gestein: graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn sowie Granite möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. Glimmerschiefer (vgl. geologische Karte Nepal). Dieser Bereich wurde vollständig vom Eis überflossen (■).

Standort: Khari Khola (zwischen den Koordinaten GPS: 27° 36.790'N 86° 42.948'E und GPS: 27° 36.552'N 86° 43.037'E); orographisch rechte Seite des Khari Khola, orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: zw. 2.299 m und 2.113 m/GPS, zw. 2.305 und 2.098 m/GE; Sicht gen S; BW 3,9 mm; Foto: E. Spitzer, 15.04.2012.





← Foto 236:

Kantengerundete bis gerundete Blöcke (○) im Khari Khola. Der durchschnittliche Wasserstand während der Monsunzeit bzw. die jahreszeitlichen Abflussschwankungen waren an der Farbgrenze (↓; hellere, nicht vegetationsbedeckte gg. dunkleren, vegetationsbedeckten Stellen) auf den Gesteinen ablesbar. Anstehendes Gestein: graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn sowie Granite möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. Glimmerschiefer (vgl. geologische Karte Nepal).

Standort: Brücke Khari Khola (GPS: 27° 36.380'N 86° 43.119'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.009 m/GPS, 2.000 m/GE; Sicht talaufwärts gen E; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 15.04.2012.



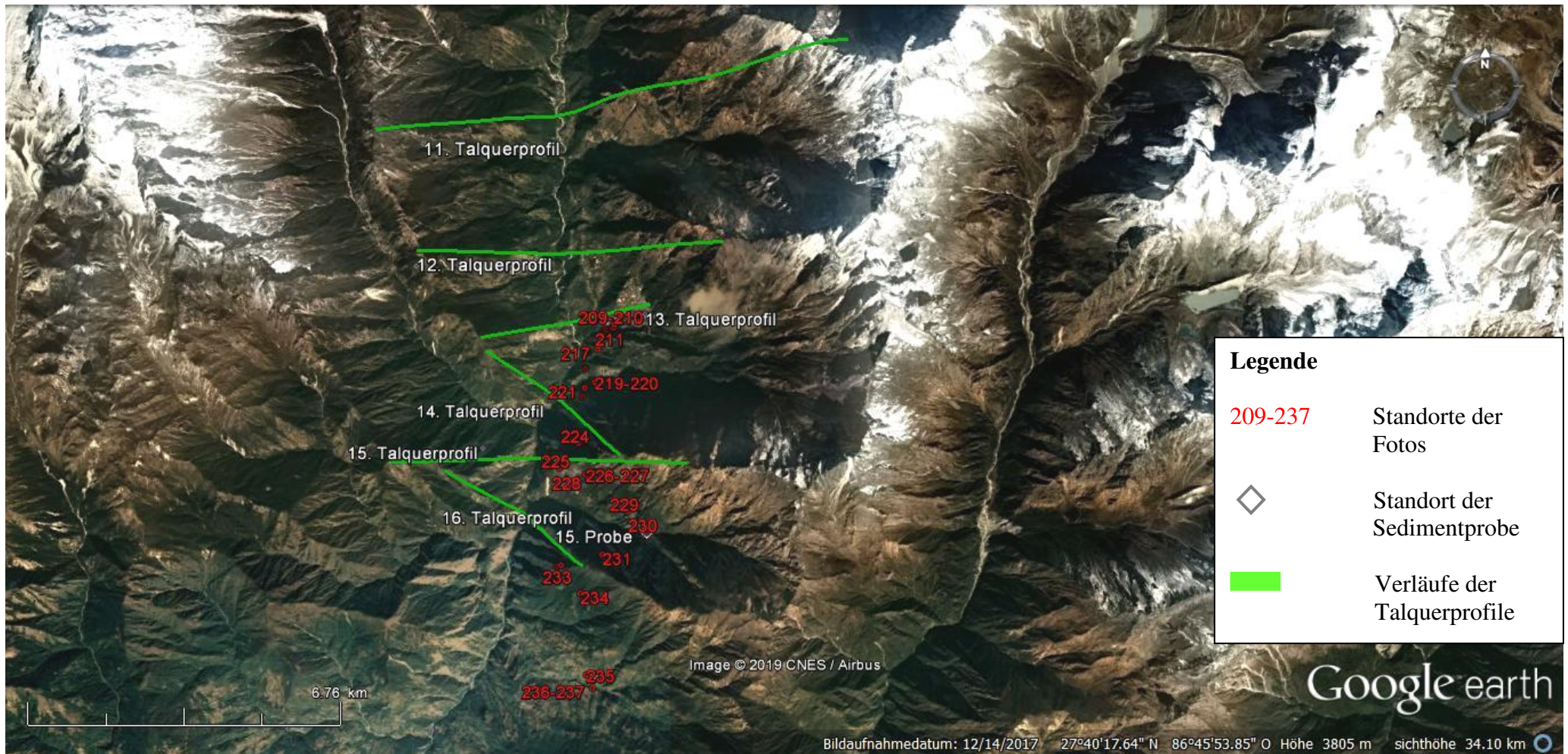
← Foto 237:

Im Khari Khola existierten geschliffenes Anstehendes (☾), durch subglaziales Schmelzwasser entstandene kleine Strudeltöpfe bzw. Strudelrinnen (↓; siehe Bildausschnitt), kantengerundete bis gerundete Blöcke. Anstehendes Gestein: graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn sowie Granite möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Metabasite, Phyllit, Marmor, Quarzit, Leptynit, Schiefer, Gneis, Migmatit (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. Glimmerschiefer (vgl. geologische Karte Nepal).



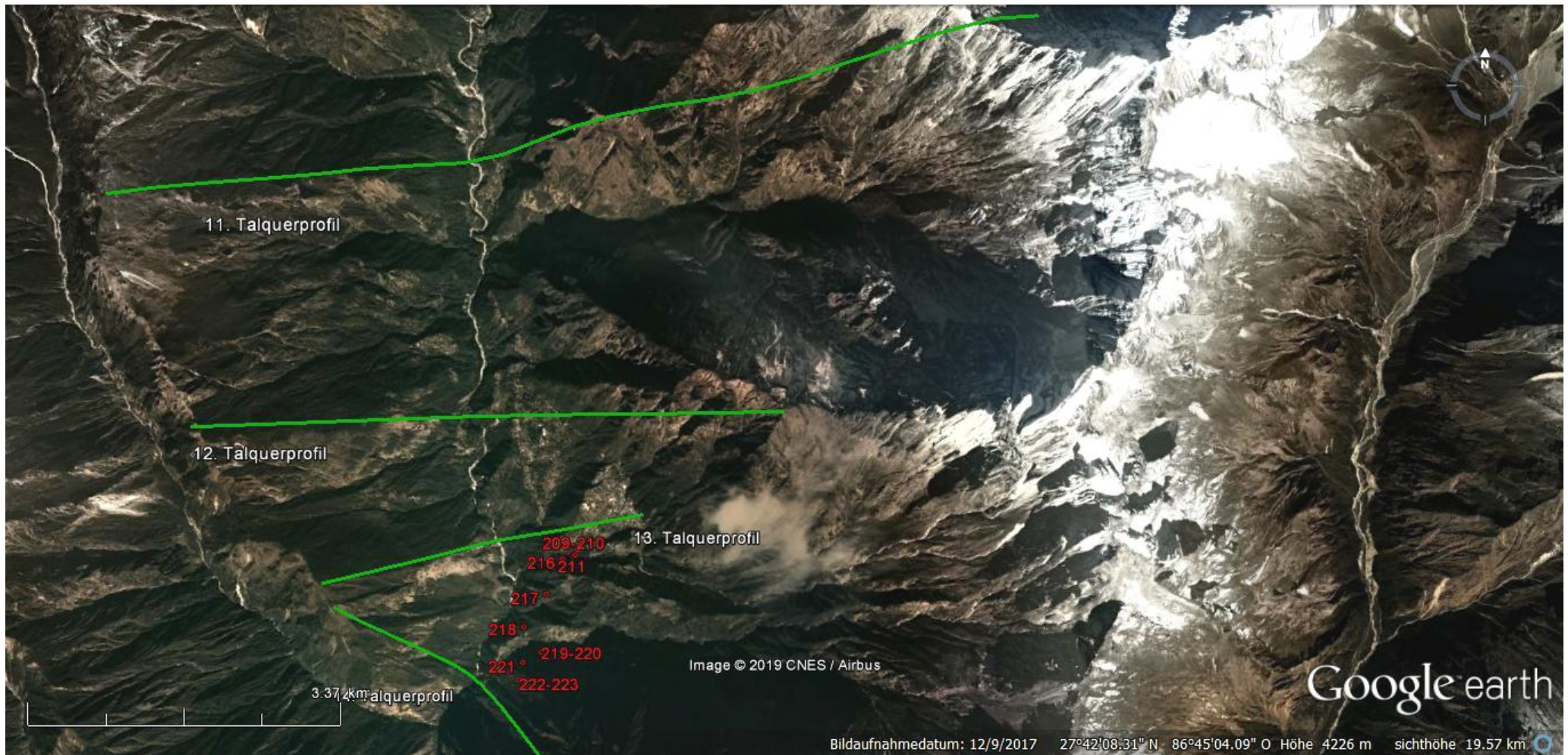
Standort: Brücke Khari Khola (GPS: 27° 36.380'N 86° 43.119'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.009 m/GPS, 2.000 m/GE; Sicht talabwärts gen W; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 15.04.2012.





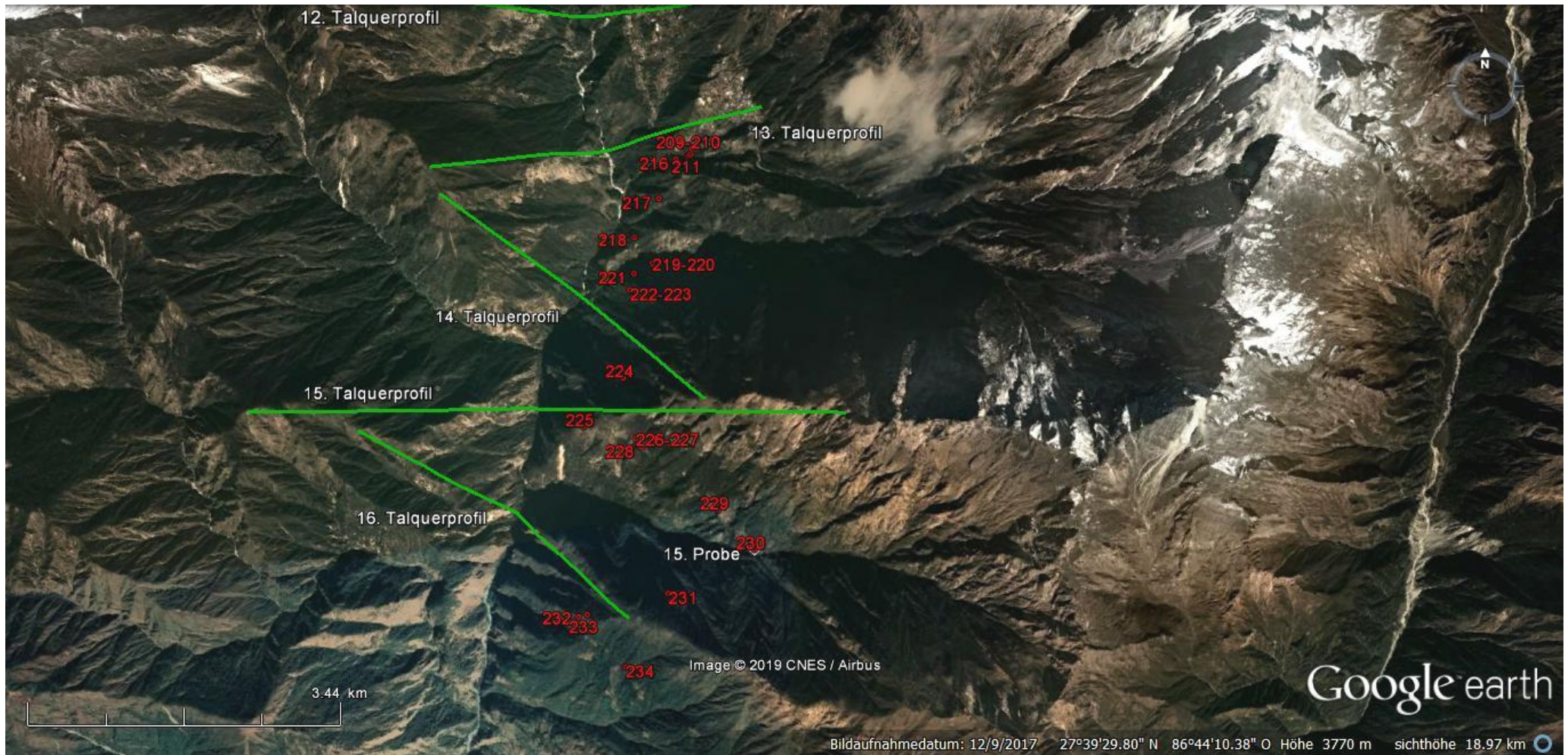
Karte 26: Standorte für Fotos, eine Sedimentprobe sowie die Verläufe der Talquerprofile im Dudh Khosi. Sichthöhe 34,10 km. Quelle Google Earth.





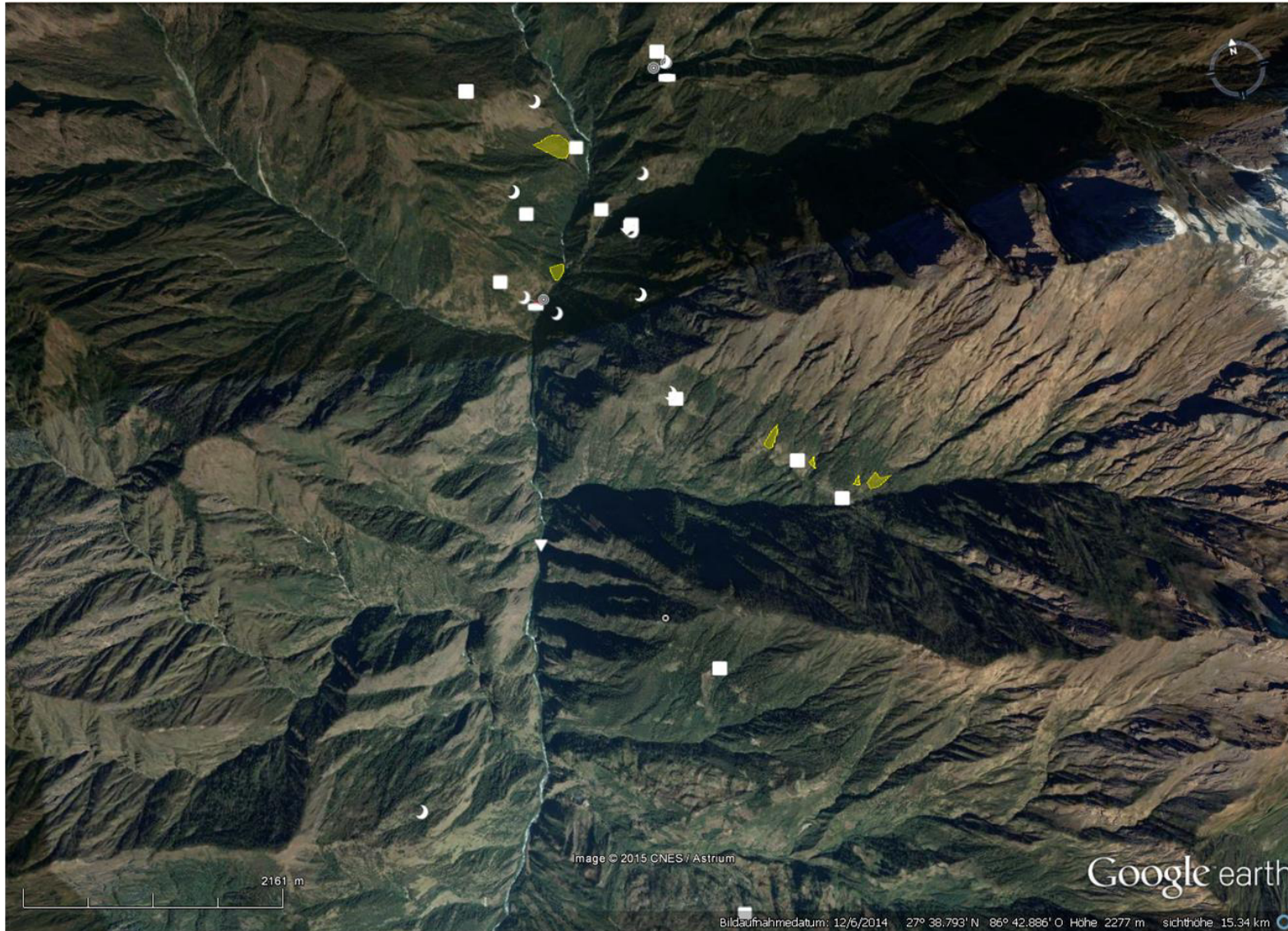
Karte 26, Ausschnitt. Sichthöhe 19,57 km. Quelle Google Earth.





Karte 26, Ausschnitt. Sichthöhe 18,97 km. Quelle Google Earth.



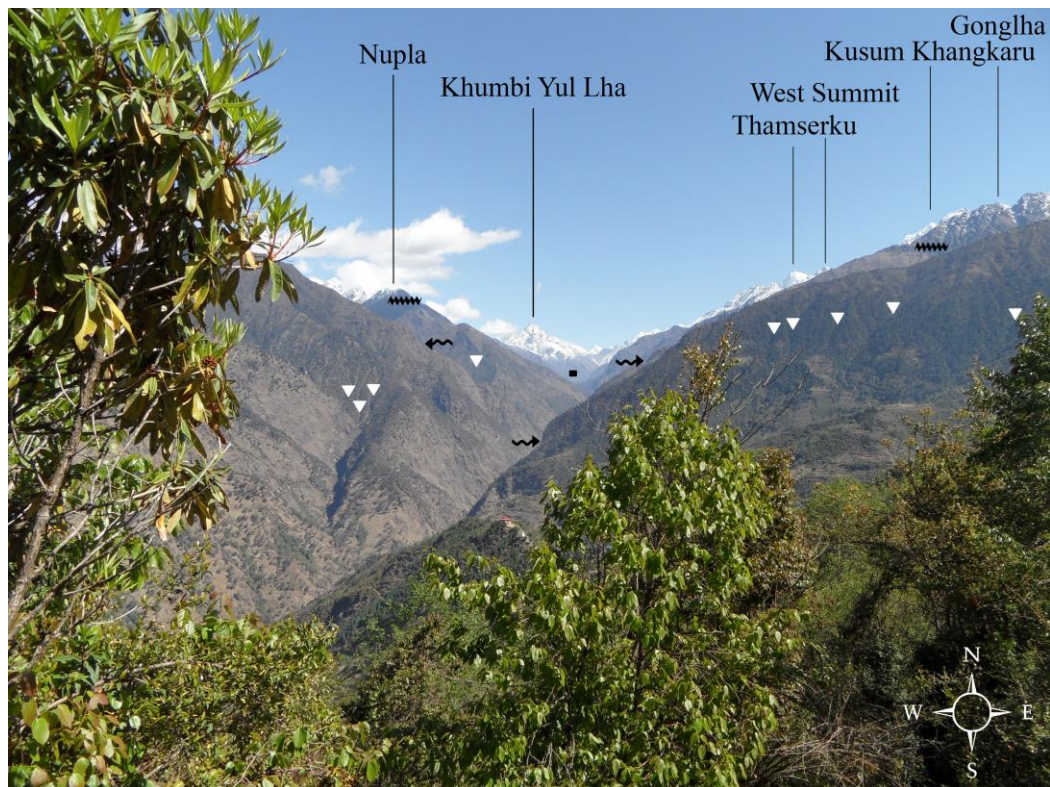


**Legende**

- ▲ Murfächer/-kegel
- Grundmoräne
- ▼ Schlucht
- ☾ Gletscherschliff
- ◎ Strudeltopf
- ▬ Ufer- bis Endmoräne

Karte 27: Geomorphologische Karte Dudh Khosi. Quelle Google Earth.





← Foto 238:

Auszumachen waren: Erosionsrinnen (▼), Moränenmaterial (■) und Schriffgrenzen (↪, ↻). Bei den höchstliegenden Schriffgrenzen handelte es sich um hochglaziale, bei den tieferliegenden um jüngere. Anstehendes Gestein: oberhalb Kharikhola bzw. Bupsa Glimmerschiefer (vgl. geologische Karte Nepal), unterhalb Surke Augenglimmergneis und Glimmergranatgneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Himalaya Gneis (vgl. geologische Karte Khumbu), zwischen Lukla und Surke Glimmergneis (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Augengneis (vgl. geologische Karte Khumbu), zwischen Chheplung und Chaunrikharka Glimmergranatgneis und Pegmatit (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu), zwischen Ghat und Chheplung weißer Glimmerturmalingranit (6b) (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. Ortho- und Paragneis (vgl. geologische Karte Khumbu).

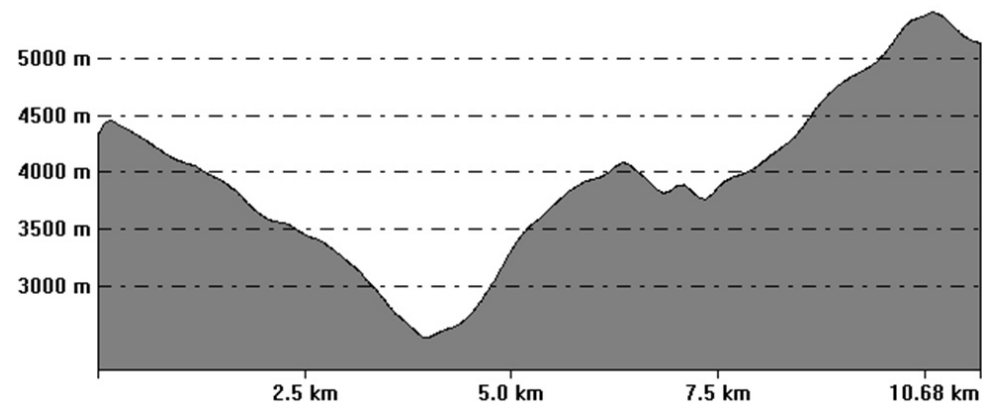
Standort: Khari Khola (GPS: 27° 35.611'N 86° 41.987'E), orographisch linke Talseite des Khari Khola, orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.281 m/GPS, 2.277 m/GE; Nebentalboden bei ca. 1.800 m/GE; Haupttalboden bei ca. 1.523 m/GE (relative Höhe: ca. 754 m/GE); Sicht talaufwärts gen N; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 16.04.2012.

→ Talprofil 11 zum Foto 238:

Trogprofil bei Ghat mit ausgebildeten Schriffgrenzen.

Standort: etwa 10,5 km talaufwärtiges Querprofil von den Koordinaten GE: 27° 43.257'N 86° 40.296'E auf der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite zu den Koordinaten GE: 27° 44.240'N 86° 46.698'E auf der orographisch linken Dudh Khosi Talseite.

From Pos: 27° 43' 15.4136" N, 86° 40' 17.7484" E To Pos: 27° 44' 14.3959" N, 86° 46' 41.9026" E







← Foto 239:

Talprofil talabwärts des Thana Khola. Erosionsrinnen und Anrissbereiche (□) deuteten auf Lockermaterialen. Talaufwärts von diesem Fotostandort machte Kuhle (2013a:23) Moränen bzw. 'washed ground moraine' beim Ort Jubing auf 1.550 m Höhe aus, Kuhle (2001a, 2007a) beschrieb dort glazigene Abrasionsformen. Die Schlifffgrenze (~~~~) war im Anstehenden – anstehendes Gestein: graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Granit möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. Phyllit, Quarzit (vgl. geologische Karte Nepal) – undeutlich zu erkennen. Sie lag ungefähr auf einer Höhe von 2.280 m, was bei einem rezenten Haupttalboden auf ca. 1.160 m auf eine Eismächtigkeit von 1.120 m schließen lassen konnte. Nach Kuhle (2005:Fig. 4) lag die Eismächtigkeit bei ca. 700 m.

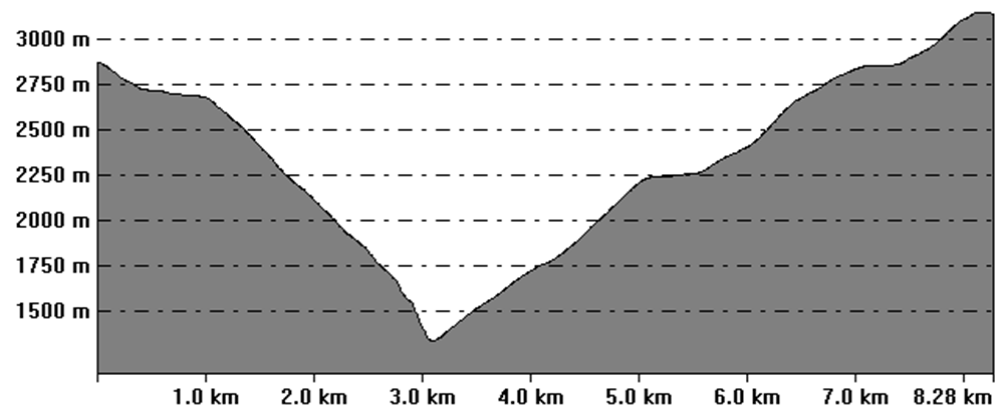
Standort: südwestlich von Khari Khola bzw. südlich von Bumburi (in der Nähe der Koordinaten 27° 34.235'N 86° 41.293'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.062 m/GPS, 2.035 m/GE; Haupttalboden auf ca. 1.350 m/GE (relative Höhe: ca. 685 m/GE); Sicht talabwärts gen SE; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 16.04.2012.

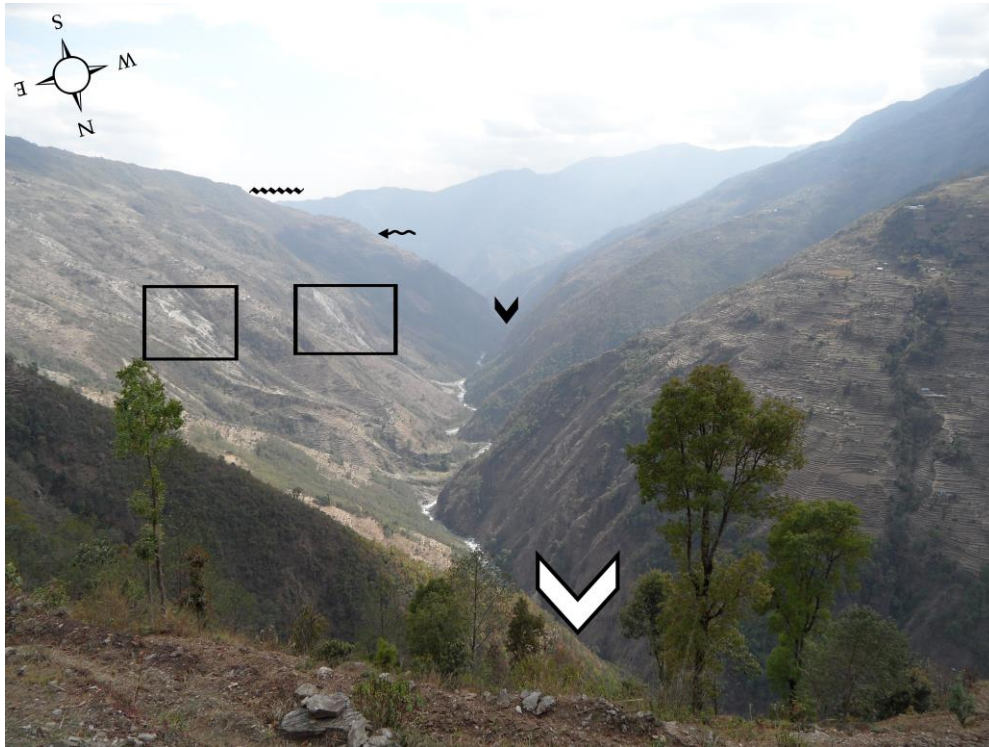
→ Talprofil 17 zum Foto 239:

Schluchtförmiger Trog. Nach Kuhle (2005:Fig. 55/Profil 31) zeigte das Tal eine Kerbform mit glazial abradierten bzw. abgerundeten Talflanken.

Standort: etwa 8 km talabwärtiges Querprofil von den Koordinaten GE: 27° 34.859'N 86° 42.655'E auf der orographisch linken Dudh Khosi Talseite zu den Koordinaten GE: 27° 31.990'N 86° 38.793'E auf der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite.

From Pos: 27° 34' 51.5372" N, 86° 42' 39.3159" E To Pos: 27° 31' 59.4188" N, 86° 38' 47.5781" E





↑ Foto 240:

Zweigliedertes Talprofil – in den unteren Hangbereichen deutlich kerbförmig (v) – unterhalb des Thana Khola. Erosionsrinnen und Anrissbereiche (□) deuteten auf Lockermaterialien. Die oberste Schliftgrenze (\*\*\*\*) und die weiter unten ausgebildete Schliftgrenze (↔) waren im Anstehenden – anstehendes Gestein: Phyllit, Quarzit (vgl. geologische Karte Nepal) – undeutlich zu erkennen. Die Schliftgrenze auf der orographisch linken Dudh Khosi Talseite auf einer Höhe von ca. 2.100 m verwies bei einem rezenten Haupttalboden bei ca. 1.000 m auf eine Eismächtigkeit von ca. 1.100 m. Nach Kuhle (2005:Fig. 4) lag die Eismächtigkeit bei ca. 700 m. Anstehendes Gestein: graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Schiefer, zwischengeschaltet mit Sandstein, Quarzit oder Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Chechewa und Basa Granit möglich (vgl. geologische Karte Nepal).

Standort: in der Nähe von Lakhu, südlich von Hil (GPS: 27° 33.281'N 86° 43.017'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 1.997 m/GPS, 1.991 m/GE, 2.000 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 1.277 m/GE, 1.270 m/GMG (relative Höhe: ca. 714 m/GE, 730 m/GMG); Sicht talabwärts gen SSW bis SW bzw. 210°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 16.04.2012.



↑ Foto 241:

Im Anstehenden – graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Schiefer, zwischengeschaltet mit Sandstein, Quarzit oder Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Chechewa und Basa Granit möglich (vgl. geologische Karte Nepal) – waren Gletscherschliff (↷) und eine strudeltopfartige Ausformung (↑) zu beobachten. Nach Kuhle (2005:Fig. 4) lag die Eismächtigkeit bei ca. 700 m.

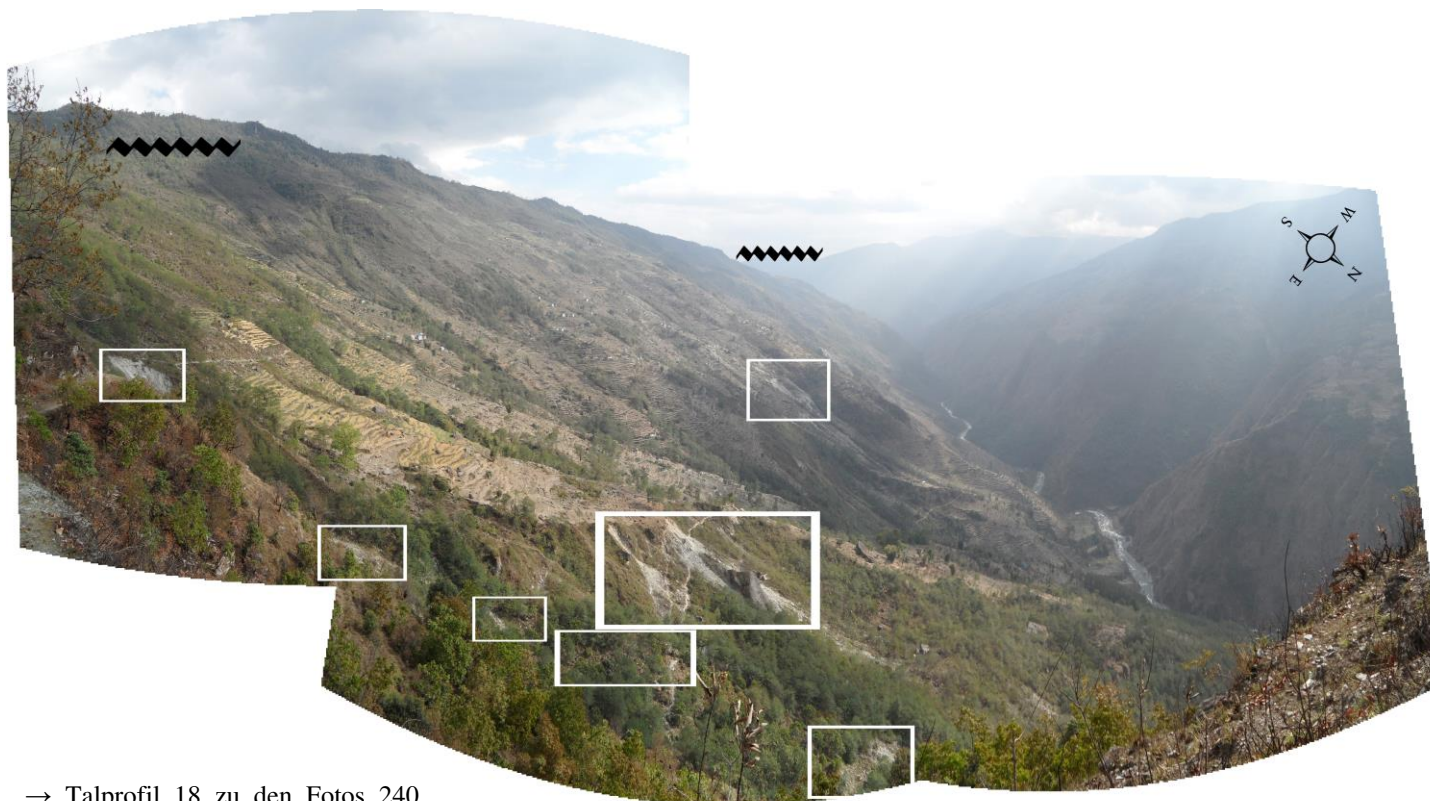
Standort: bei Lakhu (GPS: 27° 32.919'N 86° 43.255'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 1.909 m/GPS, 1.939 m/GE, 1.940 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 1.264 m/GE, 1.255 m/GMG (relative Höhe: 675 m/GE, 685 m/GMG); Sicht gen N bis NNE bzw. 10°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 16.04.2012.



→ Foto 242:

Zweigegliedertes Talprofil – in den unteren Hangbereichen deutlich kerbförmig – unterhalb des Thana Khola. Erosionsrinnen und Anrissbereiche (□) deuteten auf Lockermaterialien. Die obersten Schliftgrenzen (~~~~) waren im Anstehenden – graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Schiefer, zwischengeschaltet mit Sandstein, Quarzit oder Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Chechewa und Basa Granit möglich (vgl. geologische Karte Nepal) – undeutlich zu erkennen. Die links im Bild zu sehende Schliftgrenze lag ungefähr auf einer Höhe von 2.280 m, was bei einem rezenten Haupttalboden auf ca. 1.160 m auf eine Eismächtigkeit von 1.120 m schließen ließ. Nach Kuhle (2005:Fig. 4) lag die Eismächtigkeit bei ca. 700 m. Die weiter talabwärts ausgebildete Schliftgrenze auf der orographisch linken Dudh Khosi Talseite auf einer Höhe von ca. 2.100 m verwies bei einem rezenten Haupttalboden bei ca. 1.000 m auf eine Eismächtigkeit von ca. 1.100 m. Nach Kuhle (2005:Fig. 4) lag die Eismächtigkeit unter 650 m.

Standort: zwischen Lakhu und Budhubar (GPS: 27° 32.413'N 86° 43.424'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 1.916 m/GPS, 1.918 m/GE, 1.920 m/GMG; Haupttalboden auf ca. 1.234 m/GE, 1.222 m/GMG (relative Höhe: ca. 684 m/GE, 698 m/GMG); Sicht talabwärts gen SW bis WSW bzw. 240°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 16.04.2012.

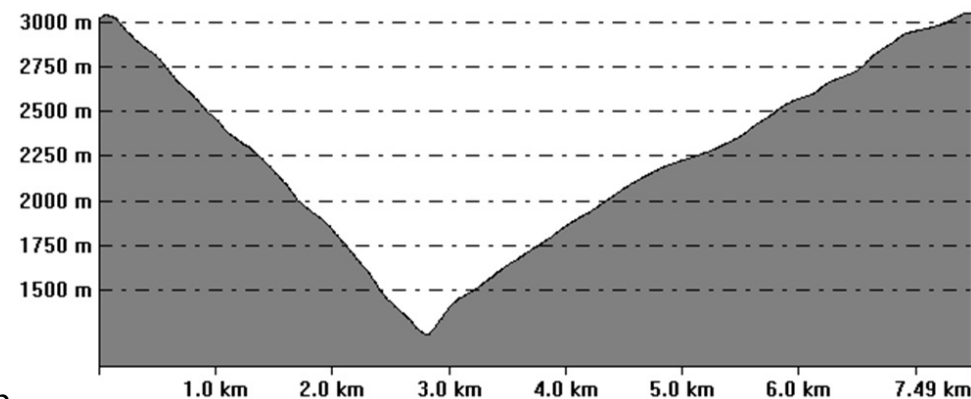


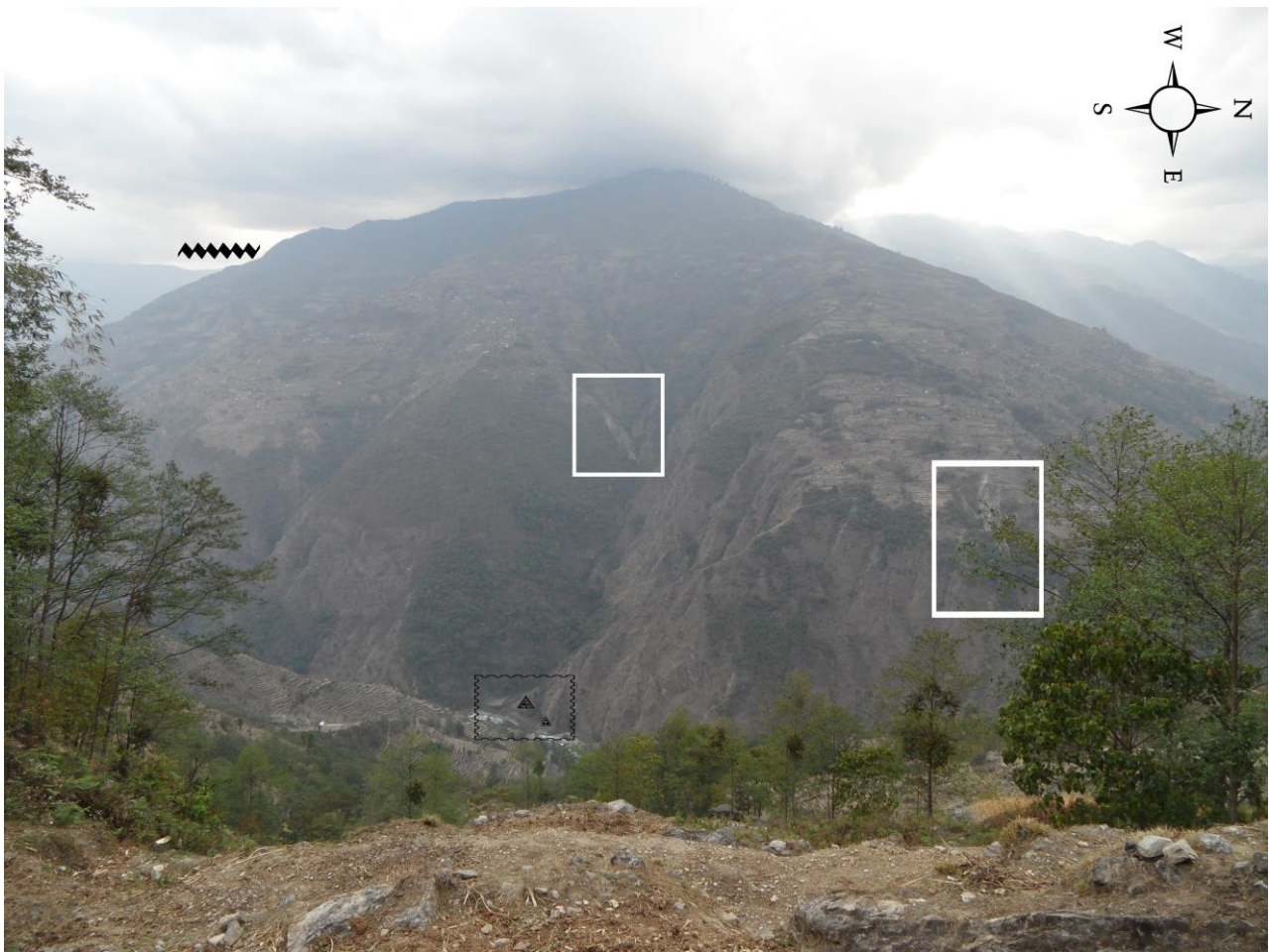
→ Talprofil 18 zu den Fotos 240 und 242:

Schluchtförmiger Trog. Nach Kuhle (2005:Fig. 56/Profil 32) zeigte das Tal eine Kerbförmigkeit mit glazial abradierten Talflanken.

Standort: etwa 7,4 km talabwärtiges Profil von den Koordinaten GE: 27° 33.260'N 86° 44.280'E auf der orographisch linken Dudh Khosi Talseite zu den Koordinaten GE: 27° 31.990'N 86° 39.959'E auf der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite.

From Pos: 27° 33' 15.6278" N, 86° 44' 16.7805" E To Pos: 27° 31' 59.4188" N, 86° 39' 57.5660" E





← Foto 243:


Erosionsrinnen und Anrissbereiche (□) sowie Murschwemmfächer / -kegel (▲) und Mischfächer / -kegel (▲; siehe Bildausschnitt) verwiesen auf Lockermaterialien bzw. auf Moränenmaterial. Die Schriffgrenze (~~~~) war undeutlich zu erkennen. Die Schriffgrenze auf ca. 2.250 m deutete bei einem rezenten Haupttalboden bei ca. 1.100 m auf eine vorzeitliche Eismächtigkeit von ca. 1.150 m. Nach Kuhle (2005:Fig. 4) lag die Eismächtigkeit bei ca. 700 m. Anstehendes Gestein: graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Schiefer, zwischengeschaltet mit Sandstein, Quarzit oder Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. zwischen Chechewa und Basa Granit möglich (vgl. geologische Karte Nepal).

Standort: zwischen Lakhu und Budhubar (GPS: 27° 32.043'N 86° 43.567'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 1.852 m/GPS, 1.857 m/GE, 1.855 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 1.204 m/GE, 1.200 m/GMG (relative Höhe: ca. 653 m/GE, 655 m/GMG); Sicht gen W bzw. 270°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 16.04.2012.





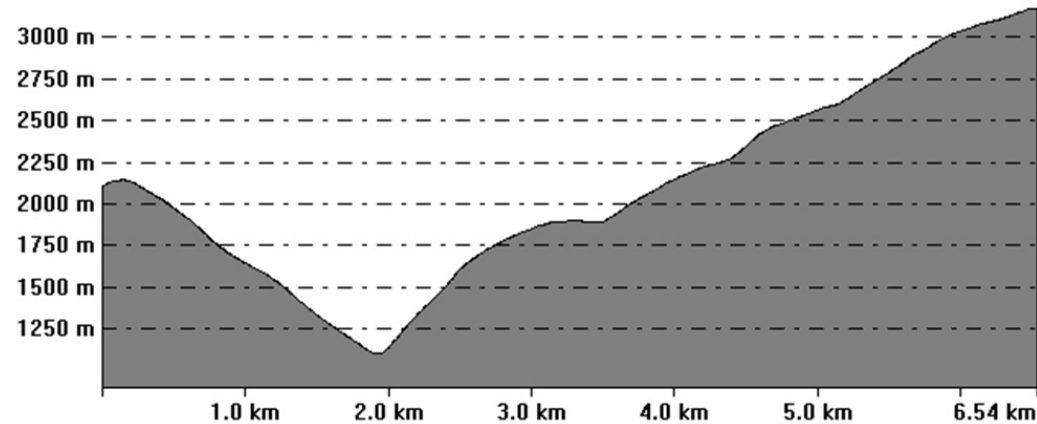
→ Foto 244:

Talprofil oberhalb des Kanku Khola. Die Schriffgrenzen (  ) waren undeutlich zu erkennen. Die Schriffgrenze links im Bild auf ca. 2.250 m verwies bei einem rezenten Haupttalboden bei ca. 1.100 m auf eine vorzeitliche Eismächtigkeit von ca. 1.150 m, die rechts im Bild auf ca. 2.950 m auf eine Mächtigkeit von ca. 1.800 m (rezenter Haupttalboden auf ca. 1.150 m). Nach Kuhle (2005:Fig. 4) lag die Eismächtigkeit bei ca. 650 m. Anstehendes Gestein: graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Schiefer, zwischengeschaltet mit Sandstein, Quarzit oder Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. Phyllit, Schiefer, Quarzit (7a,c) (vgl. geologische Karte Nepal).

Standort: in der Nähe von Budhubar in Richtung Waku (GPS: 27° 31.142'N 86° 42.832'E), orographisch linke Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 1.685 m/GPS, 1.685 m/GE, 1.682 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 1.111 m/GE, 1110 m/GMG (relative Höhe: ca. 574 m/GE, 572 m/GMG); Sicht talab- und talaufwärts gen SW-NW bzw. 240-300° auf die rechte orographische Dudh Khosi Talseite; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 17.04.2012.



From Pos: 27° 30' 27.1384" N, 86° 43' 2.1268" E To Pos: 27° 31' 54.2345" N, 86° 39' 24.9050" E



← Talprofil 19 zum Foto 244:

Schluchtförmiger Trog. Nach Kuhle (2005:Fig. 55/Profil 31) war das Tal ein Kerbtal mit glazial abradierter orographisch linker Talflanke.

Standort: etwa 7,4 km talabwärtiges Profil von den Koordinaten GE: 27° 30.452'N 86° 43.035'E auf der orographisch linken Dudh Khosi Talseite zu den Koordinaten GE: 27° 31.904'N 86° 39.415'E auf der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite.

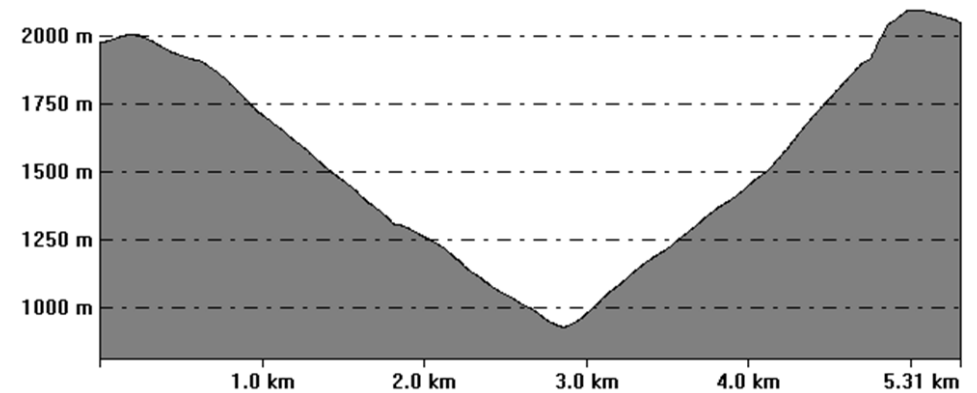
↓ Foto 245:

Kantengerundete bis gerundete Blöcke oder auch Rundhöckerformen (□) rund um den Dudh Khosi deuteten mit vorhandenem Feinmaterial auf Moränenmaterial. Im Flussbett waren daneben auch gut gerundete Blöcke existent. Am orographisch linken Hang auftretende Schuttfächer / -kegel (▲) mit deren Anrissgebieten (☺) waren ein Indiz der Hangversteilung durch eine vorzeitliche Vergletscherung (hierzu Foto 247). Nach Kuhle (2005:Fig. 4) lag die Eismächtigkeit unter 650 m. Anstehendes Gestein: graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Schiefer, zwischengeschaltet mit Sandstein, Quarzit oder Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. Schiefer, Quarzit (7a, c) (vgl. geologische Karte Nepal).

Standort: Hängebrücke über den Dudh Khosi in Richtung Bakhor (GPS: 27° 29.103'N 86° 42.364'E); absolute Höhe: 927 m/GPS, 933 m/GE, 933/GMG; Haupttalboden bei ca. 931 m/GE, 930 m/GMG (relative Höhe: 2 m/GE, 3 m/GMG); Sicht talabwärts gen NE-E; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 17.04.2012.



From Pos: 27° 30' 27.6568" N, 86° 43' 10.9401" E To Pos: 27° 27' 56.2756" N, 86° 41' 38.1413" E



↑ Talprofil 20 zum Foto 245:  
Schluchtförmiger Trog.

Standort: etwa 5,3 km talabwärtiges Querprofil von den Koordinaten GE: 27° 30.461'N 86° 43.182'E auf der orographisch linken Dudh Khosi Talseite zu den Koordinaten GE: 27° 27.938'N 86° 41.636'E auf der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite.





↑ Foto 246:

Kantengerundeter bis gerundeter erratischer Gneisblock (unterhalb von Surke anstehendes Gestein: Augenglimmergneis, Glimmergranatgneis). Dieser Block ließ eine eiszeitliche Eismächtigkeit von 123 m zu. Nach Kuhle (2005:Fig. 4) lag die Eismächtigkeit unter 650 m. Anstehendes Gestein: graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Schiefer, zwischengeschaltet mit Sandstein, Quarzit oder Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. Schiefer, Quarzit (7a, c) (vgl. geologische Karte Nepal).

Standort: in der Nähe von Bakhor ca. 2 km oberhalb des Konfluenzbereiches zum Hinku Khola (GPS: 27° 28.961'N 86° 42.358'E), orographisch rechte Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 1.048 m/GPS, 1.026 m/GE, 1.020 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 919 m/GE, 915 m/GMG (relative Höhe: ca. 107 m/GE, 105 m/GMG); Sicht gen SSW bis SW bzw. 210° auf die orographisch linke Dudh Khosi Talseite; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 17.04.2012.

↓ Foto 247:

Schuttfächer / -kegel (▲) mit deren Anrissgebieten (☾) waren ein Indiz der Hangversteilung durch eine vorzeitliche Vergletscherung. Die Talflanke wurde durch Erosionsrinnen (▼) in einzelne Hangbereiche untergliedert. Die maximalste Obergrenze des Eises (◆◆◆◆) lag bei ca. 2.100 m/GE (Haupttalboden bei ca. 1.000 m/GE, 1.100 m Eismächtigkeit). Nach Kuhle (2005:Fig. 4) betrug die Eismächtigkeit unter 650 m. Anstehendes Gestein: graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Schiefer, zwischengeschaltet mit Sandstein, Quarzit oder Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. Schiefer, Quarzit (7a, c) (vgl. geologische Karte Nepal).

Standort: in der Nähe von Bakhor oberhalb des Konfluenzbereiches zum Hinku Khola (GPS: 27° 28.729'N 86° 42.437'E), orographisch rechte Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 1.236 m/GPS, 1.225 m/GE, 1.220 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 951 m/GE, 940 m/GMG (relative Höhe: ca. 274 m/GE, 280 m/GMG); Sicht gen NE bzw. 45° auf die orographisch linke Dudh Khosi Talseite; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 17.04.2012.



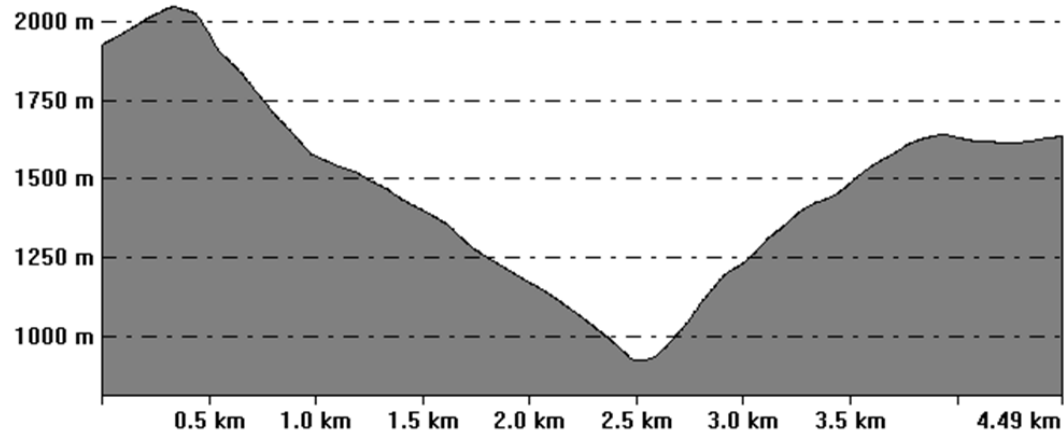


↓ Talprofil 21 zum Foto 247:

Schluchtförmiger Trog. Anstehendes Gestein: graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Schiefer, zwischengeschaltet mit Sandstein, Quarzit oder Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. Schiefer, Quarzit (7a, c) (vgl. geologische Karte Nepal). Nach Kuhle (2005:Fig. 4) lag die Eismächtigkeit unter 650 m.

Standort: etwa 4,5 km talaufwärtiges Querprofil von den Koordinaten GE: 27° 27.846'N 86° 41.887'E auf der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite zu den Koordinaten GE: 27° 29.939'N 86° 43.274'E auf der orographisch linken Dudh Khosi Talseite.

From Pos: 27° 27' 50.7362" N, 86° 41' 53.2189" E To Pos: 27° 29' 56.3428" N, 86° 43' 16.4333" E



→ Foto 248:

Glaziärer Flankenschliff (1 m Stock als Größenmaß) mit strudeltopfartiger Erosionsform (→). Dieser Fund ließ eine minimalste Eismächtigkeit von 319 m in Bezug auf den Talboden zu. Eine maximale Obergrenze des Eises (—) verlief oberhalb dieser Form auf ca. 1.261 m. Nach Kuhle (2005:Fig. 4) lag die Mächtigkeit des Gletschers in diesem Bereich, unterhalb des Deku Khola, weit unterhalb 650 m, da dieser Gletscher im Konfluenzbereich zum Hinku Khola geendet haben soll.

Standort: in der Nähe von Bakhor ca. 1,4 km oberhalb des Konfluenzbereiches zum Hinku Khola (GPS: 27° 28.651'N 86° 42.513'E), orographisch rechte Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 1.258 m/GPS, 1.250 m/GE, 1.243 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 931 m/GE, 925 m/GMG (relative Höhe: ca. 319 m/GE, 318 m/GMG); Sicht gen SSE bis S bzw. 165°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 17.04.2012.







↑ Foto 249:

Möglicher glaziärer Flankenschliff (↷). Die konkav runden Stellen im Gestein könnten hierbei auf eine glazifluviale Bearbeitung hindeuten. Anstehendes Gestein: graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Schiefer, zwischengeschaltet mit Sandstein, Quarzit oder Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. Schiefer, Quarzit (7a, c) (vgl. geologische Karte Nepal). Die relative Höhe von ca. 1.020 m wies auf die vorzeitliche Gletschermächtigkeit hin.

Standort: Budhidanda (GPS: 27° 27.687'N 86° 42.141'E), orographisch rechte Dudh Khosi Talseite ca. 3 km unterhalb des Konfluenzbereiches zum Hinku-Khola; absolute Höhe: 1.802 m/GPS, 1.822 m/GE, 1.820 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 806 m/GE, 800 m/GMG (relative Höhe: ca. 1.016 m/GE, 1.020 m/GMG); Sicht gen N-NE; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 17.04.2012.

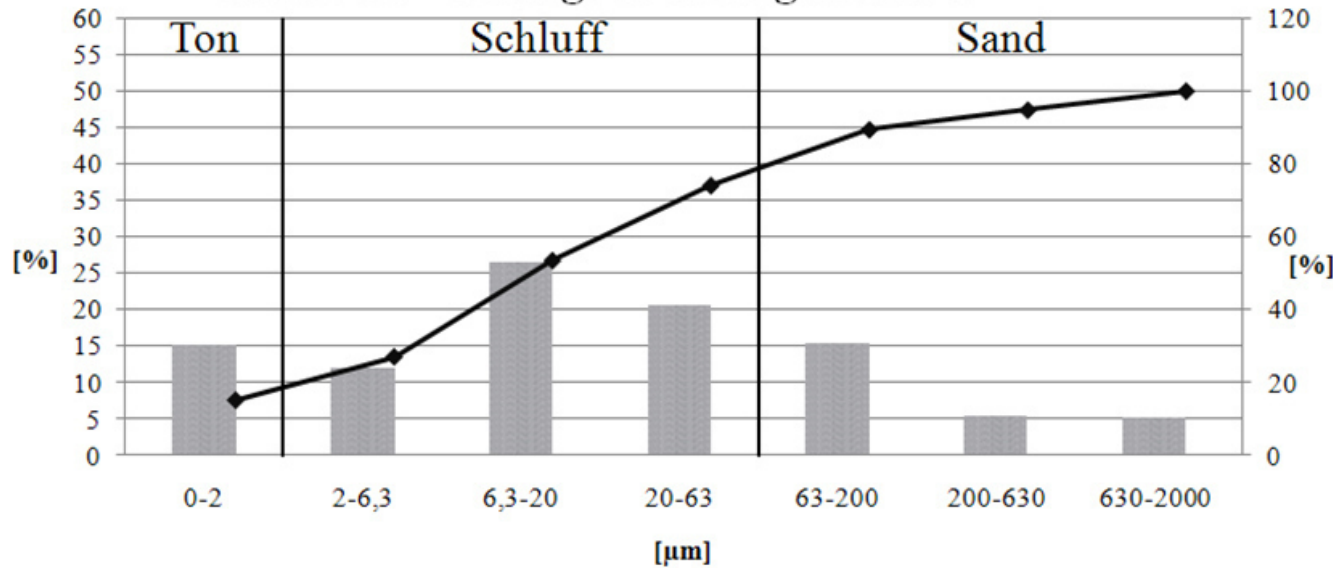


→ Foto 250:

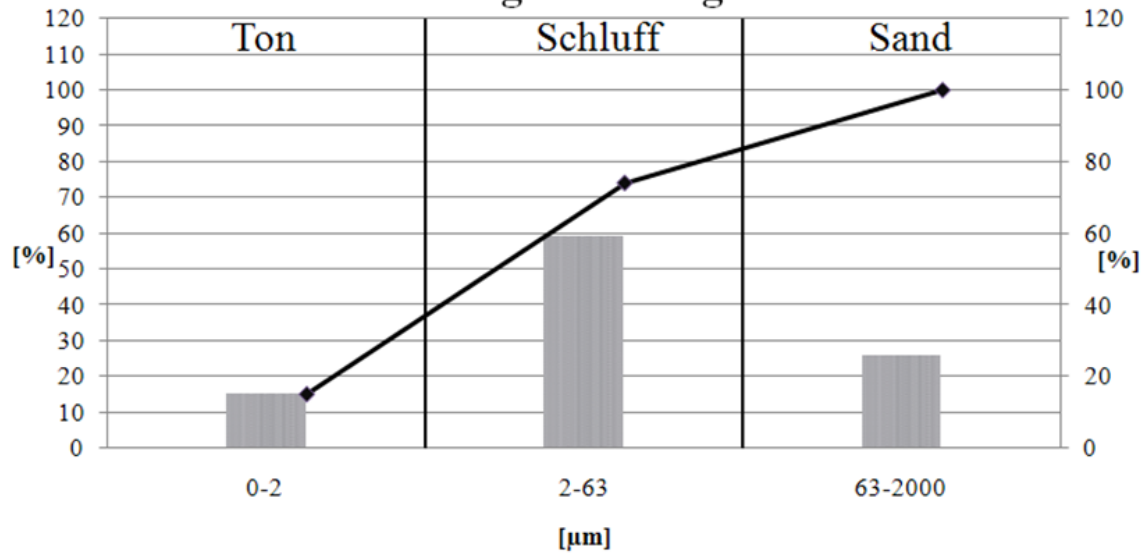
Talsole des Nebentales Sikhu Khola mit kantigen bis gerundeten Blöcken. Das Feinmaterial der Akkumulation – vermutlich Moränenmaterial (■) – wurde ausgewaschen. Anstehendes Gestein: graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Schiefer, zwischengeschaltet mit Sandstein, Quarzit oder Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. Schiefer, Quarzit (7a, c) (vgl. geologische Karte Nepal).

Standort: zwischen Mukli und Nele Bajar im Sikhu Khola (GPS: 27° 26.430'N 86° 38.917'E), orographisch rechte Seite des Sikhu Khola, orographisch rechte Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.050 m/GPS, 2.058 m/GE, 2.058 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 728 m/GE, 722 m/GMG (relative Höhe: ca. 1.330 m/GE; 1.336 m/GMG); Sicht gen SE auf die orographisch linke Sikhu Khola Talseite; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 17.04.2012.

## Probe 16 - Korngrößendiagramm 1



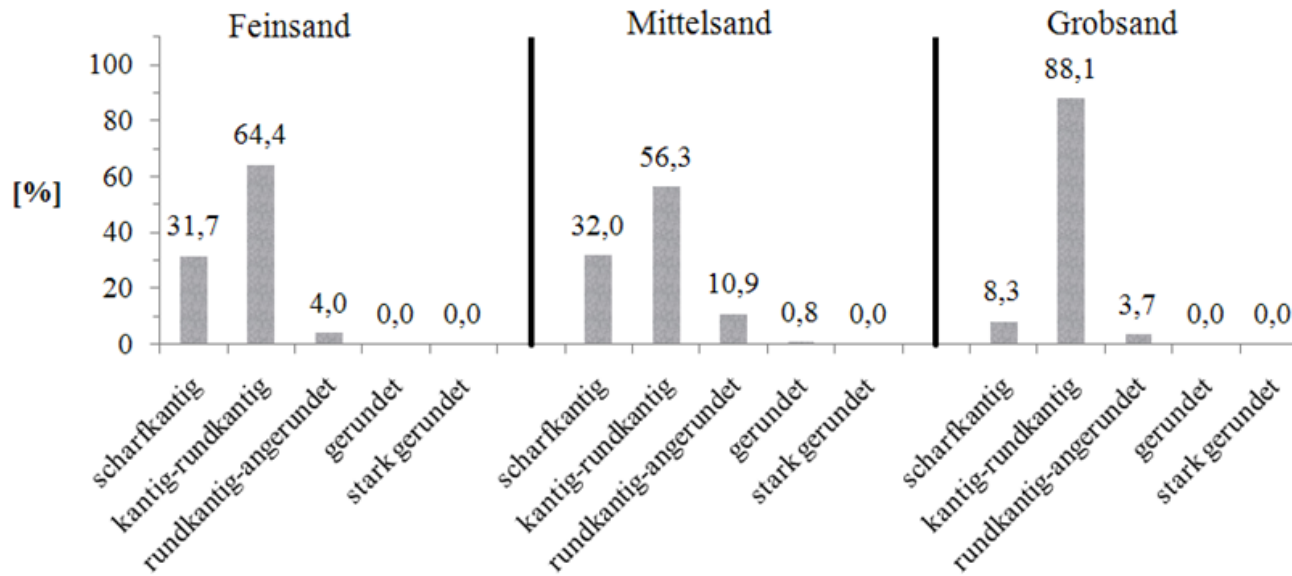
## Probe 16 - Korngrößendiagramm 2



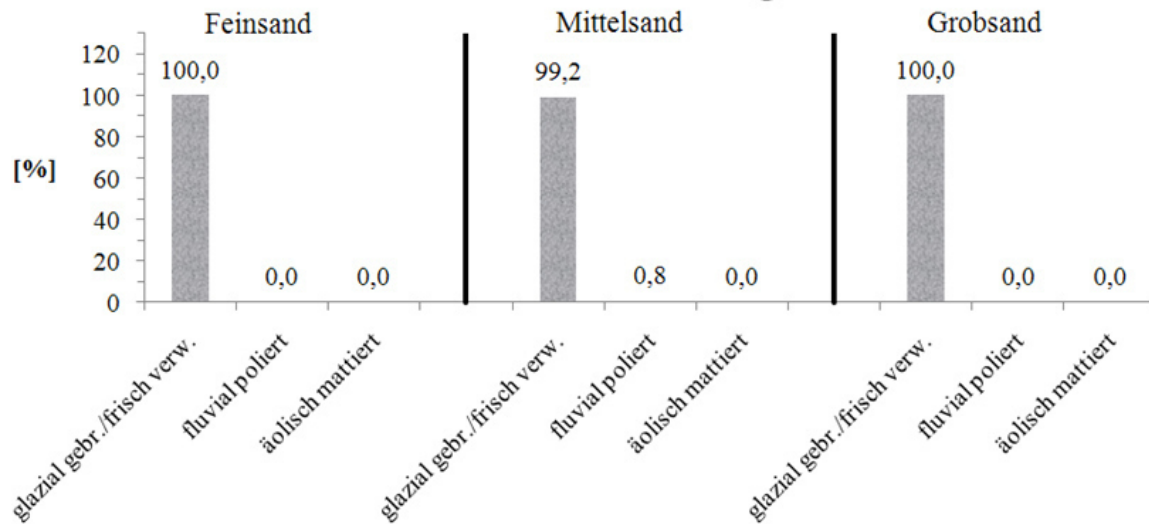
← Korngrößendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 16 von der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite (Standort 27° 28.165'N 86° 42.707'E). Angaben des Ton-, Schluff- bzw. Fein-, Mittel- und Grobschluff- sowie Sand- bzw. Fein-, Mittel- und Grobsandgehaltes wurden in % angegeben. In der Probe waren 15,026 % Ton, 59,046 % Schluff (11,969 % Feinschluff, 26,431 % Mittelschluff, 20,646 % Grobschluff) und 25,929 % Sand (15,335 % Feinsand, 5,387 % Mittelsand, 5,207 % Grobsand) enthalten. Es handelte sich hier um eine Akkumulation, die sich nicht eindeutig als eine Moränenablagerung ansprechen ließ. Es waren zwar alle Korngrößen von Ton bis Sand in der Sedimentprobe enthalten, was darauf schließen ließ, dass die Ablagerung unsortiert war, jedoch konnten an der Probeentnahmestelle nicht viele kantengerundete Gesteine in einer feinen Matrix entdeckt werden. Demnach kamen die Korngrößen Ton bis Gesteinsgröße vor. Vorwiegend waren nicht kantengerundete Gesteine aufzufinden, sondern vielmehr kantige. Allerdings konnte dies mit der beteiligten Gesteinsart etwas zu tun haben. Es standen hier nach den geologischen Karten folgende Gesteine an: Quarzchloritschiefer, Quarzit (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor und Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Schiefer, zwischengeschaltet mit Sandstein, Quarzit oder Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. grau bis grüngraue Phyllite, grobkörniger Phyllit und Quarzit (vgl. geologische Karte Solu). Die vorwiegenden Gesteinsarten Phyllit und Schiefer waren durch deren geologische Eigenschaften ungeeignet kantengerundete oder gar gerundete Gesteine auszuformen. Vorgefundene Quarzitgesteine tendierten gegenüber den kantigen Gesteinen zu einer kantengerundeten Form. Die Kornformenanalysen deuteten durch das Auftreten von kantigen bis rundkantigen, rundkantigen bis angerundeten und gerundeten Körnern auf einen fluvialen oder gar glazifluvialen Einfluss. Nach der geomorphologischen Ausprägung der Moräne könnte es sich hier speziell um eine Grundmoränenablagerung auf dem Hang handeln.



## Probe 16 - Kornformendiagramm 1

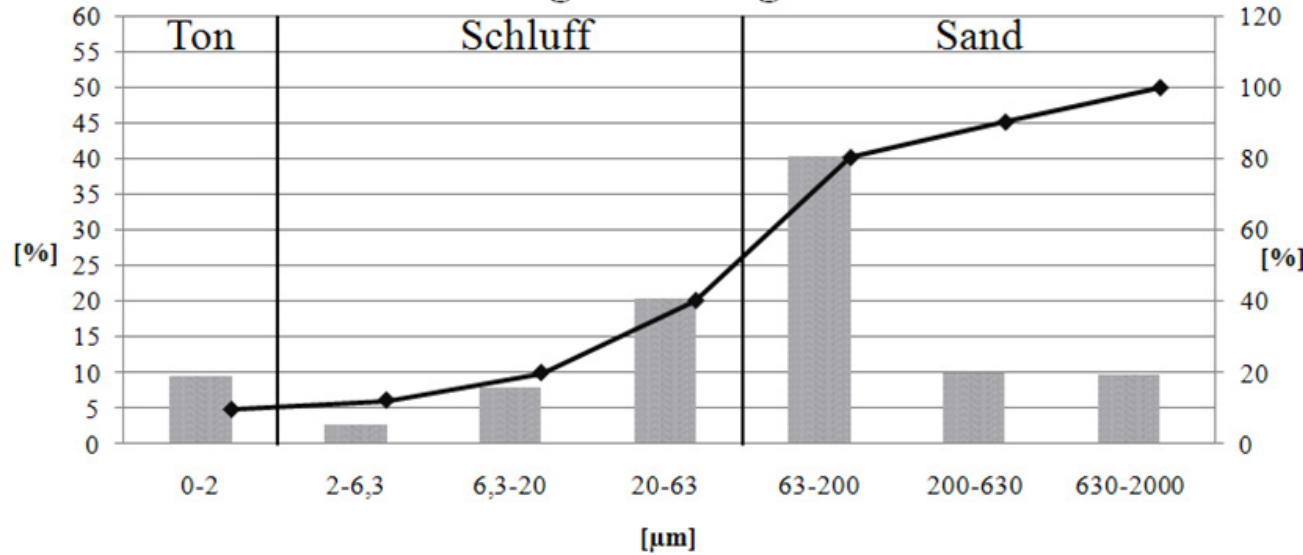


## Probe 16 - Kornformendiagramm 2

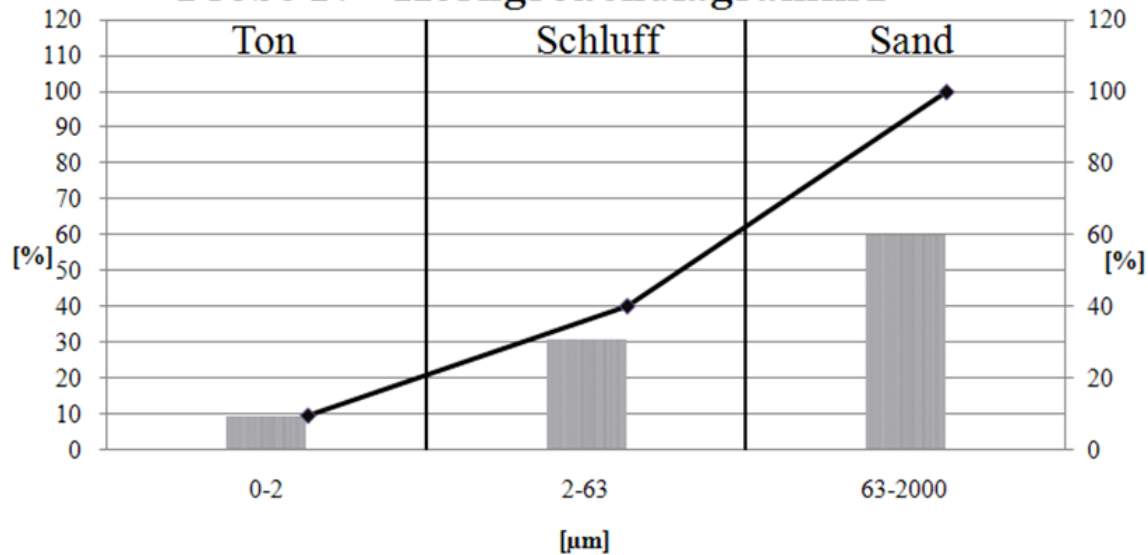


← Kornformendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 16 von der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite (Standort 27° 28.165'N 86° 42.707'E). Angaben des Ton-, Schluff- und Sandgehaltes wurden in % angegeben. Es wurden insgesamt 597 Körner ausgezählt (101 in der Feinsand-, 387 in der Mittelsand- und 109 in der Grobsandfraktion). Somit lag das Hauptaugenmerk der Untersuchung auf der Mittelsandfraktion. In der Probe waren bei zwei Fraktionen 100 % glazial gebrochene / frisch verwitterte Kornformen und bei einer 99,2 % glazial gebrochene / frisch verwitterte und 0,8 % fluvial polierte Körner enthalten. Da bei diesem Standort – wie bei der Korngrößenanalyse gezeigt werden konnte – Korngrößen von Ton bis Sand und wenige kantengerundete Blöcke vorkamen, konnte es wohl sein, dass die Körner glazial gebrochene waren. Anhand der Klassifizierung in fünf Kategorien scharfkantig, kantig-rundkantig, rundkantig-angerundet, gerundet und stark gerundet konnte gezeigt werden, dass hierbei der fluvial polierte Anteil hoch war, da kantig bis rundkantige sowie rundkantig bis angerundete und sogar gerundete Körner in der Sedimentprobe vorhanden waren. Der Grobsandanteil zeigte die meisten kantig bis rundkantigen Körner, gefolgt von der Feinsandfraktion. Die Körner der Mittelsandfraktion tendierten in die fluvial polierte Gruppe. Somit wurde auch neben dem o.g. höchstwahrscheinlichen glazialen Einfluss eine glazifluviale Einwirkung auf die Sedimente – da die Körner hin zum fluvial polierten Korn tendierten – deutlich.

## Probe 17 - Korngrößendiagramm 1



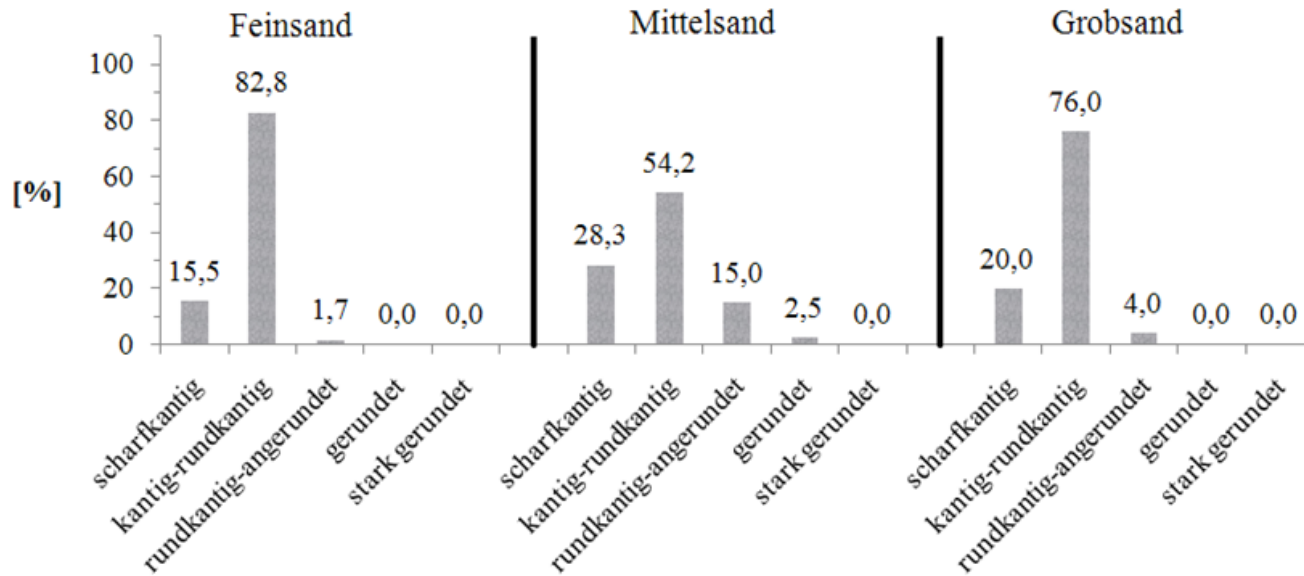
## Probe 17 - Korngrößendiagramm 2



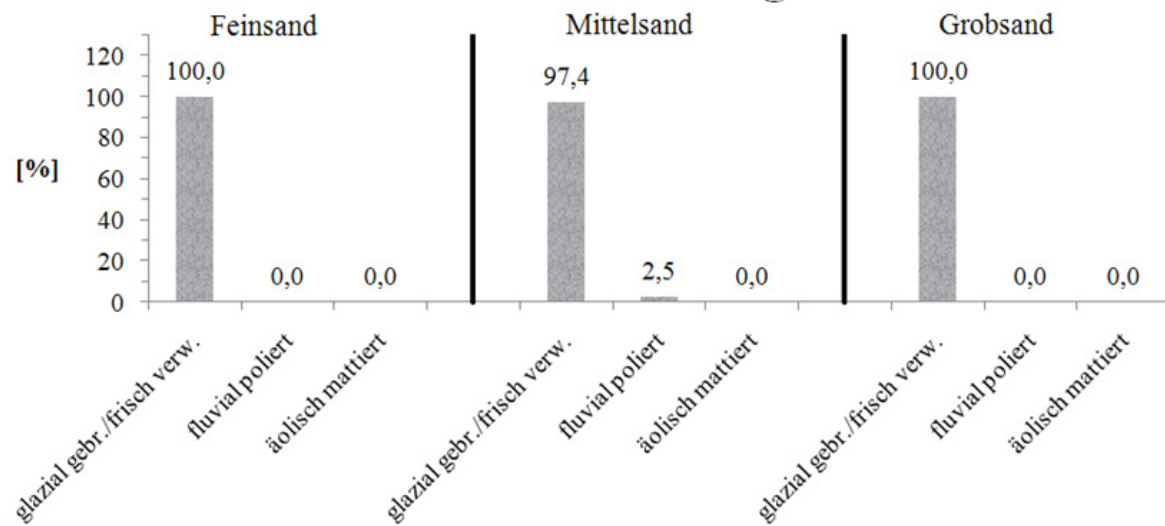
← Korngrößendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 17 von der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite (Standort 27° 26.478'N 86° 40.032'E). Angaben des Ton-, Schluff- bzw. Fein-, Mittel- und Grobschluff- sowie Sand- bzw. Fein-, Mittel- und Grobsandgehaltes wurden in % angegeben. In der Probe waren 9,397 % Ton, 30,668 % Schluff (2,623 % Feinschluff, 7,768 % Mittelschluff, 20,277 % Grobschluff) und 59,936 % Sand (40,283 % Feinsand, 9,963 % Mittelsand, 9,690 % Grobsand) enthalten. An der Probeentnahmestelle konnten nur wenige Gesteine ausgemacht werden, die sortiert erschienen und maximal kantengerundet waren. Den Hauptteil der Akkumulation stellten Sande dar. Demnach kamen die Korngrößen Ton bis Gesteinsgröße vor. Es handelte sich hier um eine Akkumulation, die sich nicht eindeutig als eine glazifluviale / glazilimnische Ablagerung ansprechen ließ. Es waren zwar bei den Kornformen gerundete Körner auszumachen, jedoch keine gerundeten bis gut gerundeten Gesteine. Allerdings konnte dieses mit der beteiligten Gesteinsart zu tun haben. Es standen hier nach den geologischen Karten folgende Gesteine an: Quarzchloritschiefer, Quarzit (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor und Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Schiefer, zwischengeschaltet mit Sandstein, Quarzit oder Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. grau bis grüngraue Phyllite, grobkörniger Phyllit und Quarzit (vgl. geologische Karte Solu). Die vorwiegenden Gesteinsarten Phyllit und Schiefer waren durch deren geologische Eigenschaften ungeeignet kantengerundete oder gar gerundete Gesteine auszuformen. Die Kornformenanalysen deuteten durch das Auftreten von kantigen bis rundkantigen, rundkantigen bis angerundeten und gerundeten Körnern auf fluviale / limnische Einflüsse.



## Probe 17 - Kornformendiagramm 1



## Probe 17 - Kornformendiagramm 2



← Kornformendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 17 von der orographisch rechten Dudh Khosi Talseite (Standort 27° 26.478'N 86° 40.032'E). Angaben des Ton-, Schluff- und Sandgehaltes wurden in % angegeben. Es wurden insgesamt 644 Körner ausgezählt (116 in der Feinsand-, 428 in der Mittelsand- und 100 in der Grobsandfraktion). Somit lag das Hauptaugenmerk der Untersuchung auf der Mittelsandfraktion. In der Probe waren bei zwei Fraktionen 100 % glazial gebrochene / frisch verwitterte Kornformen und bei einer 97,4 % glazial gebrochene / frisch verwitterte und 2,5 % fluvial polierte Körner enthalten (genauere Werte können der Tab. 2 bis 4 entnommen werden). Da bei diesem Standort – wie bei der Korngrößenanalyse gezeigt werden konnte – Korngrößen von Ton bis Sand und wenige kantengerundete Blöcke vorkamen, konnte es wohl sein, dass die Körner glazial gebrochene waren. Anhand der Klassifizierung in fünf Kategorien scharfkantig, kantig-rundkantig, rundkantig-angerundet, gerundet und stark gerundet konnte gezeigt werden, dass hierbei der fluvial polierte Anteil hoch war, da kantig bis rundkantige sowie rundkantig bis angerundete und sogar gerundete Körner in der Sedimentprobe vorhanden waren. Der Feinsandanteil zeigte die meisten kantig bis rundkantigen Körner, gefolgt von der Grobsandfraktion. Die Körner der Mittelsandfraktion tendierten in die fluvial polierte Gruppe. Somit wurde auch neben dem o.g. höchstwahrscheinlichen glazialen Einfluss eine glazifluviale / glazilimnische Einwirkung auf die Sedimente – da die Körner hin zum fluvial polierten Korn tendierten – deutlich.

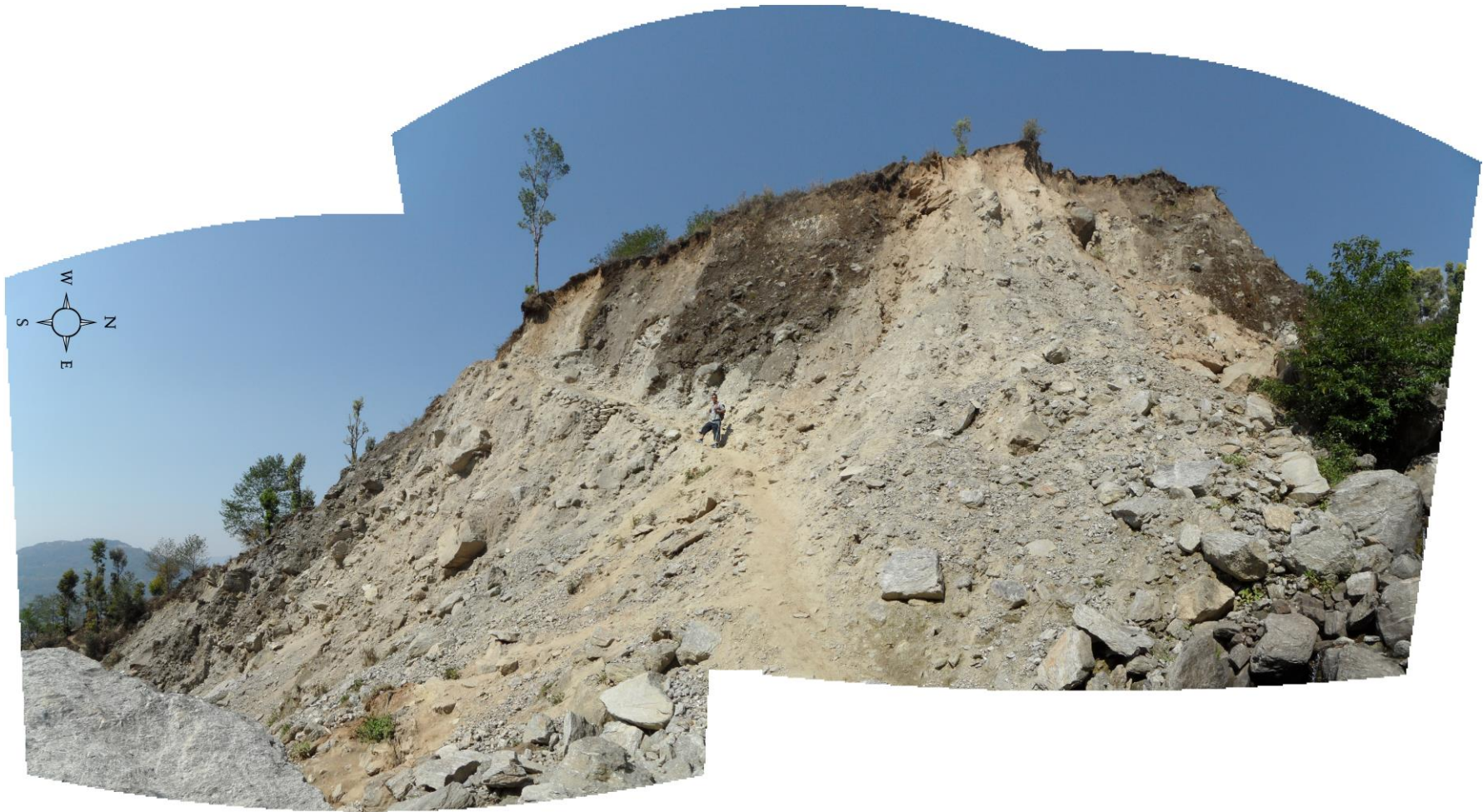


↑ Foto 251:

Im Nebental Sikhu Khola aufgeschlossenes Material (■) – vermutlich zerschnittenes Moränenmaterial – mit kantigen bis gerundeten Blöcken. Auf dem Talboden wurde das Feinmaterial ausgewaschen, sodass dort nur Blockakkumulationen anzutreffen waren. Anstehendes Gestein: graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Schiefer, zwischengeschaltet mit Sandstein, Quarzit oder Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. Schiefer, Quarzit (7a, c) (vgl. geologische Karte Nepal).

Standort: zwischen Mukli und Nele Bajar im Sikhu Khola (GPS: 27° 26.430'N 86° 38.917'E), orographisch rechte Seite des Sikhu Khola, orographisch rechte Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.050 m/GPS, 2.058 m/GE, 2.058 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 728 m/GE, 722 m/GMG (relative Höhe: ca. 1.330 m/GE; 1.336 m/GMG); Sicht gen E auf die orographisch linke Sikhu Khola Talseite; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 17.04.2012.





↑ Foto 252:

Im Nebental Sikhu Khola aufgeschlossenes Material – vermutlich zerschnittenes Moränenmaterial – mit kantigen und kantengerundeten (teilweise bis gerundet) Blöcken. Anstehendes Gestein: graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Schiefer, zwischengeschaltet mit Sandstein, Quarzit oder Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. Schiefer, Quarzit (7a, c) (vgl. geologische Karte Nepal).

Standort: zwischen Mukli und Nele Bajar im Sikhu Khola (GPS: 27° 26.431'N 86° 38.924'E), orographisch rechte Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.043 m/GPS, 2.057 m/GE, 2.058 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 741 m/GE, 740 m/GMG (relative Höhe: ca. 1.316 m/GE, 1.318 m/GMG); Sicht gen NW bis SW auf die orographisch linke Sikhu Khola Talseite; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 19.04.2012.





↑ Foto 253:

Im Nebental Sikhu Khola aufgeschlossenes Material – vermutlich zerschnittenes Moränenmaterial – mit kantigen und kantengerundeten (→; siehe Bildausschnitte, teilweise bis gerundet) Blöcken. Die entnommene Probe zeigte, dass alle Korngrößen Ton (6,26 %), Schluff (22,11 %) und Sand (71,63 %) enthalten waren. Die Morphoskopie der 363 ausgezählten Quarzkörner der Mittelsandfraktion ergab die Einteilung in die Gruppen: glazial gebrochen / frisch verwittert zu etwa 97,52 % (19,83 % davon eindeutig gebrochene fluvial polierte Körner) und fluvial poliert zu ca. 2,48 %. Diese Werte, die enorme Mächtigkeit des aufgeschlossenen Materials und die vorhandenen kantengerundeten Blöcke deuteten auf Moränenmaterial hin. Anstehendes Gestein: graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Schiefer, zwischengeschaltet mit Sandstein, Quarzit oder Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. Schiefer, Quarzit (7a, c) (vgl. geologische Karte Nepal). Durch die deutlich zu erkennende Boden- und Vegetationsbedeckung der Akkumulation konnte eine derzeitige bzw. eine junge Entstehung ausgeschlossen werden.

Standort: zwischen Mukli und Nele Bajar im Sikhu Khola (GPS: 27° 26.429'N 86° 38.958'E), orographisch linke Seite des Sikhu Khola, orographisch rechte Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.047 m/GPS, 2.052 m/GE, 2.058 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 731 m/GE, 730 m/GMG (relative Höhe: ca. 1.321 m/GE, 1.328 m/GMG); Sicht gen WSW bis W bzw. 255° auf die orographisch linke Sikhu Khola Talseite; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 19.04.2012.

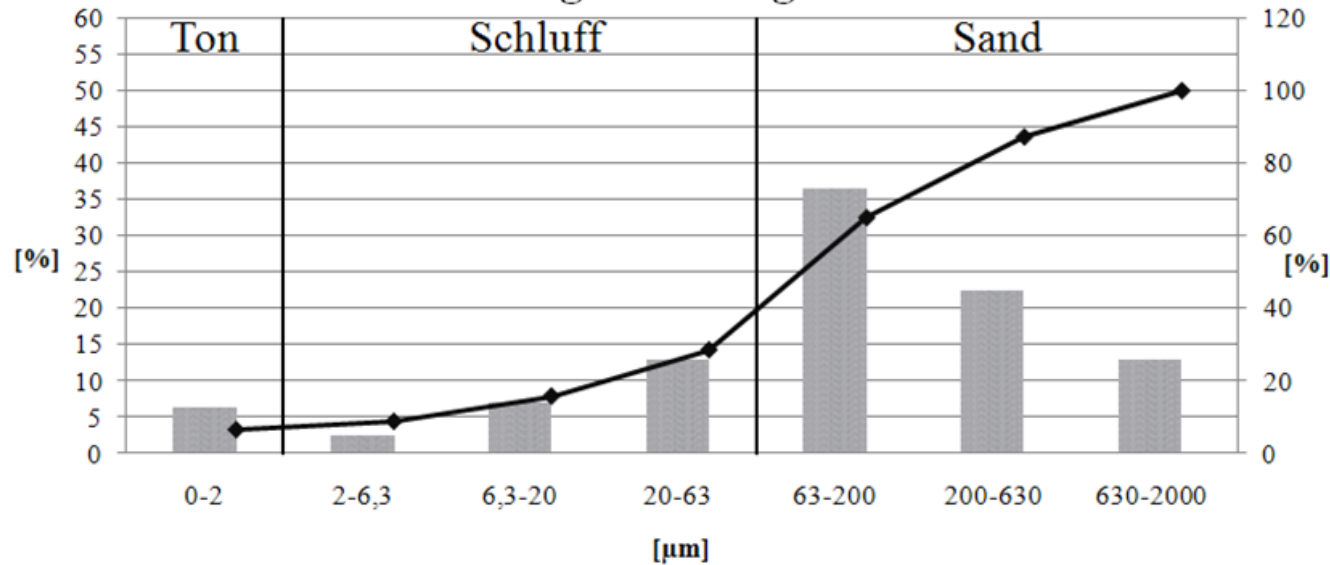




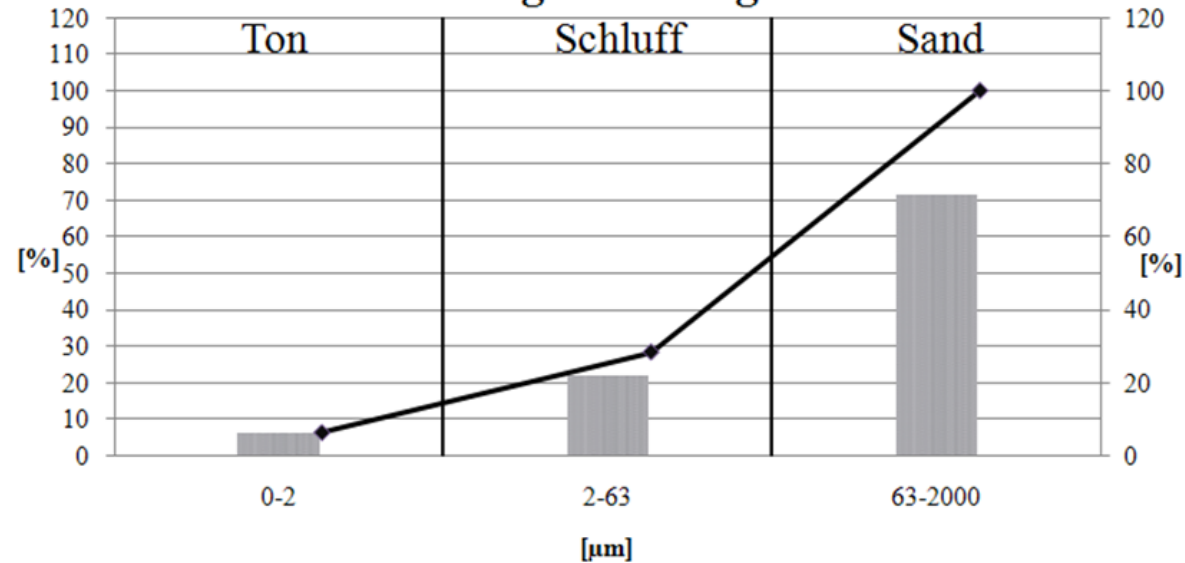
← Foto 253a, ↓ Fotos 253 b,c:  
Kantengerundete Blöcke deuteten auf Moränenmaterial.



## Probe 18 - Korngrößendiagramm 1



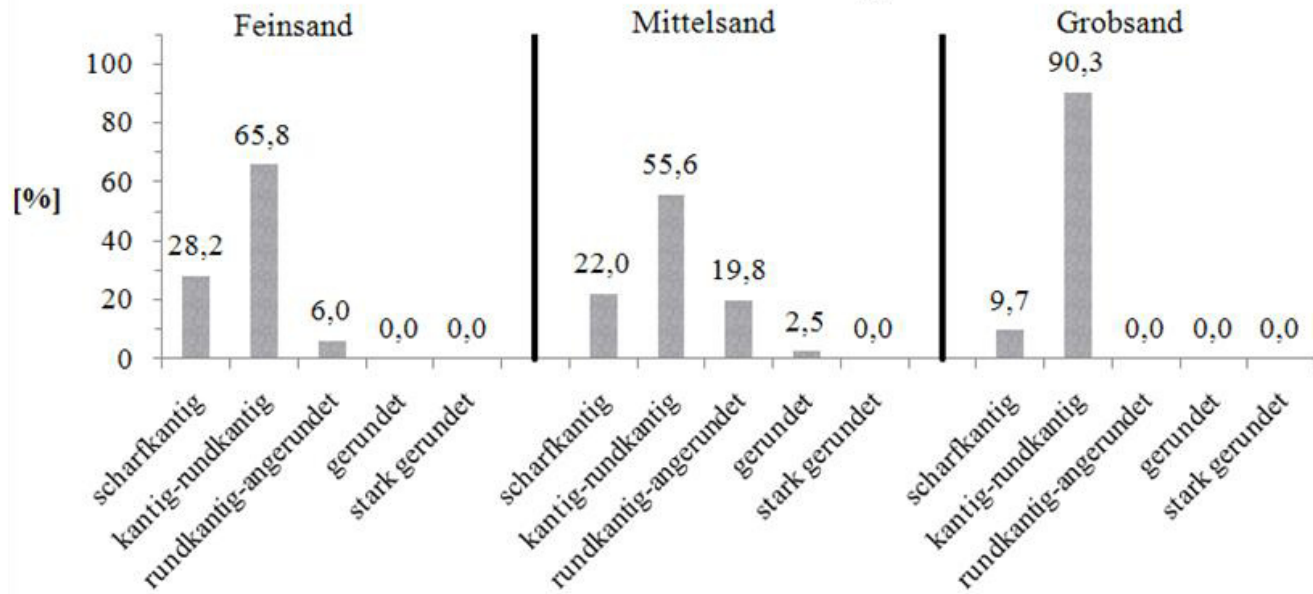
## Probe 18 - Korngrößendiagramm 2



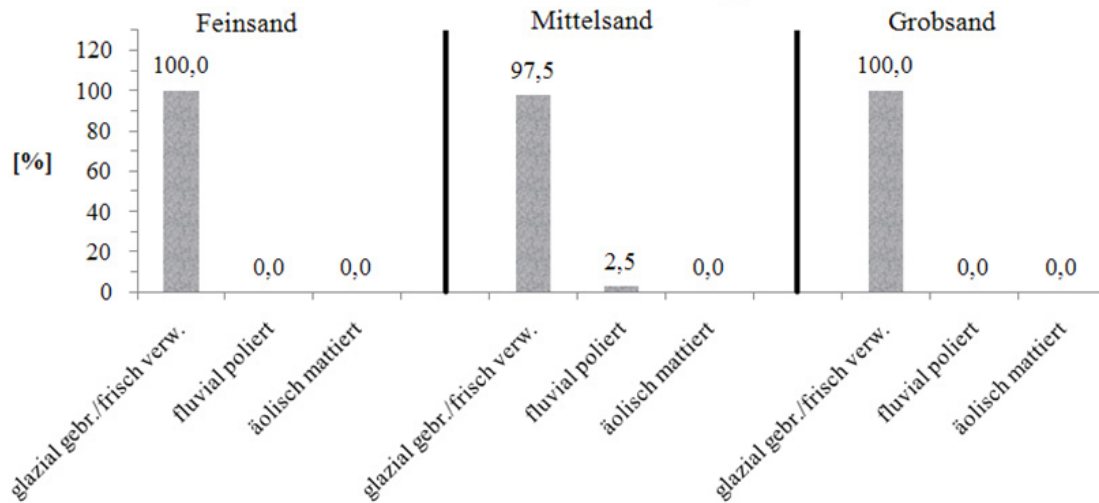
← Korngrößendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 18 von der orographisch rechten Dudh Khosi bzw. Sikhu Khola Talseite (siehe Foto 253; Standort  $27^{\circ} 26.430'N$   $86^{\circ} 38.917'E$ ). Angaben des Ton-, Schluff- bzw. Fein-, Mittel- und Grobschluff- sowie Sand- bzw. Fein-, Mittel- und Grobsandgehaltes wurden in % angegeben. In der Probe waren 6,259 % Ton, 22,114 % Schluff (2,313 % Feinschluff, 6,986 % Mittelschluff, 12,815 % Grobschluff) und 71,627 % Sand (36,547 % Feinsand, 22,303 % Mittelsand, 12,777 % Grobsand) enthalten. Es handelte sich hier um eine Akkumulation, die sich als eine Moränenablagerung ansprechen ließ. Es waren alle Korngrößen von Ton bis Sand in der Sedimentprobe enthalten, was darauf schließen ließ, dass die Ablagerung unsortiert war, und es konnten an der Probeentnahmestelle kantengerundete Gesteine bzw. Blöcke in einer feinen Matrix entdeckt werden (siehe Fotos 250 bis 253a). Demnach kamen die Korngrößen Ton bis Blockgröße vor. Es waren demgegenüber aber auch viele kantige Gesteine aufzufinden. Allerdings konnte dies etwas mit der beteiligten Gesteinsarten zu tun haben. Es standen hier nach den geologischen Karten folgende Gesteine an: Quarzchloritschiefer, Quarzit (vgl. geologische Karte Nepal) bzw. graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor und Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Schiefer, zwischengeschaltet mit Sandstein, Quarzit oder Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. Schiefer, Augengneis, Intrusionen von Granit (vgl. geologische Karte Solu). Die vorwiegenden Gesteinsarten Phyllit und Schiefer waren durch deren geologische Eigenschaften ungeeignet kantengerundete oder gar gerundete Gesteine auszuformen. Vorgefundene kantengerundete Blöcke müssten demnach eher Quarzit- oder Gneisgesteine sein. Die Kornformenanalysen deuteten durch das Auftreten von kantigen bis rundkantigen, rundkantigen bis angerundeten und gerundeten Körnern auf einen fluvialen Einfluss. Nach der geomorphologischen Ausprägung der Moräne könnte es sich hier speziell um eine Grundmoränenablagerung handeln.



## Probe 18 - Kornformendiagramm 1



## Probe 18 - Kornformendiagramm 2



← Kornformendiagramme 1 und 2 der Sedimentprobe 18 von der orographisch rechten Dudh Khosi bzw. Sikhu Khola Talseite (siehe Foto 253; Standort 27° 26.430'N 86° 38.917'E). Angaben des Ton-, Schluff- und Sandgehaltes wurden in % angegeben. Es wurden insgesamt 615 Körner ausgezählt (149 in der Feinsand-, 363 in der Mittelsand- und 103 in der Grobsandfraktion). Somit lag das Hauptaugenmerk der Untersuchung auf der Mittelsandfraktion. In der Probe waren bei zwei Fraktionen 100 % glazial gebrochene / frisch verwitterte Kornformen und bei einer 97,5 % glazial gebrochene / frisch verwitterte und 2,5 % fluvial polierte Körner enthalten. Da bei diesem Standort – wie bei der Korngrößenanalyse gezeigt wurde – Korngrößen von Ton bis Sand und wenige kantengerundete Blöcke vorkamen, wurde deutlich, dass die Körner glazial gebrochene darstellten. Anhand der Klassifizierung in fünf Kategorien scharfkantig, kantig-rundkantig, rundkantig-angerundet, gerundet und stark gerundet konnte gezeigt werden, dass hierbei der fluvial polierte Anteil hoch war, da kantig bis rundkantige sowie rundkantig bis angerundete und sogar gerundete Körner in der Sedimentprobe vorhanden waren. Der Grobsandanteil zeigte die meisten kantigen bis rundkantigen Körner, gefolgt von der Feinsandfraktion. Die Körner der Mittelsandfraktion tendierten in die fluvial polierte Gruppe. Somit wurde auch neben dem glazialen Einfluss eine glazifluviale Einwirkung auf die Sedimente – da die Körner hin zum fluvial polierten Korn tendierten – deutlich.



↑ Foto 254:

See Baluwa Pokhri. Anstehendes Gestein: graue, dunkelgraue und grüne Phyllite, Quarzite, aber auch Lagen von Schiefer, Marmor, Skarn möglich (vgl. geologische Karte Solukhumbu) bzw. Schiefer, zwischengeschaltet mit Sandstein, Quarzit oder Marmor (vgl. geologische Karte Solukhumbu 1) bzw. Schiefer, Quarzit (7a, c) (vgl. geologische Karte Nepal).

Standort: Flugplatz Kangel (GPS: 27° 24.646'N 86° 38.718'E), orographisch rechte Seite des Sikhu Khola, orographisch rechte Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.081 m/GPS, 2.090 m/GE, 2.085 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 680 m/GE, 680 m/GMG (relative Höhe: ca. 1.410 m/GE, 1.405 m/GMG); Sicht gen SE bis SSE bzw. 140-150°; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 19.04.2012.

→ Talprofil 22 zum Foto 255:

Kerbförmiges Talprofil. Anstehendes Gestein: Schiefer und Quarzit (7a, c) (vgl. geologische Karte Nepal).

Standort: etwa 4,6 km talabwärtiges Querprofil von den Koordinaten GE: 27° 26.868'N 86° 39.710'E auf der orographisch linken Sikhu Khola Talseite zu den Koordinaten GE: 27° 24.567'N 86° 38.712'E auf der orographisch rechten Sikhu Khola Talseite.

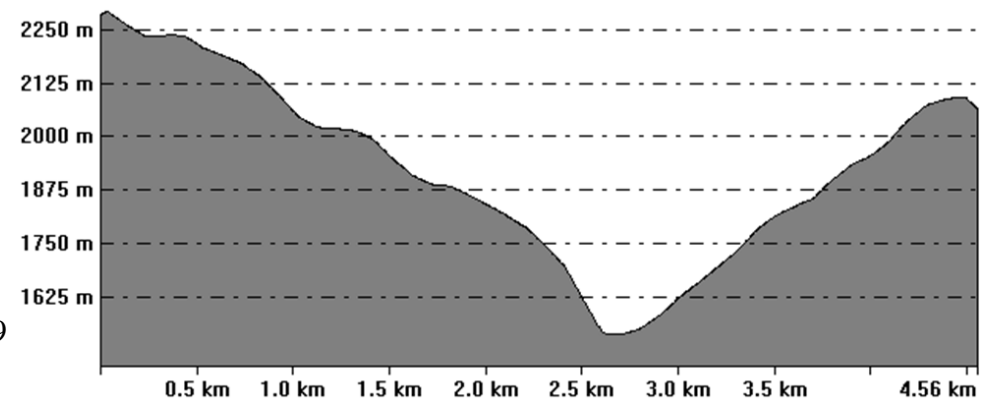
↓ Foto 255:

Kerbförmiges Talprofil des Sikhu Khola.

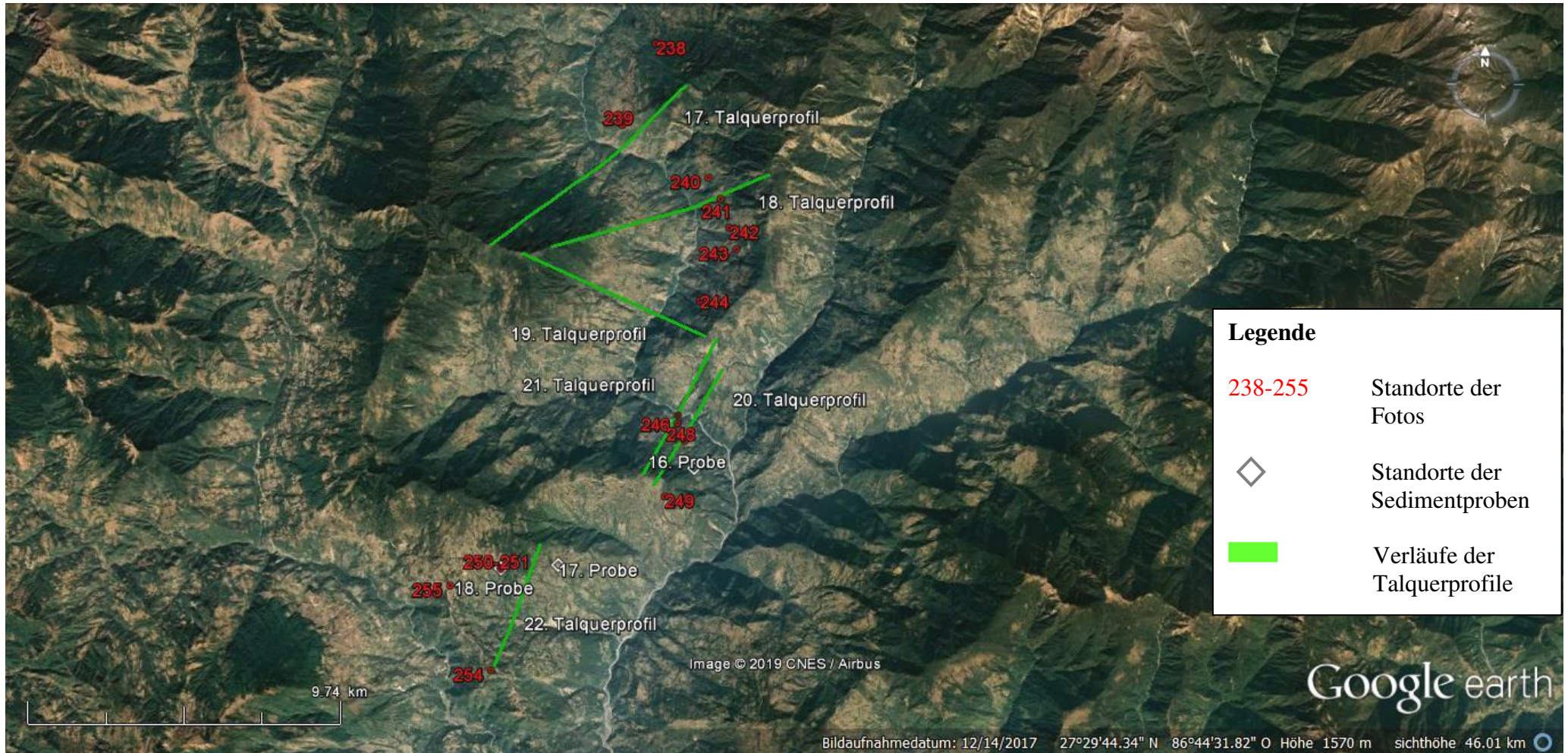
Standort: zwischen Mukli und Kangel (in der Nähe der Koordinaten GPS: 27° 26.155'N 86° 37.950'E), orographisch rechte Seite des Sikhu Khola, orographisch rechte Dudh Khosi Talseite; absolute Höhe: 2.242 m Höhe/GPS, 2.244 m/GE, 2.240 m/GMG; Haupttalboden bei ca. 714 m/GE, 710 m/GMG (relative Höhe: ca. 1.530 m/GE, 1.530 m/GMG); Sicht gen SE; Bw 3,9 mm. Foto: E. Spitzer, 19.04.2012.



From Pos: 27° 26' 52.0700" N, 86° 39' 42.5791" E To Pos: 27° 24' 34.0236" N, 86° 38' 42.7244" E

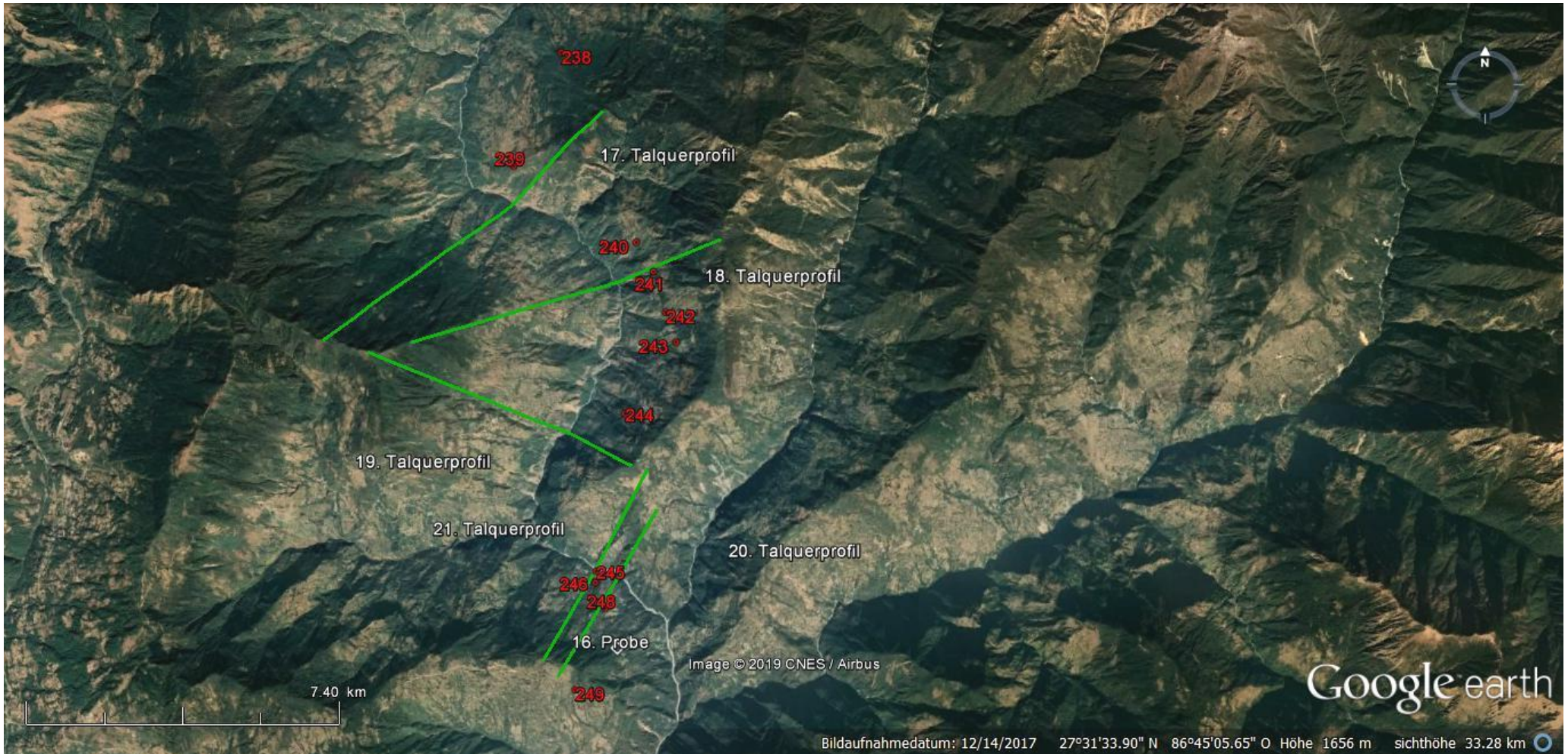






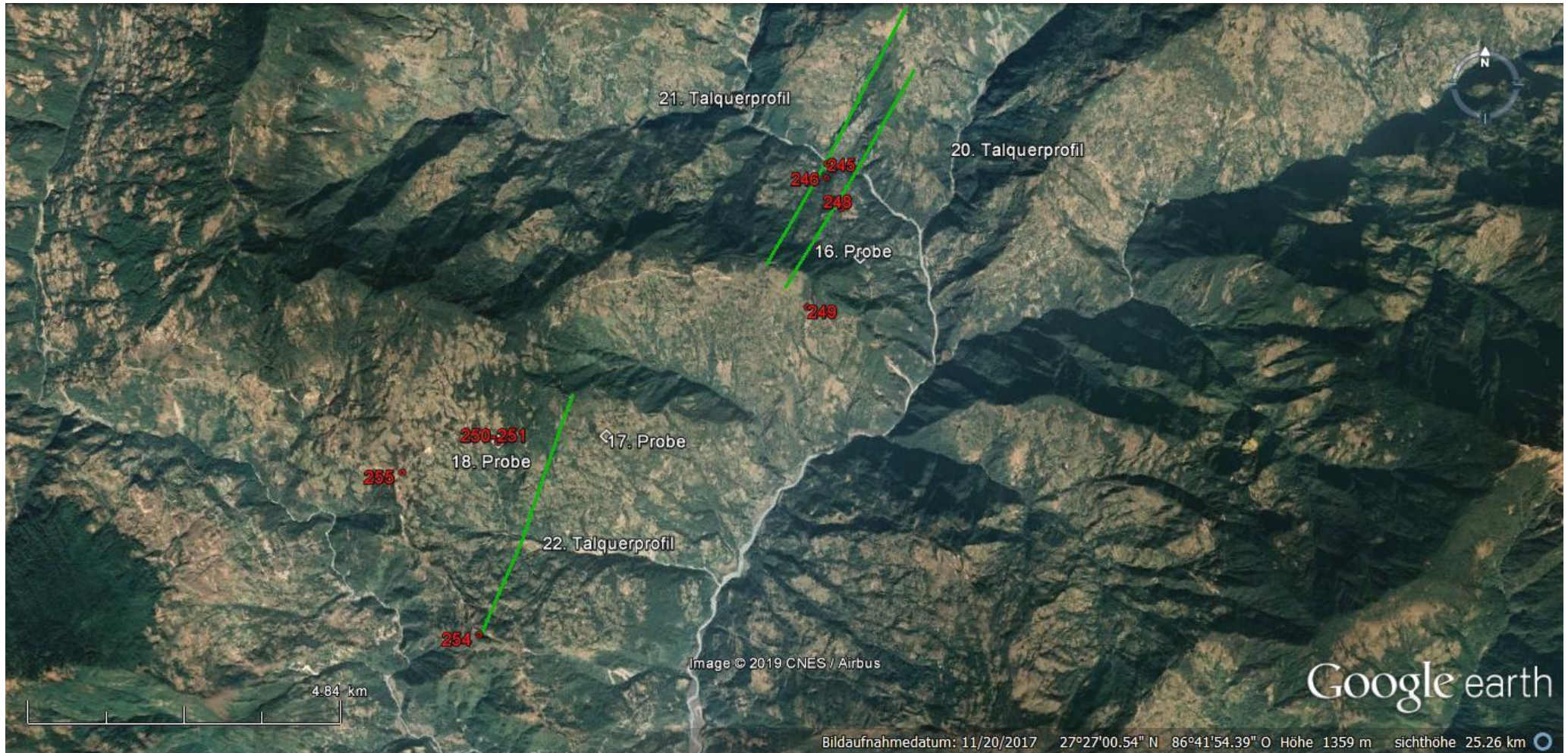
Karte 28: Standorte für Fotos, Sedimentproben sowie die Verläufe der Talquerprofile im Dudh Khosi. Sichthöhe 46,01 km. Quelle Google Earth.





Karte 28, Ausschnitt. Sichthöhe 33,28 km. Quelle Google Earth.





Karte 28, Ausschnitt. Sichthöhe 25,26 km. Quelle Google Earth.



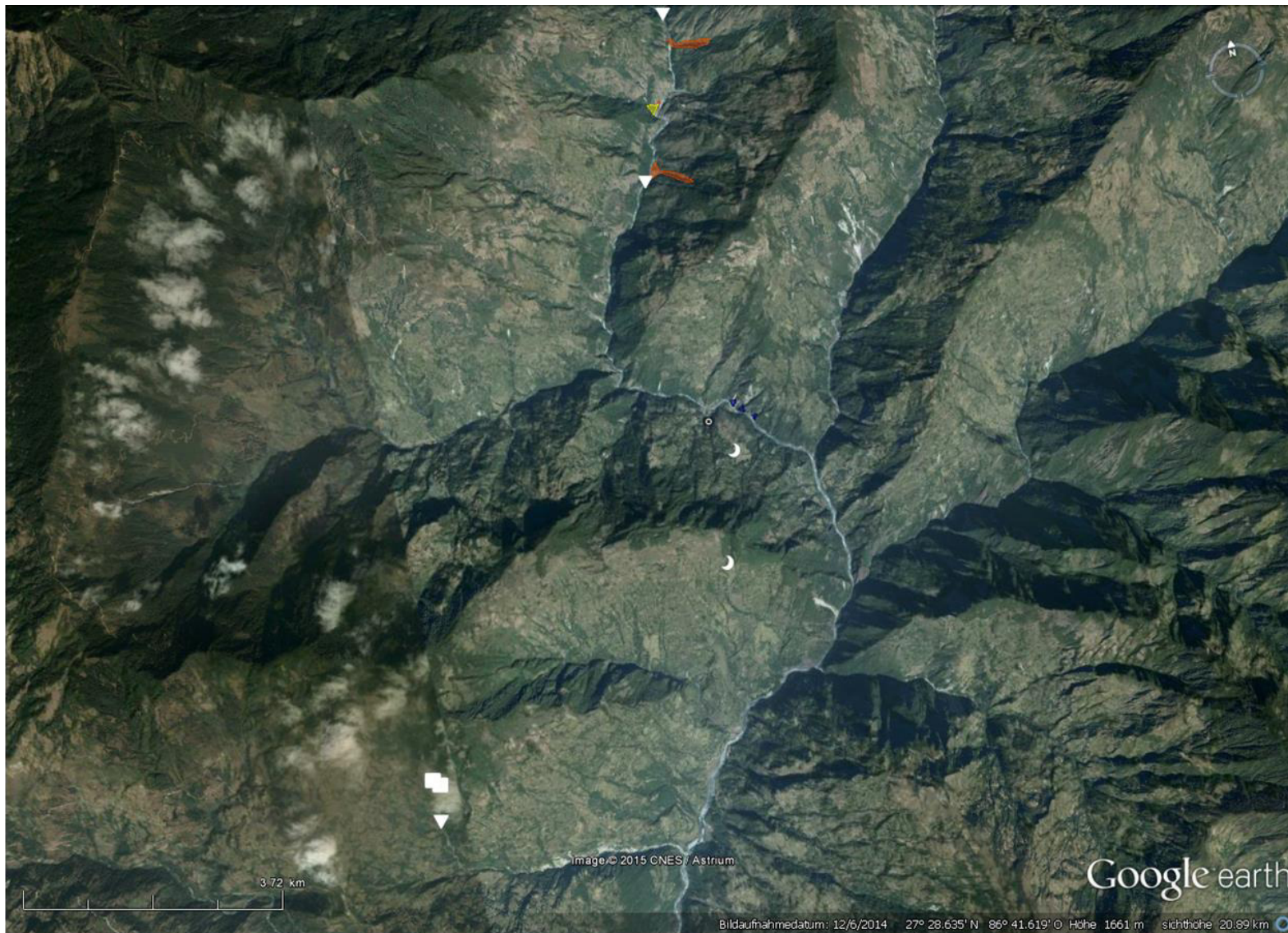


**Legende**

- ▲ Mischfächer/-kegel
- ▲ Murfächer/-kegel
- ▼ Schlucht
- ☾ Gletscherschliff

Karte 29 A: Geomorphologische Karte Dudh Khosi. Quelle Google Earth.




















**Legende**



- ▲ Mischfächer/-kegel
- ▲ Murfächer/-kegel
- ▲ Schwemmfächer/-kegel
- Grundmoräne
- ▼ Schlucht
- ☾ Gletscherschliff
- ⊙ erratischer Block

Karte 29 B: Geomorphologische Karte Dudh Khosi. Quelle Google Earth.




## Legende für die geomorphologischen Karten

	Trogtal
	Schlucht
	Rundhöcker
	Gletscherschliff
	Strudeltopf
	glazifluviale Terrasse (im Solu auch in Verbindung mit Polygon dunkelblau)
	erratischer Block
	Grundmoränenmaterial
	Ufer- bis Endmoränen
	subglaziale Schmelzwasserrinne
	Berg- / Felssturzablagerungen
	glaziäre Dreieckshänge
	Blockgletscher / Schuttloben
	deutlich erkennbare Moränenzüge, übrig gebliebene zerschnittene Moränengrate
	Gletscher, Lawinenkegel, Seen

### Fächer / Kegel

	Sturzfächer / -kegel
1	Sturzschutfächer / -kegel
1a	Sturzschutfächer / -kegel, die Moränenmaterial überlagern
1b	Sturzschutfächer / -kegel, die von Schnee oder Lawinen überlagert sind
2	Sturzmoränenfächer / -kegel aus Moränenmaterial oder glazifluvialen Materialien
	Mischfächer / -kegel
3a	Mischfächer / -kegel hauptsächlich aus Schutt
3b	Mischfächer / -kegel hauptsächlich aus Moränenmaterial
3c	Mischfächer / -kegel, die präexistierendes Moränenmaterial überlagern
3d	Mischfächer / -kegel, die von anderen Prozessen überlagert sind



- 
  
 4a Murschutfächer / -kegel mit einem hohen Schuttanteil
   
 4b Murmoränenfächer / -kegel mit einem hohen Moränenanteil
   
 4c Murschwemmfächer / -kegel mit viel Feinmaterial
   
 4d Murfächer / -kegel, die von anderen Prozessen überlagert sind
- 
  
 5a Schwemmfächer / -kegel
   
 Schwemmschutfächer / -kegel mit Schutt- und Moränenmaterial
   
 5b Sander aus Moränenmaterial mit Bezug zum Gletscherrand
   
 5c Schwemmfächer / -kegel hauptsächlich aus Moränenmaterial
- 
  
 6 Fächer- / Kegelform
   
 zerschnittene Grundmoränen

5	4	3	2	1	Probenummer
10.04.2012	30.03.2012	07.04.2012	06.04.2012	03.04.2012	Entnahmekzeitpunkt
Khumjung	Pangboche	Orsho	Dingboche	zw. Thokla und Dusa	Entnahmeort
27° 49.501'N 86° 43.506'E	27° 51.363'N 86° 47.502'E	27° 52.283'N 86° 48.752'E	27° 53.626'N 86° 49.767'E	27° 55.124'N 86° 48.490'E	Koordinaten
3.729-3.739 m	3.966 m	4.117 m	4.377 m	4.626 m	Höhenmeter
40 cm, über Gehweg 1,5 m	25 cm über Gehweg 1,5 m	30 cm	60 cm, über Gehweg 1,10 m	15 cm	Entnahmetiefe
verdichtet	nicht verdichtet	gering verdichtet	verdichtet	verdichtet	Dichte
Bodenschicht, Sediment keine Schichtung erkennbar	Bodenschicht, Sediment keine Schichtung erkennbar	Bodenschicht, Sediment keine Schichtung erkennbar	Bodenschicht, Sediment Schichtung erkennbar	Bodenschicht, Sediment keine Schichtung erkennbar	Horizonte / Schichtung
keine Sortierung	Sortierung	geringe Sortierung	keine Sortierung	keine Sortierung	Sortierung
ockerhellgrau	ockerhellgrau	braun	hellbraun	ockerbraun	Bodenfarbe
10,001	9,999	9,998	10,003	10,000	Boden für Korngrößenanalyse in g
<b>2,826</b>	<b>2,541</b>	<b>4,900</b>	<b>5,801</b>	<b>15,545</b>	Ton in %
2,951	1,612	1,403	3,576	14,480	Feinschluff in %
6,086	1,666	2,357	4,564	17,155	Mittelschluff in %
10,097	5,265	6,511	13,173	14,270	Grobschluff in %
<b>19,134</b>	<b>8,543</b>	<b>10,271</b>	<b>21,313</b>	<b>45,905</b>	Schluff in %
22,600	19,902	17,914	33,037	18,701	Feinsand in %
31,979	42,248	34,834	19,956	9,654	Mittelsand in %
23,461	26,766	32,081	19,893	10,196	Grobsand in %
<b>78,040</b>	<b>88,916</b>	<b>84,829</b>	<b>72,886</b>	<b>38,551</b>	Sand in %
21,40	33,50	23,80	28,70	14,07	Skelett in Gew. %
202,02	217,13	210,66	207,33	195,64	Boden für Skelettteilbestimmung in g
mittel	mittel	mittel	mittel	schwach	Gewichtung des Skelettteils
Su2/Lehmsand schwach	Ss/Reinsand	Su2/Lehmsand schwach	Sl2/Lehmsand schwach	Slu/Sandlehm	Bodenart (AG Boden 2005:142)
1,792	1,148	4,822	3,967	6,516	Glühverlust / organische Substanz in Gew. %
schwach humos	schwach humos	stark humos	mittel humos	stark humos	Einstufung der organischen Substanz
0,714	0,228	1,034	1,043	1,832	Wasserverlust in Gew. %
karbonatfrei	karbonatfrei	karbonatfrei	karbonatfrei	karbonatfrei	Kalkgehalt



10	9	8	7	6	Probenummer
12.04.2012	21.03.2012	21.03.2012	25.03.2012	25.03.2012	Entnahmepunkt
Ghat	Ghat	Ghat	Namche Bazar	Namche Bazar	Entnahmestort
27° 43,426'N 86° 42,770'E	27° 43,449'N 86° 42,719'E	27° 43,620'N 86° 42,643'E	27° 48,345'N 86° 42,803'E	27° 48,371'N 86° 42,814'E	Koordinaten
2.507 m	2.545 m	2.546 m	3.562 m	3.584 m	Höhenmeter
über Gehweg 50 cm	über Gehweg 1m	über Gehweg 20 cm	40 cm	über Gehweg 70 cm	Entnahmefiefe
nicht verdichtet	gering verdichtet	nicht verdichtet	verdichtet	verdichtet	Dichte
Bodenschicht, Sediment keine Schichtung erkennbar	stellenweise Bodenschicht, Sediment keine Schichtung erkennbar	stellenweise Bodenschicht, Sediment keine Schichtung erkennbar	Bodenschicht, Sediment keine Schichtung erkennbar	Bodenschicht, Sediment keine Schichtung erkennbar	Horizonte / Schichtung
Sortierung	Sortierung	Sortierung	keine Sortierung	keine Sortierung	Sortierung
ockerdunkleres mittelgrau	gräuliches ocker	weißliches hellgrau	dunkles ocker	ockerdunkleres mittelgrau	Bodenfarbe
10,004	9,996	9,999	9,999	10,004	Boden für Korngrößenanalyse in g
<b>2,986</b>	<b>5,985</b>	<b>2,504</b>	<b>4,421</b>	<b>3,300</b>	Ton in %
2,369	4,815	0,195	6,323	4,770	Feinschluff in %
5,155	8,378	13,959	14,667	10,990	Mittelschluff in %
8,639	13,240	40,364	19,020	19,450	Grobschluff in %
<b>16,163</b>	<b>26,433</b>	<b>54,518</b>	<b>40,010</b>	<b>35,210</b>	Schluff in %
24,006	27,785	42,112	32,568	48,050	Feinsand in %
35,479	28,268	0,744	13,233	11,160	Mittelsand in %
21,367	11,530	0,122	9,768	2,280	Grobsand in %
<b>80,852</b>	<b>67,583</b>	<b>42,978</b>	<b>55,569</b>	<b>61,490</b>	Sand in %
24,40	29,78	0,00	22,57	1,03	Skelett in Gew. %
161,88	201,86	202,47	224,72	227,75	Boden für Skelettanteilsbestimmung in g
mittel	mittel	sehr schwach	mittel	schwach	Gewichtung des Skelettanteils
Su2/Lehmsand schwach	Su3/Schluffsand mittel	Us/Sandschluff	Su4/Schluffsand stark	Su3/Schluffsand mittel	Bodenart (AG Boden 2005:142)
1,485	3,529	0,600	8,849	4,229	Glühverlust / organische Substanz in Gew. %
schwach humos	mittel humos	sehr schwach humos	sehr stark humos	stark humos	Einstufung der organischen Substanz
0,447	1,436	1,306	2,904	1,480	Wasserverlust in Gew. %
karbonatfrei	karbonatfrei	karbonatfrei	karbonatfrei	karbonatfrei	Kalkgehalt

15	14	13	12	11	Probenummer
15.04.2012	20.03.2012	20.03.2012	13.04.2012	13.04.2012	Entnahmepunkt
zw. Chutok und Bupsa	Lukla	Lukla	Lukla	Lukla	Entnahmestort
27° 38.41'N 86° 43.949'E	27° 41.175'N 86° 44.012'E	27° 41.175'N 86° 44.012'E	27° 41.453'N 86° 43.869'E	27° 41.453'N 86° 43.869'E	Koordinaten
2.768 m	2.864 m	2.862 m	2.895 m	2.895 m	Höhenmeter
2 m	über Talboden 2,5 m	über Talboden 1 m	über Gehweg 1,5-1,6 m	über Gehweg 1,2 m	Entnahmehöhe
verdichtet	stark verdichtet	stark verdichtet	verdichtet	verdichtet	Dichte
Bodenschicht, Sediment keine Schichtung erkennbar	Bodenschicht, Sediment keine Schichtung erkennbar	Bodenschicht, Sediment keine Schichtung erkennbar	Bodenschicht, Sediment keine Schichtung erkennbar	Bodenschicht, Sediment keine Schichtung erkennbar	Horizonte / Schichtung
keine Sortierung	keine Sortierung	keine Sortierung	keine Sortierung	keine Sortierung	Sortierung
mittelgrau	ockerhellgrau	ockermittelgrau	helles graubraun	helles graubraun	Bodenfarbe
9,998	9,999	10,003	9,999	9,998	Boden für Korngrößenanalyse in g
<b>5,511</b>	<b>2,322</b>	<b>3,300</b>	<b>4,071</b>	<b>4,847</b>	Ton in %
5,548	0,831	3,739	4,594	3,954	Feinschluff in %
10,832	1,727	9,448	7,379	7,029	Mittelschluff in %
11,730	1,151	12,126	13,536	11,081	Grobschluff in %
<b>28,110</b>	<b>3,709</b>	<b>25,313</b>	<b>25,509</b>	<b>22,064</b>	Schluff in %
28,499	50,756	38,008	25,685	26,834	Feinsand in %
28,560	39,331	28,416	29,775	33,425	Mittelsand in %
9,319	3,882	4,965	14,961	12,829	Grobsand in %
<b>66,378</b>	<b>93,969</b>	<b>71,389</b>	<b>70,421</b>	<b>73,088</b>	Sand in %
21,96	2,75	1,69	34,37	27,55	Skelett in Gew. %
190,81	208,35	142,21	167,00	150,69	Boden für Skelettantteilsbestimmung in g
mittel	schwach	schwach	mittel	mittel	Gewichtung des Skelettantteils
Su3/Schluffsand mittel	Ss/Reinsand	Su3/Schluffsand mittel	Su3/Schluffsand mittel	Su2/Lehmsand schwach	Bodenart (AG Boden 2005:142)
1,664	0,399	1,602	3,452	3,051	Glühverlust / organische Substanz in Gew. %
schwach humos	sehr schwach humos	schwach humos	mittel humos	mittel humos	Einstufung der organischen Substanz
0,609	0,157	0,793	1,159	1,057	Wasserverlust in Gew. %
karbonatfrei	karbonatfrei	karbonatfrei	karbonatfrei	karbonatfrei	Kalkgehalt



18	17	16	Probenummer
19.04.2012	18.04.2012	17.04.2012	Entnahmezeitpunkt
zw. Mukli und Kangel	Mukli	zw. Baghkor und Deusa	Entnahmeort
27° 26.430'N 86° 38.917'E	27° 26.478'N 86° 40.032'E	27° 28.165'N 86° 42.707'E	Koordinaten
2.050 m	1.927 m	1.510 m	Höhenmeter
ca. 4m	ca. 2m	ca. 50 cm	Entnahmetiefe
verdichtet	gering verdichtet	verdichtet	Dichte
Bodenschicht, Sediment keine Schichtung erkennbar	Bodenschicht, Sediment keine Schichtung erkennbar	Bodenschicht, Sediment keine Schichtung erkennbar	Horizonte / Schichtung
keine Sortierung	Sortierung	keine Sortierung	Sortierung
hellgrau	mittelgraubraun	helles ocker	Bodenfarbe
10,004	10,002	10,002	Boden für Korngrößenanalyse in g
<b>6,259</b>	<b>9,397</b>	<b>15,026</b>	Ton in %
2,313	2,623	11,969	Feinschluff in %
6,986	7,768	26,431	Mittelschluff in %
12,815	20,277	20,646	Grobschluff in %
<b>22,114</b>	<b>30,668</b>	<b>59,046</b>	Schluff in %
36,547	40,283	15,335	Feinsand in %
22,303	9,963	5,387	Mittelsand in %
12,777	9,690	5,207	Grobsand in %
<b>71,627</b>	<b>59,936</b>	<b>25,929</b>	Sand in %
40,72	21,12	30,75	Skelett in Gew. %
192,54	171,21	204,13	Boden für Skelettanteilsbestimmung in g
mittel	mittel	mittel	Gewichtung des Skelettanteils
S12/Lehmsand schwach	S13/Lehmsand mittel	Uls/Lehmschluff	Bodenart (AG Boden 2005:142)
2,014	10,364	4,571	Glühverlust / organische Substanz in Gew. %
mittel humos	sehr stark humos	stark humos	Einstufung der organischen Substanz
0,571	3,387	1,502	Wasserverlust in Gew. %
karbonatfrei	karbonatfrei	karbonatfrei	Kalkgehalt

Tab. 1: Korngrößenanalyse

Probenummer	Koordinaten	ausgezählte Quarzkörner der Feinsandfraktion	glazial gebrochen/frisch verwittert [%/Anzahl]	scharfkantig	kantig-rundkantig	rundkantig-angerundet	fluvial poliert [%/Anzahl]	äolisch mattiert [%/Anzahl]	Rundungswert (Sindowski 1961/Guggenmoos 1934)	Anmerkungen
1	27° 55.124'N 86° 48.490'E	113	100,000/113	32,743/37	56,637/64	10,619/12	0,000/0	0,000/0	1,78/0,00	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat, schwarzes Mineral (eventuell Turmalin); alle Bestandteile häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
2	27° 53.626'N 86° 49.767'E	115	100,000/115	19,130/22	72,174/83	8,696/10	0,000/0	0,000/0	1,90/0,00	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat; alle Bestandteile häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
3	27° 52.283'N 86° 48.752'E	103	100,000/103	25,243/26	69,903/72	4,854/5	0,000/0	0,000/0	1,80/0,00	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat, schwarzes Mineral (eventuell Turmalin); Quarze und Feldspäte häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
4	27° 51.363'N 86° 47.502'E	106	100,000/106	15,094/16	64,151/68	20,755/22	0,000/0	0,000/0	2,06/0,00	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat, schwarzes Mineral (eventuell Turmalin); Quarze und Feldspäte häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
5	27° 49.501'N 86° 43.506'E	109	99,083/108	14,679/16	71,560/78	12,844/14	0,917/1	0,000/0	2,00/0,01	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat; alle Bestandteile häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
6	27° 48.371'N 86° 42.814'E	125	100,000/125	40,800/51	58,400/73	0,800/1	0,000/0	0,000/0	1,60/0,00	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat; alle Bestandteile häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
7	27° 48.345'N 86° 42.803'E	100	100,000/100	19,000/19	66,000/66	15,000/15	0,000/0	0,000/0	1,96/0,00	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat; alle Bestandteile häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
8	27° 43.620'N 86° 42.643'E	124	99,194/123	32,258/40	62,903/78	4,032/5	0,806/1	0,000/0	1,73/0,01	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat, schwarzes Mineral (eventuell Turmalin); Quarze und Feldspäte häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
9	27° 43.449'N 86° 42.719'E	105	100,000/105	32,381/34	63,810/67	3,810/4	0,000/0	0,000/0	1,71/0,00	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat; alle Bestandteile häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
10	27° 43.426'N 86° 42.770'E	115	100,000/115	20,870/24	78,261/90	0,870/1	0,000/0	0,000/0	1,80/0,00	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat; alle Bestandteile häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig



Probenummer	Koordinaten	ausgezählte Quarzkörner der Feinsandfraktion	glazial gebrochen/frisch verwittert [%/Anzahl]	<i>scharfkantig</i>	<i>kantig-rundkantig</i>	<i>rundkantig-angerundet</i>	fluvial poliert [%/Anzahl]	äolisch mattiert [%/Anzahl]	Rundungswert (Sindowski 1961/Guggenmoos 1934)	Anmerkungen
11	27° 41.453'N 86° 43.869'E	101	95,050/96	10,891/11	66,337/67	17,822/18	4,950/5	0,000/0	2,17/0,06	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), sehr wenig Feldspat; alle Bestandteile häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
12	27° 41.453'N 86° 43.869'E	114	100,000/114	36,842/42	60,526/69	2,632/3	0,000/0	0,000/0	1,66/0,00	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), sehr wenig Feldspat; Quarze und Feldspäte häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
13	27° 41.175'N 86° 44.012'E	100	99,000/99	20,000/20	59,000/59	20,000/20	1,000/1	0,000/0	2,02/0,01	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat; alle Bestandteile häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
14	27° 41.175'N 86° 44.012'E	112	99,107/111	31,250/35	63,393/71	4,464/5	0,893/1	0,000/0	1,75/0,01	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat, schwarzes Mineral (eventuell Turmalin); Quarze und Feldspäte häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
15	27° 38.411'N 86° 43.949'E	102	98,039/100	21,569/22	67,647/69	8,824/9	1,961/2	0,000/0	1,91/0,02	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), sehr wenig Feldspat, grünes Mineral; alle Bestandteile häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
16	27° 28.165'N 86° 42.707'E	101	100,000/101	31,683/32	64,356/65	3,960/4	0,000/0	0,000/0	1,72/0,00	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat, schwarzes Mineral; alle Bestandteile häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
17	27° 26.478'N 86° 40.032'E	116	100,000/116	15,517/18	82,759/96	1,724/2	0,000/0	0,000/0	1,86/0,00	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit); alle Bestandteile häufig mit Eisenoxidkrusten belegt
18	27° 26.430'N 86° 38.917'E	149	100,000/149	28,188/42	65,772/98	6,040/9	0,000/0	0,000/0	1,78/0,00	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), sehr wenig Feldspat; alle Bestandteile häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig

Tab. 2: Kornformenanalyse Feinsandfraktion

Probenummer	Koordinaten	ausgezählte Quarzkörner der Mittelsandfraktion	glazial gebrochen/frisch verwittert [%/Anzahl]	scharfkantig	kantig-rundkantig	rundkantig-angerundet	fluvial poliert [%/Anzahl]	äolisch mattiert [%/Anzahl]	Rundungswert (Sindowski 1961 Guggenmoos 1934)	Anmerkungen
1	27° 55.124'N 86° 48.490'E	393	100,000/393	29,262/115	56,743/223	13,995/55	0,000/0	0,000/0	1,85/0,00	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat; alle Bestandteile häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
2	27° 53.626'N 86° 49.767'E	368	97,826/360	18,750/69	58,424/215	20,652/76	2,170/8	0,000/0	2,06/0,03	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat; Quarze häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
3	27° 52.283'N 86° 48.752'E	359	97,772/351	23,398/84	55,153/198	19,220/69	2,228/8	0,000/0	2,00/0,03	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat, grünes Mineral (eventuell Turmalin); Glimmer häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
4	27° 51.363'N 86° 47.502'E	324	98,148/318	25,926/84	54,938/178	17,284/56	1,850/6	0,000/0	1,95/0,02	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat, schwarzes Mineral (eventuell Turmalin); Quarze und Feldspäte häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
5	27° 49.501'N 86° 43.506'E	329	99,088/326	17,629/58	66,261/218	15,198/50	0,912/3	0,000/0	1,99/0,01	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat; Glimmer und Quarze häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
6	27° 48.371'N 86° 42.814'E	363	100,000/363	37,466/136	49,587/180	12,948/47	0,000/0	0,000/0	1,75/0,00	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat; Quarze häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
7	27° 48.345'N 86° 42.803'E	321	97,508/313	25,857/83	51,713/166	19,938/64	2,490/8	0,000/0	1,99/0,03	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat; hauptsächlich Glimmer mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
8	27° 43.620'N 86° 42.643'E	229	98,253/225	40,611/93	44,105/101	13,537/31	1,310/3	0,440/1	1,77/0,02	sehr viel Glimmer (Biotit und Muskovit), wenig Feldspat, sehr wenig Quarz; hauptsächlich Glimmer mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
9	27° 43.449'N 86° 42.719'E	451	97,339/439	32,816/148	41,685/188	22,838/103	2,661/12	0,000/0	1,95/0,04	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat; hauptsächlich Glimmer mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
10	27° 43.426'N 86° 42.770'E	398	98,241/391	21,106/84	69,347/276	7,789/31	1,759/7	0,000/0	1,90/0,02	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat; alle Bestandteile häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig



Probenummer	Koordinaten	ausgezählte Quarzkörner der Mittelsandfraktion	glazial gebrochen/frisch verwittert [%/Anzahl]	scharfkantig	kantig-rundkantig	rundkantig-angerundet	fluvial poliert [%/Anzahl]	äolisch mattiert [%/Anzahl]	Rundungswert (Sindowski 1961/Guggenmoos 1934)	Anmerkungen
11	27° 41.453'N 86° 43.869'E	369	97,561/360	18,428/68	67,480/249	11,653/43	2,439/9	0,000/0	1,98/0,03	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat, grünes Mineral; Glimmer und Quarze häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
12	27° 41.453'N 86° 43.869'E	416	98,798/411	22,356/93	62,019/258	14,423/60	1,202/5	0,000/0	1,94/0,00	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat; Glimmer und Quarze häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
13	27° 41.175'N 86° 44.012'E	460	95,435/439	30,652/141	31,522/145	33,261/153	4,130/19	0,430/2	2,12/0,07	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat, schwarzes und grünes Mineral (eventuell Turmalin); hauptsächlich Glimmer mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
14	27° 41.175'N 86° 44.012'E	539	87,199/470	10,204/55	30,427/164	46,568/251	12,620/68	0,190/1	2,62/0,32	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat, schwarzes und grünes Mineral (eventuell Turmalin); Quarze, Glimmer und Feldspäte häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
15	27° 38.411'N 86° 43.949'E	381	97,638/372	18,373/70	56,693/216	22,572/86	2,362/9	0,000/0	2,09/0,03	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat, schwarzes Mineral; Quarze häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
16	27° 28.165'N 86° 42.707'E	387	99,225/384	32,041/124	56,331/218	10,853/42	0,775/3	0,000/0	1,80/0,01	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), sehr wenig Feldspat, grünes und schwarzes Mineral; Quarze häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
17	27° 26.478'N 86° 40.032'E	428	97,430/417	28,271/121	54,206/232	14,953/64	2,480/11	0,000/0	1,91/0,03	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat; Quarze häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
18	27° 26.430'N 86° 38.917'E	363	97,521/354	22,039/80	55,647/202	19,835/72	2,480/9	0,000/0	2,03/0,03	sehr viel Quarz, viel Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat; Quarze häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig

Tab. 3: Kornformenanalyse Mittelsandfraktion

Probenummer	Koordinaten	ausgezählte Quarzkörner der Grobsandfraktion	glazial gebrochen/frisch verwittert [%/Anzahl]	scharfkantig	kantig-rundkantig	rundkantig-angerundet	fluvial poliert [%/Anzahl]	äolisch mattiert [%/Anzahl]	Rundungswert (Sindowski 1961/Guggenmoos 1934)	Anmerkungen
1	27° 55.124'N 86° 48.490'E	108	100,00/108	16,667/18	83,333/90	0,000/0	0,000/0	0,000/0	1,83/0,00	viel Quarz, sehr wenig Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat; alle Bestandteile häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
2	27° 53.626'N 86° 49.767'E	117	100,000/117	16,239/19	80,342/94	3,419/4	0,000/0	0,000/0	1,87/0,00	viel Quarz, Feldspat; alle Bestandteile häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
3	27° 52.283'N 86° 48.752'E	94	100,000/94	20,213/19	73,404/69	6,383/6	0,000/0	0,000/0	1,86/0,00	viel Quarz, Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat, grünes Mineral (eventuell Turmalin); Feldspäte häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
4	27° 51.363'N 86° 47.502'E	110	100,000/110	10,909/12	84,545/93	4,545/5	0,000/0	0,000/0	1,94/0,00	viel Quarz, Glimmer (hauptsächlich Biotit, aber auch Muskovit), Feldspat, schwarzes Mineral (eventuell Turmalin); Quarze und Feldspäte häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
5	27° 49.501'N 86° 43.506'E	101	100,000/101	7,921/8	84,158/85	7,921/8	0,000/0	0,000/0	2,00/0,00	viel Quarz, Feldspat; alle Bestandteile häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
6	27° 48.371'N 86° 42.814'E	74	100,000/74	9,459/7	87,838/65	2,703/2	0,000/0	0,000/0	1,93/0,00	viel Quarz, Glimmer (hauptsächlich Biotit, aber auch Muskovit), Feldspat; alle Bestandteile häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
7	27° 48.345'N 86° 42.803'E	100	100,000/100	11,000/11	87,000/87	2,000/2	0,000/0	0,000/0	1,91/0,00	viel Quarz, sehr wenig Glimmer (hauptsächlich Biotit, aber auch Muskovit), Feldspat, schwarzes Mineral; Feldspäte kantig-rundkantig
8	27° 43.620'N 86° 42.643'E	54	100,000/54	24,074/13	75,926/41	0,000/0	0,000/0	0,000/0	1,76/0,00	viel Quarz, Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat; Feldspäte kantig-rundkantig
9	27° 43.449'N 86° 42.719'E	100	100,000/100	28,000/28	70,000/70	2,000/0	0,000/0	0,000/0	1,74/0,00	viel Quarz, wenig Glimmer (hauptsächlich Biotit, aber auch Muskovit), Feldspat; hauptsächlich Quarze und Feldspäte mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
10	27° 43.426'N 86° 42.770'E	100	100,000/100	13,000/13	86,000/86	1,000/1	0,000/0	0,000/0	1,88/0,00	viel Quarz, sehr wenig Glimmer (hauptsächlich Biotit, aber auch Muskovit), Feldspat, schwarzes Mineral; Quarze und Feldspäte häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig



Probenummer	Koordinaten	ausgezählte Quarzkörner der Grobsandfraktion	glazial gebrochen/frisch verwittert [%/Anzahl]	scharfkantig	kantig-rundkantig	rundkantig-angerundet	fluvial poliert [%/Anzahl]	äolisch mattiert [%/Anzahl]	Rundungswert (Sindowski 1961/Guggenmoos 1934)	Anmerkungen
11	27° 41.453'N 86° 43.869'E	119	100,000/119	15,126/18	84,034/100	0,840/1	0,000/0	0,000/0	1,86/0,00	viel Quarz, Glimmer (hauptsächlich Biotit, aber auch Muskovit), Feldspat; Quarze und Feldspäte häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
12	27° 41.453'N 86° 43.869'E	77	100,000/77	22,078/17	75,325/58	2,597/2	0,000/0	0,000/0	1,81/0,00	viel Quarz, sehr wenig Glimmer (hauptsächlich Biotit, aber auch Muskovit), Feldspat; Quarze und Feldspäte häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
13	27° 41.175'N 86° 44.012'E	90	100,000/90	21,111/19	76,667/69	2,222/2	0,000/0	0,000/0	1,81/0,00	viel Quarz, wenig Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat, schwarzes Mineral (eventuell Turmalin); Feldspäte kantig-rundkantig
14	27° 41.175'N 86° 44.012'E	101	100,000/101	27,723/28	72,277/73	0,000/0	0,000/0	0,000/0	1,72/0,00	viel Quarz, Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat, grünes Mineral (eventuell Turmalin); Feldspäte häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
15	27° 38.411'N 86° 43.949'E	110	100,000/110	12,727/14	86,364/95	0,909/1	0,000/0	0,000/0	1,88/0,00	viel Quarz, sehr wenig Glimmer (hauptsächlich Biotit, aber auch Muskovit), Feldspat; alle Bestandteile häufig mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
16	27° 28.165'N 86° 42.707'E	109	100,000/109	8,257/9	88,073/96	3,670/4	0,000/0	0,000/0	1,95/0,00	viel Quarz, grünes Mineral; Quarze häufig mit Eisenoxidkrusten belegt
17	27° 26.478'N 86° 40.032'E	100	100,000/100	20,000/20	76,000/76	4,000/4	0,000/0	0,000/0	1,84/0,00	viel Quarz, Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat; Quarze und Feldspäte selten mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig
18	27° 26.430'N 86° 38.917'E	103	100,000/103	9,709/10	90,291/93	0,000/0	0,000/0	0,000/0	1,90/0,00	viel Quarz, Glimmer (Biotit und Muskovit), Feldspat; Quarze selten mit Eisenoxidkrusten belegt; Feldspäte kantig-rundkantig

Tab. 4: Kornformenanalyse Grobsandfraktion

<b>Moränenzug</b>	<b>Probenummer</b>	<b>angegebenes Alter der Probenahmestellen in Fig. 1</b>	<b>angegebenes Alter der Probenahmestellen in Fig. 2</b>
<b>1</b>	5	PII	<b>PI</b>
	6	PII	PII
	7	PII	<b>zw. PI und PII</b>
	71	PII	<b>TII</b>
	73	PII	PII
<b>2</b>	9	PI	PI
	10	PI	PI
	11	PI	PI
<b>3</b>	29	Chukhung	<b>PI</b>
	30	Chukhung	Chukhung
	31	Chukhung	Chukhung
<b>4</b>	82	n.a.	<b>Lobuche / Historisch</b>
	32	Lobuche / Historisch	Lobuche / Historisch
	36	Lobuche / Historisch	Lobuche / Historisch
	37	Lobuche / Historisch	Lobuche / Historisch
	38	Lobuche / Historisch	Lobuche / Historisch
<b>5</b>	39	PI	PI
	40	PI	<b>zw. PI und TII</b>
	41	PI	<b>TI</b>
<b>6</b>	45	PI	PI
	46	PI	<b>TII</b>
<b>7</b>	57	PI	PI
	58	PI	<b>zw. PI und TII</b>
	59	PI	<b>Chukhung</b>
<b>8</b>	61	Thuklha	Thuklha
	62	Thuklha	Thuklha
	63	Thuklha	Thuklha
<b>9</b>	75	TII	TII
	76	TII	<b>TI bis TII</b>

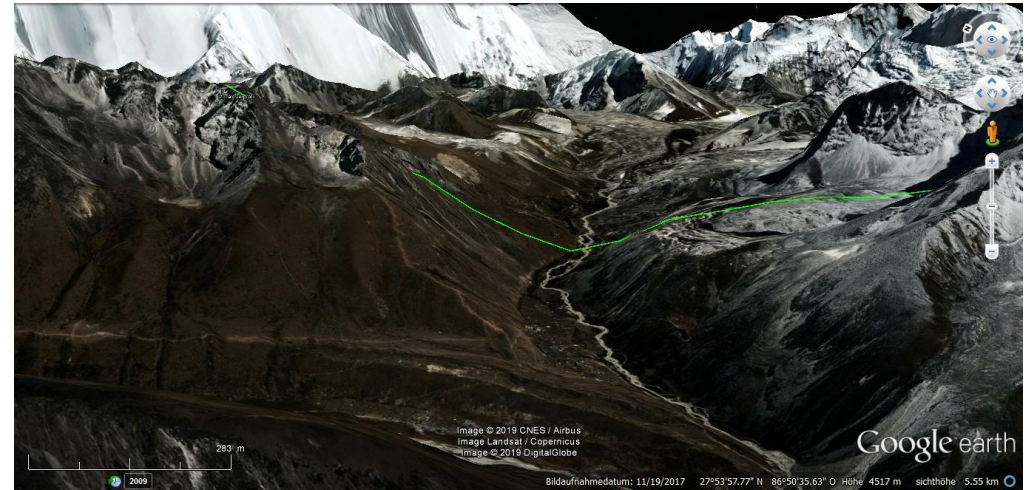


	77	TII	TII
<b>10</b>	79	Chukhung	Chukhung
	80	Chukhung	Chukhung
	81	Chukhung	Chukhung
<b>11</b>	84	TI	TI
	85	TI	TI
	86	TI	TI
	87	TI	TI
	88	TI	<b>TII</b>
	89	TI	<b>TII</b>

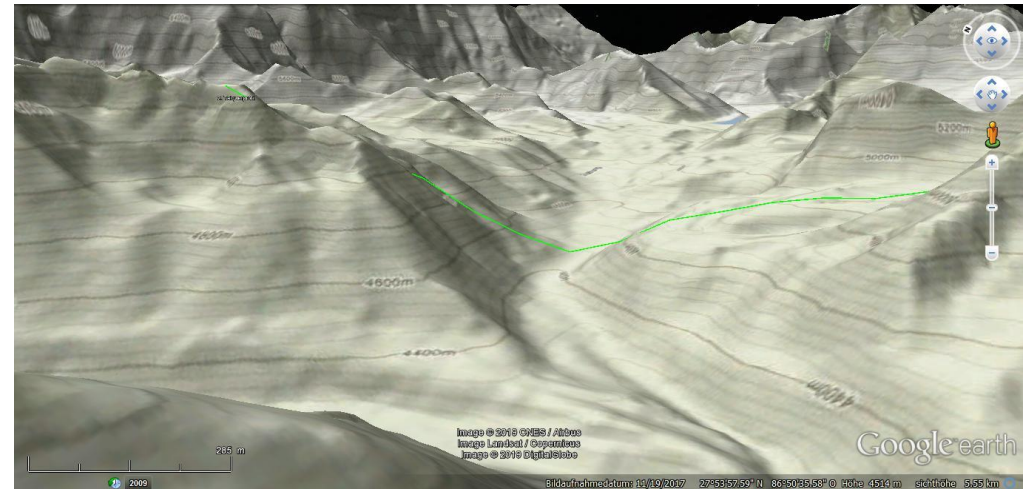
Tab. 5: Gegenüberstellung der Daten von Finkel et al. (2003) aus Fig. 1 und Fig. 2



Talquerprofil 1 in Google Earth: oben Satellitenbilddarstellung, unten mit Overlaykarte Google Maps Geländedarstellung in Google Earth.



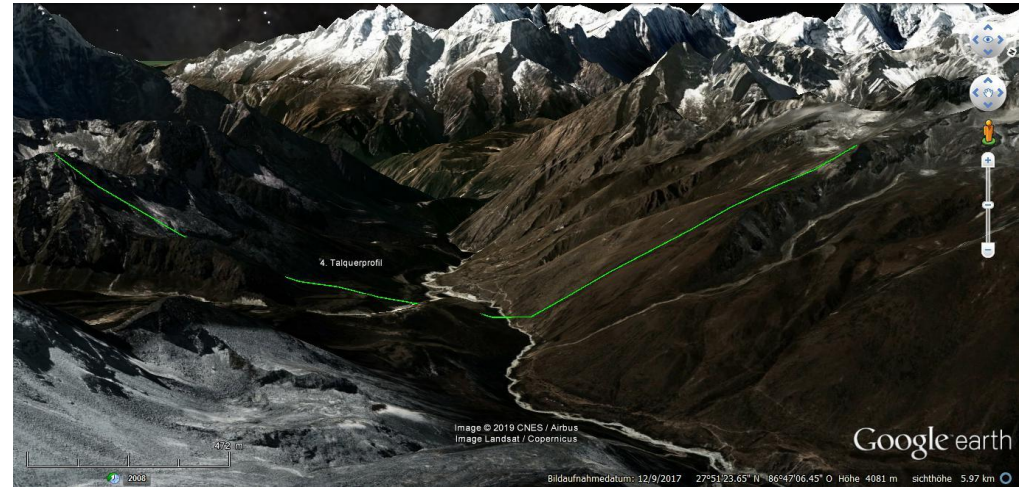
Talquerprofil 2 in Google Earth: oben Satellitenbilddarstellung, unten mit Overlaykarte Google Maps Geländedarstellung in Google Earth.



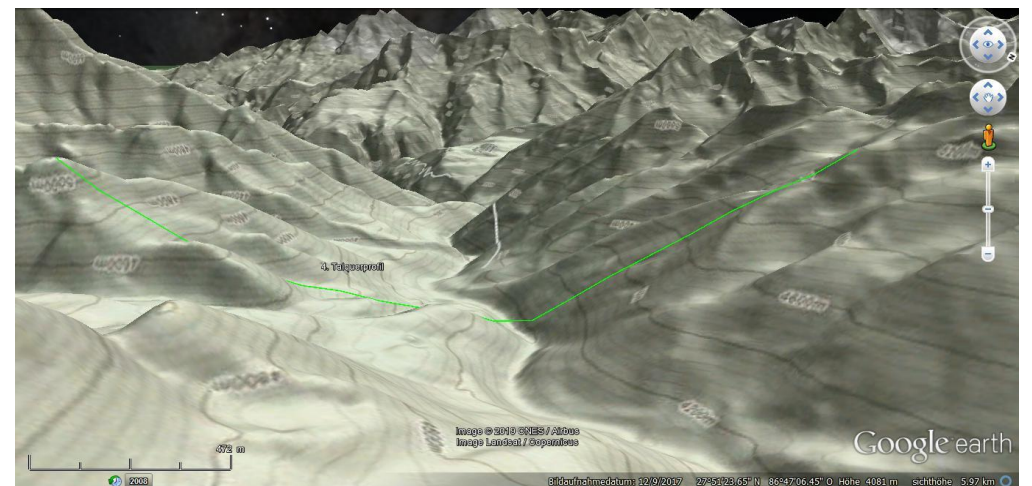




Talquerprofil 3 in Google Earth: oben Satellitenbilddarstellung, unten mit Overlaykarte Google Maps Geländedarstellung in Google Earth.



Talquerprofil 4 in Google Earth: oben Satellitenbilddarstellung, unten mit Overlaykarte Google Maps Geländedarstellung in Google Earth.







Talquerprofil 5 in Google Earth: oben Satellitenbilddarstellung, unten mit Overlaykarte Google Maps Geländedarstellung in Google Earth.



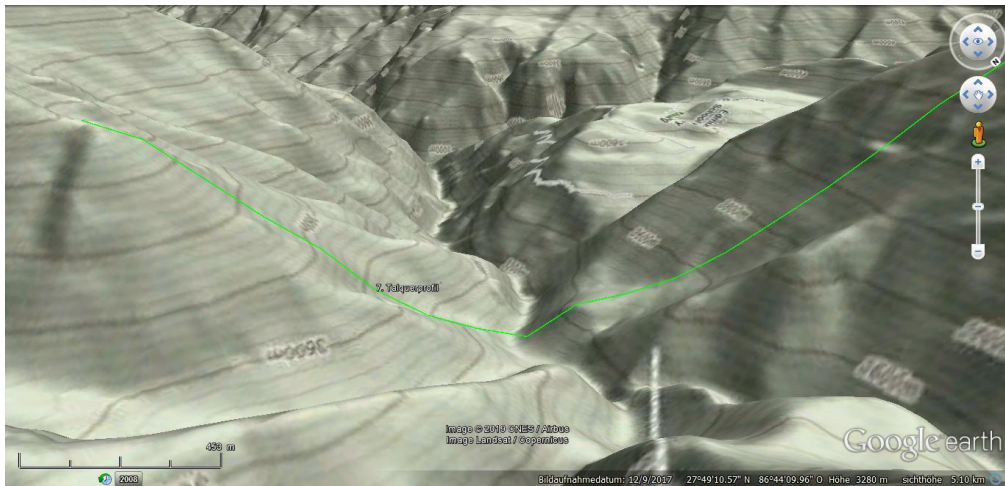
Talquerprofil 6 in Google Earth: oben Satellitenbilddarstellung, unten mit Overlaykarte Google Maps Geländedarstellung in Google Earth.







Talquerprofil 7 in Google Earth: oben Satellitenbilddarstellung, unten mit Overlaykarte Google Maps Geländedarstellung in Google Earth.



Talquerprofil 8 in Google Earth: oben Satellitenbilddarstellung, unten mit Overlaykarte Google Maps Geländedarstellung in Google Earth.







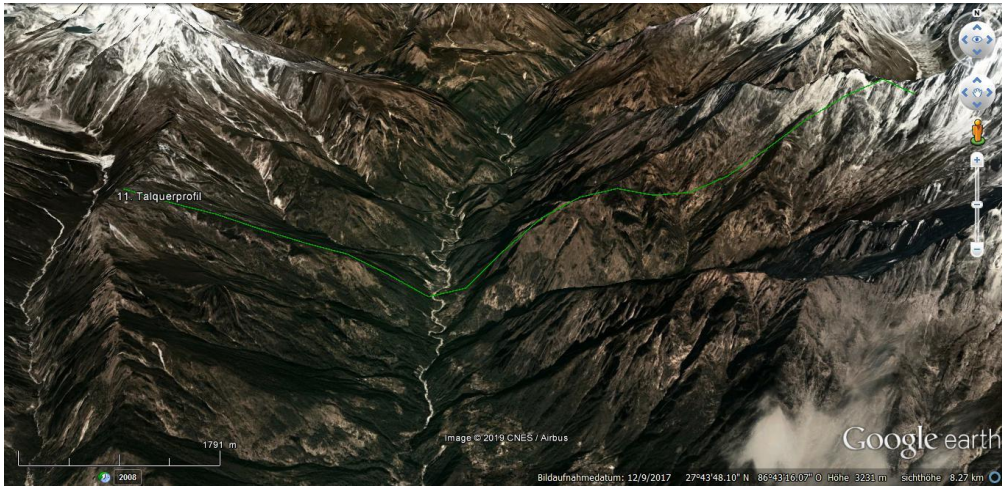
Talquerprofil 9 in Google Earth: oben Satellitenbilddarstellung, unten mit Overlaykarte Google Maps Geländedarstellung in Google Earth.



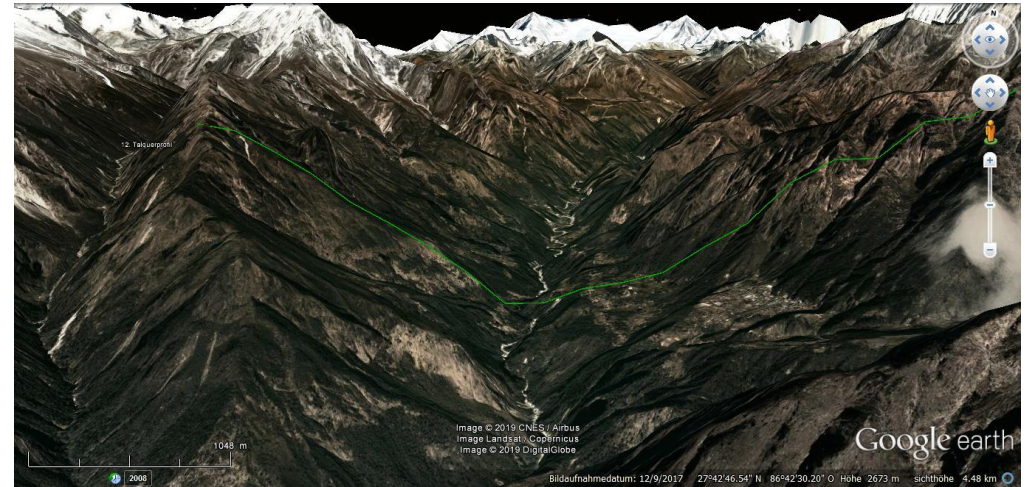
Talquerprofil 10 in Google Earth: oben Satellitenbilddarstellung, unten mit Overlaykarte Google Maps Geländedarstellung in Google Earth.



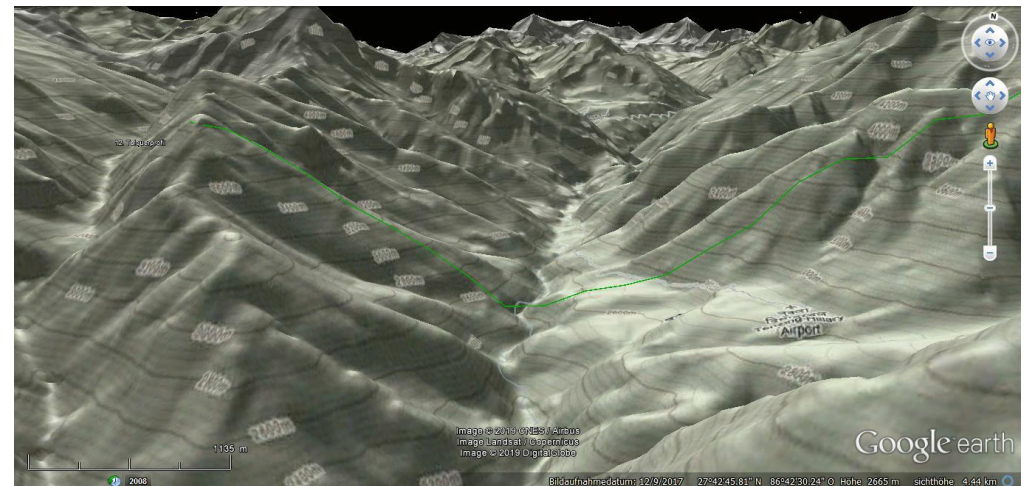




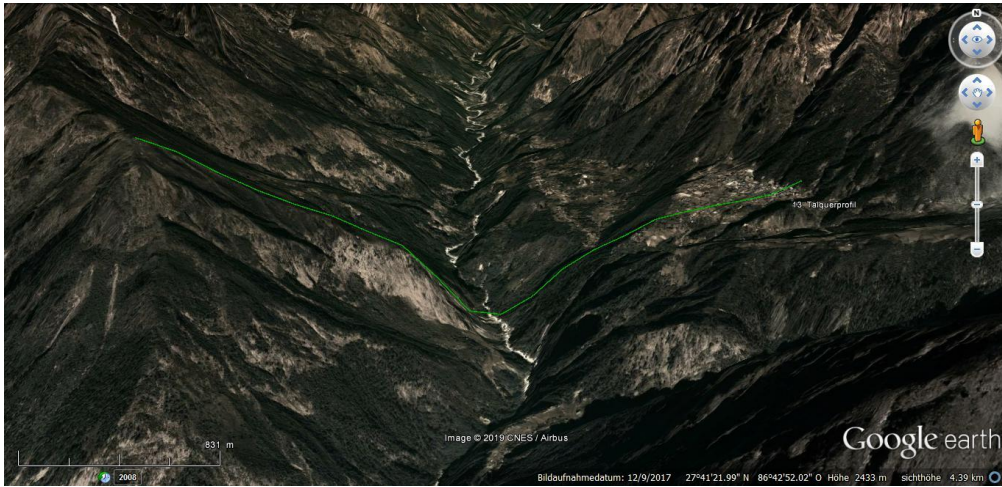
Talquerprofil 11 in Google Earth: oben Satellitenbilddarstellung, unten mit Overlaykarte Google Maps Geländedarstellung in Google Earth.



Talquerprofil 12 in Google Earth: oben Satellitenbilddarstellung, unten mit Overlaykarte Google Maps Geländedarstellung in Google Earth.







Talquerprofil 13 in Google Earth: oben Satellitenbilddarstellung, unten mit Overlaykarte Google Maps Geländedarstellung in Google Earth.



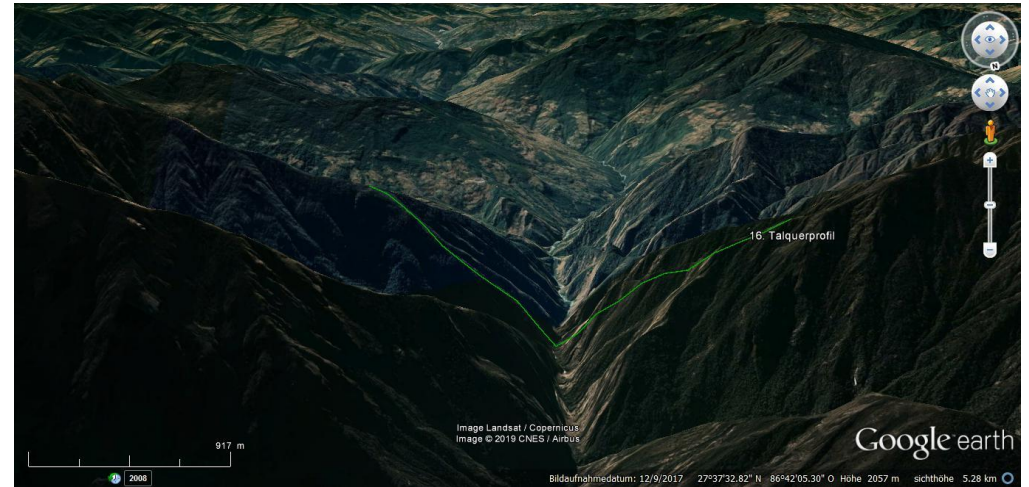
Talquerprofil 14 in Google Earth: oben Satellitenbilddarstellung, unten mit Overlaykarte Google Maps Geländedarstellung in Google Earth.







Talquerprofil 15 in Google Earth: oben Satellitenbilddarstellung, unten mit Overlaykarte Google Maps Geländedarstellung in Google Earth.



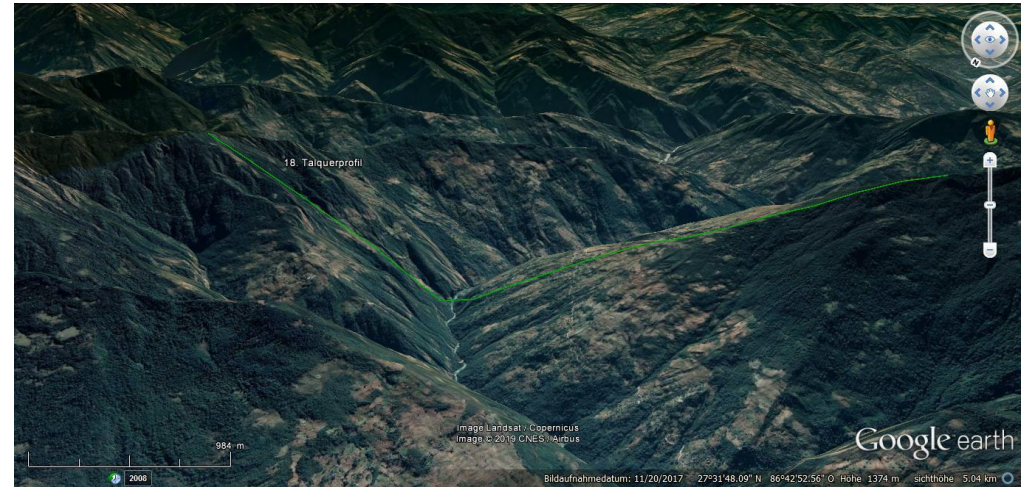
Talquerprofil 16 in Google Earth: oben Satellitenbilddarstellung, unten mit Overlaykarte Google Maps Geländedarstellung in Google Earth.



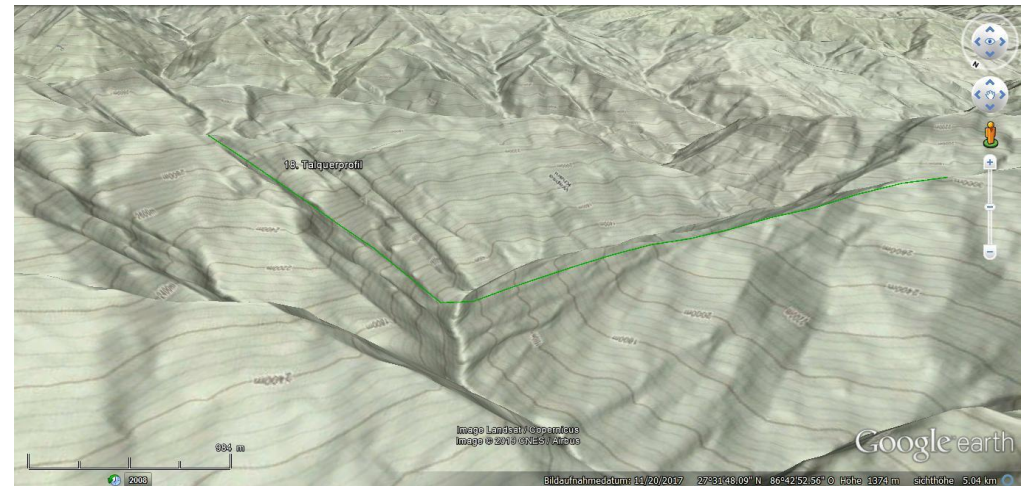




Talquerprofil 17 in Google Earth: oben Satellitenbilddarstellung, unten mit Overlaykarte Google Maps Geländedarstellung in Google Earth.



Talquerprofil 18 in Google Earth: oben Satellitenbilddarstellung, unten mit Overlaykarte Google Maps Geländedarstellung in Google Earth.



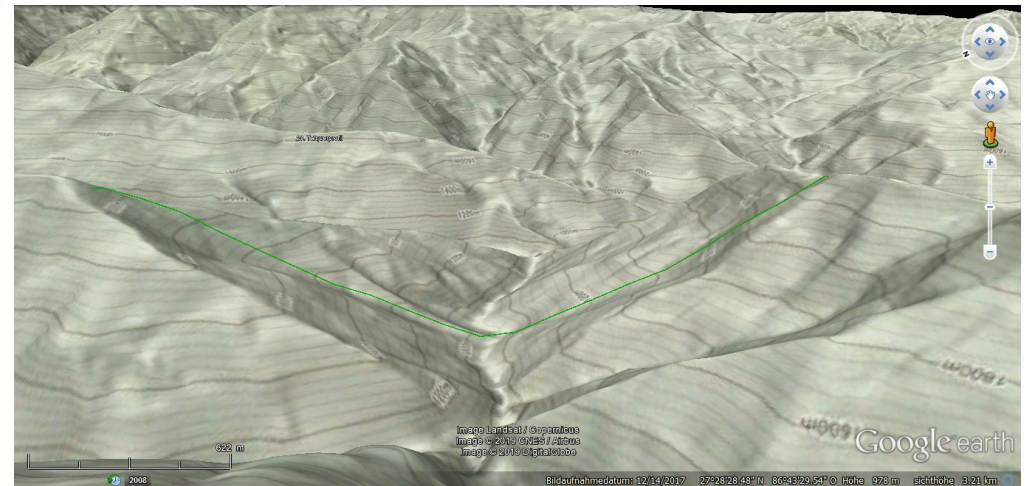




Talquerprofil 19 in Google Earth: oben Satellitenbilddarstellung, unten mit Overlaykarte Google Maps Geländedarstellung in Google Earth.



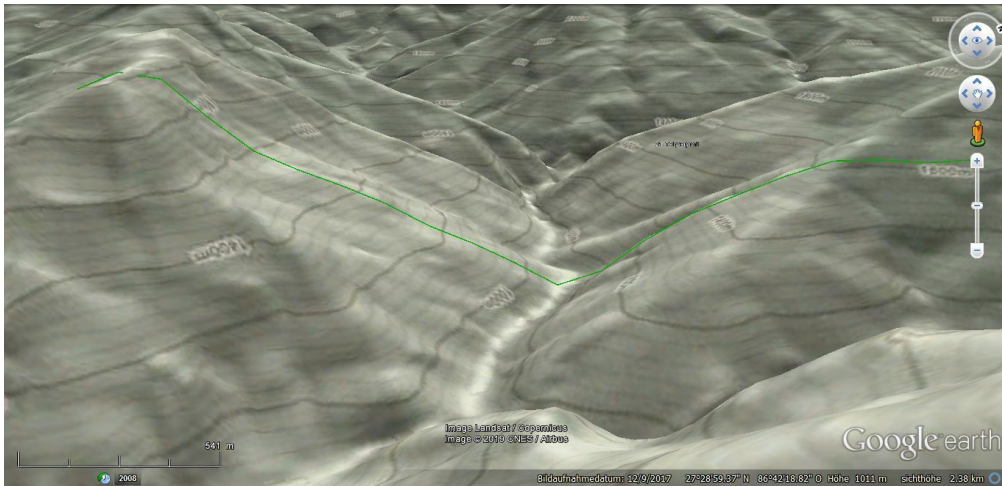
Talquerprofil 20 in Google Earth: oben Satellitenbilddarstellung, unten mit Overlaykarte Google Maps Geländedarstellung in Google Earth.







Talquerprofil 21 in Google Earth: oben Satellitenbilddarstellung, unten mit Overlaykarte Google Maps Geländedarstellung in Google Earth.



Talquerprofil 22 in Google Earth: oben Satellitenbilddarstellung, unten mit Overlaykarte Google Maps Geländedarstellung in Google Earth.





## Literaturverzeichnis

- Aoki, T.; Imamura, M.** (1999): Reconstructing the glacial chronology based on the  $^{10}\text{Be}$  Exposure Age in the Khumbu glacier, Eastern Nepal Himalayas – a problem on the production rate of in-situ cosmogenic radionuclides. Proceedings of the Korea-Japan / Japan-Korea Geomorphological Conference.
- Barnard, P.L.; Owen, L.A.; Finkel, R.C.** (2006): Quaternary fans and terraces in the Khumbu Himal south of Mount Everest: their characteristics, age and formation. Journal of Geological Society of London 163.
- Bäumler, R.** (2001): Vergleichende bodenkundliche Untersuchungen in Hochasien und Kamtschatka. Böden als Zeugen der quartären Landschafts- und Klimageschichte. Relief, Boden, Paläoklima Band 16.
- Bäumler, R.; Kemp-Oberhettinger, M.; Zech, W.** (1996): Bodengenetische Untersuchungen zur Moränenstratigraphie im Langtang-Tal (Zentralnepal) und im Solu/Khumbu (Ostnepal). Bayreuther Bodenkundliche Berichte 51.
- Bäumler, R.; Zech, W.** (1998): Soils on glacial and glaciofluvial deposits in central and eastern Nepal in relation to classification and landscape history. Proceedings of the International Conference on Ecohydrology of High Mountain Areas, Kathmandu, Nepal, 24.-28. März 1996, ICIMOD Publ.. (S. 439-449)
- Bäumler, R.; Zech, W.; Heuberger, H.; Weber-Diefenbach, K.** (1991): Investigations on the intensity of weathering of soils developed from glacial and fluvioglacial deposits and their relationship with the history of the landscape in the Mt. Everest region. In: Geoderma 48. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. (S. 223-243)
- Benedict, J.B.** (1976): Khumbu glacier series, Nepal. Zitiert nach: Buckley, J. (1976)
- Carter, A.** (1985): Classification of the Himalaya. The American Alpine Journal 1985.
- Finkel, R.C.; Owen, L.A.; Barnard, P.L.; Caffee, M.W.** (2003): Beryllium-10 Dating of Mount Everest moraines indicates a strong monsoon influence and glacial synchronicity throughout the Himalaya. Geology 31.
- Fushimi, H.** (1977): Glaciations in the Khumbu Himal. Seppyo 39.
- Fushimi, H.** (1978): Glaciations in the Khumbu Himal. Seppyo 40.
- Fushimi, H.** (1981): Glacial history in the Khumbu region, Nepal Himalayas, in relation to upheavels of the great Himalayas. In: Glaciological and Ecological Studies of Qinghai-Xizang Plateau (ed. by D.-S. Liu) (Proc. Beijing Symp.), vol. 2. Science Press, Beijing. (S. 1641-1648)
- Götz, J.; Weidinger, J.; Kraxberger, S.; Hennecke, A.; Buckel, J.; Adhikari, B.** (2015): Geomorphologic and Hydrogeologic Characteristics of Populated Rockslide Deposits (Sagarmatha National Park, Khumbu Himal, Nepal). Journal of Water Resource and Protection, 7. (S. 1038-1048)

- Haffner**, W. (1972): Khumbu Himalaya. Landschaftsökologische Untersuchungen in den Hochtälern des Mt. Everest-Gebietes. Erdwissenschaftliche Forschung 4.
- Heuberger**, H. (1956): Beobachtungen über die heutige und eiszeitliche Vergletscherung in Ostnepal. Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie 3.
- Heuberger**, H. (1986): Untersuchungen über die eiszeitliche Vergletscherung des Mt. Everest-Gebietes, Südseite, Nepal. Göttinger Geographische Abhandlungen 81 (Kuhle, M. (ed), Internationales Symposium über Tibet und Hochasien vom 8–11.10.1985).
- Heuberger**, H.; **Weingartner**, H. (1985): Die Ausdehnung der letzteiszeitlichen Vergletscherung an der Mount-Everest-Südflanke, Nepal. Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft Wien 127.
- Iwata**, S. (1976): Late Pleistocene and Holocene moraines in the Sagarmatha (Everest) region, Khumbu Himal. Seppyo 38.
- Kuhle**, M. (1984): Auswertung von Spacelabaufnahmen aus Hochasien: Die Kuen-Lun-N-Abdachung zur Tsaidam-Depression (ca. 35°45'-37°40'N/ 91°30'-92°52'E) - Ausdeutung einer Satellitenphotographie über Feldarbeitsbefunde benachbarter Areale mit analoger geomorphologischer Sequenz. In: Geographische Rundschau 36. (S. 299-301)
- Kuhle**, M. (1986a): Former glacial stades in the mountain areas surrounding Tibet - In the Himalayas (27-29°N: Dhaulagiri-, Annapurna-, Cho Qyu-, Gyachung Kang-areas) in the south and in the Kuen Lun and Quilian Shan (34-38°N: Animachin, Kakitu) in the north. In: Joshi, S.C., Haigh, M.J., Pangtey, Y.P.S., Joshi, D.R., Dani, D.D. (eds.): Nepal-Himalaya - Geo-Ecological Perspectives. Himalayan Research Group. (S. 437-473)
- Kuhle**, M. (1987a): Absolute Datierungen zur jüngeren Gletschergeschichte im Mt. Everest-Gebiet und die mathematische Korrektur von Schneegrenzberechnungen. In: Hütteroth, W.-D. (ed.): Tagungsbericht und wissenschaftliche Abhandlungen des 45. Deutschen Geographentages Berlin 1985. Steiner, Stuttgart. (S. 200-208)
- Kuhle**, M. (1987b): Subtropical Mountain- and Highland-Glaciation as Ice Age Triggers and the Waning of the Glacial Periods in the Pleistocene. GeoJournal 14 (4); Kluwer, Dordrecht/ Boston/ London. (S. 393-421)
- Kuhle**, M. (1988a): Eine reliefspezifische Eiszeittheorie. Nachweis einer tibetischen Inlandvereisung und ihrer energetischen Konsequenzen. In: Die Geowissenschaften 6 (5). (S. 142-150)
- Kuhle**, M. (1998): Reconstruction of the 2.4 Million km<sup>2</sup> Late Pleistocene Ice Sheet on the Tibetan Plateau and its Impact on the Global Climate. Quaternary International 45/46: 71-108 (Erratum: Vol. 47/48:173-182 (1998) included)
- Kuhle**, M. (2001a, ed.): Tibet and High Asia (VI): Glaciogeomorphology and Prehistoric Glaciation in the Karakorum and Himalaya. GeoJournal 54 (2-4), 55 (1). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/ Boston/ London. Part 1. (S. 107-475)



- Kuhle, M.** (2005): The maximum Ice Age (Wurmian, Last Ice Age, LGM) Glaciation of the Himalaya - a glacialgeomorphological investigation of glacier trimlines, ice thicknesses, lowest former ice margin positions and snow-line depression in the Mt. Everest-Makalu-Cho Oyu Massifs (Khumbu- and Khumbakarna Himal) including informations on late-glacial, neoglacial and historical glacier stages, their snow-line depressions and ages. *GeoJournal* 62 Nr. 3-4 (Tibet and High Asia (VII): Glaciogeomorphology and former Glaciation in the Himalaya and Karakorum).
- Kuhle, M.** (2007a): The past valley glacier network in the Himalayas and the Tibetan ice sheet during the last glacial period and its glacial-isostatic, eustatic and climatic consequences. In: *Tectonophysics*. (S. 116-144)
- Kuhle, M.** (2011b): The High Glacial (Last Ice Age and Last Glacial Maximum) Ice Cover of High and Central Asia, with a Critical Review of Some Recent OSL and TCN Dates. *Development in Quaternary Science*, Vol. 15 (d, Quaternary Glaciation - Extent and Chronology, A Closer Look, Eds: Ehlers, J.; Gibbard, P.L.; Hughes, P.D.). Elsevier B.V., Amsterdam. (S. 943-965)
- Kuhle, M.** (2013a): The uplift of High Asia above the snowline and its Glaciation as an albedo-dependent cause of the Quaternary ice ages. *Nova Science Publishers Inc.*, New York. (232 Seiten)
- Leser, H.** [Hrsg.]; **Haas, H.-D.**; **Mosimann, T.**; **Paesler, R.**, **Huber-Fröhli, J.** (2001): *DIERCKE-Wörterbuch Allgemeine Geographie*. 12. Aufl. Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH & Co. KG, München und Westermann Schulbuchverlag GmbH, Braunschweig.
- Mahaney, W.C.** (1995): Glacial crushing, weathering and diagenetic histories of quartz grains inferred from scanning electron microscopy. In: *Menzies, John (ed.) (1995): Modern glacial environments. Processes, dynamics and sediments. Volume 1. Butterworth-Heinemann. Oxford u.a.*
- Miller, M.M.** (1970): Glaciology of the Khumbu Glacier and Mount Everest. In: *National Geographic Society Projects, Research Reports 1961-1962, Washington, DC, National Geographic Society*. (S. 153-165)
- Müller, F.** (1959): Acht Monate Gletscher- und Bodenforschung im Everestgebiet. *Berge der Welt*, 12. (S. 199-216)
- Müller, F.** (1980): Present and late Pleistocene equilibrium line altitudes in the Mt. Everest region – an application of the glacier inventory. In: *Müller, F. (ed) World Glacier Inventory 126. Proceedings of the Riederalp Workshop, September 1978, International Association of Hydrological Sciences*. (S. 75-94)
- Owen, L.A.**; **Caffee, M.W.**; **Finkel, R.C.**; **Seong, Y.B.** (2008): Quaternary Glaciation of the Himalayan-Tibetan Orogen. *Journal of Quaternary Science* 23.
- Pettijohn, F.J.** (1938): *Manual of sedimentary petrography. II. Shape Analysis, Mineralogical Analysis, Chemical Analysis, and Mass Properties*. In: *The Century Earth Science Series*. Mather, K. F. (ed.). Department of Geology, University of Chicago. D. Appleton-Century Company. New York, London.

- Rai, S.M.; Yoshida, M.; Upreti, B.N.** (2007): Geomorphological observations surrounding Lukla, eastern Nepal Himalaya. Abstract. In: Journal of Nepal Geological Society 36 (Special Issue). (S. 29)
- Reichert, G.** (1961): Über Schotterformen und Rundungsanalyse als Feldmethode. In: Peterm. Geogr. Mitt. 105. Jg.. (S. 15-24)
- Richards, B.W.M.; Benn, D.; Owen, L.A.; Rhodes, E.J.; Spencer, J.Q.** (2000): Timing of Late Quaternary glaciations south of Mount Everest in the Khumbu Himal. Nepal. Geological Society of America Bulletin 112.
- Williams, V.S.** (1983): Present and former equilibrium-line altitudes near Mount Everest, Nepal and Tibet. Arctic and Alpine Research 15/2.



## **Kartenverzeichnis**

### **Geologische Karte Khumbu (1:50.000)**

Geological-Tectonic Sketch Map. Vuichard, D. In: (Gefahrenkarte Solukhumbu 1:50.000) Khumbu Area Nepal: Mountain Hazards Index-Map. Zimmermann, M.; Bichsel, M.; Kienholz, H. (1985). United Nations University Mountain Hazards Mapping Project. 1:50.000. Hallway AG, Bern.

### **Geologische Karte Khumbu 1 (1:50.000)**

Esquisse géologique de la région de l'Everest et du Makalu. Bordet, P.; Latreille, M. (1954-1955). 1:50.000 (1958).

### **Geologische Karte Nepal (1:125.000)**

Nepal Eastern Development Region, Nepal Geological Map / Canadian Assistance Program to Nepal. 1:125.000 (1985): Sheets No. 72-I-B und 72-I-D. Solukhumbu. H.M.G. Survey Dept., Top. Survey Branch, Kathmandu.

### **Geologische Karte Solukhumbu (1:1.000.000)**

Geological Map of Nepal. Tater, J.M.; Kayastha, N.B.; Shrestha, J.N.. 1:1.000.000 (1982). Department of Mines & Geology, Lainchour, Kathmandu, Nepal.

### **Geologische Karte Solukhumbu 1 (1:1.500.000)**

Geological Map of the Qinghai-Xizang (Tibet) and adjacent Areas. Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources. China Geological Survey. Chengdu Cartographic Publishing House.

### **Geomorphologische Karte Khumbu (1:50.000)**

Geomorphological Map of the Chomolongma. Modifiziert nach Kalvoda, J. (1971-1975). 1:50.000 (1978).

### **Topographische Karte (1:50.000)**

Khumbu Himal. Schneider, E. Edition. 1:50.000 (1999). Nepal-Kartenwerk der Arbeitsgemeinschaft für vergleichende Hochgebirgsforschung Nr. 2.

### **Topographische Karte (1:60.000)**

Lukla to Everest Base Camp. Pocket Map. 1:60.000 (2010). Himalayan Map House Pvt. Ltd., Kathmandu.