Untersuchungen zum periglazialen Formenschatz und zu periglazialen Sedimenten in der "Lagunita del Plata", Mendoza, Argentinien

von

Dario Trombotto

Mit 42 Abbildungen, 24 Photos, 18 Tabellen und 76 Photos im Anhang

(mit englischem summary)

ISBN 3-88570-090-5

Im Selbstverlag des Geographischen Instituts der Universität Heidelberg

1991

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Vorwort	1
2.	Problemstellung	2
3.	Bisherige Arbeiten	3
4.	Physiographische Daten des Arbeitsgebietes	5
4.1	Lage des Untersuchungsgebietes	5
4.2	Relief des Gesamtraumes	9
4.3	Geologisch-Petrographische Grundzüge des Arbeitsgebietes	13
4.4	Klima	16
4.4.1	Das Klima der Region	16
4.4.2	Das Klima der Lagunita del Plata	19
4.4.3	Verbreitung von Frostbodenregimen in Argentinien	25
5.	Vegetation und Höhenstufen	26
6.	Geokryologie	32
6.1	Zur Terminologie	32
6.2	Geokryologie und alpiner Permafrost	33
6.3	Die kryogenen Prozesse	35
7.	Der periglaziale Formenschatz	36
7.1	Kryoverwitterung oder kryogene Gesteinszerlegung	39
7.2	Kryoklastik im Labor	43
7.3	Kryoregolith	44
7.4	Felsburgen (Tors)	47
7.5	Vertikale Kryosortierung ("Vertical Migration")	48
7.6	Frostmusterböden	49
7.6.1	Steinnetze	51
7.6.2	Amundsenringe	51
7.6.3	Steinstreifen - Erdstreifen	54
7.6.4	Rißbildung in der Lagunita del Plata	56
7.6.5	Polygone	58
7.7	Kryoturbation und Erdknospen	58
7.8	Solifluktion	61
7.9	Nivation	65
7.10	Kryoplanation	67
7.11	Glatthänge, Steinschlag- und Lawinenbahnen, Schutthänge	68
7.12	Protalustyp und Protalusphänomene, Blockgletscher	69
7.13	Asymmetrische Täler	72

8.	Spezielle Untersuchungen	72
8.1	Geodätische Vermessungen	72
8.1.1	Punktbestimmung	74
8.1.2	Ergebnisse der geodätischen Vermessungen	75
8.1.3	Vermessung der Solifluktionsprofile	77
8.1.4	Noch laufende Untersuchungen: Photogrammetrische Studien vom Schneefleck "Gran Malvina"	78
8.2	Meßwerte der Bodentemperatur	81
8.2.1	Messungen der Grabungen	82
8.2.2	Automatische Temperaturaufzeichnung	84
8.2.3	Der Wärmeumsatz im Boden der Lagunita del Plata, Analyse der Tautochronen	85
8.3	Hammerschlagseismik	91
8.4	Wasseranalysen	94
9.	Bestimmung der Texturen von Quarzkörnern mit dem Elektronenmikroskop	96
9.1	Methodologie	98
9.1.1	TEM	98
9.1.1.1	Herstellung der Nachbildung für Träger mit großer Öffnung	100
9.1.1.2	Herstellung der Nachbildungen für Träger mit Gittern	100
9.1.2	SEM	101
9.2	Mikrotexturen: Merkmale und Interpretationen	102
9.2.1	Mechanische Kategorien	102
9.2.1.1	Kennzeichnung von Rundung und Reliefierung	102
9.2.1.2	Brüche und Erhebungen	104
9.2.1.3	Gekrümmte Treppungen	104
9.2.1.4	Andere mechanische Kategorien	105
9.2.2	Chemische Kategorien	106
9.2.2.1	Orientierte dreieckige Senken	107
9.2.2.2	Korrosions- und Anlösungshohlformen	107
9.2.2.3	Unregelmäßige verwitterte Flächen mit Si-Anlagerungen (Diagenetische Marken)	108
9.2.2.4	Silizium-Anlagerung	108
9.2.3	Andere Kategorien	109
9.3	Die Anwendung der methodischen Überlegungen zur Quarzformenanalyse auf kryogene Sedimente aus dem Untersuchungsgebiet sowie auf Vergleichsproben aus anderen Bereichen	109
9.3.1	Kryoregolith	109
9.3.2	Sedimente aus Opferkesseln in Granit	111
9.3.3	Oberflächenformen von Quarzkörnern aus Laborversuchen	112
9.3.4	Verwitterter Granit	113
9.3.5	Steinschlag- und Lawinenbahnen	114
9.3.6	Erdknospen ("Tundra Craters")	114

9.3.7 Solifluktion 116
9.3.8 Blockgletscher 118
9.3.9 Experimentelle Versuche zur Erzeugung von Druckstrukturen 119
9.3.10 Zusammenfassende Betrachtung 122
9.4 Gegenüberstellung von fossilen Blockgletschern und Schutthängen 127
9.5 "Grèzes litées" 129
9.6 Gegenüberstellung von Spektren aus fossilen Eiskeilen 133

10. Schlußbemerkung 134

Literaturverzeichnis 137

Summary 151

Anhang: Kryogene Texturen von Quarzkörnern 152

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes 8
Abb. 2: Geomorphologische Einheiten 11
Abb. 3: Geologisch-petrographische Verhältnisse im Untersuchungsgebiet 15
Abb. 4: Klimadiagramm: Las Aguaditas 23
Abb. 5: Klimadiagramm: Vallecitos 23
Abb. 6: Klimadiagramm: Cristo Redentor 24
Abb. 7: Klimadiagramm: Puente del Inca 24
Abb. 8: Frostbodenregime in Argentinien 27
Abb. 9: Höhenstufen der Lagunita del Plata 31
Abb. 10: Modell kryogener Prozeßabfolgen 37
Abb. 11: Periglazialer Formenschatz in der Lagunita del Plata 40
Abb. 12: Darstellung der Einregelung der Längsachsen in einem Steinnetz mit Hilfe des Schmidtschen Netzes 52
Abb. 13: Frequenzen der Orientierungen der Längsachsen der Körner aus Strukturböden 53
Abb. 14: Darstellung der Einregelung der Längsachsen in einem kreisförmigen Frostmusterboden mit Hilfe des Schmidtschen Netzes 53
Abb. 15: Anwendung der Situmetrie auf einen Amundsenring 55
Abb. 16: Anwendung der Situmetrie auf Steinstreifen 57
Abb. 17: Querschnitt einer Erdknospe 60
Abb. 18: Solifluktion Typus "A" 63
Abb. 19: Kleine Solifluktionsterrassen 63
Abb. 20: Ehemaliger Wanderblock am Arroyo "de las Casas" mit leichter Aufwölbung durch Bodenkriechen am oberen Ende 66
Abb. 21: Triangulationsmethode 75
Abb. 22: Geodätische Vermessungen 76
Abb. 23: Installation der Geräte zur Temperaturmessung (Boden, Luft) 82
Abb. 24: Kurven der Lufttemperatur, der Temperatur an der Oberfläche und in 10 cm Tiefe (nordexponierter Hang) 86
Abb. 25: Kurven der Lufttemperatur, der Temperatur in 30 und in 50 cm Tiefe (nordexponierter Hang) 86
Abb. 26: Kurven der Lufttemperatur, der Temperatur in 70 cm und in 90 cm Tiefe (nordexponierter Hang) 87
Abb. 27: Kurven der Lufttemperatur, der Temperatur in 1 m und in 1,30 m Tiefe (nordexponierter Hang) 87
Abb. 28: Kurven der Lufttemperatur, der Temperatur an der Oberfläche und in 10 cm Tiefe (südexponierter Hang) 88
Abb. 29: Kurven der Lufttemperatur, der Temperatur in 30 cm und in 50 cm Tiefe (südexponierter Hang) 88

Abb. 30: Kurven der Lufttemperatur, der Temperatur in 70 cm und in 90 cm Tiefe (südexponierter Hang) 88
Abb. 31: Kurven der Lufttemperatur, der Temperatur in 1,10 m und in 1,35 m Tiefe (südexponierter Hang) 89
Abb. 32: Darstellung der Temperaturen an der Oberfläche am süd- und nordexponierten Hang 89
Abb. 33: Kurven der Temperaturen in 1,30 m (nordexponierter Hang) und in 1,35 m Tiefe (südexponierter Hang) 89
Abb. 34: Tautochronen am nordexponierten Hang (A, B und C) 92
Abb. 35: Tautochronen am südexponierten Hang (A, B und C) 93
Abb. 36: Mögliches Permafrostvorkommen in einem Blockbild der Lagunita del Plata. 95
Abb. 37: Flußdiagramm: Probenvorbereitung für die Elektronenmikroskopie 99
Abb. 38: Flußdiagramm: Bildung kryogener Ablagerungen 120
Abb. 39: Prozentuale Angaben zur Verteilung der periglazialen Texturen auf Quarzkornoberflächen 123
Abb. 40: Prozentuale Angaben zur Verteilung der aktuellen und fossilen periglazialen Texturen auf Quarzkornoberflächen 130
Abb. 41: Entstehung der Grèzes litées in den Kordilleren Mendozas 131
Abb. 42: Vergleichende Diagramme der prozentualen Variabilität der Mikrotexturen 132

Photoverzeichnis

Photo 1:	Luftbild. Lagunita del Plata	6
Photo 2:	Lagunita del Plata, Stock "Cuchilla de las Minas"	7
Photo 3:	Strelkov Gletscher, Cerro "El Plata" (6310 m ü.M.)	10
Photo 4:	Blockmeer auf der Kryoplanationsfläche, Schutthänge	10
Photo 5:	Vertikale Sortierung in Solifluktionsloben	46
Photo 6:	Felsburgen, geodätischer Punkt Nr.7, Tal "de las Casas"	47
Photo 7:	Vertikale und horizontale Sortierung in Frostmusterformen	50
Photo 8:	Frostmusterformen auf der Kryoplanationsfläche	52
Photo 9:	Steinringe	55
Photo 10:	Steinstreifen mit Kollapsstrukturen	57
Photo 11:	Erdknospen	59
Photo 12:	Kryogene Hanggliederung als Folge von Nivation und Solifluktion	64
Photo 13:	Solifluktionskontakt	64
Photo 14:	Schneefleck "Gran Malvina"	66
Photo 15:	Steinschlag- und Lawinenbahnen, aktive Blockgletscher	70
Photo 16:	Blockgletscher	71
Photo 17:	Embryonale inaktive Blockgletscher am Arroyo "Casas"	73
Photo 18:	Embryonaler aktiver Blockgletscher	73
Photo 19:	Inaktiver (?) Blockgletscher	74
Photo 20:	Solifluktionsloben, Vermessungspunkte 1-7	79
Photo 21:	Photogrammetrische Studien des "Gran Malvina" Schneeflecks	80
Photo 22:	Thermistoren des Grant Geräts in verschiedenen Tiefen	83
Photo 23:	Installation des Grant Geräts "B"	83
Photo 24:	Fossiler Blockgletscher(?) am Cerro Tomolasta	128

Tabellenverzeichnis

Tab 1: Präquartäre Entwicklung 17
Tab 2: Stratigraphie des Quartärs 18
Tab 3: Jahresmitteltemperatur und mittlere Jahresniederschläge in der Umgebung des Untersuchungsgebietes 19
Tab 4: Monatsmittel der meteorologischen Station "LAS AGUADITAS" (Periode 1972-1985) 21
Tab. 5: Monatsmittel der meteorologischen Station "VALLECITOS" 21
Tab 6: Monatsmittel der meteorologischen Station "CRISTO REDENTOR" (Periode 1941-1970) 22
Tab. 7: Monatsmittel der meteorologischen Station "PUNTE DEL INCA" (Periode 1971-1980) 22
Tab 8: Höhenstufengliederung der mendozinischen Anden 30
Tab 9: Berechnung der Frost- bzw. Taueindringtiefe für zwei Stationen aus den Kordilleren bei Mendoza 34
Tab. 10: Koordinaten der Vermessungspunkte (1983) 77
Tab. 11: Veränderung der Lagunita del Plata zwischen 1983 und 1987 77
Tab. 12: Variationen der Solifluktionsprofile 78
Tab. 13: Koordinaten des Solifluktionslobus in den Jahren 1983 und 1987 78
Tab. 14: Resultate der Bewegung der Solifluktionsloben 79
Tab. 15: Photogrammetrische Koordinaten 81
Tab. 16: Resultate der Bewegung der Solifluktionsloben 81
Tab. 17: Wasseranalysen der Lagunita del Plata 95
Tab. 18: Termini für die Beschreibung der Mikrotexturen der Quarzkornoberflächen 103