

# Die Gesteinsabhängigkeit von Solifluktuionsformen in der Ostschweiz und in den Anden Perus und Boliviens

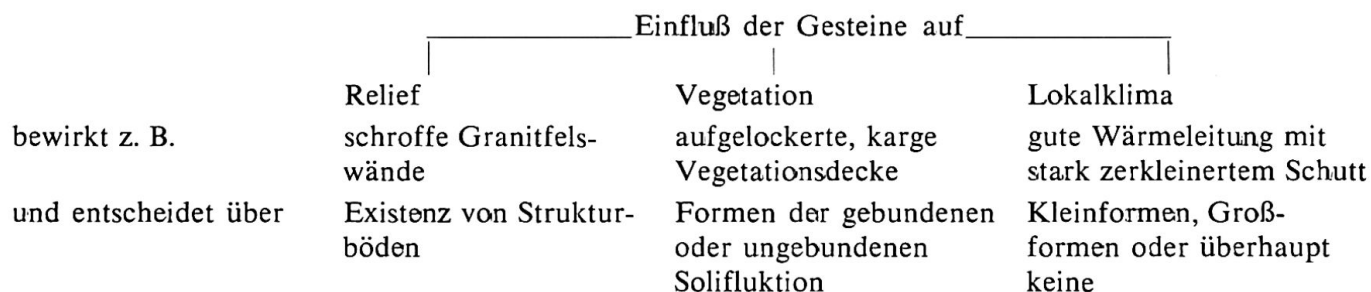
Kurt Graf

Geographisches Institut der Universität Zürich

Solifluktuionsformen entstehen im Zusammenwirken vieler Faktoren, wie Klima, Höhen- und Breitenlage, Lokallage (insbesondere Exposition und Hangneigung), Vegetation und Gesteinsunterlage. Dabei kann jeder dieser Einflüsse als Minimalfaktor auftreten und im Extremfall die Bildung von Strukturböden verhindern. Eine gewisse Ausnahme stellt das Gestein dar, dessen Wirkung außerordentlich vielfältig ist. Die folgenden Betrachtungen basieren auf Untersuchungen im Schweizerischen Nationalpark (Unterengadin) und in den peruanischen und bolivianischen Anden.

Wie Elsasser (1968) gezeigt hat, treten Solifluktuionsformen auf verschiedenstem Gestein auf. Östlich von Lima, im zentralen Teil der Westkordillere bei Ticlio (77° 13' WL, 11° 36' SB) fand ich seine Aussagen bestätigt für Sandstein, Kalk- und Tonschiefer, Andesit, Quarzit und Basalt. Zudem existieren

Solifluktuionsformen häufig auf Intrusivgesteinen, wie Diorit, Quarzmonzonit, seltener auf Andesitporphyr und vulkanischem Tuff<sup>1</sup>. In der Cordillera Real nördlich La Paz finden sich noch zusätzlich Strukturböden auf leicht metamorphem Ton (Formation Pampa nach Jauregui, 1969) und rotvioletter, feinkörniger Grauwacke (F. R. Koeberlin, zit. nach Jauregui, 1969). Vermutlich können sich auf jedem Material Solifluktuionsformen ausbilden. In meinen Arbeitsgebieten habe ich jedenfalls noch kein Gestein angetroffen, das ihre Bildung vollständig verunmöglicht. Ihre Häufigkeit schwankt allerdings stark, je nach Gestein. Auf die ungleiche Eignung des Gesteinsmaterials weist schon Höllermann (1967, S. 153) hin. Eine Erklärung liegt darin, daß das Gestein andere Solifluktuionsfaktoren stark beeinflusst und so indirekt über Existenz, Art und Ausbildungsgrad von Solifluktuionsformen entscheidet.



Figur 1. Schema zum Gesteinseinfluß auf die Solifluktuion

Zwei Beweise sollen zeigen, wie genau man den Gesteinseinfluß erkennen kann:

a) *Lokal* bestimmt oft das Gestein, welche Solifluktuionsform auftritt. Dies wird besonders an petro-

graphischen Grenzen deutlich, wo Solifluktuionsformen plötzlich wechseln können (Abb. 1). Die folgenden Beispiele mögen diesen Wechsel verdeutlichen.

Ort	Gesteine	Solifluktuionsformen
Fuorcla Champatsch, Schweiz, 2800 m ü. M. (815.800/191.900) bzw. (10° 16' EL, 46° 51' NB)	Serpentin	Erdstreifchen
westlich Lago Milluni, Bolivien, 4830 m ü. M. (68° 10' WL, 16° 20' SB)	Bündnerschiefer	Steinstreifen
südwestlich Santa Clara, Peru, 4850 m ü. M. (77° 9' WL, 11° 37' SB)	Chirquini-Schiefer	Erdstreifchen
	Sandstein	Girlanden
	grauer Kalk	Erdstreifchen
	rötlicher, härterer Kalk	Zellenboden und Erdknospen (Abb. 1)

Figur 2. Beispiele zum Wechsel der Solifluktuionsformen bei petrographischen Grenzen

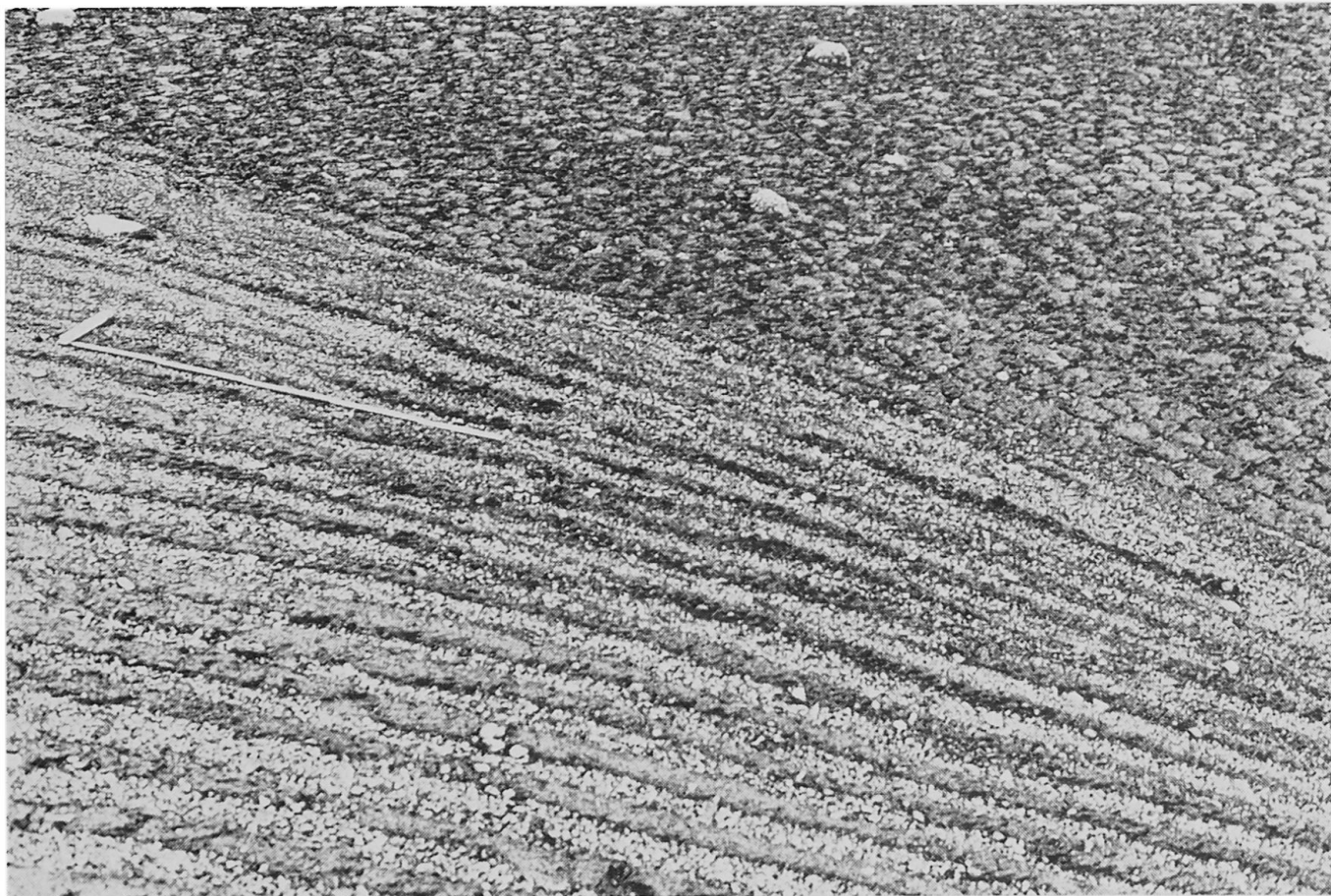


Abbildung 1. Gesteinsgrenze südwestlich Santa Clara, 4850 m ü. M., ( $77^{\circ} 9' \text{ WL}$ ,  $11^{\circ} 37' \text{ SB}$ ). Vorne sind Erdstreifen auf grauem Kalk, hinten Zellenböden auf rötlichem Kalk

Oft fand ich hingegen ausgedehnte Hänge, die ungeachtet der Wechsel von Kalk zu Sandstein, Quarzit oder Schiefer voller Erdstreifen waren. Eine Gesteinsgrenze bewirkt nicht unbedingt einen Wechsel der Solifluktionsform. Es ist lediglich festzuhalten, daß jedes Material die Solifluktion spezifisch beeinflusst.

b) *Großräumiger* kann man den Gesteinseinfluß untersuchen, wenn man in einem Gebiet Solifluktionsformen flächenhaft kartiert und ihren Untergrund bestimmt. Im Idealfall treten einige Gesteinsgruppen im Arbeitsgebiet gleich häufig auf. Sodann kann man ihr mittleres Verhalten bezüglich der Solifluktion ermitteln. Als Testform greife ich die weit verbreiteten Erdstreifen heraus. Sie zeigen in meinem  $330 \text{ km}^2$  großen bolivianischen Arbeitsgebiet rund um den Lago Milluni deutlich gestaffelte Vorkommen, je nach Eignung des Gesteins. Auf leicht metamorphen Tonen und Tonschiefern der Formation Pampa finden sich Erdstreifen auf  $4550$ – $4950 \text{ m ü. M.}$  Anders liegt ihre Höhenverbreitung auf Gesteinen der Formation Chirquini (Muriel, 1967), grobbankigen Tonschiefern und hartem Quarzitsandstein. Mit  $4650$ – $5100 \text{ m ü. M.}$  kommen sie

in  $100$  bis  $150 \text{ m}$  höherer Lage vor als auf den feineren Pampa-Schiefern. Weniger verbreitete Gesteine wie die grobblockigen kristallinen Schiefer der «Pizarras Cordillera Real» und die Grauwacke der Formation Zapla tragen Erdstreifen auf  $4750$ – $4900 \text{ m ü. M.}$  Höhe. Konsistente, wenig wärmeleitende Gesteine verlangen offenbar ein strenges Klimaregime und bilden Solifluktionsformen erst *in entsprechender höherer Lage* aus. Einen gleichen Schluß lassen auch meine Untersuchungen im Unterengadin zu. Im  $400 \text{ km}^2$  messenden Arbeitsgebiet liegt häufig Dolomit vor und in kleineren Vorkommen Bündnerschiefer, Granit, Verrucano und Serpentin. Erdstreifen findet man auf Dolomit in Höhen von  $2300$ – $2750 \text{ m ü. M.}$  Höhere Verbreitung zeigen sie auf Gesteinen, die für die Solifluktion weniger geeignet sind: auf Granit und Verrucano  $2400$ – $2950 \text{ m ü. M.}$  Auf Serpentin liegen sie sogar auf  $2600/2650 \text{ m ü. M.}$ – $3000 \text{ m ü. M.}$ , was einer mittleren Höhenverschiebung von  $300 \text{ m}$  gegenüber den Formen auf Dolomit entspricht.

Zusammenfassend will ich festhalten, daß dem Gesteinsmaterial für die Ausbildung und die Höhenlage von Solifluktionsformen entscheidende Be-

deutung zukommt. Das Gestein kann nicht etwa die Bildung von Strukturböden absolut verhindern. Oft aber gibt dieses *den letzten Ausschlag*, welche bestimmte Solifluktionsform sich ausbildet, in welcher Qualität und Größe und in welcher Höhenlage.

#### *Literatur*

- Elsasser H.: Untersuchungen an Strukturböden im Kanton Graubünden. Diss. Univ. Zürich, 1968.  
Höllermann P. W.: Zur Verbreitung rezenter periglazialer Kleinformen in den Pyrenäen und Ostalpen. Göttinger Geogr. Abh., 1967.  
Jauregui Castillo J.: Estudio geológico minero de la región Milluni-Zongo. Diplomarbeit Univ. La Paz 1969<sup>2</sup>.  
Kelletat D.: Rezente Periglazialerscheinungen im Schottischen Hochland. Göttinger Geogr. Abh., 1970.  
Morococha Ore Inventory, Vol. II der Minengesellschaft Cerro de Pasco Corporation, Lima 1970.  
Muriel Zabala C.: Estudio geológico y minera-

lógico de la región de Milluni. Diplomarbeit Univ. La Paz, 1967.

Urquidi Barrau F.: Estudio geológico de la región Milluni-Unduavi. Diplomarbeit Univ. La Paz 1966.

#### *Anmerkungen*

<sup>1</sup> Höllermann (1967) bestätigt, daß vulkanische Lokergesteine mit hohem Feinmaterialanteil recht gute Fließeigenschaften haben.

<sup>2</sup> Den Diplomarbeiten an der Universidad Mayor de San Andrés in La Paz kommt der Rang einer Dissertation zu, da in Bolivien kein Dokortitel erworben werden kann.

#### *Résumé*

Le matériel du sol influence les formes de solifluxion, surtout l'existence d'un certain type et sa qualité. Souvent, des limites pétrographiques effectuent un changement de formes de solifluxion.