

Die Nivation als Faktor der Lawinenerosion

Von CHRISTO D. PEEV, Sofia

Die Nivationsprozesse, unter welchen wir die den perennierenden Schneeflecken eigenen Vorgänge der lokal gesteigerten Frostverwitterung, der Spülwirkungen von Schmelzwasser und der Erosionsleistungen sich bewegender Schneemassen verstehen, sind ein energischer geomorphologischer Faktor. Sie treten bevorzugt in den Polarzonen und in den daran angrenzenden Gebieten sowie in den Hochgebirgsregionen auf. Natürlich kann die Nivationswirkung in den südlicheren Gebieten und niedrigeren Gebirgsregionen nicht geleugnet werden, jedoch ihre Spuren werden rasch durch die aktiveren und kräftigeren geomorphologischen Prozesse, an erster Stelle durch die Erosion verwischt.

Gewöhnlich bilden sich die Schneeflecken dort, wo kein Schnee während des Winters abgeht und wo die Winter kalt und lang sind. Da uns im vorliegenden Fall die Nivation durch die Lawinenerosion interessiert, die wiederum nur in Gebirgen auftritt, betrachten wir die Wirkung der Schneeflecken gerade dort. In einer bestimmten Gebirgshöhe, nahe der Schneegrenze, sind die Schneeflecken am häufigsten und charakterisiert durch ihre großen Ausmaße und Mächtigkeiten.

Das Fehlen von Gletschern in den Gebirgen verringert die Bildung von Schneeflecken nicht; sie bleiben oft bis in den Spätsommer hinein oder bis zum Neuschnee im nächsten Winter liegen. In diesen Gebirgsregionen schaffen die Schneeflecken auch die günstigsten Bedingungen für eine ausgeprägte Wirkung bestimmter Nivationsprozesse, da hier die Temperatur am häufigsten innerhalb 24 Stunden den Nullpunkt unter- und überschreitet (vgl. die Tabelle über extreme Temperaturen im Rilagebirge.)

In besonders günstigen Fällen spielt sich der Frostwechsel einige Male innerhalb 24 Stunden ab.

Die Bildung der Schneeflecken ist besonders in den Gebirgen ausgeprägt, da hier die Schneefälle größer sind als in den Ebenen und der Wind eine gewaltige Rolle bei der Beförderung und der Anhäufung des Schnees in den Hohlformen des Reliefs spielt. Außerdem können sich die Schneeflecken durch die klimatischen Besonderheiten länger halten. Andererseits vergrößert sich natürlich dort, wo große Schneeanhäufungen vorkommen, auch die Lawinengefahr.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
+ 7,0	+ 3,2	+ 12,1	+ 13,7	+ 11,0	+ 15,1	+ 16,9	+ 14,9	+ 16,5	+ 13,5	+ 9,6	+ 4,9
- 24,5	- 29,8	- 22,0	- 17,7	- 15,6	- 8,3	- 4,1	- 7,0	- 14,0	- 15,1	- 20,6	- 27,1

Maximale und minimale Temperaturen während eines Jahres auf einem Gipfel (etwa 2900 m) des Rilagebirges.

Die Beobachtungen des Verfassers in den bulgarischen Gebirgen, die keine gegenwärtige Vereisung aufweisen, wo aber die Schneegrenze ganz nahe an den hohen Graten liegt, zeigen, daß die Schneeflecken ein wichtiger Teil der Hoch-

gebirgslandschaft sind. So bilden sich im Rila- und Pirin-Gebirge in den hochgelegenen Teilen viele Schneeflecken, die oft bis zum Neuschneeefall liegen bleiben. In den anderen bulgarischen Gebirgen spielen die Schneeflecken keine große Rolle, da sie beinahe gleichzeitig mit der allgemeinen Schneedecke schmelzen. Da die Gebirge nicht hoch sind, können sie sich hier nicht länger halten.

Die Ausdauer von Schneeflecken wird durch drei Faktoren bestimmt:

- a) Lufttemperatur,
- b) Mächtigkeit des Schnees, aus dem der Fleck gebildet ist.
- c) Orographischer Schutz des Schneefleckes gegen die unmittelbare Einwirkung der Sonnenstrahlen.

In den bulgarischen Gebirgen sind in den hohen Regionen diese drei Faktoren so beschaffen, daß sie die Bildung der Schneeflecken begünstigen. In den Frühlings- und Sommermonaten sind viele Tage in den hohen Teilen des Rila und Pirin durch Frostwechsel ausgezeichnet. An schattigen Stellen gibt es zahlreiche Schneeflecke, die oft in Karen liegen.

Bekanntlich leistet bei den Nivationsprozessen die Frostverwitterung eine große Zerstörungsarbeit. Bei Temperaturen über Null werden jene Stellen, wo die Schneeflecke auf dem Grund aufliegen, stark vom Schmelzwasser durchnäßt, Außerdem setzt sich die Luftfeuchtigkeit auf der kalten Bodenoberfläche ab. Deshalb füllen sich sämtliche Risse der Gesteinsmasse mit Wasser. Fällt die Temperatur unter Null, so gefriert das Wasser in den Rissen und dehnt sein Volumen um etwa ein Zehntel aus und es setzt die Frostverwitterung ein.

Wichtig ist, daß das zerbröckelte Gesteinsmaterial beseitigt wird, da sonst die Wirkung der Nivationsprozesse allmählich zurückgeht und nach gewisser Zeit sogar endgültig aufhört. Ein Helfer bei der Beseitigung des zerbröckelten Gesteinsmaterials ist das Wasser. So klein die durch das Schmelzen des Schneeflecks entstehenden Wassermengen auch sein mögen, so befördern diese dennoch das verwitterte Material allmählich den Hang hinab. Auf diese Weise wird der Boden für eine neue Einwirkung der Nivationsprozesse entblößt. Ein anderer Faktor ist die Solifluktion, die jedoch nur in bestimmten Klimaten wirksam wird.

Betrachten wir jetzt die Rolle der Nivationsprozesse bei der Lawinenerosion.

Bekanntlich befördern die Lawinen mit ihrer Schneemasse gewaltige Mengen von Gesteinsmaterial aus den höheren Gebirgsregionen in die niedrigeren. Ebenso sind die durch Lawinen gebildeten akkumulativen Formen des Reliefs bekannt. Auf der Halbinsel Kola, in den Chibinengebirgen, wurde eine im Ajkuajventschopp-Gebirge am 22. XII. 1936 abgegangene Lawine beobachtet, die 800 Tonnen Gesteinsmaterial mitschleppte. In den Tjanschn-Gebirgen reißen Lawinen mittleren Ausmaßes (für dieses Gebirge) durchschnittlich 20.000 bis 40.000 m³ Schnee mit, in denen sich ungefähr 200 t Gesteinsmaterial befinden. In Bulgarien schleppte die im Flußtal der Ropaliza (Rilagebirge) im Frühjahr 1956 niedergegangene Lawine ungefähr 100 t Gesteinsmaterial mit sich.

Jede an derselben Stelle im Verlaufe einer Schneeperiode abstürzende Lawine reißt Gesteinsmaterial mit sich und nicht nur die erste. Dies setzt voraus, daß eine ständige Verwitterung des Gesteinsmaterials in den Schneebecken und auf dem Lawinenweg selbst stattfindet. Die Beobachtungen zeigen, daß bereits die ersten Lawinen das ganze angesammelte Gesteinsmaterial vollständig vom Grund abräumen können. Ebenso natürlich ist es, daß die Schneemasse selbst bei ihrem jähen Absturz korrodiert, jedoch nicht genug, um die im Lawinenkegel angesammelten Gesteinsmassen zu erklären. Es muß deshalb berücksichtigt werden, daß, so intensiv die Wirkung der Nivationsprozesse unter normalen Bedingun-

gen auch sein mag, diese allein nicht ausreicht, um sehr große Mengen von verwittertem Gesteinsmaterial bereitzustellen. Demnach sind hier auch andere Faktoren beteiligt. An erster Stelle die ständige Zerstörung der Felswände unter der „normalen“ Wirkung der Verwitterung und Gravitation; ferner die Erosion, die während des Sommers wirkt, wo die Schneebecken als Wassersammelbecken dienen.

Wenn die Gesteinsaufbereitung unter und an Schneeflecken eine gewisse Zeit wirkt, so zerbröckelt sie genügend Material, das jedoch unter dem Schnee weder durch Solifluktion noch durch Erosion beseitigt werden kann. Es bleibt an der Stelle, an der die Nivationsprozesse wirken und erschwert deren weitere Einwirkung. Wenn jedoch das angehäuften Gesteinsmaterial von den gewaltigen Beförderungskräften der Lawinen mitgerissen wird, besonders wenn sich die Lawine vom Felsgrunde losreißt, dann wird die Abrißstelle und der ganze Weg der Lawine erneut entblößt. Der Neuschnee, der sich an dieser abgeräumten Stelle anhäuft, beginnt unter günstigen Bedingungen wieder durch Frostverwitterung zu wirken und zwar intensiver als auf Hangschutt. So beginnt eine neue Zerstörung des anstehenden Felsens, bis sich eine neue Lawine an der gleichen Stelle löst und frisches Material mitreißt. Es sind Fälle in den bulgarischen Gebirgen bekannt, wo in einem Winter 5 bis 6 Lawinen von der gleichen Stelle aus niedergehen. Hierbei sind es namentlich die Lawinen im Frühling, die mit beginnender Schneeschmelze alles Lockermaterial beseitigen. Außerdem üben die Lawinen bei ihrem Sturz in die Täler zufolge der mitgeführten Gesteinsbrocken eine direkte korrodierende Wirkung auf den Grund der Schneebecken und die Wände des Zugkanals aus. Meist sind diese in die Gebirgshänge eingeschnittenen Kanäle durch fluviale Erosion entstanden. In ihnen zeigt sich ebenfalls die Nivationswirkung, zumal sich in diesen konkaven Reliefformen viel Schnee anhäuft.

Der Verfasser machte folgende Versuche, um die Nivationswirkung und die Beförderungskraft der Lawinen zu prüfen. Im Schneebecken der großen Lawine unter dem Vihren-Gipfel im Pirinengebirge wurden im Sommer sämtliche labilen Gesteinsbrocken mit verschiedenen Ölfarben markiert, ebenso das im Grund verhaftete Gestein. Nachdem die Lawinen an dieser Stelle niedergegangen waren, wurden deren Schneelawinenkegel geprüft. Es zeigte sich, daß fast sämtliche mitgerissenen Gesteinsbrocken Farbzeichen trugen. Wichtig ist die Tatsache, daß auch Gesteinsbrocken gefunden wurden, die im Abrißgebiet der Lawinen im Grund festsaßen. Das beweist, daß die Lawinen fast das ganze labile Material mitrissen und auch die Oberfläche des anstehenden Gesteins angriffen.

Im Zugkanal dieser Lawinen waren die frischen Spuren der losgerissenen Gesteinsbrocken zu sehen, deren Lockerung auch dann, wenn man voraussetzt, daß sie hauptsächlich durch den Aufprall der mit der Lawine abstürzenden Blöcke erfolgte, immerhin durch die Nivationsprozesse vorbereitet war. Im nächsten Jahr mußten wieder Zeichen mit Ölfarbe gemacht werden, da fast alle markierten Gesteinsbrocken von den Lawinen mitgerissen worden waren.

Es kommt häufig vor, daß in den Zugkanälen Lawinenschnee verbleibt, der sich vom angewehten Schnee durch seine Zusammensetzung unterscheidet, da er stark gepreßt ist und Firnstruktur aufweist. Dieser Schnee schmilzt natürlich viel später als der angewehrte in einem solchen Kanal und seine Nivationswirkung ist viel anhaltender. Aus diesem Schnee bilden sich Schneebrücken, unter denen Wasser durchfließt, die aber ruhig begangen werden können. Die anhaltende Wirkung zurückgebliebenen Lawinenschnees ist ein Faktor für die starke Auf-

bereitung des Gesteins. Wenn im Sommer das Wasser nicht mehr genug Beförderungskraft besitzt, um den Verwitterungsschutt zu transportieren, dann bilden Lawinen die einzige Kraft, die ihn mitreißen kann. Es kommt vor, daß bereits die erste Lawine den Kanal vollständig säubert.

Die in den Tälern durch die Lawinen aufgeschütteten Schneekegel können bei sehr großen Lawinen bis zu 10 m hoch werden und bis zum Neuschneefall liegen bleiben. Die Lawinenschneekegel wirken dann fast während des ganzen Sommers durch Nivationsprozesse auf den Grund ein, da in den Gebirgen auch während der warmen Jahreszeit die Temperatur nachts oft unter Null sinkt. An solchen Stellen sind die Verwitterungsprozesse anhaltend aktiv.

Wenn die Lawinen häufig an den gleichen Stellen niedergehen und starke Erosion leisten, so entstehen Aufschüttungsformen wie Steinlawinenkegel, Lawinenhügel und Schneeschuttwülste. Das Gestein dieser akkumulativen Vollformen ist labil, unsortiert und die Steine haben zugespitzte Enden.

Aus dem Dargelegten können folgende Schlußfolgerungen gezogen werden:

1. Die Lawinen tragen zur intensiveren Wirkung der Nivationsprozesse in Schneebecken und in den Zugkanälen bei, da sie das verwitterte Gesteinsmaterial beseitigen.

2. Umgekehrt trägt die Nivation zur Verstärkung der Lawinenerosion bei.

3. Die Lawinen befördern den Schnee weit hinunter in die Täler und bieten den Nivationsprozessen die Möglichkeit, dort aufzutreten, wo dies unter normalen Umständen nicht möglich wäre.

4. Zu einem großen Teil stellen die Nivationsprozesse das Material bereit, das durch die Lawinen in den Tälern akkumuliert wird.

Zweifellos sind dies nur kurze Notizen und flüchtige Beobachtungen, mit denen der Verfasser wenigstens einen kleinen Beitrag zur interessanten Frage der Nivationswirkung als Faktor der Lawinenerosion geleistet zu haben hofft.

Literatur:

- BOWMAN, J.: The Andes of Southern Peru, Geogr. reconnaissance along the 73rd Meridian. New York 1916.
- BRÜCKNER, E.: J. Bowman über Schnee-Erosion und die Entstehung der Kare. Z. f. Gltschkde., 12, 1921/22.
- GOLD, L. W.: Changes in a shallow Snow Cover subject to a temperate Climate. Nat. Res. Council, Ottawa-Canada 1958.
- GOLD L. W.: Influence of Snow cover on Heat Flow from the Ground. Nat. Res. Council, Ottawa-Canada 1958.
- PEEV CHR. D.: Bulgariska Lawinstudier. Ymer, Haft 2, 1958.
- PEEV CHR. D.: Der Einfluß von Hangneigung und Exposition auf die Lawinenbildung. Geogr. Berichte, H. 3, 1959.
- RAPP, A.: Studien über Schutthalden in Lappland und auf Spitzbergen. Zeitschr. f. Geomorphologie, Bd. I, H. 2, 1957.
- Om Bergas och Laviner in Alperna. Ymer, H. 2, 1958.
- Avalanche Boulder Tongues in Lappland. Descriptions of Littel-known Forms of Periglacial Debris Accumulations. Geogr. Annaler, 1959.
- Recent Periglacial Phenomena in Sweden. Buletyn Peryglacialny, nr. 8, Lodz 1960.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1961

Band/Volume: [103](#)

Autor(en)/Author(s): Peev Dimitar R.

Artikel/Article: [Die Nivation als Faktor der Lawinenerosion 267-270](#)