

# Ueber «Sandkegel» auf Innerschweizer- und Walliser-Gletschern

von Alfred Güller.

---

Veranlassung zu der vorliegenden Studie gab eine Reihe von Einzelbeobachtungen, die beiläufig zu geologischen Untersuchungen in den Gletschergebieten von Zermatt und Saas Fee während der Jahre 1941-1944 gemacht wurden. Die systematischen Untersuchungen wurden zur Hauptsache in den Sommermonaten der Jahre 1948 und 1949 auf Gletschern der Innerschweiz durchgeführt.

Die « Sandkegel », von denen hier die Rede sein soll, sind eines der zahlreichen, charakteristischen Gebilde, an denen unsere Gletscher so reich sind. Sie bilden eine Einzelform wie diejenige der Gletschertische, der Strudellöcher oder der durch die Erwärmung von Schlammhäufchen und kleinen Steinen hervorgerufenen « Kryokonit- oder Mittaglöchern », die die Oberfläche eines Gletschers oft so vielgestaltig, aber häufig auch schwer begehbar machen. Obwohl die Sandkegel, auch « Gletscher-, Eis- oder Schmelzkegel » genannt, schon lange bekannt sind<sup>1)</sup>, blieben sie doch bei weitem nicht so beachtet wie z. B. Gletschertische, trotzdem sie auf vielen Gletschern ebenso häufig sind wie diese, wenn auch nicht immer in schöner und vollendeter Ausbildung.

Das Gebiet, in dem die Sandkegel anzutreffen sind, ist die Abschmelzregion, die Gletscherzunge der alpinen Talgletscher. Unter bestimmten Verhältnissen treten aber auch schon im Firngebiet der Gletscher sehr ähnliche Formen auf (HEIM, Arn. Lit. 2). Diese, von SPETHMANN (Lit. 6) als Schneeschmelzkegel bezeichneten Gebilde sind aber von den Sandkegeln der Abschmelzgebiete zu unterscheiden, umsoher als die Art ihrer Entstehung dort ganz anders ist. Die Sandkegel sind aber keineswegs nur auf die Gletscher der Alpen beschränkt, sie finden sich fast in allen Gletschergebieten der Welt. Beschrieben

---

<sup>1)</sup> Nach KLEBELSBERG (Lit 4) wurden sie erstmals 1760 von G. S. Gruner erwähnt.

wurden sie schon aus den Gebirgen Innerasiens, aus den norwegischen Gletscherregionen, aus Island, Grönland und Nowaja Semlyia und selbst der Antarktis scheinen sie nicht zu fehlen.

Gut ausgebildete, grössere Kegel fallen sehr oft nicht nur durch ihre regelmässige, kreisrunde Form auf, sondern auch durch ihr isoliertes, bisweilen gruppenweises Auftreten auf dem Gletscherrücken. Nicht selten findet man sie auch in reihenweiser Anordnung in der Längsrichtung der Gletscher. EVERS (Lit. 1) glaubte wohl z. T. aus diesem Grunde, dass sie sich stets an der « Naht » zweier Gletscherteile befänden. Dies ist jedoch keineswegs die Regel. Am häufigsten treten sie zwar in oder unmittelbar neben einer Oberflächenmoräne (Mittel- oder Seitenmoräne) auf. Dagegen finden sie sich nicht selten auch mitten auf dem Rücken von Gletschern, die überhaupt keine eigentliche Mittelmoräne besitzen. Gerade diese isoliert stehenden Kegel, die als schwarze Pyramiden, gleichsam wie kleine Vulkane, sich aus der weissen Umgebung der Gletscheroberfläche erheben (Fig. 1), sind es, die ihre Beson-



Fig. 1. « Sandkegel » auf dem Gornergletscher, linke Seite der Plattje-Monte Rosa-Moräne, ca. 2580 m ü.M. (Aufnahme 25. Juli 1944).

derheit gegenüber einer gewöhnlichen Moränenanhäufung in Erscheinung treten lassen. Sie bedürfen daher einer besonderen Erklärung. KRASSER (Lit. 3) fand nun auf dem Klostersaler Ferner in der Silvretta, dass die Sandkegel (er nennt sie Eiskegel) auf dem

Gletscherrücken ungefähr kragenförmig und in mehreren Reihen hintereinander angeordnet sind. Aus dieser Feststellung und aus der Verfaltung der Sandschichten kommt er zum Schluss, dass die Kegel aus Grundmoränenmaterial beständen, das entlang von Scherflächen an die Oberfläche gepresst und vorerst zur Bildung von bedeckten Eisrücken geführt hätte, die sich dann in die einzelnen Kegel auflösten.

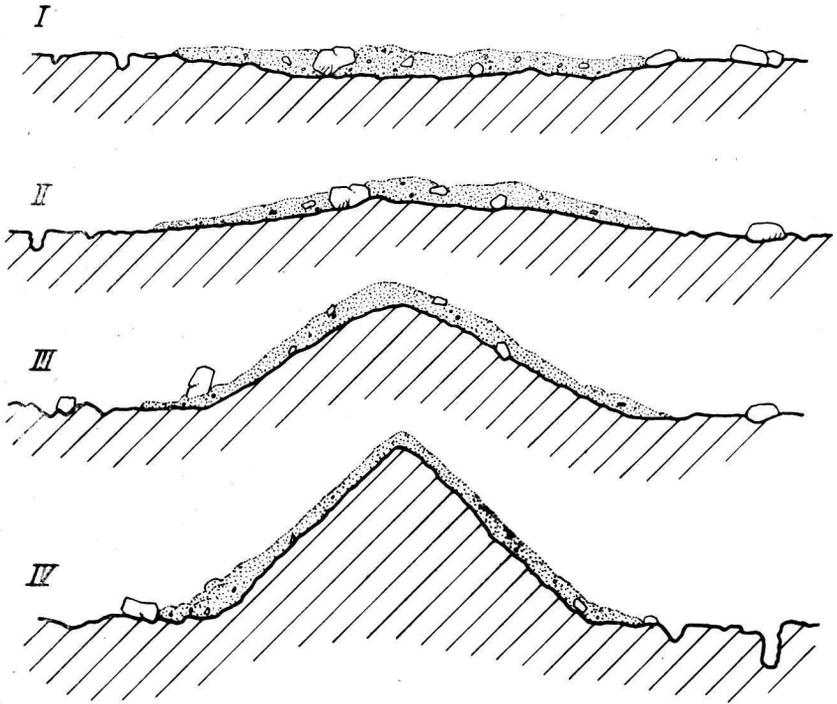
Im folgenden soll nun anhand von eigenen Beobachtungen nachgeprüft werden, inwieweit den verschiedenen Ansichten über die Entstehung und Verbreitung der Sandkegel allgemeine Gültigkeit zukommt und welche Faktoren eventuell ferner noch an deren Bildung beteiligt sind.

Im Querschnitt bestehen die Sandkegel gewöhnlich aus mehr oder weniger regelmässigen Kreiskegeln aus Gletschereis, die mit Sand, Grus oder sonstigem feinen Moränenmaterial, gelegentlich auch mit Erde regelmässig überdeckt sind. Die Steilheit des Mantels beträgt ca. 40°. Die Dicke des Schuttüberzuges schwankt zwischen 1-30 cm, in selteneren Fällen bis 100 cm und sogar darüber. Der Sand der Mantelfläche ist in der Korngrösse ziemlich regelmässig fraktioniert. Steine und Felsstücke sind, wenn überhaupt vorhanden, rings um den Fuss des Kegels angehäuft. Bemerkenswert ist, dass der Sand stets etwas feucht ist, sodass die einzelnen Körner besser aneinander haften, als dies bei trockenem Sand der Fall ist. Die Grösse der Kegel ist sehr variabel. Es lassen sich solche von wenigen Dezimetern bis zu mehreren Metern finden. Auf unsern Gletschern erreichen sie gewöhnlich 1-5, selten bis 10 m Höhe. Von isländischen Gletschern wurden aber solche bis zu 30 m Höhe beschrieben (THORODDSEN, Lit. 7).

Im Prinzip ist die Entstehung der Sandkegel genau die gleiche wie diejenige der Gletschertische. Wie dort ein einzelner Felsblock schützt hier das feinere Schuttmaterial, wo es in genügender Mächtigkeit vorhanden ist<sup>2)</sup>, das darunterliegende Eis vor der oberflächlichen Abschmelzung, während die umgebenden Partien, die nicht oder nur teilweise von Gesteinstrümmern bedeckt sind, der warmen Luft und der Sonnenstrahlung stärker ausgesetzt sind und daher schneller abschmelzen. Ja, die Partien, die nur teilweise mit feinem Material überdeckt sind schmelzen schneller zurück als solche, die ganz unbedeckt sind, weil die gewöhnlich dunkel gefärbten Gesteinstrümmern die Sonnenwärme absorbieren und daher die Abschmelzung des Eises in der un-

<sup>2)</sup> KLEBELSBERG (Lit. 4) nennt als Dicke der Schuttdecke mindestens 4 cm, damit sie auf die Abschmelzung eine verzögernde Wirkung hat. Ist die Dicke geringer als 4 cm, so ist die Wirkung eine beschleunigende.

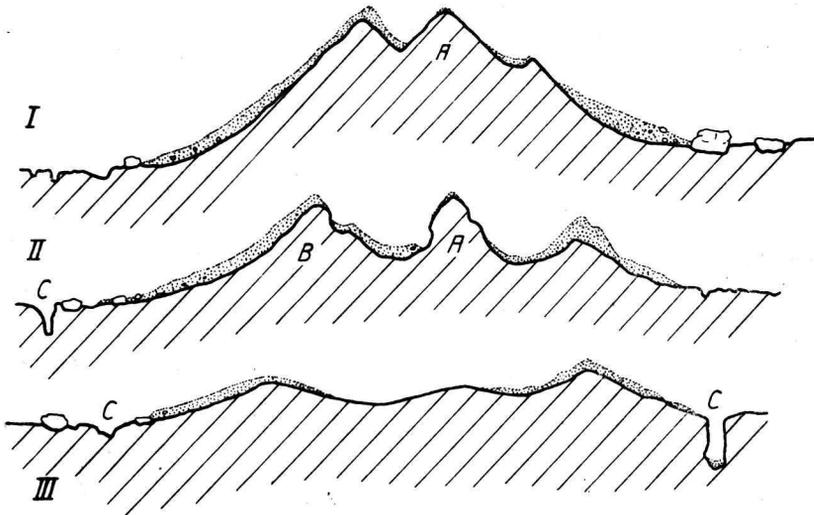
mittelbaren Umgebung noch begünstigen. Ist aber die geschlossene Bedeckung der Gletscheroberfläche eine ausgedehntere, wie unter grossen Moränen, so bleibt das ganze bedeckte Gebiet vor der direkten Ablation geschützt und es entstehen die bis zu 30 Meter hohen Eiswälle, die den Kern der grossen oberflächlichen Moränenzüge darstellen (z. B. Mittelmoränen des Gornergletschers).



*Fig. 2 Entstehung eines Sandkegels  
(schematisch dargestellt)*

Wie ist nun aber die steile und regelmässige Form der Kegel zu erklären? Mit dem « Emporwachsen » derselben, indem die Gletscheroberfläche der Umgebung schneller zurückschmilzt, tritt eine natürliche **Fraktionierung des Materials** ein. Die grösseren Gesteinsstücke verlieren auf der immer steiler werdenden Unterlage den Halt und rollen über die schiefe Fläche ab. Auf diese Weise gruppieren sich alle grösseren Komponenten um den Fuss des immer steiler werdenden

Hügels, während an dessen Flanken nur das feinere Material, etwa in der Grössenordnung von 5 mm an abwärts, haften bleibt. Dieses wird, solange die Temperatur der umgebenden Luftschicht über  $0^{\circ}$  liegt, von der Eisunterlage her stets durchfeuchtet, wodurch die Adhäsion zwischen den Sandkörnern noch erhöht wird. Dies wiederum hat zur Folge, dass der Böschungswinkel der Kegel steiler wird.



**Fig. 3 Der Zerfall eines Sandkegels**  
(schematisch dargestellt)

*I. Nebenspitzenbildung, II. Gruppe von Sekundärkegeln, III. Verflachung. A. Schwindender Zentralkegel mit Flusschmelznischen, B. Sekundärkegel. C. Oberflächliche Rinnsale.*

Die Durchfeuchtung des Deckmaterials hat aber noch einen Einfluss auf die Isolierfähigkeit des Sandes. Durch die Kapillarkräfte zwischen den Sandkörnern wird eine gewisse Menge Wasser in den Sand aufgesogen und dadurch das Porenvolumen vermindert. Infolgedessen wird die Luftzirkulation direkt über dem Eiskegel praktisch ausgeschaltet, wodurch sich die Schutzwirkung der Sandschicht auf das Eis noch erhöht.

Kaum haben die Sandkegel durch die eben geschilderte Entwicklung ihre vollkommendste Form erreicht, so beginnt die Natur auch schon damit, sie wieder zu zerstören. An warmen Tagen trocknen die äussersten Partien des Sandmantels langsam aus. Dadurch verlieren sie die zum Halt notwendige Adhäsionskraft und stürzen ab.

Auf diese Weise wird der obere Teil des Sandmantels immer dünner, der untere aber immer dicker. Gelegentlich reissen die abstürzenden trockenen Sandkörner auch ihre feuchte Unterlage mit, wodurch apere Stellen am Eiskegel entstehen. Durch das abrutschende Material bilden sich im untern Teil des Sandmantels oft hübsche Kleinstrukturen wie Schrägschichtungen, Fältelungen und kleine Verwerfungen (KLEBELSBERG, Lit. 4). An den entblössten Stellen des Eiskegels aber setzt sogleich eine verstärkte Abschmelzung ein und bald ist der isoklinale Hang unterbrochen von einer Kerbe, einer Nische oder gar einer Unterhohlung, über welche die höher liegenden Sandpartien sukzessive hin-



**Fig. 4.** Sandkegel (ca. 2,5 m hoch) auf dem Wintergletscher im Anfangsstadium des Zerfalles. (Aufnahme 16. Okt. 1949).

unterstützen. Durch das ungleich schnelle Abschmelzen besonders an der Spitze kommt es zur Bildung von Nebenspitzen (Fig. 3 und 4), die bald die ursprüngliche Spitze überragen.

Auf diese Weise werden oft durch den Zerfall eines Kegels die Vorbedingungen für die Entstehung neuer geschaffen. Der Sand wird am Fusse des absterbenden Kegels dermassen angehäuft, dass sich an dessen Peripherie noch vor seinem Verschwinden mehrere neue Kegel entwickeln können. Diese stehen dann meistens mehr oder weniger regelmässig in einem Kreis angeordnet und verraten dadurch die Art ihrer Entstehung (Fig. 5).

In den obigen Ausführungen wurde die Entstehung der Sandkegel geschildert, ohne auf die Herkunft des Materials näher einzugehen. Es ist aber ohne weiteres ersichtlich, dass sich die nötigen Voraussetzungen hinsichtlich Schuttüberdeckung auf vielen Moränen vorfinden können, sodass das Auftreten von Kegeln an oder auf Oberflächenmoränen, wo sie auch tatsächlich häufig zu finden sind, durchaus verständlich erscheint. Wie erklärt sich aber die Bildung jener Kegel, die mitten auf dem Gletscherrücken, weit entfernt von einer Moräne anzutreffen sind ?

Vorerst möchten wir hier die Feststellung hervorheben, dass das Gletschereis in der unmittelbaren Umgebung der Sandkegel, sofern diese nicht direkt auf einer Moräne stehen, meist sehr wenig Schuttmaterial trägt. Neben vereinzelt Blöcken tritt gewöhnlich das klare Eis an die Oberfläche. Dies ist darauf zurückzuführen, dass das feinere Material wie Sand und Schlamm von den oberflächlichen Rinnsalen weggeschwemmt werden. Selbst kleinere Blöcke, die nicht im Sand am Fusse eines Hügels liegen, rutschen oft in eine benachbarte Rinne und werden von Oberflächenbächen, die zeitweilig neben dem Kegel vorbeifliessen (Fig. 1) auf den Grund einer Spalte oder in eine Gletschermühle befördert. Auf diese Weise bleibt die Umgebung der Kegel sauber, während das zugehörige Material unberührt liegen bleibt.

Dass Schmelzwasserrinnen auch bei der Entstehung von Sandkegeln zuweilen eine ausschlaggebende Rolle spielen können, wurde schon von OETTING (Lit. 5) hervorgehoben. Er erklärt besonders die reihenweise Anordnung von Kegeln auf Gletschern Isands entstanden aus verlassenen Schmelzwasserrinnen, auf dessen Grund sich Schlamm abgesetzt hatte, der bei der Abschmelzung der Gletscheroberfläche eine direkte Reliefumkehr hervorrief, sodass aus den einstigen Vertiefungen der Bachbette die Sandkegel hervorgingen. Tatsächlich konnten wir eine Reihe von Beobachtungen machen, die diese Ansicht nicht nur unterstützen, sondern in einigen Fällen eindeutig beweisen. So stand im August 1944 auf der Zunge des Furgg- Gletschers, etwa 50 m von der linken Seitenmoräne entfernt auf 2700 m. ü.M. ein solcher isolierter Sandkegel, der vorerst durch seine Farbe auffiel. Diese war satt dunkelgrün, während die Moräne durchgehend eine braune Farbe aufweist. Diese besteht vorwiegend aus Bündnerschiefermaterial, das von den Wänden des Hörnligrates (Grat vom Hörnli, Pt. 2892 bis an den Fuss des Matterhorns bei Pt. 3298) geliefert wird. Das Material des Sandkegels dagegen bestand nahezu vollständig aus Grüngesteinen

(Granat- und Zoisitamphibolite), wie sie im untern Teil der Matterhorn-Ostwand anstehen. Dieses Material stammte somit vom Matterhorn, von dessen Flanke es auf den obern Teil der Firnmulde gestürzt



**Fig. 5.** Kranz von kleinen Sekundärkegeln, entstanden während 3 Monaten aus einem grösseren Einzelhügel. (Wintergletscher, 16. Oktober 1949).

war. Von hier gelangte es durch Verfirmung ins Innere des Gletschers um erst in dessen tieferen Teilen durch die Ablation wieder an die Oberfläche zu treten, wo es zur Bildung dieses Kegels Anlass gab. Ausser der Farbe zeigte das Material aber auch sonst noch eine Besonderheit. Alle grösseren Stücke des noch nicht sehr weitgehend fraktionierten Gesteinschuttes (Grössenordnung 1-10 cm im Durchmesser) zeigten eine weitgehende Rundung, wie sie im allgemeinen nur an Kies, also an in fliessendem Wasser transportierten Geschieben, nicht aber an Moränenmaterial zu finden ist. Dies führte uns zum Schluss, dass dieses Material im obern Teil der Gletscherzunge in einen oberfächlichen oder einen interglazialen Gletscherbach geraten war, von diesem eine gewisse Strecke weit transportiert und dabei abgerollt wurde und schliesslich in einem Strudeloch oder sonstwie in einer Nische abgelagert wurde. Erst nach einigen Jahren gelangte diese Kiesanhäufung im Gletscher wieder an die Oberfläche und gab nun Anlass zur Bildung des Kegels.

Aehnliche Beispiele konnten seither noch einige gefunden werden, wovon hier nur noch eines erwähnt sein soll. Im Herbst 1949 konnte auf der rechten Seitenmoräne des Steingletschers (Sustenpass) ein ca. 2 m hoher Sandkegel beobachtet werden, der sich nicht nur durch seine hellere Farbe vom umgebenden, meist stark verrosteten Moränenschutt abhob, dessen Gesteinsmaterial, auch die faust bis kopfgrossen Stücke, eine deutliche Rundung aufwies. Die hellere Farbe beruht hier hauptsächlich darauf, dass die einzelnen Komponenten noch die frisch bearbeitete Oberfläche zeigen, die durch die Konservierung im Eise erhalten geblieben ist, während das oberflächliche Moränenmaterial (Amphibolite und Biotitgneise) seit seiner Loslösung vom anstehenden Fels der wechselnden Witterung ausgesetzt und dadurch stark verrostet ist. Auch in diesem Falle steht die Beteiligung von fließendem Wasser jedenfalls fest.

Es fällt aber auch nicht sonderlich schwer, die Bildung der Sandkegel nach obiger Darstellung gewissermassen im ersten Stadium zu beobachten. Besonders im Spätherbst, wenn die sommerliche Wärme und damit die oberflächliche Abschmelzung aufgehört hat, findet man zuweilen « trockene » Schmelzwasserrinnen und Schluchten, deren Kolke und Strudellöcher teilweise angefüllt sind mit Sand oder Kies (Fig. 6). Durch Schneeüberwehungen oder auch durch die Bewegungen des Gletschers werden diese Schluchten wieder geschlossen. Im nächsten Sommer bilden sich neue Schmelzwasserrinnen und Cannons, während die vorjährigen nur teilweise reaktiviert werden. So bleiben Sand und Kies vom Eise umschlossen, bis die Gletscheroberfläche auf ihr Niveau zurückgeschmolzen ist. Je nach der Tiefe der einstigen Schluchten und der Stärke des Gletscherschwundes kann diese Zeit ein bis mehrere Jahre betragen. Nach KLEBELSBERG (Lit. 4) erreicht der oberflächliche Gletscherschwund für die Alpengletscher durchschnittlich 4 m/Jahr, für einzelne Gletscher bis 8 m.

Ausser der Zubereitung des Materials in oben beschriebener Weise ist das fließende Wasser bisweilen auch beteiligt an der Gestaltung der Kegel. Mehrmals konnte beobachtet werden, wie Oberflächenbäche so nahe an Kegeln vorbeiflossen, dass deren Fuss durch die Wirkung des Wassers angenagt wurde. Der Sandmantel geriet dadurch an diesen Stellen früher ins Abrutschen als auf den andern Seiten und die Kegel begannen hier in verstärkter Masse zurückzuschmelzen. Dadurch nahm der ursprüngliche Kegel eine pyramiden-ähnliche Gestalt an.

Auf vielen Gletschern lässt sich ferner noch ein anderer Vorgang beobachten, der bisweilen zur Bildung von Sandkegeln führt. Wenn ein Gletscher über eine Gefällsstufe hinunterfließt oder durch die Talform zu einer Biegung gezwungen wird, so entstehen an seiner Oberfläche Spalten. Befindet sich an dieser Stelle eine schuttreiche



Fig. 6. Schmelzwasserschluft auf dem Wintergletscher, ca. 1 m breit und 2,5 tief. Das Material in der vordern Nische besteht aus fein geschlemmtem Sand, dessen Oberfläche durch Frost- und Trocknungsvorgänge in polygonal begrenzte Stücke aufgeteilt ist. Die hintere Schuttmasse enthält noch reichlich gröberes Material. Sie wurde nachträglich von einem kleineren Gerinne in die Schlucht geschwemmt. (Aufnahme 16. Oktober 1949).

Oberflächenmoräne, so stürzt bei der Bildung der Spalten ein grosser Teil derselben auf ihren Grund, während sie sich auf den Kämme dazwischen zu halten vermag. Unterhalb der Steilstufe oder der Talbiegung wo die Spalten wieder verschwinden, lösen sich die trennenden Schuttkämme in einzelne Hügel auf, die noch einige Zeit bestehen bleiben, ehe sie auf die oben geschilderte Art ebenfalls verschwinden. Diese Bildungsart lässt sich mehr oder weniger deutlich auf fast allen grösseren Talgletschern verfolgen.

Ueber die « Lebensdauer » der Sandkegel finden sich Angaben in der Literatur nur äusserst spärlich. EVERS (Lit. 1) bemerkt, dass es sich um Jahresformen handle, die in einem Sommer entstehen und vergehen. Für die meisten Kegel kleinerer und mittlerer Grösse trifft dies in unserer Breite jedenfalls zu. Dagegen vermögen grössere,

die eine genügende Sandüberdeckung haben, oft 2 oder sogar 3 Sommer zu überdauern. Dass die ursprünglichen Kegel in dieser Zeit jedoch ihre Gestalt verändern oder sogar durch Sekundärkegel ersetzt werden, wie dies oben geschildert wurde, liegt auf der Hand. So konnte beispielsweise der Standort eines voll entwickelten, ca. 1,5 m hohen Kegels auf dem Kehlenalpgletscher nach genau 3 Monaten (Mitte Juli bis Mitte Oktober) nur noch dank eines benachbarten grossen Felsblockes wie-

dergefunden werden. Die Stelle selbst, wo der Kegel gestanden hatte, war gekennzeichnet durch eine sandbedeckte Partie der Gletscheroberfläche von ca. 3 mal 5 m, die sich kaum noch 30 cm über die Umgebung erhob. Die in Fig. 5 dargestellte Gruppe von kleinen, zentrisch angeordneten Sekundärkegelchen, aufgenommen am 16. Oktober 1949 auf dem



Fig. 7. Der in Fig. 4 abgebildete Sandkegel 11 Monate später (15. Sept. 1950). Die blanken Ausschmelznischen sind an einigen Spitzen deutlich sichtbar

Wintergletscher, markiert die Stelle, an der 3 Monate früher ein einzelner, ca. 1,5 m hoher Kegel stand. Der in Fig. 4 wiedergegebene Sandkegel besass hingegen zu Beginn des Sommers 1949 schon dieselbe Höhe gegenüber der umgebenden Gletscherfläche, nur zeigte er noch keine Nebenspitzen. Im Verhältnis zu seiner Umgebung hatte er somit in den Sommermonaten 1949 an relativer Höhe überhaupt nichts eingebüsst, obwohl dieser Sommer in meteorologischer Hinsicht auch für das zentrale und nördliche Alpengebiet als überdurchschnittlich warm und niederschlagsarm bezeichnet werden kann<sup>3)</sup>. Ein Jahr später, im September 1950 sah der Kegel wesentlich anders aus. Während er im Oktober 1949 dem Stadium I (von Fig. 3) entsprach, so war er im Herbst 1950 nun deutlich in das Stadium II getreten (Fig. 7). Die zentrale

<sup>3)</sup> Vergl. Mitteilung der Schweiz. Meteorolog. Zentralanstalt: Das Wetter im Jahre 1949, in Neue Zürcher Zeitung von 29. Jan. 1950, Nr. 200.

Hauptspitze von 2,5 m Höhe ist verschwunden und an ihre Stelle eine Gruppe von 6 bis 8 Spitzen getreten, von denen die beiden grössten noch knapp 1,5 m hoch sind. Gleichzeitig ist die Grundfläche des ganzen Gebildes beträchtlich grösser geworden. Da die oberflächliche Abschmelzung für das Jahr 1950 nun bald zu ende ist, so dürfte er auch das Jahr 1951 noch zu einem guten Teil überdauern. Damit wurde gezeigt, dass auch in den Alpen einzelne Kegel 2 oder mehr Jahre zu überdauern vermögen, wie dies oben postuliert wurde.

Zusammenfassend möchten wir festhalten, dass die unmittelbare Bildung und der Zerfall der Sandkegel prinzipiell immer dieselben sind. Die einzelnen Phasen sind in der Natur zwar stärker ineinander verschoben, als es hier geschildert wurde. Aufbauende und abtragende Elemente sind von Anfang an gleichzeitig am Werk, nur in ungleichem Masse. Die Vorbedingungen aber, die Anlass geben zur Bildung der Kegel können jedoch verschiedenartig sein und in jedem Fall bleibt zu untersuchen, ob daran ursprünglich Gletscherbewegung, Moräne, Zusammensetzung des Gletschers, fliessendes Wasser oder die Orographie der Umgebung der bestimmende Faktor gewesen ist.

### Zitierte Literatur

1. EVERS, W. : Gletscherkundliche Beobachtungen auf dem Austerdalsbrae (Süd-norwegen). Zeitschr. f. Gletscherkde. Bd. XXIII, 1935.
  2. HEIM, Arn. : Einige Beobachtungen über Eis und Schnee auf Novaya Semlya. Zeitschr. f. Gletscherkde. Bd. XXVI, 1938.
  3. KRASSER, L. : Ueber die Entstehung der « Sandkegel » abschmelzender Gletscher. Zeitschr. f. Gletscherkde. Bd. XXVI, 1938.
  4. KLEBELSBERG, R. v. : Handbuch der Gletscherkunde und Glazialgeologie. 1. Bd. Wien 1948.
  5. OETTING, W. : Beobachtungen am Rande des Hofsjokull in Zentralisland. Zeitschr. f. Gletscherkde. Bd. XVIII, 1930
  6. SPETHMANN, H. : Schneeschmelzkegel auf Island. Zeitschr. f. Gletscherkde. Bd. I, 1908.
  7. THORODDSEN, Th. : Island, Grundriss der Geographie und Geologie. Pet. M. Erg. H. 153, 1906.
-