

Geowiss. Mitt.11  
1976, 117 - 129

VERMESSUNGEN ALS GRUNDLAGE GEOPHYSIKALISCHER AUFGABEN

von

E. K. Hauswirth

(Vortrag gehalten am 28. April 1976  
im Rahmen des Kolloquiums der Assistenten  
der Studienrichtung Vermessungswesen)

Dipl.-Ing.Dr.techn.E.K.Hauswirth, Universitätsassistent  
am Institut für Geophysik, Technische Universität,  
1040 Wien, Gußhausstraße 27-29

#### ZUSAMMENFASSUNG

Das Institut für Geophysik der Technischen Universität Wien (Vorstand: o. Prof. Dr. A. E. Scheidegger) befaßt sich seit mehreren Jahren mit der Untersuchung instabiler Geländeformationen im österreichischen Bundesgebiet. Die Bedeutung der geodätischen Methoden in der geophysikalischen Forschung wird an zwei verschiedenen Beispielen gezeigt. Weiters wird auch auf die Wichtigkeit der Bodenbewegungen und geophysikalisch-geodätischer Messungen für Betrachtungen im Rahmen des Bodenwesens hingewiesen.

## EINLEITUNG

Seit dem Jahre 1971 besteht an der Technischen Universität Wien das Institut für Geophysik, das im Verband der geodätischen Institute integriert ist. Diese Konstellation scheint ziemlich einmalig zu sein, ebenso wie die Wiener Spezialität der Zugehörigkeit der Geodäsie zur naturwissenschaftlichen Fakultät.

Der Vorstand des Institutes, Herr Prof. Dr. Scheidegger, stellt bereits in der Einleitung zu seinem erst kürzlich erschienenen Buch "Foundations of Geophysics" fest: "Die Geodäsie kann, wie auch die Geographie und Geologie nicht als Teil der Geophysik angesehen werden. Sie steht aber wie die beiden anderen Wissenschaften in gewisser Beziehung an ihrem Anfang. Die Geographie gibt die grundlegende Beschreibung des Körpers, mit dem es der Geophysiker zu tun hat. Die Geologie gibt wichtige Beobachtungsergebnisse über die oberen Erdschichten bekannt. Die Geodäsie schließlich liefert die Größe und Gestalt der Erde und befaßt sich - wie auch die Geophysik - mit Fragen der Gravitation."

Er räumt mit dieser Aussage der Geodäsie ganz allgemein bereits eine wichtige partnerschaftliche Stellung im Bereich der beiden Wissenschaften ein. Im speziellen werden von ihm bei den meisten der durchgeführten geophysikalischen Untersuchungen auch vermessungstechnische Fragen gestellt und Vermessungen verschiedenster Art im Rahmen der behandelten geophysikalischen Aufgaben verwendet.

Aber nicht nur im Bereich der Forschung findet eine Beziehung zwischen Geophysik und Geodäsie ihren Niederschlag. Auch im ZIVILTECHNIKERGESETZ (1957) ist eine Begründung für eine Zusammengehörigkeit gegeben. Im § 5 dieses Gesetzes wird Inhalt und Umfang der Befugnis eines Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen geregelt. Darin wird neben den hinlänglich bekannten Gebieten und neben der Bodenforschung, der Bodenaufschließung und der Mitwirkung an der Landesplanung auch die Geophysik als - zum Umfang einer Befugnis eines Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen gehörig - genannt. Damit wird aber neben der Sinnhaftigkeit auch die

Notwendigkeit für eine entsprechende geophysikalische Ausbildung der Geodäsiestudenten und daher das Bestehen eines entsprechenden Institutes vom Gesetzgeber festgehalten.

Im vorliegenden Vortrag sollten nun nicht allgemeine Untersuchungen darüber angestellt werden, inwieweit die Geodäsie, in welchem Umfang und für welche Teilbereiche der Geophysik, von Bedeutung ist. Wollte man dies umfassend durchführen, könnte man möglicherweise bereits eine kleine Vorlesung damit gestalten. Es ist daher die Absicht an zwei ausgewählten Beispielen zu zeigen, daß einerseits das bloße Vorhandensein geodätischer Arbeiten, die eigentlich zu anderen Zwecken ausgeführt worden sind, bereits Hilfe für geomorphologische Beschreibung und geomechanische Deutung sein kann. Andererseits soll auch über ein Gebiet berichtet werden, in welchem exakte geodätische Vermessungen vorgenommen worden sind, die die primäre Grundlage für die geophysikalische Untersuchung darstellen. Dazu darf erwähnt werden, daß das Institut für Geophysik der Technischen Universität Wien im Rahmen des Internationalen Geodynamik Projektes (Vorsitzender des Nationalen Komitees: o. Prof. Dr. F. Steinhauser) seit einigen Jahren am Forschungsprogramm "Untersuchung der tektonischen Spannungen und des tektonischen Bewegungsfeldes im österreichischen Alpengebiet" arbeitet. In diesem Zusammenhang befaßt sich das Institut mit der Untersuchung der sichtbaren Spuren des Spannungsfeldes im Gestein, mit direkten Spannungsmessungen und mit gravimetrischen und geomechanischen Beobachtungen.

#### BODENBEWEGUNGEN

Darüber hinaus beschäftigt sich das Institut mit der Erforschung von Bodenbewegungen, worunter man alle Bewegungen des Gesteinsuntergrundes versteht (KRÖGER 1970). Unter diesen Bewegungen kennt man solche, die für den Menschen nur indirekt wahrnehmbar sind und großen Umfang und großen Tiefgang haben - das heißt, deren Bewegungsbahnen tief im anstehenden Gebirge liegen - und nennt diese Talzuschub. Die entsprechenden langsamen Bewegungen in Oberflächennähe werden meist als "oberflä-

chennahes Hakenwerfen" bezeichnet, sofern sie Festgestein betreffen, und als "Schuttwandern" wenn sie im Lockergestein vorkommen.

Bodenbewegungen mit einer Geschwindigkeit, die vom Menschen direkt wahrgenommen werden kann, erhalten von KRÖGER (1970) die Benennung Rutsch bzw. Bergsturz, Steinlawine oder Mure. Rutsche werden nach Größe und Tiefgang in Bergrutsche, Blockströme, und Erdströme sowie Erdrutsche eingeteilt. Bergrutsche erfassen vorwiegend Felsmassen, die anderen Arten vorwiegend Lockergestein. Ebenfalls im Festgestein spielt sich der Bergsturz ab, der sich häufig mit ungeheuren Geschwindigkeiten bis über 100 km/h bewegt. In der Bewegungsgeschwindigkeit lassen sich mit dem Bergsturz auch Steinlawinen und Muren vergleichen. Steinlawinen sind kleiner als Bergstürze und können sowohl von Festgesteinen als auch von Lockergesteinen ausgehen. Die Muren dagegen betreffen nur Lockergesteine. Außerdem ist ein hoher Wassergehalt des transportierten Materials Grundvoraussetzung eines Murganges, der bis zu 55 Gew.-% erreichen kann.

#### BISHER UNTERSUCHTE BODENBEWEGUNGSGEBIETE

Es ist nun gerade das Gebiet der Bodenbewegungen, welchem ein Hauptaugenmerk der Forschung des genannten Institutes zukommt, und in welchem naturgemäß geodätische Probleme aufgeworfen werden. Vornehmliche Aufgabe der Vermessung ist dabei die Erfassung und planliche Darstellung des zu beobachtenden Raumes sowie die Erkennung und Ausmessung der Bewegungen von signifikanten Punkten dieses Gebietes. Als Ergebnis erwartet man sich die räumliche Richtung und Größe der Bewegungswerte. So spannt sich denn die Arbeit des Geodäten in diesem Bereich der geophysikalischen Forschung von der Tachymetrie über die Photogrammetrie zur Triangulation-Trilateration. Besonders kommt dabei den Methoden von Deformationsmessungen Bedeutung zu. Eine Übersicht darüber bzw. eine Erläuterung der Problematik geodätischer Deformationsmessungen ist bereits von PELZER (1975) und PETERS (1975) gegeben worden.

Es darf in diesem Zusammenhang erwähnt werden, daß bereits einige Nullmessungen - das sind die erstmaligen Vermessungen der jeweiligen Punktfigurationen, die in diesem Zusammenhang auch gerne Bewegungsnetze genannt werden - vom Institut durchgeführt worden sind. Diese Arbeiten standen unter der geodätischen Leitung von Herrn Dr. Brunner. Sie wurden im Bereich des Lesach Riegels in Osttirol, auf einer Schutthalde im Hochköniggebiet und in der Nähe von Wörschach ausgeführt. Teilweise existieren dazu bereits Nachmessungen. Eine Nachmessung eines vom BAfEuV angelegten Bewegungsnetzes bei Hallstatt wurde ebenfalls von Dr. Brunner ausgeführt. Weitere Arbeiten zur Untersuchung instabiler Gelände wurden bei Irschen, bei Reith bei Kitzbühel und im Felbertal durchgeführt.

#### WEITERE GEBIETE MIT FESTGESTELLTEN INSTABILITÄTEN

Oft wäre es äußerst wünschenswert, könnte man - ähnlich wie bei Hallstatt - auf bereits früher durchgeführte Messungen zurückgreifen. Leider scheint jedoch diese vorhin erwähnte Nullmessung ein Einzelfall zu sein. Es ist daher besonders zu würdigen, daß die Problematik von den maßgeblichen Herren des BAfEuV aufgegriffen worden ist und aus der Erinnerung sehr interessante und wichtige Hinweise auf einmal als bewegt oder zumindest verändert festgestellte Punkte gegeben werden konnten. Diese Aussagen ergaben Hinweise für mögliche spätere Untersuchungen in den Gebieten Göblberg im Bereich der ÖK 47, auf Geboltskirchen-Kohlengrube im Bereich der ÖK 48, auf Grünbach (ÖK 75), Selzthal (ÖK 98), Lend (ÖK 124), Leoben (ÖK 132 und 133), Golmer Hang (ÖK 142), auf die Gebiete Kaunertal-Kaunerberg-Innerberg-Karlsspitze auf der ÖK 145, sowie Bad Gastein-Bad Hofgastein-Hüttschlag im Bereich der ÖK 155 und den Bereich von Judenburg-Gabelhofen-Fohnsdorf auf der ÖK 161, sowie Voitsberg-Jausner auf der ÖK 163. Diese Gebiete wurden nunmehr vom Institut in die nähere Wahl der Untersuchungen gezogen, wobei voraussichtlich die Probleme um Lend, Leoben, Kaunertal und Gabelhofen sowie Gastein - wo bereits genaue geologische Untersuchungen von Prof. Exner (Universität Wien) vorliegen - besonders interessant erscheinen. Den Herren vom

BAfEuV sei an dieser Stelle für ihr Entgegenkommen besonders gedankt. Da für eine sinnvolle Erforschung der Bewegungen von Bodenformationen ein repräsentativer Querschnitt durch das österreichische Gebiet erforderlich ist, kommen diesen oben angeführten Hinweisen besondere Bedeutung zu.

#### BODENWESEN

Wie aus der vorigen Übersicht erkannt werden kann, ist eine große Streuung der Erscheinung von Instabilitäten des Bodens gegeben. Ebenso gehen die Ursachen dieser Bewegungen auf verschiedene Gründe zurück. Neben den tektonischen Verschiebungen, Talzuschüben und sonstigen naturbedingten Bodenbewegungen werden auch Geländeverschiebungen durch menschliche Eingriffe, wie z. B. durch Bergwerke u. ä. hervorgerufen. Alle diese Bewegungen sind von vielfältigem Interesse. Insbesondere sind solche Instabilitäten für das Bodenwesen von großer Bedeutung.

Mit Bodenwesen möchte ich jenen interdisziplinären Bereich zwischen Geodäsie, Geophysik und Raumordnung definieren, der sich mit der Verwertbarkeit von Grund und Boden im einzelnen und im Sinne einer örtlichen Raumplanung beschäftigt. Dabei werden den Untersuchungen technisch-rechtliche Aspekte sowie Ergebnisse aus Bodenschätzungen und Standortbestimmungen zugrunde gelegt. Sofern erforderlich werden geodätisch-geophysikalische Messungen durchgeführt. Es ist nämlich auch Aufgabe des Bodenwesens, zur Beurteilung von relevanten Gefährdungsbereichen ein besonderes Augenmerk auf Instabilitäten und mögliche und tatsächliche Bodenbewegungen eines Gebietes und seiner Umgebung zu legen. In diesem Sinne sollen auch die anfänglich angekündigten nun folgenden zwei Beispiele verstanden werden.

#### DAS RUTSCHUNGSGEBIET IM FELBERTAL

Im Jahre 1974 wurden im Bereich des Felbertales in einem Rutschungsgebiet Untersuchungen zur Ermittlung der Geomechanik der dortigen Massen-

bewegungen angestellt. Dazu bediente man sich der Methoden der Hammer-schlagseismik, der Klufitmessung sowie der Tachymetrie und stellte auch klimatologische Beobachtungen an. Für die Erkennung der Entwicklung der deutlich wahrnehmbaren Störung, die auch im Jahre 1965 zu einer Plaikenbildung nach einem Erdrutsch geführt hatte, konnten terrestrisch photogrammetrische Aufnahmen bzw. Luftaufnahmen des BAFeuV vorteilhaft Verwendung finden. Die Bilder selbst, sowie eine genauere Beschreibung der Untersuchungen können CARNIEL et. al. (1975) entnommen werden. Bei dieser speziellen Untersuchung darf auf die besondere Bedeutung der geodätischen Produkte für die geomorphologische Betrachtungsweise aufmerksam gemacht werden.

Darüber hinaus ist aber auch auf die wirtschaftliche Bedeutung von Instabilitäten und Erdrutschen für das betroffene Gebiet hinzuweisen. Wie dort durch Luftbilder und Berichten von Ansässigen festgestellt worden ist, gab ein relativ geringfügiges Rutschereignis Anlaß zur Neuanlegung eines über 500 Höhenmeter sich erstreckenden Fahrweges, sowie zur Abtragung von Hütten, die mehrere Meter weit versetzt worden waren.

#### DIE GROSSHANGBEWEGUNG PLASSEN BEI HALLSTATT

Anders sind die Situation und die angewandten Untersuchungsmethoden bei den Erscheinungen rund um den Hallstätter Salzberg. In diesem offensichtlich teils durch tektonische teils durch bergbau-technische Einflüsse instabilen Gebiet wurden in erster Linie geodätische Deformationsmessungen durchgeführt. Diese wurden auf Anregung von Dr. G. Schäffer (Geologische Bundesanstalt Wien |GBA| ) als Nachmessungen zu einer Nullmessung aus dem Jahre 1954 des BAFeuV ausgeführt. Die Nachmessungen wurden vom Institut für Geophysik im Jahre 1975 allein und in den Jahren 1973 und 1974 unter Mithilfe der GBA vorgenommen. Eine Beschreibung der Situation ist der Publikation HAUSWIRTH, SCHEIDEGGER (1976) zu entnehmen. Die technische Beschreibung der Vermessungen ist im OPERAT 0/126 sowie in HAUSWIRTH (1976) und BRUNNER, HAUSWIRTH (1976) gegeben, worin auch ausführlich über die Auswertung und über die Theorie zur Bestimmung von Bewegungsvektoren berichtet ist. Einen Überblick über die vertikalen sowie horizontalen Bewegungen geben die Abbildungen 1 und 2.

Zusätzlich wurden 1975 auch Klufitmessungen ausgeführt, welche als Ausdruck des Spannungsfeldes ausgewertet und mit den oberflächengeomorphologischen Erscheinungen verglichen wurden. Die Resultate aller Messungen kann man geomechanisch wie folgt deuten. Der gesamte "Salzberg" vom Plassenstein (PL) bis Rudolfsturm (RT) fließt plastisch in ESE-Richtung. Die umrahmenden Felswände der Hohen Sieg (HS), des Großen Kreuzbergs (GK) und Riegels mit dem Rudolfsturm fungieren als Widerlager; in deren Nachbarschaft ist das Material in einem passiven Rankine'schen Fließzustand. In der Mitte des Salzberges ist das Fließen aktiv; die kleinste Druckspannung ist parallel zur Bewegung. An der Oberfläche liegt die größte Druckspannung horizontal im rechten Winkel dazu, untertags entspricht sie dem Überlagerungsdruck.

Durch diese Fließerscheinungen wird bewirkt, daß einige am Obersalzberg errichteten Gebäude nicht mehr in nutzbringender Verwendung stehen können. Die Häuser dienten früher den Bergleuten als Unterkunft. Heute werden von der Bergbauverwaltung nur wenige benötigt. Daher ist ein Teil jener Gebäude, die am Berg unterhalb des Kaiser Josef Stollens (KJ) und des Maria Theresien Stollens (MT) liegen, als Ferienwohnungen vermietet und können so genutzt werden. Die übrigen, die bergauf Richtung Punkt Grubenbefahrung (GB) liegen, weisen deutliche Risse auf, die auch auf die erkannten Bewegungen hindeuten. Diese Bauwerke können nicht wie die übrigen genutzt werden, was einmal mehr den wirtschaftlichen Schädigungseffekt auftretender Bodeninstabilitäten zeigt.

Deutliche Schäden treten auch alljährlich an einem auf den Salzberg führenden Forstweg auf. Sie sind besonders groß am Fuße des Roten Kögel (RK). Dieses ist ein Kalkblock, der wie ein Zahn im umgebenden Haselgebirge zu stecken scheint. Er scheint abgetrennt vom Rücken, der vom Plassen über den Lahngangkogel (LK) und die Punkte A und B herabreicht.

Bereits nach der ersten Nachmessung konnte auch eine besonders große Veränderung dieses Punktes nachgewiesen werden. Durch die darauffolgenden Messungen konnte auch meine ursprüngliche Vermutung, daß sich dieser Kalkstock beschleunigt bewegt, nachgewiesen werden. Dies ist deut-

lich aus dem Vektorenweg (Abb. 2) zu ersehen. In den Jahren 1954 - 1973 wurde eine SE gerichtete Bewegung von 4,23 m in horizontaler Richtung nachgewiesen. Dem entspricht eine durchschnittliche Bewegung von 22,3 cm. Gesenkt hat sich der Punkt in der gleichen Zeit um 1,58 m also 8,3 cm im Jahr. In der Zeitspanne eines Jahres zwischen 1973 und 1974 bewegte sich der Meßpunkt bereits um 34,9 cm in horizontaler und 16 cm in vertikaler Richtung und innerhalb eines weiteren Jahres erhöhten sich die Bewegungsraten auf 56,85 cm bzw. 22 cm.

Weiters kann nun vermutet werden, daß sich die Spitze dieses Kögels vom Berg weg - allerdings nicht unbedingt in die Richtung maximaler Verschiebung dreht. Aussagen darüber sollen Neigungsmessungen, die angestellt werden sollen, geben. Weiters wird noch zu überlegen sein, ob ein Versuch, Massenbestimmungen dieses Kalkstockes vorzunehmen, unternommen werden soll. Diese sollten für eventuelle Vorausberechnung der weiteren Bewegungen des Roten Kögels dienen.

Sollte nämlich demzufolge Gefahr für ein Umstürzen des Kalkblockes gegeben sein, so wäre es nicht von unbeträchtlicher Bedeutung, den ungefähren Zeitpunkt eines solchen Ereignisses zu wissen und entsprechende Schutzmaßnahmen zu setzen. Es gälte nämlich nicht nur Gefahren vorzubeugen, die im obertätigen Bereich liegen, sondern auch solchen, die durch eine größere Massenverlagerung dem Bergwerk drohen, mit Schutzmaßnahmen entgegenzutreten.

#### ABSCHLUSS UND AUSBLICK

Mit den vorliegenden Ausführungen hoffe ich an Hand der geschilderten Situationen gezeigt zu haben, wie wichtig die enge Zusammenarbeit der verschiedenen Zweige der Geowissenschaften und insbesondere zwischen Geodäsie und Geophysik ist. Vor allem möchte ich dem Wunsche Ausdruck verleihen, daß Untersuchungen, wie die hier angedeuteten, späterhin wertvolle Hilfe für das Erkennen latenter Gefahren sein mögen. Dadurch sollten auch Fehlplanungen vermieden werden, die Gefahren für Vermögen und Gesundheit der Bevölkerung darstellen.

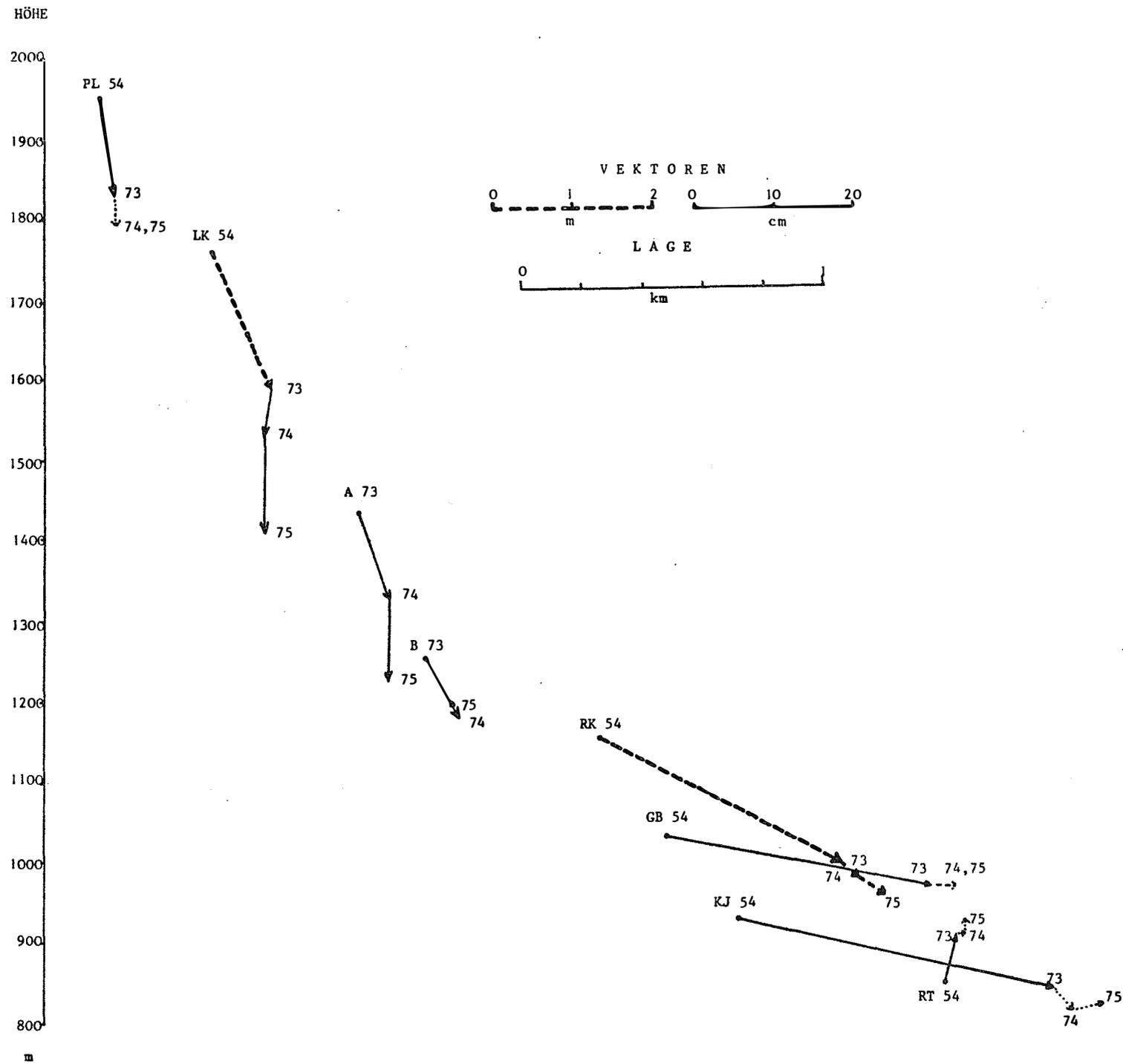


Abb. 1: Die Veränderungen der Höhen 1954 - 1975

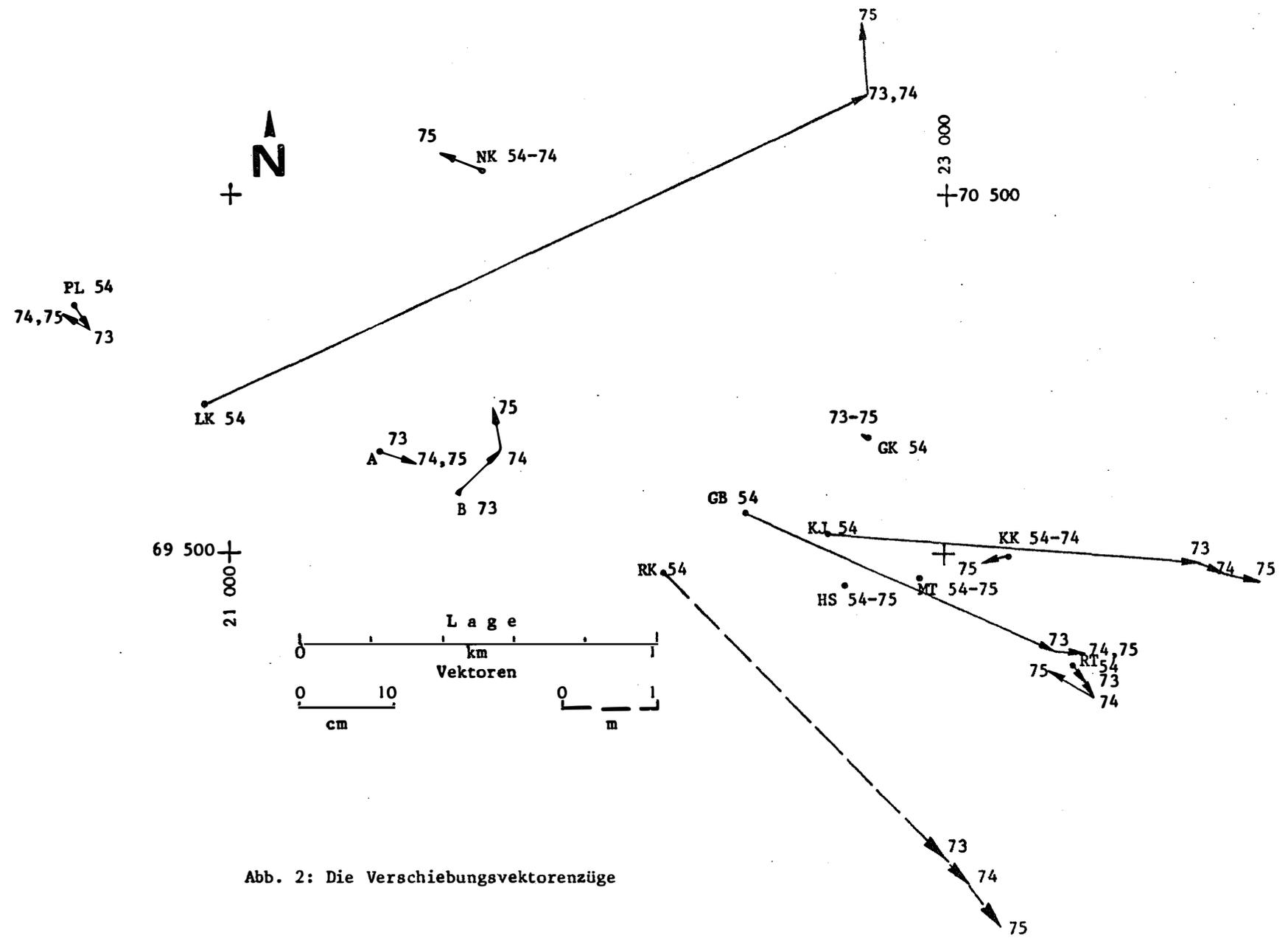


Abb. 2: Die Verschiebungsvektorenzüge

LITERATUR

- BRUNNER, F. K., HAUSWIRTH, E. K. (1976): Geodätische Untersuchungen einer rezenten Großhangbewegung bei Hallstatt/O.-ö., ÖZfV in Druck.
- CARNIEL, P., HAUSWIRTH, E. K., ROCH, K. H., SCHEIDEGGER, A. E. (1975): Geomechanische Untersuchungen in einem Rutschungsgebiet im Felbertal in Österreich. Verh. Geol. Bundesanstalt 1975/4, S. 305-330.
- HAUSWIRTH, E. K. (1976): Die Auswertung der Höhenmessungen im Bereich der Großhangbewegung Plassen bei Hallstatt O.-ö. Epochen 1954, 1973 - 1975. IGP Rapport 2/1976 unveröffentlicht.
- HAUSWIRTH, E. K., SCHEIDEGGER, A. E. (1976): Geomechanische Untersuchungen der Großhangbewegung Hallstatt-Plassen (Österreich). Rivista Italiana di Geofisica, Bd. III (1976), Heft 1/2, S.85-90.
- KRÖGER, I. (1970): Über die Ursachen und den Ablauf von Bergrutschungen und anderen natürlichen Bodenbewegungen im bayerisch-österreichischen Alpenrand. Diss. TU München 1970, 169 S.
- OPERAT O/126: Legende zu Triangulierungsoperat Hallstatt 1954; Archiv der Triangulierungsabt. des BAFEuV.
- ÖK: Österreichische Karte 1:50.000. Hrsg. von BAFEuV, Gruppe Landesaufnahme Wien.
- PELZER, H. (1975): Zur Problematik geodätischer Deformationsmessungen. Vortrag gehalten am 15. 12. 1975 an der TU Wien.
- PETERS, K. (1975): Problematik von Krustenbewegungsmessungen. Vortrag gehalten am 9. 12. 1975 an der TU Wien.
- ZIVILTECHNIKERGESETZ (1957): 146. Bundesgesetz vom 18. Juni 1957 über die staatlich befugten und beeideten Architekten, Ingenieurkonsulenten und Zivilingenieure (Ziviltechnikergesetz). Ausgegeben am 8. Juli 1957, Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, Jg. 1957, 43. Stück, S. 833-844.