

**MITTEILUNGEN
DER FORSTLICHEN BUNDES-VERSUCHSANSTALT
WIEN**

(früher „Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs“)

125. Heft

1978

**BEITRÄGE ZUR WILDBACHEROSIONS- UND LAWINENFORSCHUNG
CONTRIBUTIONS TO RESEARCH ON TORRENT EROSION AND
AVALANCHES
ESSAIS SUR LA RECHERCHE D'ÉROSION TORRENTIELLE
ET DES AVALANCHES**

Fachgruppe S1.04-00 Wildbäche, Schnee und Lawinen
Subject Group S1.04-00 Torrents, Snow and Avalanches
Groupe sectoriel S1.04-00 Torrents, Neige et Avalanches

**IUFRO
XVI CONGRESS**

**Herausgegeben
von der
Forstlichen Bundesversuchsanstalt in Wien**

Copyright by
Forstliche Bundesversuchsanstalt
A - 1131 Wien

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet

Printed in Austria

ISBN 3 7040 0628-9

Herstellung und Druck

Forstliche Bundesversuchsanstalt
A - 1131 Wien



Albert W E B E R - 80 Jahre

A l b e r t W E B E R - 80 J a h r e

Am 20. November 1977 vollendet Honorar-Professor und Ministerialrat i.R., Dipl.Ing. Albert W E B E R sein 80. Lebensjahr. Er war der erste Leiter der IUFRO-Arbeitsgruppe für Wildbach- und Lawinenverbauung, die beim XIII. IUFRO-Kongreß in Wien im Jahre 1961 neu geschaffen wurde. Grund genug also, dem Jubilar an dieser Stelle die besten Wünsche zum Ausdruck zu bringen.

Professor WEBER war stets der Praxis, Forschung und Lehre gleichermaßen zugetan. Die stolzen Ergebnisse seiner unermüdlichen Tätigkeit zeigen sich sowohl in den unter seiner Leitung im Ennstal und Salzkammergut ausgeführten Verbauungen (Lettenbach, Ödensee Traun, Hallstätter Lawinen), als auch durch das später in die Praxis getragene Wissen, - - sei es in seiner Eigenschaft als verantwortlicher Abteilungsleiter des gesamten österreichischen Wildbach- und Lawinenverbauungsdienstes (1951 bis 1962), sei es als Dozent und Professor an der Hochschule für Bodenkultur in Wien (1952, bzw. 1962 bis 1971). Sein Hauptaugenmerk galt dem Verbauungssystem an sich und der geomorphologischen Betrachtungsweise der Wildbach- Erosion. Spezielle Studien betrafen Flyschbäche, Wildbachsperrren, Geschiebeablagerungsplätze, Böschungssicherungen, sowie die internationale Abklärung der Fachsprache. Die Ergebnisse dieser Arbeiten schlugen sich in zahllosen Veröffentlichungen und Vorträgen nieder. Nicht zuletzt sei die Förderung und Unterstützung vieler Versuchs- und Forschungsarbeiten in der Praxis und an der Forstlichen Bundesversuchsanstalt dankend hervorgehoben. Die internationale Wertschätzung zeigte sich wohl am deutlichsten durch die Wahl zum Vicepräsidenten und später zum Ehrenpräsidenten der Arbeitsgruppe für Wildbach- und Lawinenverbauung in der Europäischen Forstkommission in der FAO.

Mögen dem Jubilar Gesundheit und Schaffenskraft noch lange erhalten bleiben!

A l b e r t W E B E R - 80th Anniversary

Hon. Professor and Ministerialrat i.R., Dipl.Ing. Albert WEBER celebrates his 80th anniversary on November 20, 1977. He was the first head of the IUFRO-Working Party for Torrent and Avalanche Control, which was founded at the 13th IUFRO-Congress in 1961 in Vienna. It is for this reason that the best wishes for this jubilee should be expressed here. Prof. Weber has all his lifetime been equally engaged in practice, research and teaching. The imposing results of his indefatigable activities are shown by the control constructions which were carried out under his direction in Ennstal and Salzkammergut (such as Lettenbach, Ödensee-Traun, Hallstatt-avalanches, Phyrn-torrent, etc) on one hand, and by his experience being used in practice on the other hand. He was the head of and in charge of the Department of Torrent and Avalanche Control of Austria (1951 to 1962) and Dozent and Professor at the University of Agriculture in Vienna (1952, 1962 to 1971 resp.). His main interest covered the control systems as such, and the geomorphological observation methods of torrent erosion. Special studies concerned "Flysch"-torrents, torrent check dams, debris deposits, slope security measures, control measures by plantations as well as the clarifying of the specialized vocabulary on an international basis. The results of his work were published and lectured. His assistance and support rendered for experimental and research work in practice and at the "Forstl. Bundesversuchsanstalt" (Federal Forestry Research and Experimental Institute) should be gratefully acknowledged. His high esteem internationally is best reflected by his nomination to be Vice-President and later on Honorary President of the Working Party of Torrent and Avalanche Control in the European Forestry Commission within the FAO. At this anniversary we all wish Dipl.Ing. Weber many happy returns of the day!

Le 20 novembre, Albert W E B E R, ingénieur diplômé, professeur honoraire, conseiller ministériel en retraite, fête ses 80 ans. Il a été le premier Directeur du Groupe de travail de l'IUFRO sur les travaux de protection contre les torrents et les avalanches qui avait été crée de nouveau à Vienne lors du XIII^e Congrès de l'IUFRO en 1961. Et cela est une raison bien suffisante pour que nous présentions ici nos meilleurs voeux à l'octogénaire.

Albert WEBER s'est toujours partagé également entre la pratique, la recherche et l'enseignement. Les éclatants résultats de son infatigable activité se retrouvent aussi bien dans les travaux de protection exécutés sous ses ordres dans la Vallée de l'Enns et dans le Salzkammergut (Lettenbach, Ödensee Traun, Avalanches de Hallstatt, Pyhrnbach etc.) que dans les connaissances qu'il a ultérieurement mises en pratique - que ce soit en sa qualité de chef du département de l'ensemble du Service autrichien des travaux de protection contre les torrents et les avalanches (1951 jusqu'en 1962) ou en sa qualité de chargé de cours et de professeur à l'Université des sciences du sol de Vienne (Hochschule für Bodenkultur) (1952, 1962 à 1974). Il s'est tout particulièrement attaché au système proprement dit des travaux de protection et à l'observation du point de vue géomorphologique de l'érosion des torrents. Il a procédé à des études spéciales sur les ruisseaux de "flysch", les barrages des torrents, les lieux de dépôts des graviers, la fixation des talus, les constructions de protection "vivantes" ainsi que sur l'élucidation du jargon professionnel sur le plan international. Les résultats de ces travaux ont été exprimés dans maintes publications et conférences. Une place spéciale revient, avec gratitude, à l'encouragement et à l'aide de nombreux travaux de recherche et d'étude exécutés dans la pratique ou dans le cadre du "Forstliche Bundesversuchs-

anstalt" (Institut fédéral de recherches sylvicoles). La nomination d'Albert WEBER au poste de vice-président puis de président honoraire du Groupe de travail sur les travaux de protection contre les torrents et les avalanches de la Commission européenne sur les forêts de la F.A.O. a été la manifestation la plus éclatante de l'estime dont il jouit sur le plan international.

Puisse notre octogénaire conserver encore longtemps santé et force créatrice !

I N H A L T - C O N T E N T S - S O M M A I R E

	Seite/Page
Vorwort	11
Preface	12
Préface	13

Teil / Part / Partie I

Arbeitsgruppe / Working Group / Group de Travail

S1.04-01

Wildbacherosion und Wildbachverbauung

Torrent erosion and torrent control

Érosion torrentielle et correction des torrents

KRONFELLNER-KRAUS, G.: On estimation of bed load transport of torrents (Summary)	17
SWANSTON, D.N.: Erosion processes and control methods in North America (Summary)	19
STEFANOVIĆ, P. and RULA, B.: Research in erosion characteristics dependent on vegetation cover ...	21
MIDRIAK, R.: Die Intensität einiger morphogenetischer Prozesse in der Balaer Tatra / Westkarpaten	31
TAVSANOGLU, F.: Die Tragweite der Winderosion in der Türkei, ihre Bekämpfung an dem Beispiel von Karapinar bei Konya in Zentral-Anatolien	41
KRONFELLNER-KRAUS, G.: Bed load potential and control techniques in areas of "valley narrowing by mass creep". Geschiebepotential und Verbauungstechnik im Bereiche von Talzuschüben	57
MOSER, M.: Vorschlag zur Ausscheidung von Gefahren- zonen und Geschiebeherden in Hangbereichen, dar- gestellt am Talzuschub des Gradenbaches/Kärnten..	73
HOFFMANN, L.: Bogen und Übergangsbogen bei Wildbach- regulierungen	97

Teil / Part / Partie II
Arbeitsgruppe / Working Group / Group de Travail
S1.04-02

Schnee und Lawinen
Snow and Avalanches
Neige et Avalanches

LIED, K.: Fonnbu, the snow avalanche research station of the Norwegian Geotechnical Institute (Abstract)	105
IN DER GAND, H.R.: Wald als Lawinenschutz	113
AULITZKY, H.: State in the avalanche - zoning - - methods today	129
FIEBIGER, G.: The dynamics of regeneration of an ava- lanching miscellaneous forest in the spruce-fir- -beech-forest belt of the Northern Limestone Alps in Austria	145
LAATSCH, W.: Das statistische Ermitteln extremer Reich- weiten von Fließlawinen	153

Anhang / Annex / Appendice

1) Programm der Studienreise / Programme of the study tour / Programme de la voyage d'études	179
2) Mitglieder- und Interessentenverzeichnis / List of members and interested scientists / Liste des membres et des intéressés - S1.04-00	183

V O R W O R T

Das vorliegende Heft beinhaltet vor allem die bisher noch nicht publizierten Beiträge der IUFRO-Fachgruppe S1.04-00 für Wildbäche, Schnee und Lawinen für den XVI.IUFRO-Welt-Kongreß in Oslo im Juni 1976. Wie erinnerlich wurden die ersten vier Beiträge zu diesem Kongreß von ANDERSEN, BALCI und ÖZYUVACI, RAMSLI und SCHAFFHAUSER bereits zusammen mit den Beiträgen zur vorigen Arbeitssitzung, in Tarabya, Türkei im September 1975, gedruckt (Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien, Heft Nr.115/1976). Die sogenannten "Invited papers" für den XVI.IUFRO-Kongreß in Oslo, von KRONFELLNER-KRAUS und von SWANSTON, scheinen mit dem vollen Wortlaut in dem Referate-Band der IUFRO-Division I des XVI.IUFRO-Welt-Kongresses auf doch wurden die Zusammenfassungen dieser beiden Berichte der Vollständigkeit halber und zur Information hier ebenfalls aufgenommen. Darüber hinaus beinhaltet das vorliegende Heft noch zwei weitere Arbeiten (von LAATSCH und von MOSER), die im Laufe der Drucklegung im Jahre 1977 vorgelegt wurden und eine Vorbereitung für die nächste Arbeitssitzung darstellen.

Nach dem Kongreß in Oslo fand eine, speziell unser Fachgebiet betreffende Studienreise statt, die vom Leiter des "Department of River Maintenance" im "Norwegian Water and Electricity Board", Herrn Baard ANDERSEN organisiert worden war. Das Programm dieser Studienreise ist der Publikation abgeschlossen.

Namens der Fachgruppe S1.04-00 darf ich allen Autoren für Ihre Beiträge, den Organisatoren für die klaglose Durchführung der Arbeitssitzungen und für die interessante Führung während der Studienreise und der Direktion der Forstlichen Bundesversuchsanstalt für die Drucklegung dieses Heftes danken.

Gottfried KRONFELLNER-KRAUS

P R E F A C E

This booklet contains mainly those contributions of the IUFRO Subject Group S1.04.00 for Torrent, Snow and Avalanches which were prepared for the XVI IUFRO World Congress in Oslo in June 1976 and which have not yet been published. As you remember the first four contributions for this Congress by ANDERSEN, BALCI and ÖZYUVACI, RAMSLI and by SCHAFFHAUSER were published together with the contributions for the meeting in Tarabya, Turkey, in September 1975 (Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien, No. 115/1976). The two so-called "invited papers" for the XVI IUFRO World Congress in Oslo, by KRONFELLNER-KRAUS and by SWANSTON, were printed in the Proceedings of Division I at the XVI IUFRO World Congress, Ås - Norway. A summary of these papers is included once again in this booklet for additional information. The present booklet also contains two further contributions, by LAATSCH and by MOSER, which were presented during 1977.

After the Congress in Oslo a study tour took place which was related to our working area. This study tour was organized by the Chief of the "Department of River Maintenance" within the "Norwegian Water and Electricity Board", Mr. Baard ANDERSEN. The program of this study tour is also enclosed in this publication.

The Subject Group S1.04-00 would like to thank all authors for their contributions, all those who are engaged in organizing the meetings and in guiding the interesting study tour, and last but not least the Directory and Staff of the Federal Forest Research Station of Vienna for publishing this booklet.

Gottfried KRONFELLNER-KRAUS

P R É F A C E

La présente brochure est consacrée principalement aux contributions du Groupe sectoriel S1.04-00 de l'IUFRO Torrents, Neige et Avalanches qui n'ont pas encore été publiées et qui avaient été préparées à l'occasion du XVI^e Congrès mondial de l'IUFRO tenu à Oslo en juin 1976. Comme on s'en souviendra, les quatre premières contributions préparées pour ce congrès par ANDERSEN, BALCI et ÖZYUVACI, RAMSLI et SCHAFFHAUSER ont déjà été imprimées avec les contributions préparées pour la précédente séance de travail, qui avait eu lieu à Tarabya, en Turquie, au mois de septembre 1975 (Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt N° 115/1976). Les travaux dits "Invited Papers" rédigés à l'occasion du XVI^e Congrès de l'IUFRO à Oslo par KRONFELLNER-KRAUS et par SWANSTON sont publiés "in extenso" dans le tome "Exposés" de la Division I de l'IUFRO pour le XVI^e Congrès mondial de l'IUFRO. Mais, afin de garantir que rien n'aura été laissé de côté et également à titre d'information, nous avons décidé de reproduire ici aussi un résumé de ces deux rapports. La présente publication contient en outre deux autres travaux (de LAATSCH et de MOSER), qui ont été soumis lors de l'impression en 1977 et qui constitue un préliminaire à la prochaine session de travail.

Un voyage d'étude avait été organisé après le Congrès d'Oslo, qui concerne tout spécialement notre domaine. Ce voyage avait été organisé par le Directeur du "Department of River Maintenance" du "Norwegian Water and Electricity Board", M. Baard ANDERSEN. Nous avons inclus le programme de ce voyage d'étude dans notre publication.

Au nom du Groupe sectoriel S1.04-00, permettez-moi d'adresser mes remerciements aux auteurs pour leurs contributions, aux organisateurs pour le déroulement parfait des séances de travail et le programme si intéressant du

voyage d'étude et à la Direction de l'Institut fédéral de
recherches sylvicoles (Forstliche Bundesversuchsanstalt)
auquel nous devons l'impression du présent fascicule.

Gottfried KRONFELLNER-KRAUS

Teil / Part / Partie I

Arbeitsgruppe / Working Group / Groupe de Travail

S1.04-01

Wildbacherosion und Wildbachverbauung

Torrenterosion and torrent control

Érosion torrentielle et correction des torrents

ON ESTIMATION OF BED LOAD TRANSPORT OF TORRENTS

by

Gottfried Kronfellner-Kraus

Federal Forest Research Institute of Vienna

Austria

S U M M A R Y

In order to estimate the bedload discharge (yield and transport) of a torrent one must consider the potential of erosion in the whole watershed in regard to surface area and in connection with the watercourse. Fundamental principles, erosion rates and specific debris discharge are discussed and compared to great mass transports which have been observed in the field. There, a certain periodicity of even great mass transport becomes obvious. Considering the magnitudes of the different erosional processes, there is a certain relationship to the debris sources of a watershed. The various dimensions of erosion processes and randomness make above all prediction for torrents with ancient debris deposits comparatively difficult; whereas estimations of debris production in torrents delivering only recent detritus, are more or less reliable. In spite of all that, the drawing up of even rough balances of bedload seems necessary to meet eventualities and to prevent them.

EROSION PROCESSES AND CONTROL METHODS IN NORTH AMERICA

Douglas N. Swanston

Principal Geologist

Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station

Forestry Sciences Laboratory

Corvallis, Oregon 97331, USA

S U M M A R Y

Creep, slump-earthflows, debris avalanches and debris torrents are the major erosion processes operating on mountainous forest land and function as primary links in the natural transport of soil material to streams.

In deeply weathered, clay-rich mantle materials, creep movement may range as high as 15 mm per year. Where discrete failure occurs transport rates of material by slump-earthflow may increase by several orders of magnitude. On steep slopes characterized by shallow, coarse grained mantle materials and steep, incised drainages, debris avalanches and debris torrents transport large volumes of material to the stream at rates as high as 20 m per second.

Clearcutting and road construction accelerate these processes, the

former by destroying the stabilizing influence of vegetation cover and altering the hydrologic regime of the site, the latter by exposing bare mineral soil and by interrupting the balanced strength-stress relationships existing under natural conditions by cut and fill activities, poor construction of fills and alteration of surface and subsurface water movement.

Once unstable areas are identified and characterized, the forest land manager has several different techniques available to him for minimizing erosion damage. These include various types of stand manipulation ranging from no logging to clearcutting and replanting, selection of logging methods which can help to minimize surface disturbance and destruction of stabilizing vegetation, and a judicious location and design of forest roads.

RESEARCH IN EROSION CHARACTERISTICS DEPENDENT ON VEGETATION COVER

by

Predrag Stefanović, Forestry Engineer

Borka Rula, Forestry Engineer

Members of the "Jaroslav Černi" Institute
for Development of Water Resources

I N T R O D U C T I O N

The soil conservation problem in Timočka Krajina (east Serbia) has become increasingly acute in last few decades and increasingly great by the erosion and flood damage to national economy.

The most affected area in the region is that drained by the Trgoviški Timok, where pluvial erosion has made considerable progress. Large quantities of sediments moved by running water from eroded areas in this basin have deposited in the fertile Timok valley.

Such development resulted in poverty, backwardness and migration of population from this into the regions with better land.

The efforts employed to check erosion have yielded excellent results. This foremostly refers to biological works. Many areas which were the centres of erosion have been transformed into dense woods, while degraded fields and pastures were turned into good meadows and pastures.

In order to compile quantitative data on the erosion degree and the effects of biological works of soil conservation, an experimental station was established in the Žukovska Reka catchment area, a right tributary of the Trgoviški Timok.

T H E T A S K

As a research in water erosion, the task has been complex. To find out the quantitative indicators, first the inter-dependence of external and internal, both positive and negative factors affecting soil, had to be defined.

According to Benet⁽¹⁾, the controversies of natural phenomena, one of which is soil erosion, generally result from interventions in nature.

For this reason, in addition to scientific approach to such a natural element as erosion, a logical, realistic reasoning is called for in identifying the facts influencing the phenomenon and process of erosion.

Because, as it has been phrased by Sobolev⁽²⁾, some of them, where specific phenomenon is involved, are very active and start the erosion process, while others are negligible. However, the next phenomenon has the opposite consequences. Many researchers all over the world made their investigations, but no habitual methodology has been developed to study the intensity of erosion (Shamov, Podiakov, Herheulidze in U.S.S.R; Müller in Switzerland; Neal, Colman and Browning in the U.S.A; Biolchev in Bulgaria; Gavrilović in Yugoslavia; Gaspar in Rumania; and many others). The purpose of these investigations varied and their starting points were different, which sometimes made difficult the use and application to various geographical and ecological conditions.

Herheulidze⁽³⁾ is of the opinion that erosion processes are not independent, which partly elucidates the approach to an incomplete but advisable methodology of work, at least where essential elements of the erosion origin are concerned.

The present data from an investigation started in 1969 refer to susceptibility of soil to water erosion in the partially controlled areas. The observation parameters are the following:

Runoff and erosion coefficients for local slopes at various angles, base and vegetation cover relative to precipitations;

runoff and sedimentation regime in certain torrents (recorded for systematic observation of suspended load and water and sediment discharge).

Catchment area of the Žukovska Reka is a typical erosion basin in Timočka Krajina (see the drawing). The collected observation and measurement data, correctly statistically processed, give an illustration of the present development in the region and the efficiency of reclamation works in the catchment area.

MAIN GROUND CONDITIONS

The catchment area of the Žukovska Reka (Fig. 1) is a hilly and mountainous area with pronounced relief. The size of the area is $F = 104.84 \text{ km}^2$, river length $L = 20.0 \text{ km}$, and the area length $L_1 = 18.0 \text{ km}$. The perimeter of the area is $O = 51 \text{ km}$. Mean elevation above sea level is $H_{mn} = 681.3 \text{ m}$, mean slope $I_{mn} = 34.5 \%$. Average river gradient is $I_{mn} = 5.5 \%$. Coefficient of the catchment area shape according to Gavrilović is $A = 0.50$.

Geologic base upstream in the area is composed of gabbro, while limestone and crystalline schist build 50 % of the area. The soils are degraded brown forest soils, acid in various degrees and very poor in nutrients. Alluvial component of soils is richer in nutrients, but it is highly affected by water erosion.

Local climate has been analysed using the information available at the meteorological stations of Knjaževac and Niš, while the precipitation analysis is based on the data obtained at the third-grade meteorological station at Aldinac.

Climate index after Thorntthweit is the following:

$$\text{Knjaževac} \quad I_m = 1.3 C_2$$

$$\text{Niš} \quad I_m = 7.5 C_2$$

According to the climate indices the region is classified as subhumid to humid.

Mean annual precipitations and temperatures are the

following:

Aldinac	824 mm	10.8°C
Knjaževac	622 mm	10.5°C
Niš	616 mm	11.5°C

Maximum rainfalls in the region are in May and June, and the minimum ones in August.

Air temperatures are the highest in July and the lowest in January.

Vegetation in the region is a natural forest association (Quercion, Farnetto, Confertae Horv.) with the introduced conifers, foremostly *Pinus nigra*.

Soil utilization, as one of main denudation and destruction factors in the region, is the following:

forest, 0.8 coverage	882 ha	9 %
forest of sparsely closed stand (below 0.7)	1 849 ha	18 %
degraded forest	907 ha	9 %
meadows and pastures	3 402 ha	34 %
plough fields and other cultivated lands	2 939 ha	29 %
bare land	71 ha	1 %

An area of 1 088 hectares has been controlled by bench terraces on an area of more than 916 hectares.

These biological improvement works are extremely significant and beneficial for the following:

- decrease of erosion and rapid runoff;
- expansion and future use of these soils in general;
- and production of good coniferous trees in particular;
- mitigation and control of flood and deposition of barren sediments in plains;
- protection of population and property (roads, railways and other works);
- protection of environment which is increasingly jeopardized by erosion and flood.

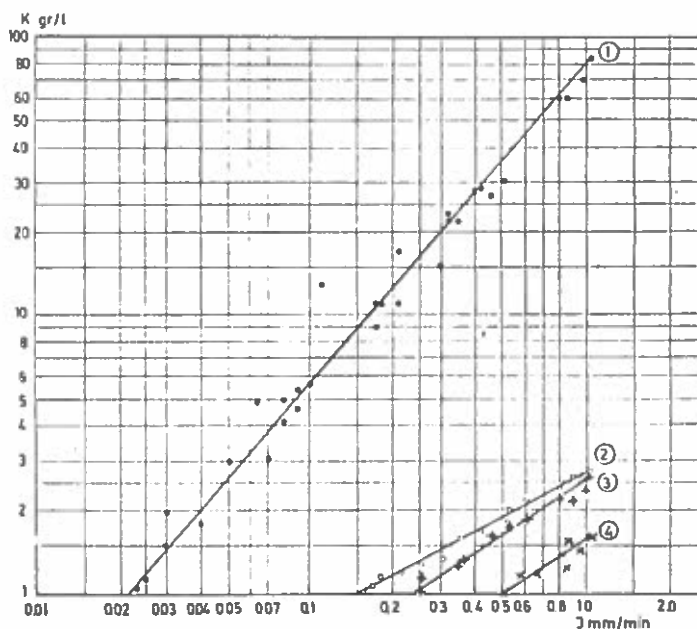
OBSERVATION AND MEASUREMENT RESULTS

3.1 Biological soil-conservation works are efficient in decreasing sediment production. Comparative investigation

was made in erosion-attacked plots and a picture was obtained of the erosion effects; typical precipitation of 1.01 mm/min mean intensity and depth of only 19.6 mm was analysed. The erosion plots differed considerably in the runoff coefficient, erosion in relation to the vegetation cover and land utilization, while other conditions were nearly equal (slope, base rock, size of test).

The results are the following:

	Slope (%)	Runoff coeffic.	Erosion (t/km ²)
1. Degraded meadow	37	0.08-0.09	18.1-126.2
2. Maize field	37	0.14-0.18	331.2-468.5
3. Forest	37	0.02	16.2
4. Pine trees on terraces	37	0.01	10.8



- ① • maize field ② ◦ forest of sparsely closed stand
 ③ + meadow ④ x pine trees on terraces

The graph below illustrates great influence of pine trees, meadows and forests on decrease of sediment concentration relative to rainfall intensity.

3.2 Observation and measurement results of hydrological-psamological regime in the Balinac and the Aldinac watercourses, the upper reaches of the Žukovska Reka, are given presently as a diagram of time of concentration for the observation period at the gauging stations of Žukovac and Gradište.

The difference in the erosion control in the compared catchment areas should be mentioned, as visibly manifested in the discharge of sediments through selected river profiles. Catchment area of the Balinačka Reka is unregulated and visibly attacked by erosion. Catchment area of the Aldinačka Reka is controlled to a considerable extent by dense pine woods planted in holes on bench terraces.

Quantities of transported material are estimated to:

the Balinac	6 580 ton per year
the Aldinac	3 040 ton per year

These quantities will be checked in future investigations, because this observation period was short for a reliable estimate of sediment production in nature.

S U M M A R Y

Soil conservation by biological improvement measures and works is very significant for a decrease of runoff and soil erosion and thereby also the flood control. Lately much has been done to find out the optimum method of water erosion control.

Soil has been conserved by an efficient decrease of water runoff and soil erosion, and its use increased by planting trees and using woods, grassland and meadows.

Perennial plants in forests, meadows and pastures decrease runoff which varies within 0.01 and 0.09 % per year and erosion within 10.8 and 126.2 t/km² in relation to denuded and degraded areas where the runoff coefficient is 0.14 to 0.18 and erosion 331.2 to 468.5 t/km²; in one word, it is 50 times higher.

Beneficial effect of perennial plants, especially forests, on general protection of the environment and human achievements is increasing in significance with the population growth and its greater demand of food and water.

R E F E R E N C E S :

1. Benet, H.H.: Elements of Soil Conservation -New York and London, 1955.
2. Sobolov, S.S.: Razvitie erozionykh processov(Progress of Erosional Processes) - Moskva, 1968.
3. Herheulidze, J.J.: Ovrazhnye i selevye vynosi (Gully and Torrent Sediments) - Moskva, 1970.
4. Gavrilović, S.: Inženjering o bujićnim tokovima i eroziji (Torrential Streams and Erosion Engineering) - Beograd, 1972.
5. Rula, B. and Stefanović P.: "Die spezifischen Einflüsse des biologischen Schutzes auf die Oberflächenerosion des Bodens" - Interpraevent (Villach), 1971.

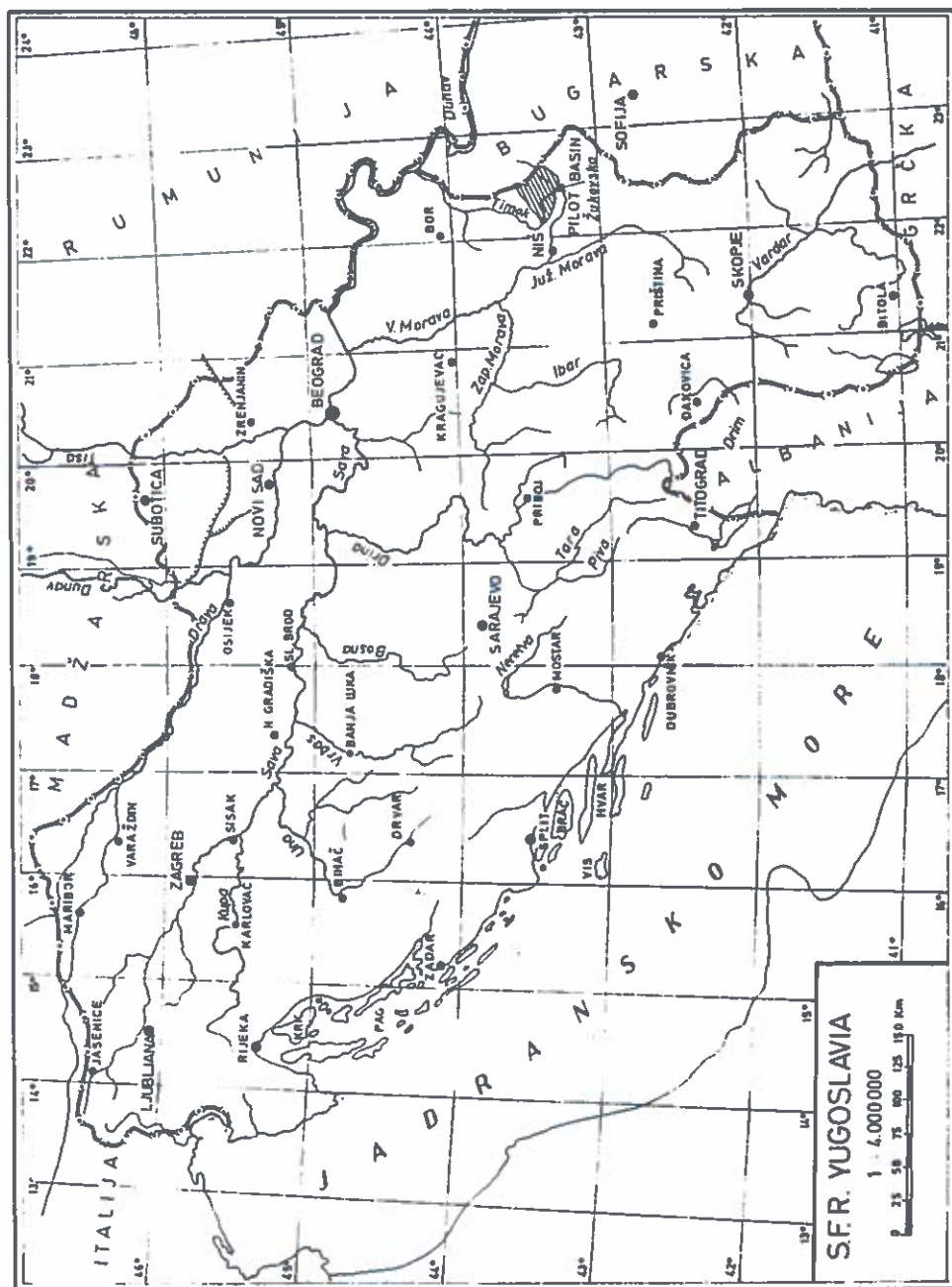


Fig. 1

TIME OF CONCENTRATION DIAGRAM FOR PERIOD 1970-1971

WATER-GAUGING STATIONS OF ŽUKOVAC
AND GRADIŠTE

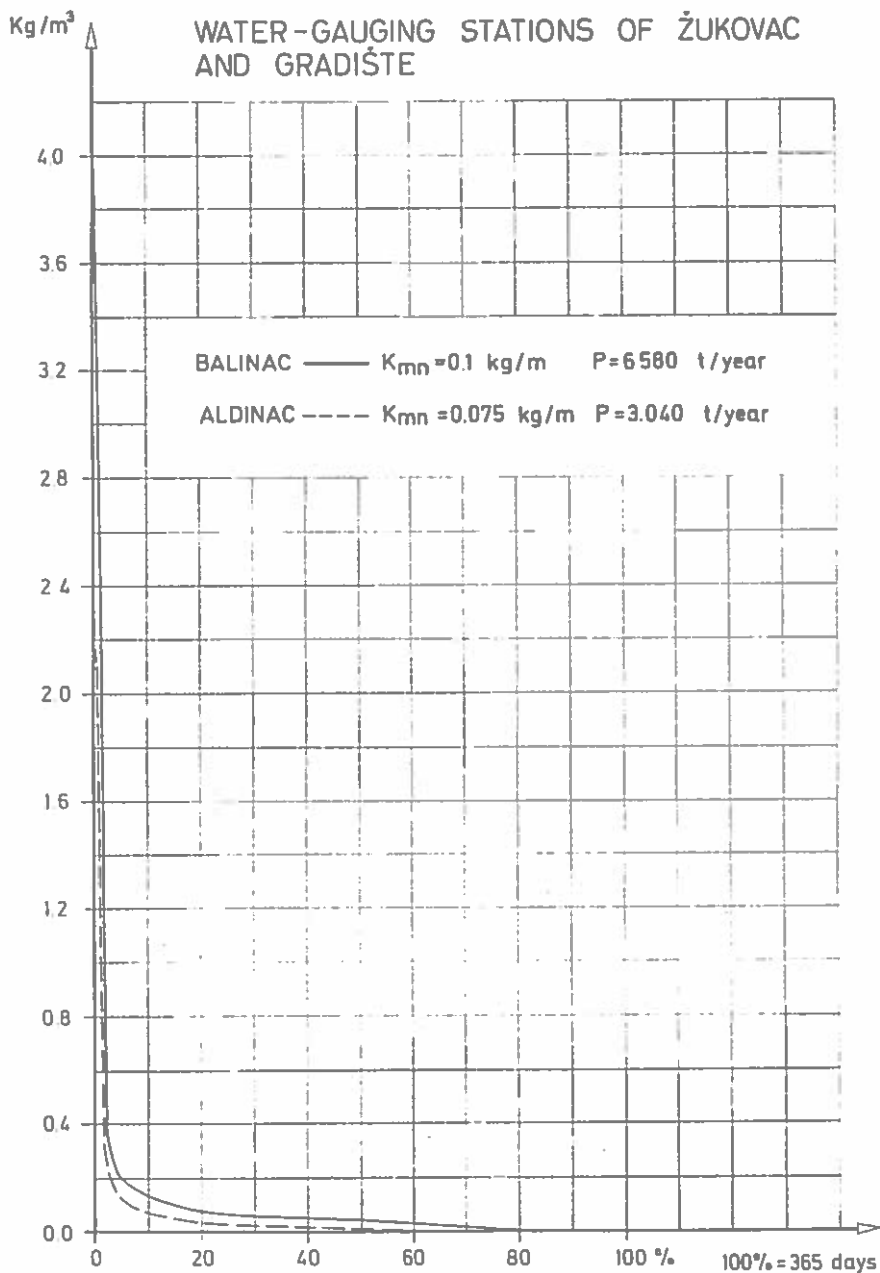


Fig. 2

DIE INTENSITÄT EINIGER
MORPHOGENETISCHER PROZESSE IN DER
BELAER TATRA/WESTKARPATEN

von

Rudolf M i d r i a k

Forschungsanstalt für Forstwirtschaft in Zvolen,

/Forschungsstation in Košice/

ČSSR

In diesem Beitrag werden einige Erkenntnisse über die morphogenetischen Prozesse interpretiert, die die Entwicklung der Hänge in den Hochgebirgslagen beeinflussen. Die Aufgaben wurden bei der Untersuchung der Bodendestruktion in der subalpinen und alpinen Stufe über der oberen Waldgrenze in der Belaer Tatra gewonnen, die einen Teil der Westkarpaten bildet.

Die Belaer Tatra, das höchste Karbonatgebirge in der Tschechoslowakei und ein Teil des kleinsten Hochgebirges /Tatra/in Europa, kann aus der Sicht der Beschädigung des Bodens durch Destruktion als ein typisches Beispiel nicht nur für das Gebiet der Tschechoslowakei, sondern auch im allgemeinen dienen. Dies ist dadurch gegeben, dass dort auf einer relativ kleinen Fläche /ihr Hochgebirgsgebiet umfasst nach J. Sekyra /1954/ über der 1450 m-Ischypse bloss $6,1 \text{ km}^2$ /, die verschiedensten Formen der Bodendestruktionserscheinungen vorkommen, insbesondere solche, die für die Gebiete der Erde mit dem Frostklima typisch sind.

Im wesentlichen können alle Formen der Bodendestruktion

über der oberen Waldgrenze als Resultante der Wirkung eines der Erosions-, Gravitations- /Hangbewegungen/ oder der kryogenen Prozesse betrachtet werden, am öftesten sind sie jedoch durch Kombination der Einwirkung mehrerer Erscheinungen entstanden /R.Midriak 1972a/.

Im zentralen Teil der Belaer Tatra sind nach der Auswertung mit Hilfe der universalen photogrammetrischen Methode in einem Massstab von 1:10 000 insgesamt 18,5 % der Fläche der subalpinen und alpinen Stufe, praktisch in einem Höhenbereich von 1500-2100 m ü. d. M., durch kartierbare Formen der Bodendestruktion unmittelbar betroffen. Nach einer detailmässigen Auswertung von drei Lokalitäten /in einer Seehöhe von 1650-2000 m/ nach der Methode der terrestrischen Photogrammetrie in grossen Massstäben von 1:200 bis zu 1:1000 /R.Midriak, J.Petráš 1970/ wird die untersuchte Fläche durch die Bodendestruktionserscheinungen durchschnittlich auf 29,4 % ihres Gesamtausmasses beeinflusst. Von den einzelnen Formen der Bodendestruktion überwiegt auf diesen Lokalitäten die Destruktion des Bodens durch Kombination der Wind- und Niederschlagserosionsprozesse /etwa auf 51 % der destruierten Fläche über der Destruktion des Bodens durch Hangbewegungen und kryogene Prozesse /zusammen etwa 49 % der Fläche/, an denen die Solifluktion den grössten Anteil hat. Auf den untersuchten Lokalitäten bildet die Beschädigung des Bodens durch Kombination der Winderosion, der Abspülung und Solifluktion bzw. des Bodenkriechens im allgemeinen die öfteste Form seiner Destruktion. Die Kombination dieser Formen der Bodendestruktion ist zusammen mit der Nivation für die ganze subalpine und alpine Stufe der Belaer Tatra typisch.

Bei der Beobachtung der Intensität der einzelnen morphogenetischen Prozesse über der oberen Waldgrenze in der Belaer Tatra wurden während der Forschungsarbeiten wenigstens grundlegende quantitative Orientationsangaben gewonnen. Diese betreffen solche Prozesse, wie z.B. den Abfall des Materials von den Felswänden, die oberflächliche Gravitationsverschiebung des Schottermaterials in den Schuttkegeln, Rinnen und Strömen, die absoluten Werte und die jährlichen Amplituden der vertikalen Bewegungen des Bodens unter dem Einfluss des Erfrierens und Auftauens bei den Frostwechseltagen /Regelation/, die Verschiebung der Feinerde unter dem Einfluss des Kammeises usw. Derartige Angaben waren bis jetzt von den Hochgebirgsgebieten der tschechoslowakischen Karpaten nicht bekannt und wurden grösstenteils nur aus der Literatur übernommen /C.Troll 1944, L.Starkel 1963, H.Berger 1964, P.W.Höllermann 1964, T.Gerlach 1964 u. a./

Von den Gravitationserscheinungen verdient in der Belaer Tatra z. B. das Herabstürzen der Felsen von den Wänden der Ladinischen Dolomiten im Gebiet des Hauptkammes die Aufmerksamkeit. Noch typischer ist dieser Erscheinung auf den S-SSW-Hängen der Belaer Kopa /1832 m ü. d. M./ in Seehöhen von 1700-1800 m.

Bei der flächenmässigen Umrechnung beträgt der Jährliche Abfall etwa $12-15 \text{ cm}^3$ der Felswand, was einem Rücktritt der Felswand um $0,012-0,015 \text{ mm/Jahr}$ entspricht. Dies stellt einen fast 10-fachen Wert des Abfalls dar, den M.Niemirowski /ex T.Gerlach 1964/, von den Wänden der Sandsteine von Magura im Gebiet der Babia hora /ebenfalls in den Westkarpaten/ festgestellt hat.

Die gesamte Zusammensetzung nach der Stärke als Durchschnitt aller Messungen des Abfalls von den Felswänden der Karbonatgesteine der Belaer Tatra ist die folgende:

Durchmesser in mm	bis zu 0,25	0,25-0,5	0,5-1	1-3	3-5
Gewichts- prozent	11,2	4,0	5,6	8,1	8,6
Durchmesser in mm	5-10	10-15	15-30	30-60	60 u. mehr
Gewichts- prozent	15,4	10,8	8,9	6,1	21,3.

Die Messungen der gravitationsmässigen Versetzung des kiesartigen Schuttmaterials erfolgten in Schuttkegeln, aber besonders bei den Kiesschuttmassen in Rinnen, grösstenteils unter den dolomitisch-kalksteinigen Felsgebilden. Wir haben festgestellt, dass es zu Bewegungen fast ausschliesslich nur an der Oberfläche kommt. In einer 5-7 m breiten und 0,75-1,5 m tiefen Erosionsrinne, die mit dolomitischem Kiesschuttmaterial von einem Durchmesser von 15-20 cm /mit einem Gesamtübergewicht von 3-5 cm starken Material/ ausgefüllt ist, wurde das Schuttmaterial bei einem Gefälle um 40-45° während eines Jahres frontal folgendermassen versetzt /Durchschnitt aus den Messungen des oberen, mittleren und unteren Drittels der Rinne/:

30 %	der Schuttmassen	wurden um eine Entfernung von	0 cm	versetzt
7 %	"	"	"	15-25 cm
13 %	"	"	"	25-40 cm
25 %	"	"	"	40-80 cm
8 %	"	"	"	80-110 cm
7 %	"	"	"	110-150 cm

2 %	der Schuttmassen	wurden um eine Entfernung von	150-180 cm
2 %	"	"	180-230 cm
1 %	"	"	230-250 cm
3 %	"	"	250-450 cm
2 %	"	"	4,5-21,0 m

versetzt /grössere Schuttsteine wurden noch vielfach mehr versetzt; dabei wurden grössere Bewegungen grösstenteils unter dem Einfluss des Begehens von Touristen, bzw. durch das Gamswild, nur selten durch andere Faktoren hervorgerufen/.

Auf dem Hang mit einem relativ kleineren Gefälle /bis zu 35°/ und einem Übergewicht von groben und sehr groben Kies /vorwiegend mit einem Durchmesser von 5-10 cm/ sind während eines Jahres nur 18 % Material auf der Stelle geblieben, wobei etwa 22 % der Oberflächenschuttmassen um 5-30 cm, 46 % um 30-100 cm, 8 % um 100-180 cm, 3 % um 180-250 cm und 3 % um eine Entfernung von 2,5-7 m und auch mehr versetzt wurden.

Die grössten vertikalen Bewegungen des Bodens wurden von den Herbst- bis zu den Frühjahrsmonaten, also in der Zeit der Frostwechseltage verzeichnet, wo unter dem Einfluss des Bodeneises die Oberflächenschichten des Bodens, vor allem in Tiefen von 0-5 cm, bis in eine Höhe von 39 mm gehoben wurden. Insgesamt haben wir eine maximale Amplitude der vertikalen Bewegungen des sandig-lehmigen Kiesbodens in der Belauer Tatra von 53 mm festgestellt, die also wesentlich kleiner ist, als sie T.Gerlach /1964/ für die polnische Tatra anführt /33-120 mm/. Das Durchfrieren und Heben des Bodens wurde

im ganzen untersuchten Profil, also bis zu 30 cm bemerkbar, obwohl die positiven Werte der vertikalen Bewegungen in die Tiefe des Profils gewöhnlich nicht gleichmässig abgenommen haben /R. Midriak 1972b/.

Auch auf anderen entblössten Stellen mit einer intensiven Regelation haben wir in den Frühjahrs- und Herbst-monaten oft die Bildung des Kammeises in Form von kamm- und bürstenartigen Gebilden mit einer vertikalen bzw. radialen Orientation von 1- bis 3-schichtigen Eisnadeln /beim Absterben des älteren Eises/ bis auf die entblösste Oberfläche beobachtet. Die Nadeln erreichten eine Länge von 1,5-8 cm. Bei jedem Anfrieren hat sich nach unseren Messungen z. B. i. J. 1968 an den mehr oder weniger senkrechten Wänden der Rinnen und Pfade mit lehmigem Boden eine ca 2-5 mm dicke Bodenschicht von der Oberfläche getrennt, die durch den Abfall der Eisnadeln gravitationsmässig um 40-70 cm bergab versetzt wurde.

Aus der Sicht der Bodendestruktion sind die typischsten Schneelagen im Frühjahrszeitabschnitt der Schneeschmelze /in der Belaer Tatra ist es gewöhnlich von dem ersten Aprildrittel bis zur Mitte Mai/. Aus diesem Teil des Frühjahrszeitabschnittes, wo es am meisten Frostwechseltage gibt, sind dann die Isochionen in groben Zügen auch die Grenzen von Flächen, an denen es beim Nichtvorhandensein der Schneedecke zur intensiven Solifluktuations- und äolischen Prozessen und letzten Endes zu verschiedenen Formen der Bodendestruktion kommt.

Die Schnee- bzw. Firnfelder sind teilweise auch Anzeiger der Intensität der äolischen Deflation und Akkumulation, weil

auf diesen das angewehrte Material von Feinerde und kleinen Bruchstücken von Steinen aufgefangen wird. Bei der Entnahme von Schneeproben von den Firnfeldern im August 1965 haben wir z. B. festgestellt, dass durchschnittlich 8 g transportierten Materials je 1 m² durch hollische Deflation angewehrt wurden.

Wir führen noch das Messergebnis der Herabsetzung der Hangoberfläche auf den am meisten entblössten Stellen der Bodendecke mit mechanisch beschädigter Bodenkonsistenz an. Wir haben festgestellt, dass die extremen jährlichen Bodenverluste im Zeitabschnitt 1967-1968 unter dem Einfluss der Regelation, Solifluktion, Wind- und Niederschlags-Flächenerosion in einer Seehöhe von 1700-1750 m an einigen Stellen der S-SW- und N-Hänge 11-12 mm betragen, was einen katastrophalen Wert darstellt. Wir haben ihn auf jenen Böden gemessen, die sich vorwiegend auf der Unterlage der dunkleren Jura-Mergelschiefer bis sandiger Kalksteine bzw. auf den fleckigen Mergel- und Kalksteinen gebildet haben.

Schliesslich können wir feststellen, dass für die Intensität des Verlaufes einiger morphogenetischer Prozesse vor allem die mechanischen und physikalischen Eigenschaften des Bodens von Bedeutung sind, die zusammen mit dem Chemismus ihre gesamte Gegendestruktionswiderstandskraft /Gegenerosionskraft/ bilden. Bei einigen Prozessen, wie sie die meisten Hangbewegungen, weiter die konzentrierte Abspülung und teilweise auch die kryogenen Prozesse bilden, verliert jedoch die Aufgabe der Bodeneigenschaften ihre ursprüngliche Bedeutung.

S U M M A R Y

INTENSITY OF SOME MORPHOGENETIC PROCESSES IN THE BELIANSKE TATRY MTS /THE WEST CARPATHIANS/

In the Belianske Tatry Mts /Czechoslovakia/, there is damaged from 18.5 to 29.4 percent of the total high mountain area above a timberline owing to such ground destruction processes as soil erosion, gravitational- and cryopedological processes, mostly on limestones, dolomites and other carbonate bedrocks.

Intensity of rock-wall decreasing, further gravitational /slide-/ movements of gravel in the narrow rock-stream natural formations on steep slopes, as well as absolute data and annual amplitudes of soil layers heaving caused by regelation processes /freezing and thawing/ and transport of fine-grain soil particles due to needle-ice /"pipkrake"/ were investigated. In this paper some quantitative data concerning those processes ^{are} reported.

Keywords: erosion - cryogenic processes - area above timberline

L I T E R A T U R

- Berger, H., 1964: Vorgänge und Formen der Nivation in den Alpen. Klagenfurt, 88 pp.
- Gerlach, T., 1964: Metódy a terajší stav výskumu morfogenetických procesov v poľských Karpatoch. Geografický časopis, vol. 16, no. 3, pp. 256-270.
- Höllermann, P. W., 1964: Rezente Verwitterung, Abtragung und Formenschatz in den Zentralalpen am Beispiel des oberen Suldentales /Ortlergruppe/. Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementband 4, Berlin.
- Midriak, R., 1972a: Die Destruktion des Bodens über der oberen Waldgrenze in der Belaer Tatra /Westkarpaten/. Acta Instituti Forestalis Zvolenensis, vol. 3, pp. 33-56, Bratislava.

- Midriak, R., 1972b: Deštrukcia pôdy vo vysokohorskej oblasti Belanských Tatier. Lesnícke štúdie č. 11-12, vyd. Príroda, Bratislava, 207 pp.
- Midriak, R. und Petráš, J., 1970: Zhodnotenie javov a foriem deštrukcie pôdy v oblasti Belanských Tatier metódou pozemnej fotogrametrie. Vedecké práce VÚLH vo Zvolene, vol. 13, pp. 199-219, Bratislava.
- Sekyra, J., 1954: Velehorský kras Bělských Tater. Nakl. ČSAV, Praha, 148 pp.
- Starkel, L., 1963: Der Stand der Forschungen über die morphogenetischen Prozesse im Quartär in den Karpathen. Nachrichten d. Akad. d. Wissenschaften in Göttingen.
- Troll, C., 1944: Strukturböden, Solifluktion und Frostklimate der Erde. Geologische Rundschau, vol. 34, no. 7/8, pp. 545-694.

DIE TRAGWEITE DER WINDEROSION
IN DER TÜRKEI
IHRE BEKÄMPFUNG AN DEM BEISPIEL VON
KARAPINAR BEI KONYA IN ZENTRAL-ANATOLIEN

von

Prof.Dr.Ing. Faik Tavşanoğlu
Vorstand der Lehrkanzel für Forstingenieurwesen
an der forstlichen Fakultät, Universität Istanbul

E I N L E I T U N G

Die Winderosion hat in ihren aktiven Gebieten die gleiche Bedeutung wie die Wassererosion. In den Gebieten mit natürlicher Vegetationsdecke und Bodensstabilität geht die Winderosion, wie die Wassererosion, sehr langsam vor sich. Dagegen kann das Fehlen der natürlichen Vegetationsdecke, besonders in verhältnismäßig ebenem oder leicht welligem Gelände und in Steppen, wo der Wind ununterbrochen den Boden bestreicht, die Winderosion bedeutend verstärken.

In den Dürre-Perioden trocknet der lockere Boden fast zur Gänze aus und geht in eine staubige Masse über. Dieses trockene und lockere Material, besonders mit feineren und leichteren Körnern, wird durch den Wind leicht in Bewegung gesetzt und auf längere Entfernungen transportiert, während grobe und schwere Körner zurückbleiben und über und nahe dem Grund bewegt werden und sich um den Vegetationsgruppen, Gebäuden usw. anhäufen.

Es wird zwar im allgemeinen angenommen, daß die Winderosion eher in aridien und semiariden Gebieten und Steppen wirksam wird. Aber sie kommt auch auf den steilen, entblößten und

somit der Wassererosion ausgesetzten Hängen der Gebirge zur Wirkung.

Bei ihrer Entstehung stellen Staub- und Sandstürme sicherlich die schädlichste Wirkungsform der Winderosion dar, weil Menschenleben in den, den Staub- und Sandstürmen ausgesetzten Gebieten, sowohl vom ökonomischen als auch vom sozialen Gesichtspunkt aus, immer in großer Gefahr sind. Wenn die Winderosion in diesen Gebieten nicht kontrolliert wird, drohen und zerstören die Staub- und Sandstürme oft Siedlungen, die Industrie, versanden die Kanäle und verursachen unter Menschen Lungenkrankheiten (Staub-Pneumonia), gefährden den Verkehr auf Straßen, beschleunigen die Abnutzung von Autos und Landwirtschaftsmaschinen usw.

Die kleine Stadt Karapınar bei Konya in Zentral-Anatolien war in den letzten Jahrzehnten öfters von den Staub- und Sandstürmen heimgesucht. Solche alarmierende Stürme waren z.B. im Frühjahr 1958 vorgekommen, bei denen die Einwohnerschaft der Stadt und die ganze Umgebung alle eben erwähnten Schäden auf entsetzlichsterweise erlitten haben, worauf die zuständigen Stellen sich entschlossen, die Winderosion in der Umgebung von Karapınar zu bekämpfen.

D I E D E R W I N D E R O S I O N A U S G E S E T Z T E N G E B I E T E I N D E R T Ü R K E I

Seit Jahrhunderten werden die Böden in der Türkei aus ökonomischen und sozialen Gründen regellos benützt. Die Wälder auf steilen Hängen der Gebirge werden wegen Bedarfes an Kultur- und Weideland zerstört. Man betreibt auf diesen Hängen noch heute auf primitivster Art Land- und Viehwirtschaft, infolgedessen waren und sind noch heute diese Hänge in weiten und breiten Gebieten der Wasser-, beziehungsweise Winderosion ausgesetzt.

In der Ebene und in den Steppen dagegen werden große Weideflächen durch Überweidung und wegen Brennstoffbeschaffung ihrer von Hause aus spärlichen Vegetationsdecke beraubt und

sind so auch der Winderosion preisgegeben.

In der letzten Zeit hat sich dieser Umstand durch die Vermehrung der Einwohnerzahl (jährlich 2 1/2%) und durch die Vergrößerung der Anzahl der Weide-Tiere einerseits¹⁾ und durch die Umwandlung vieler Weideflächen mit Traktoren (früher Tierzug) in Kulturlächen in Groöebenen und besonders in Steppen von Zentral-Anatolien andererseits, durch das Auftreten von Staub- und Sandstürmen bemerkbar gemacht.

Die nachfolgende Tabelle veranschaulicht die Teilgebiete der Provinzen in der Türkei, in denen die Winderosion bekämpft werden muß.²⁾

Stärke der Winderosion

Provinz	Provinzen	leicht, mittel stark sehr stark				Toplam
		ha.	ha.	ha.	ha.	
No.		ha.	ha.	ha.	ha.	ha.
33	Içel(Mittelmeer-Gebiet	-	113	2439	-	2552
36	Kars(Ost-Anatolien)	-	2190	-	-	2190
38	Kayseri(Zentral-Anatolien)	-	8659	4235	-	12894
42	Konya(Zentral-Anatolien)	124521	138794	56698	2481	322474
51	Niğde(Zentral-Anatolien)	41143	79920	1678	2342	122741
54	Sakarya(Marmara-Meer-Gebiet)	-	-	-	-	2342
T o t a l :		165664	229676	55030	4823	465193

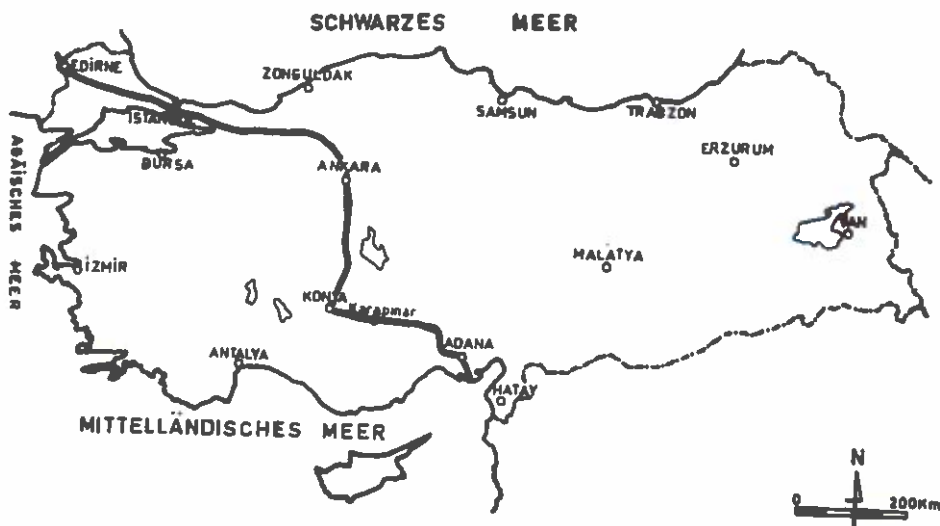
In der Türkei wird die Winderosion heutzutage in einigen staatlichen landwirtschaftlichen Betrieben bekämpft.

DIE WINDEROSION UND IHRE
BEKÄMPFUNG IN DEM TEILGEBIET
KARAPINAR BEI KONYA IN
ZENTRAL - ANATOLIEN ³⁾

Allgemeine Beschreibung des Teilgebietes:

Die kleine, alte Stadt Karapinar liegt östlich von Konya an der Staatsstraße (Asphaltstraße) Ankara-Konya-Adana, 95 km entfernt von Konya (Karte I) und hat eine Einwohnerschaft von 20.000. Die Größe der Landfläche von Karapinar ist 296 900 ha. Mittlere Meereshöhe des Teilgebietes ist etwa 1 000 m.

Der geologische Aufbau des Teilgebietes besteht aus vulkanischen- und Kalkgestein. Der kalkige Grund wurde von, in später sich ausbildenden Seen abgelagerten Materialien überdeckt. Aus dem vulkanischen Grund heraufkommende Massen (Lava, Tuff) sind mit der Zeit durch die Verwitterung sehr fein körnige Böden entstanden. ⁴⁾



Karte I. Geographische Lage von Karapinar

Alle diese Böden sind sehr wasserdurchlässig und gleichzeitig einer starken Verdunstung ausgesetzt und daher trocknen sie nach Niederschlägen sehr schnell aus.

Das Klima ist zentralanatolisch, d.h. es ist ausgesprochen kontinental. Die jährlich-durchschnittliche Niederschlagsmenge beträgt nur 270 mm.⁵⁾ Es handelt sich hier um ein windiges Gebiet. Die, im Bezug auf Winderosion und Staub- und Sandstürme wirksamen Windrichtungen sind Süd- bzw. Südwest. Es wurden Windgeschwindigkeiten bis 83 km/Std. gemessen.⁶⁾ Nach den durchgeführten Terrain-Studien ist fast die Hälfte der Fläche des Teilgebietes der Wind- und Wassererosion ausgesetzt⁷⁾ und zwar:

Auf eine Fläche von 78 000 Dekar (übliches Flächen-Maß für Kultur- und Weideflächen)

387 600	Dekar	sehr	strenge	Winderosion,
564 300	"	mittelstrenge	"	,
8 200	"	Wasser	und Winderosion	,
233 900	"	sehr	strenge	Wassererosion,
62 000	"	"	"	"

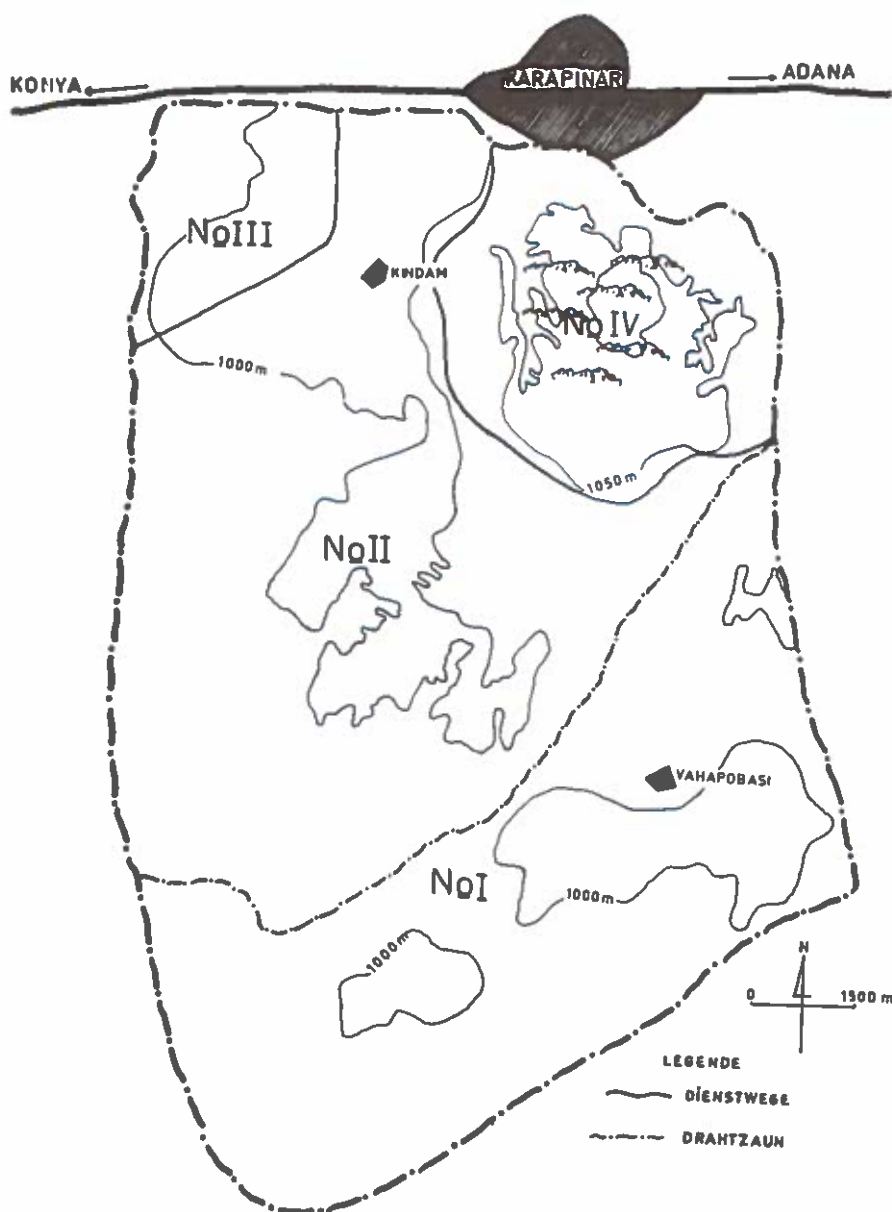
T o t a l 1334 000 "

Beschreibung der Bekämpfungsfläche, geplante und ausgeführte Bekämpfung:

Der Schwerpunkt der Bekämpfungsfläche liegt südlich und etwa 7,5 km entfernt von der Stadt Karapinar (Karte II). Die Größe der Bekämpfungsfläche ist 160 000 Dekar. Ihre ursprüngliche Flora bestand aus einer Reihe von Steppenpflanzen. Viele von diesen Pflanzen waren infolge Überweidung und Brennstoffbeschaffung von der Fläche verschwunden, sind aber mit der Erklärung und Trennung der Bekämpfungsfläche als Schutzgebiet allmählich wieder auf der Fläche erschienen.

Was die Hydrologie der Bekämpfungsfläche anbelangt, gibt es innerhalb der Fläche weder fließende Gewässer noch Teiche. Der unterirdische Wasserspiegel liegt zwischen 80-130 m tief.

Mit dem Beginn der Bekämpfungsarbeiten wurde die Fläche durch einen Stacheldraht-Zaun umzäunt, dann nach der Lage ein-



Karte II. Das Terrain der Bekämpfungsfläche der Winderosion und die Bekämpfungsteilflächen (I, II, III, IV) in Karapınar

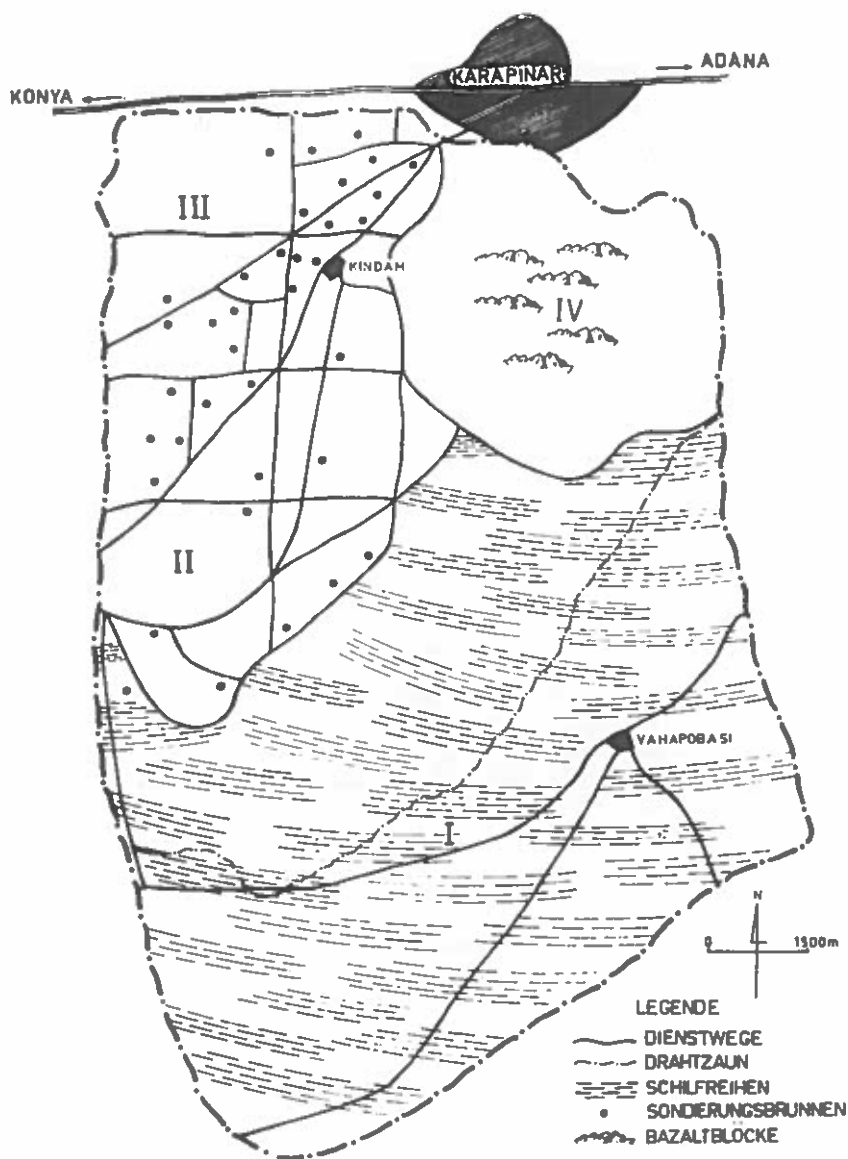
zelner Teile in vier Teilflächen eingeteilt (Karte II). Diese Einteilung wurde im Gelände teils durch Dienstwege und teils durch Drahtzäune abgesteckt. Die gesamte Länge der Dienstwege innerhalb der Bekämpfungsfläche beläuft sich auf etwa 90 km.

Zu Bewässerungszwecken wurde in den ebenen Teilen der Bekämpfungsfläche (nord- und südwestlich) 36, mit Motor-Pumpen ausgerüsteten Sondierungsbrunnen, mit je einem Basin zu 400 - 600 Tonnen Wasser-Kapazität und mit dazugehörigen Bewässerungsnetzen angelegt.

Nachfolgende Tabelle veranschaulicht die Lage einzelner Teilflächen, die geplante und ausgeführte Bekämpfung in denselben.

Bezeichnung	Beschreibung	Geplante, ausgeführte Bekämpfung
Teilfläche I	bildet den südlichen Teil der Bekämpfungsfläche, ist 43 000 Dek. groß, war anfangs der Bekämpfung von vielen größeren, vegetationslosen Sanddünen (fein körnige Sandböden) bedeckt. Die Dünen waren einzeln oder mehrere in Ketten nebeneinander. Diese Teilfläche bildete das Hauptsandlager (Sanddepot) der Staub- und Sandstürme in der Umgebung von Karapinar.	Die Bekämpfung hatte zum Ziele, die sehr beweglichen Sandmassen mit den baulichen und kulturellen Objekten zu befestigen; Bekämpfungsweise: - Errichtung von vertikalen, parallelen, unterbrochenen, zu der Windrichtung senkrecht und konvex stehenden Windbrecher-Schilfsreihen, um die Geschwindigkeit des Windes zu vermindern und die beweglichen Sandmassen an Ort und Stelle gut zu halten (Karte III und Abb.1); - Die Verbindung der Sandmassen zwischen Windbrecher-Schilfsreihen wurde durch befestigende, ein- und vieljährige Pflanzen (Queckearten, Steinklee, Knäuelgras usw.) durchgeführt. - Nach erfolgreicher Verbindung wurden auf den Zwischenflächen vorzugsweise einheimische, schnellwüchsige und der Trockenheit widerstandsfähige Baumarten (Ölweide, Akazie, Pappel usw.) angebaut.

Bezeichnung	Beschreibung	Geplante, ausgeführte Bekämpfung
Teilfläche II	Diese Teilfläche liegt im Westen der Bekämpfungsfläche, hat eine Größe 97 000 Dek. und ist von den sogenannten Sandschilden und Kleinsanddünen (fein körnige Sandböden) bedeckt. Sandschilddünen bilden sich durch die Anhäufung des von Wind angewehtem Sand hinter den Pflanzgruppen. Diese Sand-Anhäufungen sehen einem Schild ähnlich. Dagegen bilden sich die Kleinsanddünen, wenn sich der Sand um einzelne Pflanzen anhäuft; eine kleine Düne kann 0,40-1,25 m hoch und 0,5-2,0 m lang sein.	Auf dieser Teilfläche ist man mit der Bekämpfung, auf zweierlei Weise vorgegangen. Erster Vorgang: Nichtzubewässernde Teile werden entweder als Weidenflächen ausgeschieden u. die Weide durch Einbringung neuer Pflanzen verbessert, oder sie wurden terrassiert und auf den Terrassen Weinstöcke und Mandelbäume angebaut (Karte III). Zweiter Vorgang: auf den ebenen und zubewässernden Teilen wurde zuerst eine Bodenbearbeitung vorgenommen und dann mit beigemengtem Grassamen kultiviert. Die Kultivierung geschah senkrecht zur Windrichtung in liegenden und 50 m breiten Streifen. Die Kultivierung der Streifen war abwechselnd, d.h. es wurden eine von nebeneinander liegenden zwei Streifen kultiviert, während die andere brach liegen gelassen wurde (Karte III). Die Praxis hat gezeigt, daß der zweite Vorgang sicherer und ökonomischer war als der erste.
Teilfläche III	Diese Teilfläche bildet den nordwestlichen Teil der Bekämpfungsfläche, ist ganz eben und hat die Größe von 5 000 Dek. Die Böden sind ton- und lehmarme Sandböden. Diese Teilfläche bildet die Sandquelle zur Vorsandung der Straße Konya-Adana.	Diese Bekämpfungsfläche war geeignet, direkt, d.h. ohne jede Bodenbearbeitung mit Hilfe einer Säemaschine, in Streifen kultiviert zu werden. Obwohl diese Teilfläche anfangs sehr anfällig für Winderosion schien, war nach der pflegerischen Kultivierung keine Erosion mehr festzustellen.



Karte III. Bekämpfungswiese der Winderosion in Karapınar

Bezeichnung	Beschreibung	Geplante, ausgeführte Bekämpfung
Teilfläche IV	Diese Teilfläche von 15 000 Dek. ist hügelig und bildet den nordöstlichen Teil der Bekämpfungsfläche und die Hügel sind zur Zeit von einer mächtigen Sandschichte (fein körniger Sand) bedeckt, welche aus den Sandmassen bestehen, die vor dem Beginn der Bekämpfung durch den Wind von der Teilfläche I herangeweht wurden. Auf den Hügeln befinden sich lauter Basalt-(=Diabas-) Gesteinsblöcke.	Mit den Schutzmaßnahmen auf der Teilfläche beginnen die seinerzeit auf dieser Fläche vorhandenen Pflanzen wieder langsam auf der Fläche zu erscheinen. Auf dieser Teilfläche wurden dann Mandelbäume angebaut (Karte III).

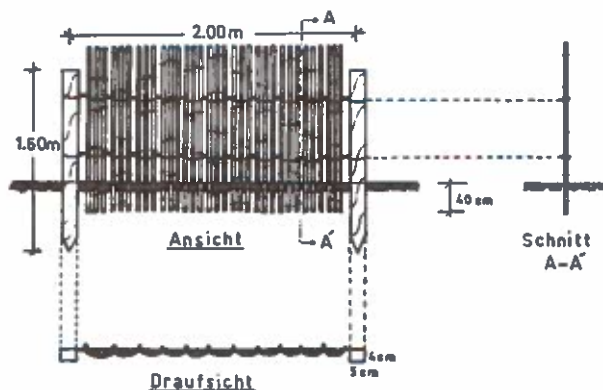


Abb. 1. Ein Teil einer Schilfreihe

BEURTEILUNG DER BEKÄMPFUNG DER WINEROSION IN KARAPINAR

Die Grundbedingung, die Winderosion in der Umgebung von Karapinar zu kontrollieren, war zweifellos, die Bekämpfungsfläche gegen Viehweide und gegen sonstige Menscheneingriffe

unter absoluten Schutz zu nehmen. Diese Bedingung wurde durch die Umzäunung der Bekämpfungsfläche mit dem Stacheldrahtzaun und durch ständige Überwachung erfolgreich erfüllt. Man kann ruhig sagen, daß allein diese Maßnahmen zu ungefähr 50 % des gesamten Erfolges beigetragen haben. Dann folgten die baulichen und kulturellen Maßnahmen, die ebenfalls als erfolgreich zu bezeichnen sind. Tatsächlich hat die Winderosion in der Umgebung von Karapinar mit dem Beginn der Bekämpfung (1962) an Stärke bedeutend verloren, und die Bevölkerung der Stadt Karapinar und ihrer ganzen Umgebung sind schon gegen die entsetzlichen Staub- und Sandstürme geschützt.

In der Zeitperiode von 1962-1972 wurden für die Bekämpfungsmaßnahmen, ausschließlich Personal-Ausgaben, rund 15 000 000 TL. (ungefähr eine Million am. Dollar), ausgegeben. Dabei hat man aber hier nicht versucht die Wirtschaftlichkeit (Rentabilität) der Bekämpfung rechnerisch nachzuweisen. Man hat sich nur damit begnügt, anzunehmen, daß die Winderosion einen jährlichen Ernteverlust im Werte von 50 TL (zirka 3,5 am. Dollar) pro Dekar mit sich bringt. Dieser Betrag bezogen auf 1,700 000 Dek. Landfläche, welche der Winderosion in den Provinzen Konya und Niğde ausgesetzt ist, kommt einem Ernteverlust im Werte von 85 000 000 TL. (zirka 5 700 000 am. Dollar) gleich. Übrigens würde eine Wirtschaftlichkeitsrechnung einerseits auf vielen Annahmen beruhen und es ist andererseits nicht gut möglich, manche durch die Bekämpfung erlangte Vorteile in Geld zu erfassen. So wurde z.B. die Stadt Karapinar mit ihrer Einwohnerschaft und mit ihrer ganzen Umgebung, einschließlich der großen Asphaltstraße Konya-Adana und der starke Verkehr auf ihr, und das Versanden der Bewässerungskanäle durch diese Bekämpfung vor der entsetzlichen Gefahr der Staub- und Sandstürme geschützt und gesichert. Gleichzeitig wurde eine verstaubte und versandete Landesfläche von rund 1.700 000 Dekar (1 700 ha) für Kultur und Weide zurückgewonnen. Überdies, haben sich hunderte von Arbeitern und Landwirten der Umgebung, die die Bekämpfungsarbeiten mitgemacht oder der Bekämpfung zugesehen haben, die verschiedenen Bekämpfungsmethoden angeeignet und sie dann auf ihren eigenen Besitzen erfolgreich angewendet.

Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Größe der in der Türkei der Winderosion ausgesetzten Gebiete, ausschließlich die Meeresküsten mit Stranddünenbildung, beläuft sich auf etwa $1\,352\text{ km}^2$. Ein großer Teil dieser Fläche entfällt auf Zentral-Anatolien. Die Stadt Karapınar liegt eben in Zentral-Anatolien, östlich und 95 km entfernt von Konya, hat eine Landesfläche von $2\,969\text{ km}^2$ und war besonders in den letzten Jahrzehnten öfter von den Staub- und Sandstürmen heimgesucht. Solche alarmierende Stürme waren z.B. im Frühjahr 1958 vorgekommen, bei denen die Einwohnerschaft und die Umgebung der Stadt großen Schaden erlitten haben, worauf man mit der Bekämpfung der Winderosion in der Umgebung von Karapınar angefangen hat.

S U M M A R Y

The size of the area exposed to the Winderosion, exclusively sea coasts with beach dune formation, amount to $1\,352\text{ km}^2$. A great part^{of} this area lays in Central-Anatolia. The town Karapınar is situated in Central-Anatolia, easterly and 95 km away from Konya, with a country area of $2\,969\text{ km}^2$, was in the last decades often exposed to dust- and sandstorms. Such alarming storms have been occurred for example in Spring 1958, at which the population of the town and its surroundings have been damaged heavily, on which one has began to fight against Winderosion in Karapınar.

S O M M A I R E

L'étendue des régions exposées à l'érosion du vent en Turki atteint environ $1\,352\text{ km}^2$. Une grande partie de cette aire se trouve dans la région de l'Anatolie centrale. Le village de Karapınar, situé à 95 km à l'est de Konya a été exposé bien souvent, surtout dans les derniers dix ans, aux

tempêtes de poussière et de sable. Un exemple nous est fourni par les tempêtes de 1958 qui balayèrent la région en causant des dégâts énormes dont souffrirent le village et ses alentours ainsi que leurs habitants. C'est sur ce désastre que la lutte contre l'érosion du vent fut entreprise dans la région de Karapinar.

- 1) Nach dem Türkischen Statistischen Jahrbuch von 1975
Einwohnerzahl in 1970 : 35 605 000
" " 1975 : 41 000 000
Die Anzahl der Weide-Tiere in 1965 : 72 000 000
" " " " " " 1968 : 76 000 000
- 2) Bericht über landwirtschaftliche und ökonomische Lage 1972-1973. Veröffentlichungen der Vereinigung der Türkischen Landwirtschaftskammer, No 91. II.Band. Ankara
- 3) Die Bekämpfung wurde von der staatlichen Versuchsstation für Boden- und Wasserarbeiten in Karapinar durchgeführt (1962-1968).
- 4) Tunçdilek, Necdet: Einige Notizen über die Landwirtschaft in der Umgebung von Karapinar, Zeitschrift des Institutes für Geographie an der Universität Istanbul. 6. Band. No 11, Istanbul 1960.
- 5/6) Meteorologisches Bulletin (1965-1974).
- 7) Bodenbenützungskarte der Bekämpfungsfläche.



Abb. 1: Im Vordergrund Windbrecher - Schilfsreihen (Teilfläche No.II), im Hintergrund auf dem Hügel Basaltblöcke (Teilfläche No.IV).

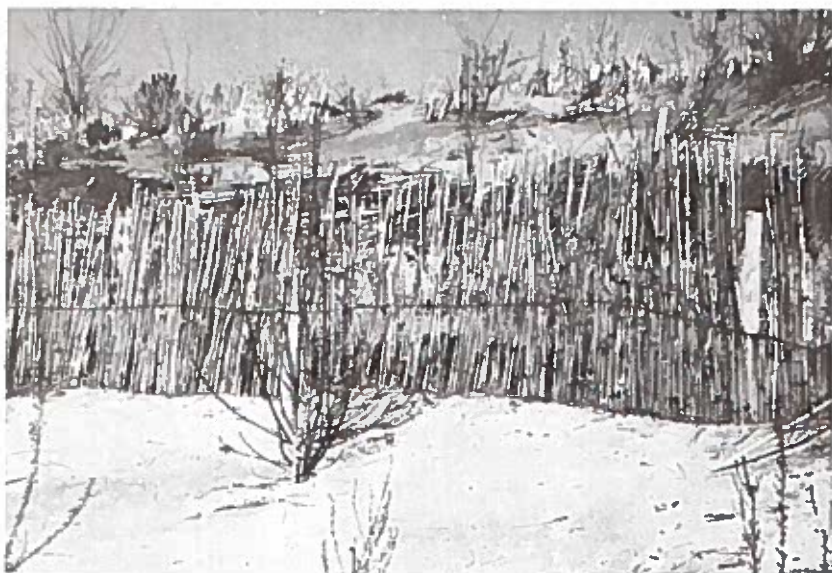


Abb. 2: Ansicht eines Stückes einer alten zum Teil schon versandeten Schilfsreihe (Teilfläche No.II).



Abb. 3: Im Vordergrund die für die Steppe typische Gewächse *Astragalus*, im Hintergrund Windbrecher - Schilfsreihen und vor Jahren (1968) angepflanzte Ölweiden, Akazien, und dazwischen einige Gemeine und Schwarzkiefern (Teilfläche No.II).



Abb. 4: Im Vordergrund ein Stück eines Dienstweges und *Astragalus* und im Hintergrund seitwärtiges Aussehen der Windbrecher - Schilfsreihen auf größeren Sanddünen und dazwischen angepflanzte Ölweiden (Teilfläche No.II)

GESCHIEBEPOTENTIAL UND VERBAUUNGSTECHNIK
IM BEREICHE VON TALZUSCHÜBEN

von

Gottfried Kronfellner-Kraus
Forstliche Bundesversuchsanstalt Wien
Österreich

BED LOAD POTENTIAL AND CONTROL
TECHNIQUES IN AREAS OF
"VALLEY NARROWING BY MASS CREEP"

By Gottfried Kronfellner-Kraus
Federal Forest Research Station, Vienna
Austria

GESCHIEBEPOTENTIAL UND VER- BAUUNGSTECHNIK IM BEREICHE VON TALZUSCHÜBEN

Von Gottfried Kronfellner-Kraus

Forstliche Bundesversuchsanstalt, Wien

A b s t r a c t

Talzuschiebe werfen sowohl hinsichtlich der Einschätzung des Geschiebepotentials von Wildbächen als auch hinsichtlich der Verbauungstechnik besondere Probleme auf. Sie erfordern deshalb meistens genauere Untersuchungen und insbesondere dann weitergehende Messungen, wenn eine Beschleunigung der Bewegung (bis zum schnellen Bruch) befürchtet und gefährdete Bewohner gewarnt werden müssen. Über diese Problematik und über die in einem 2 km^2 großen Talzuschubsbereich im Gradenbach im Mölltal, Kärnten, über fünf Jahre (1969–1973) durchgeführten Beobachtungen und Messungen hat der Autor bereits früher ausführlich berichtet (KRONFELLNER-KRAUS, 1974, a, b). Die inzwischen fortgesetzten Messungen (1973–1975) haben damals geäußerte Vermutungen erhärtet und ermöglichen nunmehr auch eine kinematische Studie. An Hand der wichtigsten, 1974 publizierten, ergänzten Diagramme werden die neuesten Meßergebnisse besprochen.

B e s p r e c h u n g d e r n e u e n E r g e b n i s s e

Nach zwei eher unterdurchschnittlichen Niederschlagsjahren (1973 und 1974) erreichte die Niederschlagshöhe im Jahre 1975 ein neues Maximum (1149 mm). Die sich in Oberkärnten katastrophal auswirkenden Frühjahrsniederschläge setzten sich bis über die Sommermonate fort und hatten starke Hangbewegungen zur Folge. Darauf traten auch in der Verbauungsstrecke die bisher größten Veränderungen und schwersten Beschädigungen auf.

B E D L O A D P O T E N T I A L A N D
C O N T R O L T E C H N I Q U E S I N
A R E A S O F " V A L L E Y N A R R O W I N G
B Y M A S S C R E E P "

By Gottfried Kronfellner-Kraus
Federal Forest Research Station, Vienna

A b s t r a c t

"Valley narrowing by mass creep" raises special problems in regard to the estimation of bed load potential of torrents as well as to control techniques. That is why almost always precise investigations and continued measurements will be necessary if an acceleration of the movement (up to a sudden break) is to fear and endangered inhabitants have to be warned. The author reported about these problems and about a rock creep area of 2 km² in the Gradenbach catchment of the Möll valley, Carinthia, in detail at an earlier time, referring to observations and measurements of more than five years, from 1969 to 1973 (KRONFELLNER-KRAUS, 1974, a, b). The measurements which have been continued in the meantime (1973 - 1975), prove the then stated supposal to be true and now make a kinetic study possible. With the help of the most important graphs, which were already published in 1974, the newest results of measurements are discussed.

D i s c u s s i o n o f t h e n e w r e s u l t s

After two years of rather subaverage precipitation (1973 and 1974) depth of precipitation amounted to a new maximum in 1975 (1149 mm). Spring rainfalls of disastrous consequences in Upper Carinthia continued throughout the summer months and resulted in vigorous slope movements. Therefore also the controlled stretch of the torrent showed the so far greatest changes and most heavy damages.

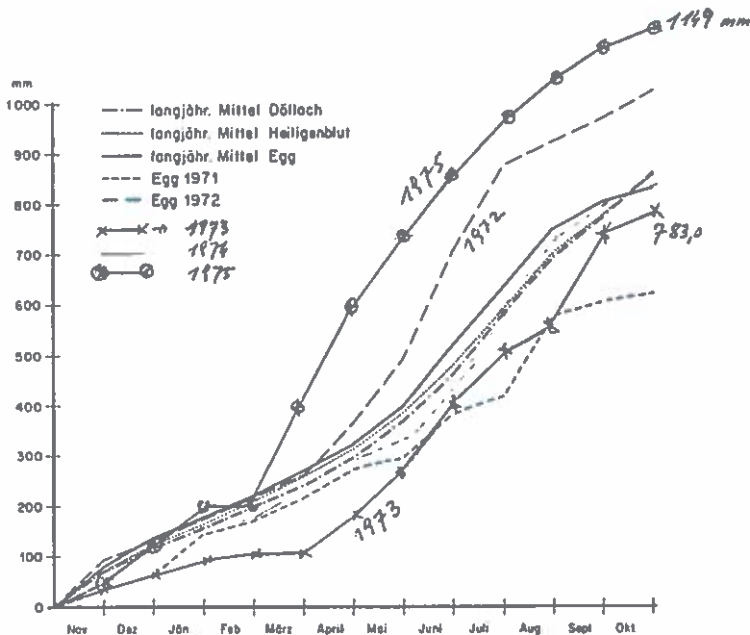


Abb.1: Die Summenlinien der Niederschlagshöhen der Basis-
meßstelle in Egg am Berchtoldhang.

Bezüglich der Abflüsse liegen keine neuen Meßergebnisse vor. Bisher beobachtete Quellen wurden größtenteils gefaßt und über Entwässerungsstränge abgeleitet. Es wurden zwei neue Meßwehre errichtet, doch ist für Aussagen die Meßzeit noch zu kurz.

Das Ausmaß der Hangbewegungen (MAYER 1974) war im Frühjahr 1975 überraschend groß und erreichte gegenüber den bisherigen Beobachtungen drei- bis sechsfache Werte: In zwei Monaten (Juli und August) waren die maximalen Bewegungen im obersten Hangprofil mit einer ausgeprägten Spitze 8,33 m, im mittleren Profil 5,82 m und im unteren Profil in breiter Front 3,05 m.

Interessant und deutlich ist der zeitliche Zusammenhang zwischen den Niederschlägen und der Hangbewegung und damit auch mit den in zwei Sperren mit Telepressmeter gemessenen

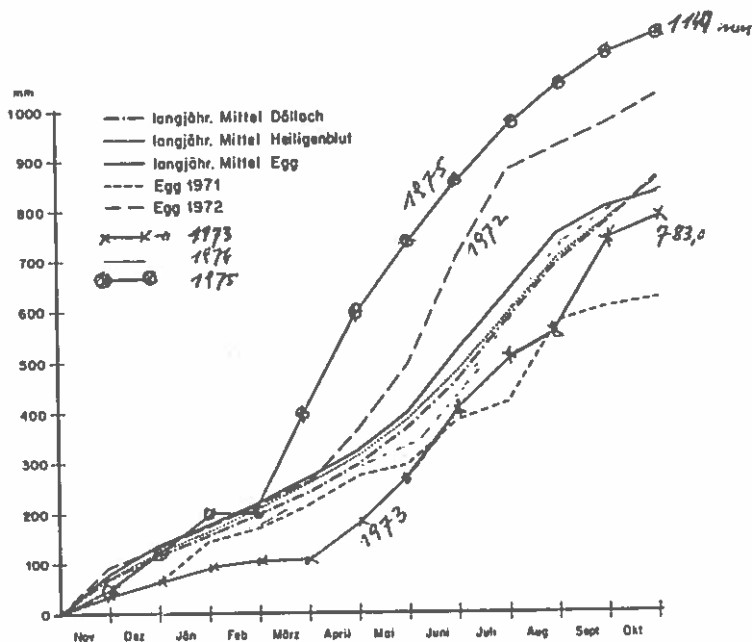


Fig. 1: Cumulative precipitation curves of the base station in Egg on the Berchtold slope.

In regard to runoff new measurement data have not come in. So far observed springs were curbed in most cases and diverted by drainage lines. Two new weir gauges were established, but the time of measurement was too short for valid results.

Slope movements (MAYER 1974) were surprisingly big in the spring of 1975 and amounted to values three and six times higher compared with previous observations: within two months (July and August) the maximum movements in the upper cross section showed a distinct peak of 8,33 m, in the middle profile 5,82 m and in the lowest profile 3,05 m on a broad line.

It is interesting to note the distinct temporal connection between precipitation and slope movement and connected with it the compression stresses measured with telepressmeters in two dams. As long as dams and rock abutments were intact, the tele-

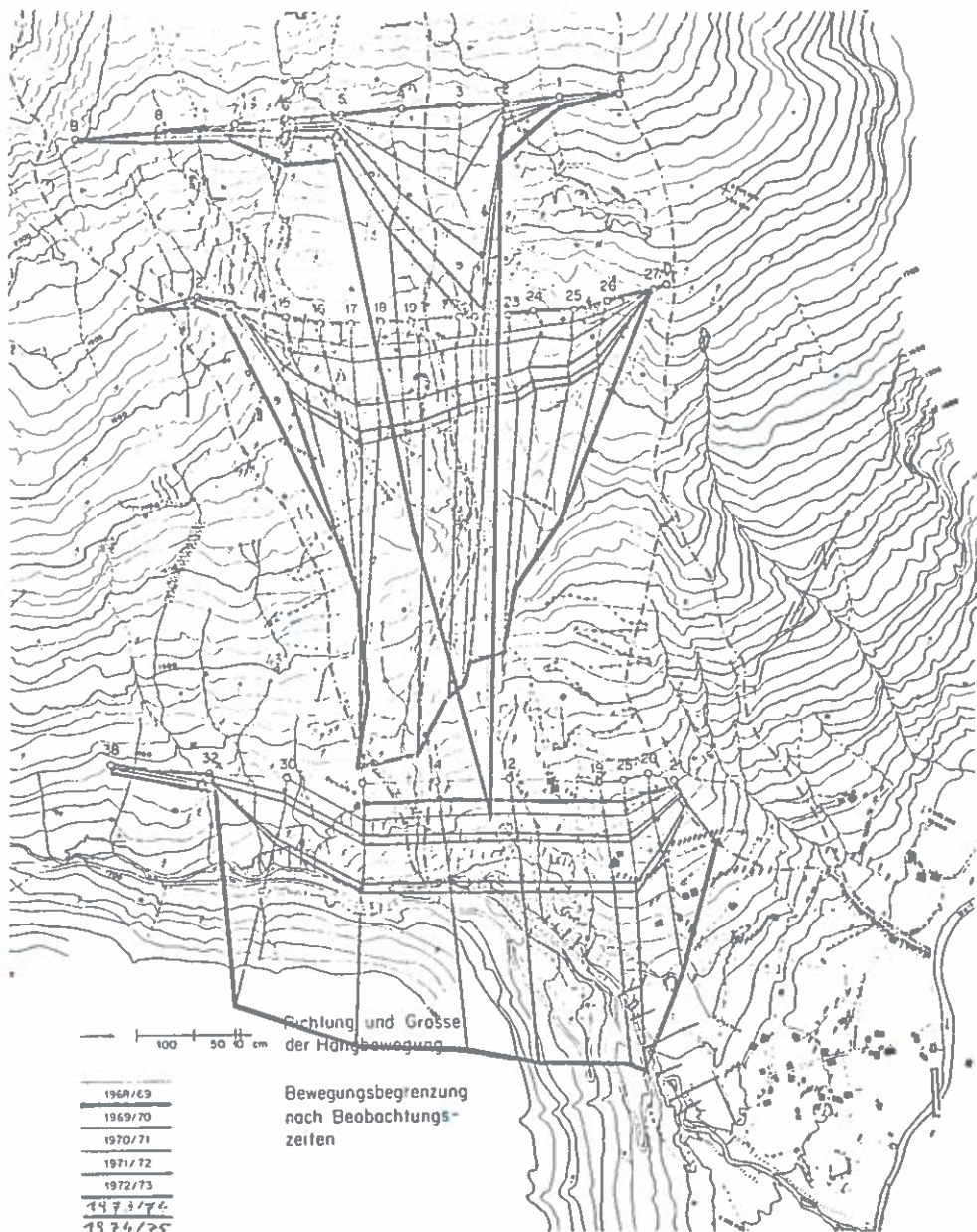


Abb. 2: Das Ausmaß der jährlichen Hangbewegung nach der geodätischen Vermessung dreier Profile.

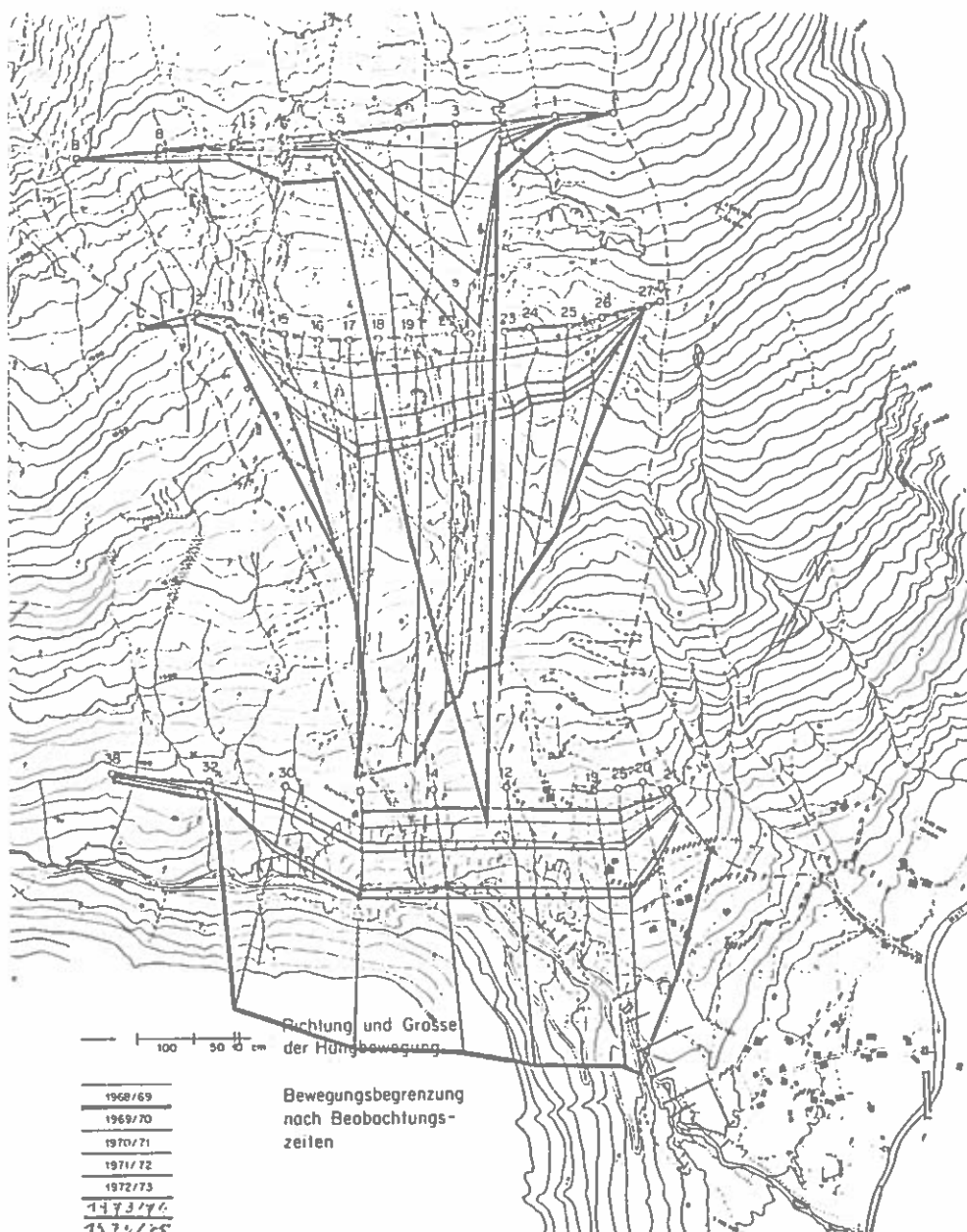


Fig. 2: Amounts of the annual slope movements from geodetic measurement of three profiles.

Druckspannungen. Solange die Sperren und Felswiderlager unverseht waren, waren die Telepressmeter hochempfindliche Fühler. Bereits unmittelbar nach dem Einbau ließen sie vom linken gegen das rechte Ufer schräg aufwärts gerichtete Kräfte erkennen, die sich dann vor allem im Frühjahr 1972 und 1975 in stärkere Bewegung umsetzten. So wurde zum Beispiel das rechte Felswiderlager von der stark armierten Stahlbetonsperre Nr.22 zerdrückt und in Meterdimension in den Fels geschoben. Trotz der erfolgten Brüche wurden die Druckspannungsmessungen fortgesetzt. Sie zeigten beim ruckartigen Schub im Frühjahr 1975 wieder deutliche Reaktionen mit einem Spitzenwert von 173 kp/cm^2 . Dieser Wert ist eine Normalkraft und man muß die raumdiagonale Kraft etwa 50 % größer annehmen, was bereits der Beton-Bruchspannung entspricht. Für die Verbauung wirkt sich aber bereits viel früher das Zusammenspiel von Druck, Schub und z.T. auch Verdrehung verheerend aus. Diese wechselhafte Beanspruchung kommt in den Meßergebnissen (durch Druckumkehr) auch klar zum Ausdruck (siehe Abb. 3).

Um die Hebung des Hangfußes genauer zu erfassen, wurde zunächst mit einem Nivellement über die Sperrenstaffelung begonnen. Die Hebung war vorerst gering und betrug bis Mai 1975 Zenti- und Dezimeterdimensionen. Dagegen wurden die Sperren im Frühjahr 1975 etwa $1 \frac{3}{4}$ Meter angehoben und gegen das rechte Ufer gedrückt. Ab dem Jahre 1975 wurden auch die vertikalen Bewegungen in den oberen Profilen gemessen, so daß nunmehr auch dort die genauen Bewegungsvektoren im Raum für das letzte Beobachtungsjahr bekannt sind. Nachdem die Bewegung ungefähr in der Fallinie erfolgt, konnte sie auch im Längenschnitt eingetragen werden. Es zeigt sich, daß die Neigung der Bewegungsvektoren von oben nach unten, u. z. von etwa 50° bis etwa 18° abnimmt. Dieses Erscheinungsbild erhärtet die Vermutung einer tiefgreifenden Bewegung mit einer gekrümmten unteren Begrenzung der Hangdeformation. Bringt man die Normalen auf die Bewegungsvektoren zum Schnitt, erhält man für diese untere Begrenzung in diesem Profil Krümmungsradien von etwa 250 m im oberen und etwa 610 m im unteren Teil. Im Hangfuß ist mit

pressmeters were highly sensitive feelers. Immediately after their installation oblique upward forces directed towards the right bank could be realized which turned to heavy movements above all in the springs of 1972 and 1975. So, for example, the right rock abutment was damaged by the heavy reinforced concrete dam number 22 and pushed into the rock in the ranges of meters. In spite of these damages measurements of compression stresses were continued. During a jerky movement they showed distinct reactions with a peak value of 173 kp/cm^2 in spring 1975. This value represents a normal directed force and we must assume that the three dimensional vector is approximately 50 % bigger, which corresponds to the ultimate breaking stress of the concrete. However the interplay between pressure, shear and even torsion has a devastating effect on control works much earlier. This varying load is also clearly expressed in the measurement results by pressure reversal (see fig. 3).

First of all a levelling of the stair-stepped dams was started to determine the uplift of the foot of the slope more precisely. In the beginning the elevation was small but amounted to dimensions of centimeters and decimeters until May 1975. In the spring of 1975, however, the dams were lifted up to about $1 \frac{3}{4}$ meters and pressed against the right bank. From the year 1975 on also the vertical movements were measured in the upper profiles, so that even there the exact three dimensional directions of the movement are known. As the movement follows approximately the fall line, they could also be plotted in the longitudinal profile. It may be observed that the inclination of the movement vectors decreases from 50° in the upper parts to 18° in the lower parts of the slope. This phenomenon bears out the theory of a deep reaching movement with a curved boundary of slope deformation below. If the normals to the movement vectors are led to intersection, the radii of curvature for this bottom periphery in that profile amount about 250 m in the upper and to about 610 m in the lower part. At the foot of the slope we may expect a fast increasing curvature as it is there that the above mentioned elevation

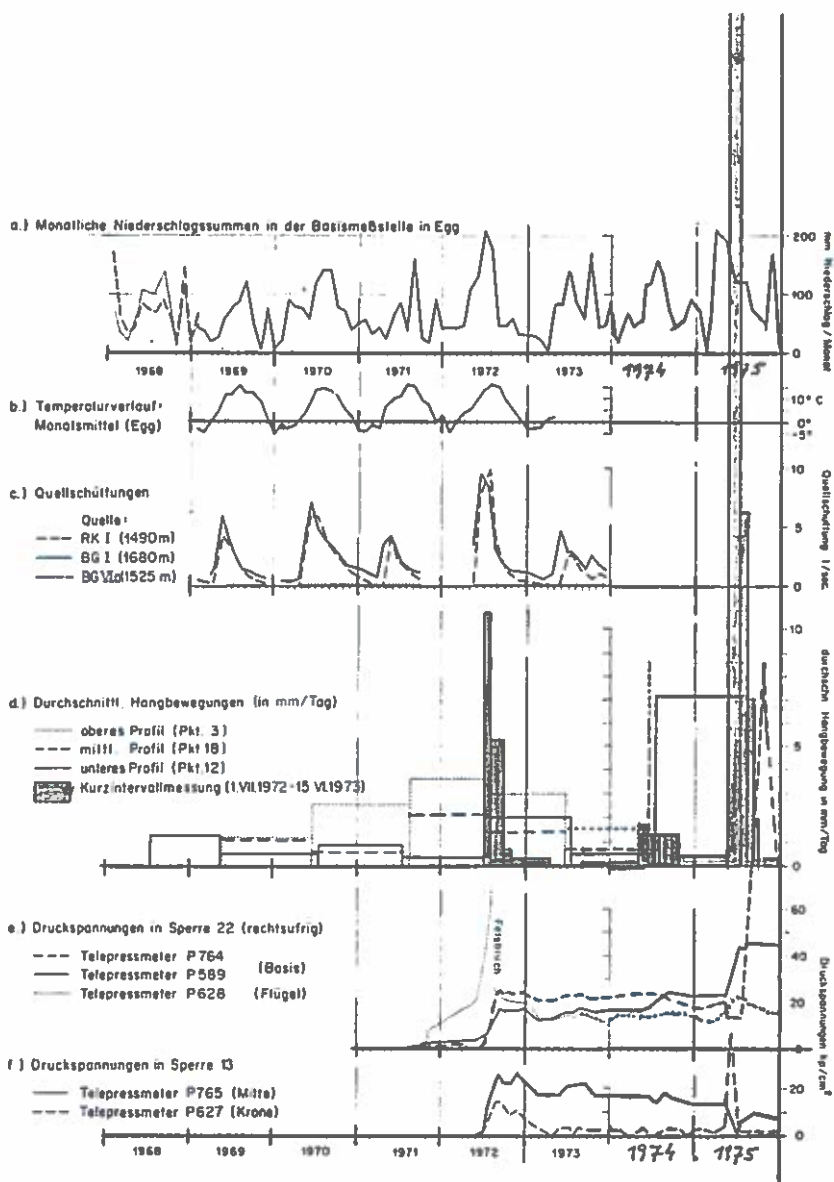


Abb. 3: Meßergebnisse Gradenbach/Berchtoldhang 1969-1975

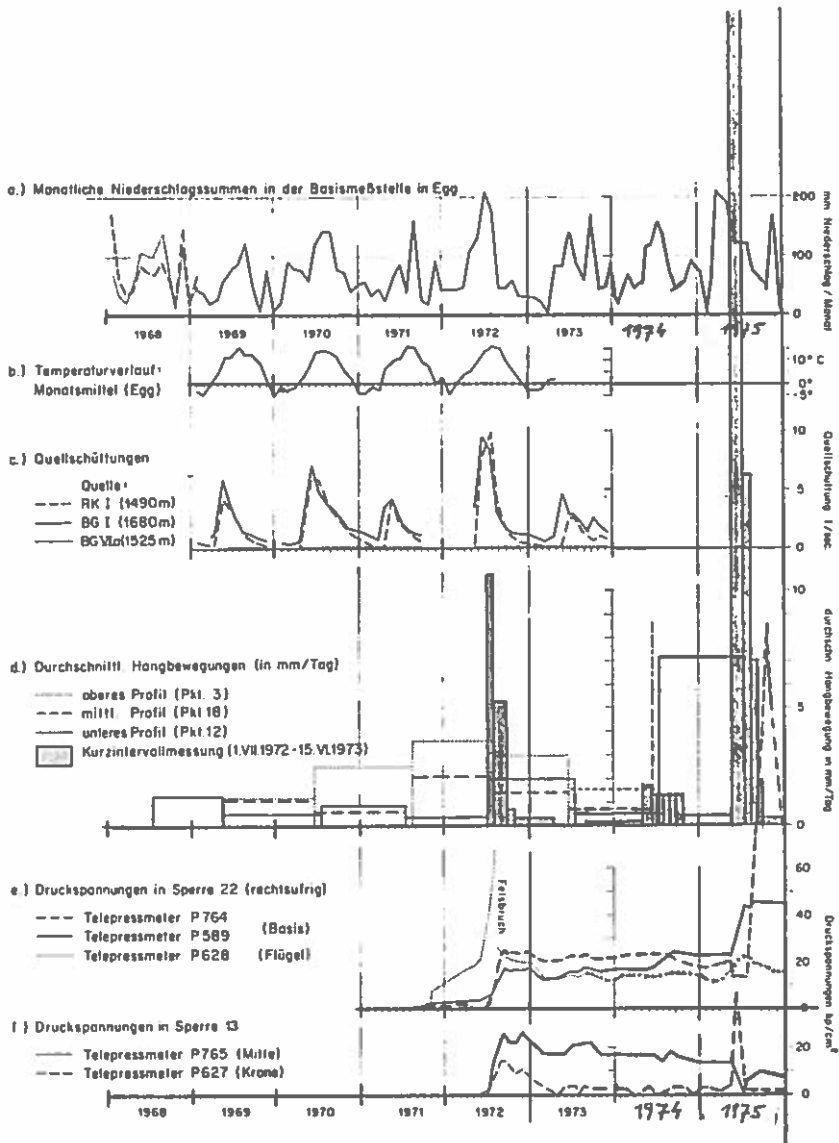


Fig. 3: Results of measurements at Gradenbach - Berchtold slope 1969 - 1975

- a) Monthly precipitation values of the base station in Egg
- b) Course of temperature (monthly mean values at Egg)
- c) Discharge of sources
- e) Compression stresses in dam No^o 22 (at the right bank)
- f) Compression stresses in dam No^o 13

takes place. As the extent of the movement decreases from the upper to the lower part we may be sure of an enormous compaction within the lower part; this also explains well the widening and bulging at that place.

These results correspond to those which could be gained from the kinetic investigations of the gliding slope Hochmais during the filling of the Gepatsch reservoir (LAUFFER, NEU-HAUSER and SCHÖBER 1971). If you want, as a result of these considerations, to infer the volume being deformed you may assume that it amounts to about 150 million cubicmeters. Further investigations would be necessary for definite proof, expensive exploring works, however, are hardly justified by the purpose of control. First of all the measurement program shall be increased and it shall also contain the problem of warning.

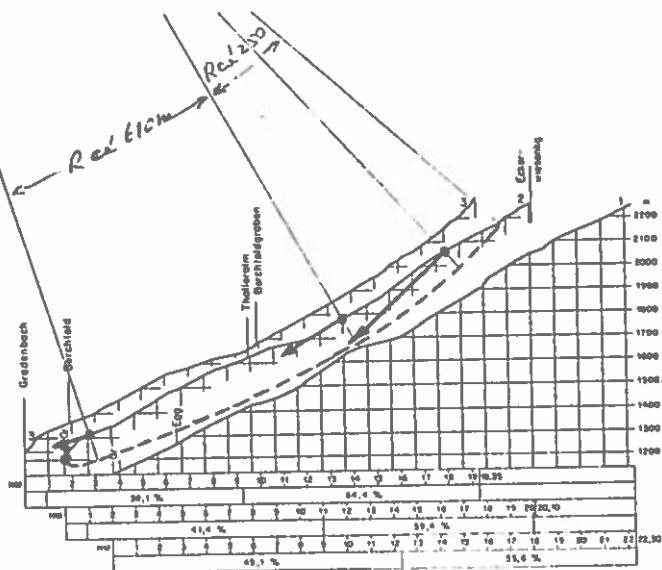


Abb. 4: Kinetic study in longitudinal section "2" of the Berchtold slope, based on the three-dimensional displacement of point 3 in the upper, point 20 in the middle and point 12 in the lower cross section.

F o l g e r u n g e n

Für die Einschätzung des Geschiebepotentials ist der Talzuschub als ein, auf lange Sicht wirkender Geschiebeherd zu betrachten. Im Wege der rupturrellen Verformung der Gesteinsmassen wird ständig neuer Jungschutt erzeugt und durch die Abwärtsbewegung des Hanges immer wieder an den Bach herangebracht. Sobald die Erosionskräfte ausreichen, kann es je nach den Hochwasserfrachten auch zu entsprechenden Geschiebefrachten kommen. Aus dem Talzuschubsbereich des Gradenbaches ist nach den siebenjährigen Meßergebnissen mit einer jährlich anfallenden Geschiebemasse in der Größenordnung von etwa 25.000 m^3 zu rechnen. Ein entsprechendes Hochwasser kann also nach 20 Jahren etwa 500.000 m^3 vorfinden, abtransportieren und damit die Erosion und Hangbewegung neu entfachen. Die Verbauungstechnik muß auf diese, über lange Zeit zu erwartende Geschiebeproduktion abgestimmt sind. Für technische Verbauungen sind flexible Bautypen zu wählen, die auch bei starken Geländebewegungen funktionsfähig bleiben. Die Hebung und Verbreiterung der Bachsohle, die durch Geschiebeauflage am Hangfuß neben der Entwässerung vor allem stabilisierend wirkt, ist dem Geschiebeanfall entsprechend langfristig zu planen und solange (wiederholt) fortzusetzen, bis eine hinreichende Konsolidierung erreicht ist.

B i b l i o g r a p h i e

- KRONFELLNER-KRAUS, G., 1974a: Die Wildbacherosions im allgemeinen und der Talzuschub im besonderen. In: "100 Jahre Forstliche Bundesversuchsanstalt", S. 309-342.
- , 1974b: Der Talzuschub im Gradenbach = Valley narrowing by rock creep in the "Gradenbach". In: "IUFRO Executive Board Study Tour in Austria", S. 77-85.
- LAUFFER, H., NEUHAUSER, E. und SCHÖBER, W., 1971: Der Auftrieb als Ursache von Hangbewegungen bei der Füllung des Gelpatschspeichers. Österr. Ing. Zeitschrift, Bd. 14, S. 101-113
- MAYER, E., 1974: Geodätische Erfassung und Kontrolle von Bergdeformationen = Geodetic determination and control of mountain movements. In: "IUFRO Executive Board Study Tour in Austria", S. 70-77.

C o n c l u s i o n s

For the estimation of bed load potential valley narrowing by mass creep may be regarded as a debris source on a long term basis. By the crushing deformation of rock masses new debris is constantly produced and is transported close to the river again and again by the downward movement of the slope. When the eroding forces are sufficient, corresponding bed load transports may develop according to the flood discharges. From the mass creep area of the Graden valley we may expect-according to measurement results of seven years-an annual yield of debris in the range of about 25.000 m³. After 20 years a peak discharge may, therefore, encounter a mass of about 500.000 m³, transport it and be thus the new cause of erosion and slope movement. Control techniques must correspond to a bed load production over a longer period. Flexible construction types have to be chosen which function even during heavy ground movements. The elevation and widening of the torrent bed, which has, in addition to drainage work, a stabilizing effect by the superposed debris at the foot of the slope, ought to be planned at longer term according to the yield of debris and continued until a sufficient consolidation is achieved.

B i b l i o g r a p h y

- KRONFELLNER-KRAUS, G., 1974a: Die Wildbacherosion im allgemeinen und der Talzuschub im besonderen. In: "100 Jahre Forstliche Bundesversuchsanstalt", S. 309-342.
- , 1974b: Der Talzuschub im Gradenbach = Valley narrowing by rock creep in the "Gradenbach". In: "IUFRO Executive Board Study Tour in Austria", S. 77-85.
- LAUFFER, H., NEUHAUSER, E. und SCHÖBER, W., 1971: Der Auftrieb als Ursache von Hangbewegungen bei der Füllung des Gepatschspeichers. Österr. Ing. Zeitschrift, Bd. 14, S.101-113
- MAYER, E., 1974: Geodätische Erfassung und Kontrolle von Bergdeformationen = Geodetic determination and control of mountain movements. In: "IUFRO Executive Board Study Tour in Austria", S. 70-77.

VORSCHLAG ZUR AUSSCHIEDUNG VON GEFAHRENZONEN UND GESCHIEBEHERDEN IN HANGBEREICHEN, DARGESTELLT AM TALZUSCHUB DES GRADENBACHES/KÄRNTEN

von

Michael MOSER

Lehrstuhl für Angewandte Geologie
Universität Karlsruhe

1. EINFÜHRUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Im Alpenraum hat sich in den letzten 25 Jahren, bedingt durch den technischen und wirtschaftlichen Fortschritt, ein tiefgreifender sozioökonomischer Wandel vollzogen. Der angedeutete Strukturwandel in der Gesamtwirtschaft und dem sozialen Gefüge ist einerseits auf die Bildung neuer Intensivzonen, andererseits auf die Entleerung bzw. die periodisch übermäßig starke Frequenz einiger Regionen zurückzuführen. Die Intensivzonen ergeben sich im wesentlichen durch industrielle Ballungsgebiete und durch Fremdenverkehrszentren. Insbesondere der Fremdenverkehr und die damit verbundene, rasche Zunahme der Bevölkerung hat eine Ausweitung der Siedlungsgebiete in potentielle Gefahrengebiete stark vorangetrieben.

Da die aufgezeigten Entwicklungen für gewisse Teile der Alpen auch für die Zukunft relevant sein werden, ist man im gesamten Alpenbereich besonders nach den Unwetterkatastrophen 1965 und 1966 zu der Überzeugung gekommen, daß umfangreiche Ursachen- und Schadensanalysen für eine sachgerechte Raumplanung im alpinen Raum für den Bestand der Landschaft unerläßlich sind. Das Gesamtsystem einer umfassenden Vorbeugung sollte nach H.GRUBINGER (1976) naturwissenschaftliche, planerische und strukturpolitische Aspekte berücksichtigen. Weiter hat sich gezeigt, daß grundlegende Konzepte einer Raumplanung nur Erfolg versprechen, wenn Maßnahmen aktiver und passiver Art sinnvoll ineinander greifen. Im folgenden Schema (modifiziert nach

H.GRUBINGER 1976) sind die einzelnen Arten von vorbeugenden Maßnahmen für ein umfassendes Schutzkonzept in ihrer Wirkungsweise schematisch dargestellt:

Vorbeugende Maßnahmen

I Aktiver technischer und
ingenieurbilogischer Schutz

II Passiver Schutz

punktuell

Rechtsnormen und Zonenausscheidung

linear

Abgrenzung von Gefahrenherden und
gefährdeten Zonen

flächenhaft

Ausscheiden von Wasser- und Geschie-
beretentionsräumen

Die Abgrenzung von Gefahrenherden und gefährdeten Gebieten stellt das Aufgabengebiet der Geotechnik in umfassendem Sinne dar. Eine detaillierte und aussagekräftige Abschätzung der potentiellen Gefahrenherde d.h. eine Angabe des Katastrophenpotentials sollte unter forsttechnischen, geologischen, boden- und felsmechanischen Gesichtspunkten erfolgen.

Nach H. AULITZKY (1975) müssen grundsätzlich 4 Typen von Gefahrenzonen ausgeschieden werden:

- a) Gefahrenzonen in Flußlandschaften
- b) Gefahrenzonen in Wildbach-Ablagerungsgebieten
- c) Lawinengefahrenzonen
- d) Gefahrenzonen in Hangbereichen

Die unter a) bis Punkt c) aufgeführten Zonenausscheidungen können als direkte Gefahrenkarten angesehen werden, die im wesentlichen angeben, um welche Art der Gefährdung, sei es durch Überschwemmung, Vermurung oder Lawinen, es sich handelt. Seit 1973 besteht in Österreich eine Dienstanweisung zur Ausarbeitung von Wildbach- und Lawinengefahrenzonen, die vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft herausgegeben wurde. Hier werden im wesentlichen 6 Zonen ausgeschieden, die durch den möglichen Grad der Zerstörung von Gebäuden und der Art der Gefährdung von Personen gekennzeichnet sind. Im Rahmen

dieser Arbeit soll auf diese Problematik nicht näher eingegangen werden (näh. s. H.AULITZKY 1975, E. HANAUSEK 1971, 1974, J.BERGTHALER 1975).

Die unter Punkt d) aufgeführten Gefahrenzonen sind dagegen als eine spezifische Gefährdung des Substrates d.h. der Locker- und Festgesteine anzusehen.

H.BEINSTEINER & H.MAYER (1971) betonten bei der Untersuchung von Waldabbrüchen anlässlich der Hochwasserkatastrophe 1965 in Osttirol, daß es sehr schwierig ist, einen allgemeinen verbindlichen Faktorenkomplex für die spezifische Gefährdung von Hangbereichen anzugeben. Auch B.FUCHSJÄGER (1975) kommt zu dem Schluß, daß eine Kartierung der durch Hanganbrüche gefährdeten Zonen über die derzeit von der Wildbach- und Lawinenverbauung bearbeiteten Gefahrenzonenpläne weit hinausginge.

Für Verbaumaßnahmen und eine ganzheitliche Bewirtschaftung muß die Ausscheidung von Gefahrenzonen in Hangbereichen als eine notwendige Ergänzung für die Gefahrenzonenpläne in den Unterlaufstrecken angesehen werden. Die Auswertung von ca. 120 Hanganbrüchen im Bereich von Oberkärnten anlässlich der Schneeschmelze 1975 mit Hilfe von multivariaten Analysen legt die Vermutung nahe, daß ein spezifischer Faktorenkomplex für das Zustandekommen verstärkter Anbruchsbildung verantwortlich ist.

2. DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET

Es wurde ein Talzuschubsbereich des Berchtoldhanges am Ausgang des Gradenbaches /Kärnten ausgewählt, der aufgrund schon vorhandener umfangreicher forsttechnischer, hydrogeologischer und geodätischer Untersuchungen (G.KRONFELLNER-KRAUS 1974, 1977, H.ZOJER & J.ZÖTL 1975) für solche geotechnischen Darstellungen besonders geeignet schien. Hier war es möglich, fast alle im alpinen Bereich vorkommenden Massenbewegungen aller Größenordnungen in einem kleinen Mustereinzugsgebiet zu studieren.

Der Gradenbach liegt im Bereich der Schoberggruppe /Osttirol



Quartär



Zentralgneis



Altkristallin



Untersuchungs-
gebiet



Matreier Zone und
periphere Schieferh.



Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes im oberen Mölltal/Kärnten

und ist entsprechend seiner Steilheit und Höhenlage (Petzeck 3283 m) nur zu etwas über 30 % land- und forstwirtschaftlich nutzbar. Die übrigen Bereiche werden von steilen Felshängen und Gletscherarealen eingenommen.

Die geotechnischen Untersuchungen beziehen sich auf den kritischen Bereich am Ausgang des Gradenbaches in einer etwa 900 m langen Schluchtstrecke bis zur Kammregion in 2250 m Höhe. Die geologischen Verhältnisse sind durch sehr heterogen aufgebaute, hochteildbewegliche Phyllite der Matreier Zone und z.T. mächtige Moränen und Bergsturm Massen gekennzeichnet (s. Abb. 1).

3. DIE MÖGLICHKEITEN ZUR AUSSCHIEDUNG VON GEFAHRENZONEN IN HANGBEREICHEN

Eine Beurteilung der Hangstabilität, die für eine ganzheitliche Bewirtschaftung der Wildbacheinzugsgebiete notwendig ist, sollte im wesentlichen folgende Inhalte berücksichtigen:

geotechnische Ausbildung der Locker- und Festgesteine (Geotechnische Karte I, 1:5.000 ; Erhebungsbogen)

Größe, Art und Form der vorhandenen Massenbewegungen (Geotechnische Karte I; Erhebungsbogen)

Ausscheidung der potentiellen Gefahrenggebiete (Geotechnische Karte II, 1:5.000)

In diesem Zusammenhang soll kurz auf die Probleme von Kartierungen hingewiesen werden, die eine Gefahr durch Hanginstabilitäten ausscheiden. Unter anderem seien erwähnt:

- a) Die Karte der Erosionsgefährdung, 1:25.000, des Niederschlagsgebietes Halblech und der Hörnergruppe (J.KARL & W.DANZ 1969).

Sie enthält keine Aussage über die direkte Gefährdung von Siedlungen und Menschen, sondern berücksichtigt im wesentlichen Form und Vorgang der Anbruchsbildung in Locker- und Festgesteinen. Entsprechend dem großen Maßstab sind Vereinfachungen vorgenommen, die die Geschiebeherdbildung in ihrer Gesamtheit nicht ausreichend erfassen können. Die Kennzeichnung des Substrates erfolgt hier nur sehr summarisch und müßte gerade bei der Wichtigkeit dieses Faktors für die Geschiebeherdentstehung sorgfältiger vorgenommen werden.

- b) Kartierung von Wildbächen im Lesachtal, 1:5.000 (R.STERN 1971).

Die Aufnahmen, die an der Bundesländergrenze Osttirol zu Kärnten durchgeführt wurden, enthalten eine detaillierte Ausscheidung der verschiedensten Typen von Massenbewegungen ohne eine genauere Kennzeichnung des Substrates.

- c) Die Karte der Hanglabilitätsformen und -stufen in der Alpenregion des Landkreises Miesbach (W.LAATSCH & W.GROTTENTHALER 1973).

Hier werden 3 Hanglabilitätsstufen (stabile Flächen, mäßig labile Flächen, sehr labile Flächen) ausgeschieden. Diese 3 Hanglabilitätsstufen werden durch Hanglabilitätsformen (Mechanik der auf der Fläche möglichen Massenverlagerung) näher gekennzeichnet. Als Übersicht für weitere detaillierte Untersuchungen von Gefahrenzonen in Hangbereichen scheint der Vorschlag gut geeignet zu sein.

- d) Geomorphologische Kartierung und Beurteilung von Wildbachgebieten, 1:25.000 (G.BUNZA 1975).

Entsprechend dem kleinen Maßstab sind diese Kartierungen geeignet, im wesentlichen eine Übersicht über die Lage und Art der Geschiebeherde innerhalb eines Wildbacheinzugsgebietes zu vermitteln.

- e) Kombinierte geomorphologische Gefahrenkarte 1:10.000 von Grindelwald (H.KIENHOLZ 1977).

Sie beruht im wesentlichen auf einer geomorphologischen Grundlagenkarte und einer Gefahrenkarte, die die in den einzelnen Zonen bestehenden Gefahrenstufen und Gefahrenarten zeigt. Als Gefahrenarten werden ganz allgemein Massenverlagerungen auf dem Boden verstanden, wobei 5 Arten ausgeschieden werden:

Lawinen, Rutsche, Stürze, Wassergefahren und Eislawinen.

Die oben angeführten Kartierungen sind teilweise aufgrund ihres kleinen Maßstabes und den damit verbundenen Vereinfachungen nur in begrenztem Umfang als Empfehlungen für die technische Projekterstellung durch die Wildbach- und Lawinerverbauung geeignet.

3.1 Inhalt der geotechnischen Karte I und des Erhebungsbogens

Der Erhebungsbogen soll eine detaillierte Aufnahme und Dokumentation von vorhandenen Massenbewegungen in Locker- und Festgesteinen innerhalb von Hanglagen der Täler oder von

Wildbacheinzugsgebieten erleichtern (s.Tab.2 u.3). Für die Untersuchung von vorhandenen Massenbewegungen in Lockergesteinen wurde bereits ein Entwurf mit Erläuterungen vorgestellt (M.MOSER 1976).

Wie sich durch die Analyse der Hochwasserkatastrophen 1965, 1966 und neuerdings durch die Schneeschmelze im Frühjahr 1975 in Oberkärnten gezeigt hat, muß der Ausbildung des Substrates (Locker- und Festgesteine) eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Die Bedeutung gerade dieses Faktors wurde auch im "Vorschlag zu einer vorläufigen Hangstabilitätsklassifikation mit Hilfe eines Gefährlichkeitsindex" (M.MOSER 1973) berücksichtigt.

3.1.1 Kennzeichnung der Lockergesteine (s.Abb.2,Taf.2,Tab.2)

Die geotechnische Beurteilung der Lockergesteine sollte sowohl mit geologischen als auch bodenmechanischen Kennziffern erfolgen.

Begriffe, die im geologischen Sinne die Art der Lockergesteine kennzeichnen, geben Auskunft über die Entstehung eines Lockersedimentes. Hierdurch erfolgt - ohne quantitative Wertung - eine erste Aussage über das mechanische Verhalten der Lockergesteine. Insgesamt sollte folgendes geologisches Datenmaterial für die Beurteilung der Lockergesteine entnommen werden können:

- a) Art der Lockergesteine (Verwitterungsschutt, Hangschutt, fluvioglaziale Sedimente, usw.)
- b) Aufbau (homogen, inhomogen; sehr wichtig für die Wasserführung!)
- c) Mächtigkeit der Lockerüberlagerung
- d) Art des Anstehenden (soweit innerhalb des Anbruches aufgeschlossen)

Neben geologischen Aspekten sollten -soweit wie möglich - einfach zu untersuchende bodenmechanische Daten gewonnen werden, um die im Boden wirksamen Kräfte abklären zu können. Diese Kennziffern können aus dem "Erhebungsbogen für vorhandene Massenbewegungen in Lockergesteinen" (s. Tab. 2) entnommen werden

und umfassen im wesentlichen

- | | |
|--|----------------|
| a) Kornverteilung, Ungleichförmigkeitsgrad | } Zustandszahl |
| b) natürlicher Wassergehalt | |
| c) Fließgrenze | |
| d) Ausrollgrenze | |
- } Plastizitätszahl

Die weiteren Kennziffern, die zur Beurteilung und rechnerischen Erfassung der Hangstabilität herangezogen werden (Kohäsion und Winkel der inneren Reibung), können überschlagsmäßig daraus abgeleitet werden.

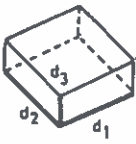
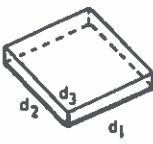
3.1.2 Kennzeichnung der Festgesteine (s. Abb. 2, Taf. II, Tab. 3)

Wie schon bei der Beurteilung der Lockergesteine muß auch bei den Festgesteinen eine Auswahl der Faktoren getroffen werden, die für die Anbruchsbildung im wesentlichen bestimmend sind.

Vor allem zu erwähnen sind:

- petrographische Ausbildung
- Raumstellung der Trennflächen (Schieferungsflächen, Schichtflächen, Kluftflächen)
- Technische Gebirgsfazies

Besonders letztgenannter Begriff ist geeignet die Anfälligkeit bzw. die Art der zu erwartenden Massenbewegungen zu kennzeichnen. Er beinhaltet eine Angabe der Kluftkörperform und -größe und damit eine Charakterisierung der Teilbeweglichkeit.

Form der Kluftkörper Kluftabstand d (cm)					
$\frac{d_1}{d_3} : \frac{d_2}{d_3}$	1 : 5	1 : 2 bis 1 : 5	1 : 1	2 : 1 bis 5 : 1	5 : 1
$d_{max} > 100$	großsäulig	großblockig	großwürfelig	quaderig - bankig	großplattig
$100 > d_{max} > 10$	kleinsäulig	kleinblockig	kleinwürfelig	kleintäfelig	schiefrig
$d_{max} \leq 10$	stengelig-faserig	kubisch-ruschelig	kubisch-ruschelig	splitterig	blättrig-kleinschuppig

Aus dem Erhebungsbogen(s. Tab. 3) können für die Anbruchszonen in Festgesteinen innerhalb von Hangbereichen weitere wichtige Parameter wie räumliche Erstreckung, Öffnungsweite, Zwischenmittel, Auflockerungsgrad des Trennflächengefüges entnommen werden.

3.1.3 Größe, Form und Art der vorhandenen Massenbewegungen (s.Taf.I,II, Tab.1)

Hier wird das Problem angeschnitten, wie Massenbewegungen sinnvoll und praxisgerecht klassifiziert werden können.

Seit etwa 60 Jahren existiert eine kaum mehr überschaubare Menge von Gliederungs- und Klassifikationsvorschlägen von Massenbewegungen. Dies liegt vornehmlich in der Tatsache begründet, daß die Untersuchung und Einteilung aufgrund der Komplexität dieses Naturphänomens von Geomorphologen, Geologen, Bodenmechanikern, Felsmechanikern, Forsttechnikern und Bodenkundlern vorgenommen wurde. Außerdem kann die in einer bestimmten Region entwickelte Systematik nicht ohne weiteres auf Gebiete übertragen werden, die im Laufe der geologischen Prozesse eine andere Bildungsgeschichte erfahren haben. Auch sollte nicht übersehen werden, daß der Zweck der jeweiligen Untersuchungen von Massenbewegungen ebenfalls zu einer ausgeprägten Differenzierung der Gliederungsvorschläge führt.

Die hier vorgelegte Klassifikation stützt sich im wesentlichen auf die Analyse von spontanen Hanginstabilitäten, wie sie in den Jahren 1965, 1966 und 1975 in den Südalpen auftraten.

Zur Ergänzung der Klassifikation wurden außerdem Massenbewegungen herangezogen, die zwar selbst nicht eingehend untersucht wurden, doch für den alpinen Bereich als kennzeichnend angesehen werden können. Insbesondere wurde versucht, eine Klassifikationsgrundlage zu schaffen, die es erlaubt, eine schnelle und für die Verbauung und Sanierung von Massenbewegungen sinnvolle Einteilung zu gewährleisten.

Als Einteilungskriterien wurden gewählt(s.Tab. 1):

I Bewegungsvorgang

1. Fallen, Stürzen
2. Gleiten
 - 2.1 rotationsförmig
 - 2.2 translationsförmig
3. Fließen
 - 3.1 schnelle bis sehr schnelle Bewegung
 - 3.2 langsame Bewegung, Kriechen

II Eigenschaften des Materials

1. Festgesteine
2. Festgesteine der Felsgüteklasse E
3. Lockergesteine

Weitere Unterteilungen werden vorgenommen (sofern möglich):

1. nach der Art der Gleitfläche
2. nach der Anbruchsform

Die Tabelle 1 enthält eine kurze Beschreibung, die Tafel I eine bildliche Erläuterung der im alpinen Bereich bevorzugt auftretenden Massenbewegungen.

Aus dem Erhebungsbogen können für das Anbruchsgebiet folgende weitere wichtige Faktoren ersehen werden:

- a) absolute Höhenlage
- b) Höhenlage über der lokalen Erosionsbasis
- c) auslösendes Niederschlagsereignis
- d) anthropogene Beeinflussung
- e) Hangneigung
- f) Ausgangspunkt der Massenbewegung
- g) Vegetation und Exposition

Außerdem können die geologischen, geomorphologischen und vegetationskundlichen Verhältnisse des Ober- und Unterhanges des eigentlichen Anbruchsgebietes entnommen werden. Zur Ergänzung sollten Längsschnitte und Photos innerhalb des Anbruchgebietes aus einem Zusatzblatt zu entnehmen sein.

3.2 Inhalt der geotechnischen Karte II (s. Abb. 3, Taf. III)

Sie kann als Gefahrenkarte angesehen werden, in der versucht wird, die Gefahrenart in flächenhafter Ausscheidung darzustellen.

Zum Unterschied von W.LAATSCH & W.GROTTENTHALER (1973) und H.KIENHOLZ (1977) wird aber nur eine Gefahrenart, nämlich die möglichen Massenbewegungen in Locker- und Festgesteinen, dargestellt.

Durch solche flächenhaften Ausscheidungen können, wie G.KRONFELLNER-KRAUS (1975) betonte, die potentiellen Geschiebeherde einigermaßen sicher erfaßt werden. Durch diese Kartierungen wird es erst möglich sein, eine Geschiebebilanz und das Erosionspotential im gesamten Einzugsgebiet eines Wildbaches bzw. eines gefährdeten Hangbereiches anzugeben.

ZUSAMMENFASSUNG

Für die Ausscheidung von Gefahrenzonen in Hangbereichen wurden an einem kleinen Mustereinzugsgebiet (Berchtoldhang - Gradenbach /Kärnten) Vorschläge für Geschiebeherdkartierungen ausgearbeitet. Sie umfassen im wesentlichen eine Darstellung der vorhandenen Massenbewegungen im Zusammenhang mit einer geotechnischen Klassifikation der Locker- und Festgesteine. Zur genaueren Erfassung der einzelnen Massenbewegungen ist zusätzlich ein Erhebungsbogen vorgesehen, der weitere anbruchsbestimmende Faktoren enthält. Durch die statistische Auswertung des Erhebungsbogens wird sich ein spezifischer Faktorenkomplex für die Anbruchsgefährdung angeben lassen. Basierend auf der Aufnahme der vorhandenen Massenbewegungen und der Klassifikation des Substrates erfolgt eine flächenhafte Ausscheidung der Geschiebeherde. Diese Kartierungen werden zu einer wesentlich besseren Abklärung des Erosionspotentials im gesamten Wildbacheinzugsgebiet beitragen.

Schlüsselwörter: Geschiebeherdkartierungen; Darstellung von vorhandenen Massenbewegungen; Erhebungsbogen für vorhandene Massenbewegungen; geotechnische Klassifikation von Locker- und Festgesteinen für die Praxis der Wildbachverbauung; Darstellung von potentiellen Geschiebeherden.

SUMMARY

For the mapping of zones of risk in mountain slopes, proposals for evaluation of sediment source areas have been worked out in a small alpine watershed (Berchtoldhang- Gradenbach/Upper Carinthia). They mainly comprise a description of the active mass movements in connection with the geotechnical classification of soils and bedrocks. In addition, an evaluation list is assigned for a more detailed registration of the mass movements. This list contains further factors influencing the process of movement and shape of scar. It will be possible to indicate a specific complex of factors for the potential source areas through statistical analysis. Based upon the recording of the active mass movements and the classification of the soils and bedrocks it is possible to give the potential future slide areas. These mappings will be instrumental for a remarkably improved assessment of the erosion potential in the whole area of the watershed.

Key words: Mappings of the sediment source areas; description of active mass movements in alpine regions; evaluation list for active mass movements; geotechnical classification of soils and bedrocks with regard to treatment and correction in mountain watersheds; recording and description of potential future slide areas.

Tab. 1: **GRUNDTYPEN VON MASSENBEBEWEGUNGEN IM ALPINEN BEREICH**
(ELEMENTARY TYPES OF MASSMOVEMENTS IN ALPINE REGIONS)

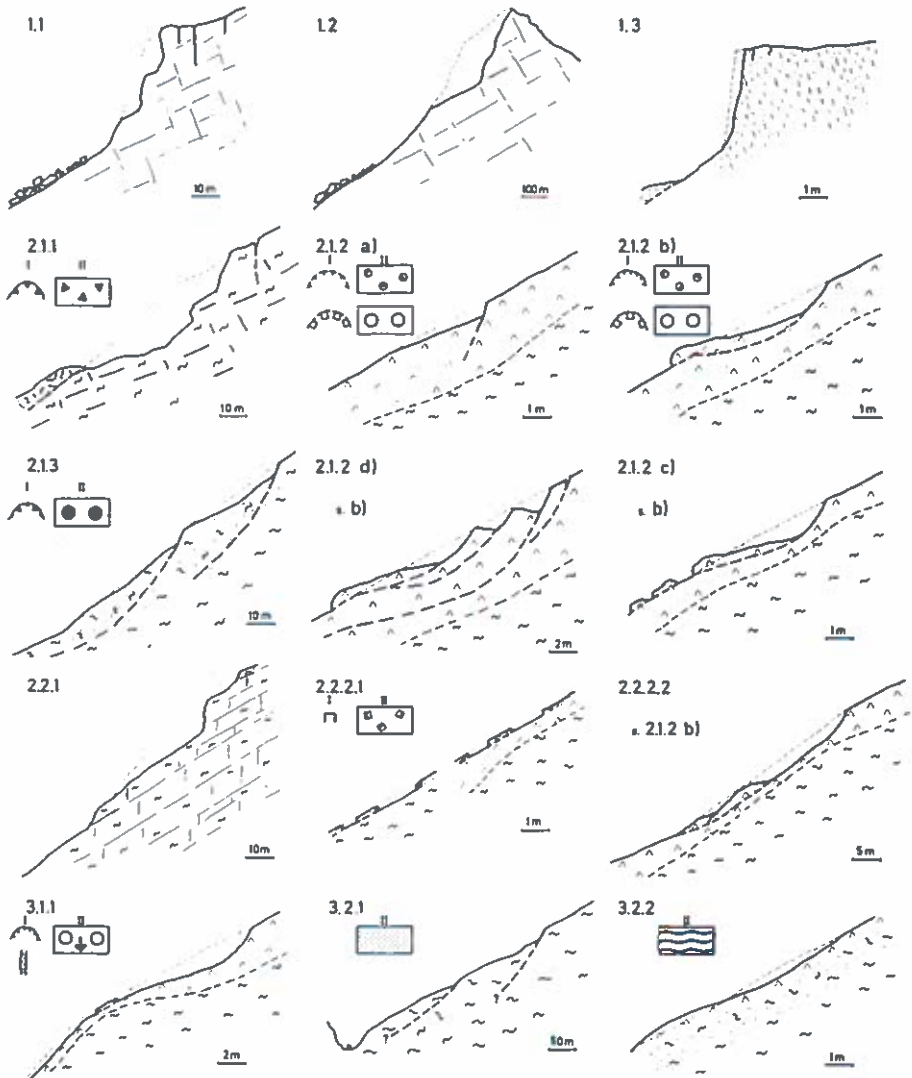
BEWEGUNGSVORGANG (PROCESS OF MOVEMENT)	EIGENSCHAFTEN DES MATERIALS, ANBRUCHSFORM (TYPE OF MATERIAL, SHAPE OF SCAR)		
	Festgesteine (bedrocks)	Festgesteine der Felsgüteklasse E (bedrocks with high componental mobility)	Lockergesteine (soils)
1. FALEN, STÜRZEN (FALL)	1.1 Felssturz (blockfall) 1.2 Bergsturz (rockfall)		1.3 Abbruch (fall), <u>Plattenanbruch</u> (scar formed by plates)
2. GLEITEN (SLIDE) 2.1 z.T. rotationsförmig (partly rotational)	2.1.1 Felsrutschung (rock slump) <u>Nischenanbruch</u> (scar with stepped failure plane)	2.1.2 Rotations-Rutschung (spoon-shaped scar) 2.1.3 mehrfach rückschreitende Rotations-Rutschung (multiple retrogressive rotational slide)	2.1.4 <u>Muschelanbruch</u> (block slide, debris slide), tiefgründiger <u>Blattanbruch</u> (sheet-shaped very shallow scar)
2.2 translationsförmig (translational)	2.2.1 Felsgleitung (rockslide) <u>Blockanbruch</u> (scar block-shaped)		2.2.2 Translations-Rutschung (translational slide in soils) 2.2.2.1 Grasnarben-Rutschung (lawn-slide), seichtschaliger <u>Blattanbruch</u> (sheet-shaped very shallow scar) 2.2.2.2 Translations-Schutt-Rutschung (block slide, debris slide), tiefgründiger <u>Blattanbruch</u> (sheet-shaped scar)
3. FLIEßEN (FLOW) 3.1 schnelle bis sehr schnelle Bewegung (rapid to extremely rapid movement)		3.1.1 Mure (alpine mud Rinnenanbruch (gully))	flow, debris avalanche
3.2 langsame Bewegung, Kriechen (slow movement, creep)	3.2.1 Talzusub, Sackung (continuous mass creep)		3.2.2 Bodenkriechen, Schuttkriechen (skin creep, mantle creep)

DARSTELLUNG DER GRUNTYPEN VON MASSENBEWEGUNGEN IM ALPINEN BEREICH

(ILLUSTRATION OF ELEMENTARY TYPES OF MASS MOVEMENTS IN MOUNTAIN REGIONS)

Beschreibung s. Tab.1 (description s. table 1)

TAFEL I



BERCHTOLDGRABEN / GRADENBACH

(KÄRNTEN)

(CARINTHIA / AUSTRIA)

Abb.2: Legende zur
Tafel II



GEOTECHNISCHE KARTE, DARSTELLUNG DER VORHANDENEN MASSEN- BEWEGUNGEN

GEOTECHNICAL MAP, EVALUATION OF THE MASS MOVEMENTS

I Lockergesteine (soils)

-  sandig-steiniger Mergelschutt / ≈ 2m
(debris, size fraction from sand to
boulder / ≈ 2m)
-  Grobbleichschutt
(coarse slide rock material)
-  Grobbleichschutt mit erheblichem
Feinsanteil
(moraine deposits)
-  Fluvio-glaziale Sedimente vorw. sandig-kiesig
(fluvio-glacial sediments, commonly sized
from sand to gravel)
-  Wildbachschutt, z.T. grobbleichig
(torrent deposits, commonly of coarse grain)

II Festgesteine (rocks)

-  (s. Phyllite (phyllites) /
-  Kalk-Phyllite (calcareous phyllites)

III Gefügekennzeichnungen (features of fabric)

-  Querartig-blockig
(v. 1)
-  vorw. schieferig
(m - h)
-  blättrig-Steinschuppig
(vh - o)
-  Gebirge nicht mehr im Verband
im wesentlichen bruchlos Verformung
(slope deformation by creeping
without failures in the rock mass)
-  Gebirge nicht mehr im Verband
Blockverstellungen mit Rißbildung
(slope deformation with failures
in the rock mass)
-  s. K, GK
+ - - - - -
+ - - - - -
+ - - - - -
+ - - - - -
(orientation of schistosity, joints
and large joints)

-  = 5m
-  = 2-5m
-  = 1-2m
-  = 1m
-  - - - - - Spalte vermutet (fissures inferred)

IV Massenbewegungen, vgl. Tab.1, Tab.2 (mass movements, a table, plate)

-  Typ (Type) 2.1.2
-  2.1.2 al
-  2.1.2
-  2.1.2 al
-  2.2.2.1
-  3.1.1
-  2.1.3
-  2.1.3
-  2.1.1
-  2.1.1
-  Ausstriche von Bewegungs-
zonen
(outcrops of shear zones without
visible failures)

V Hydrogeologische Merkmale (hydrological features)

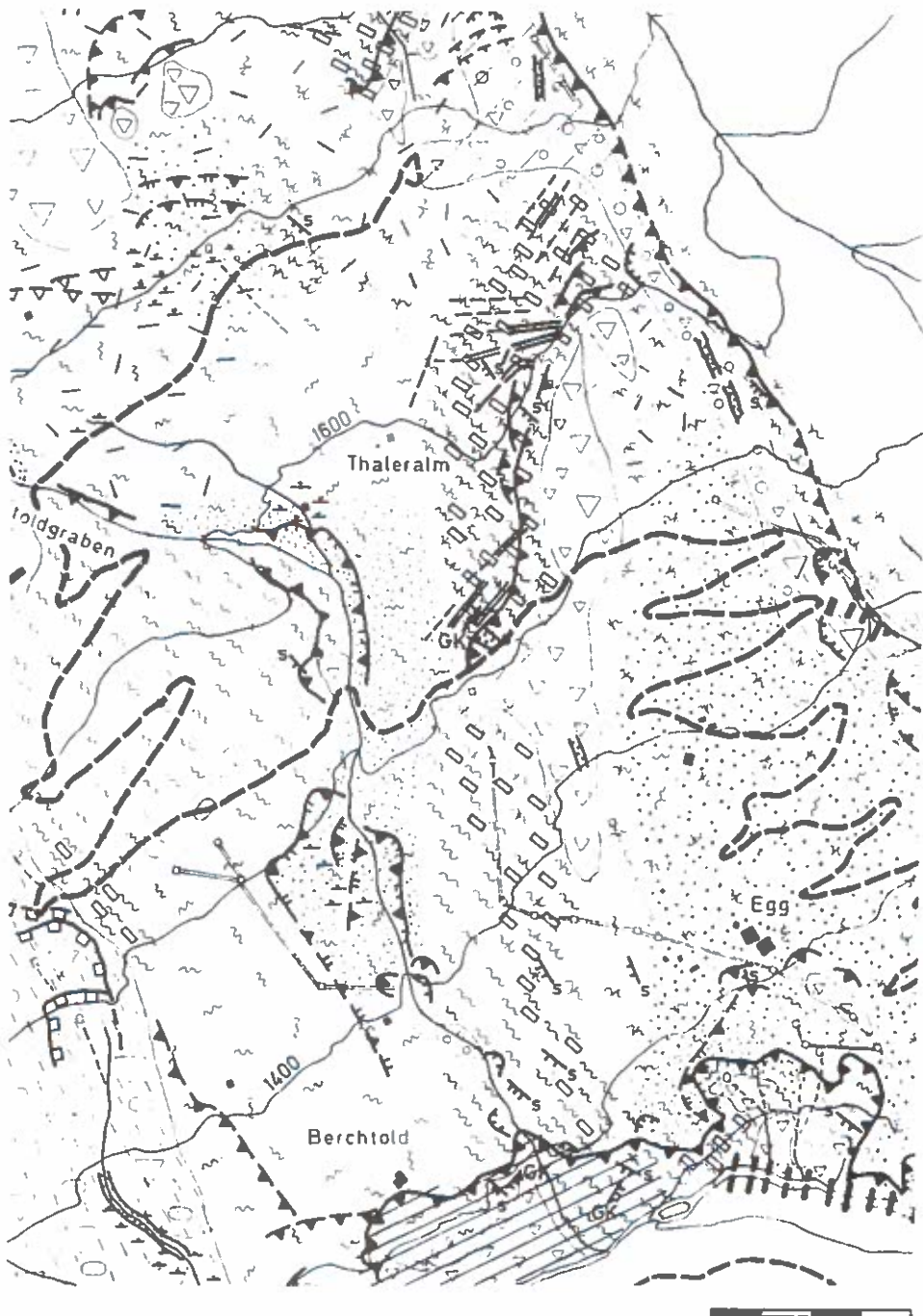
-  Verfestigungs-
zonen
(deposits loaded up with mudstone)
-  Quelle
(spring)
-  Doline
(doline)

VI Technische Maßnahmen (technical measures)

-  Drainage / in Bau
(drainage / in construction)
-  Querschwamm / zerstört
(torrent regulating dam /
destroyed)

VII Sonstiges (additional features)

-  Güterweg
(road)
-  Photogrammetrische Aufnahme
(photogrammetrical measurements)



Tab.2:

Erhebungsbogen für vorhandene Massenbewegungen in Lockergesteinen

I ALLGEMEINES

Anbruchsnr.:	(1) <u>Absolute Höhenlage</u>	(2) <u>Höhenlage ü.d. lokalen Erosionsbasis</u>	(3) <u>Niederschlagsereignis</u> (nähr. s. Blatt 2)
Region:	<700 700-900 900-1100 1100-1300 1300-1500 1500-1700 >1700 m	0-10 10-50 50-100 100-200 200-300 300-500 >500 m	Starkregen 30-60, >60 mm/h, Zwei- bis Dreitagesniederschläge<100 100-200 >200 mm, Schneeschnmelze, keines
Aufnahmedat.:	(4) <u>Anthropogene Beeinflussung</u>		
Anbruchsdat.:	Straße, Güterweg, Feldweg, Siedlung, Skipiste, Schlaggerungen, keine		

II ANBRUCHSGEBIET i.e.S.

a) <u>Art der Lockergesteine</u>	(5) <u>Geologische Kennziffern der Lockergesteine</u>	e) <u>Lithologische und petrographische Kennzeichnung</u> nicht untersucht Beschreibung:
Verwitterungs-, Hangschutt von krist. Schiefen, Phylliten, Sonstigen, sandig-lehmig, steinig, steinig-blockig; fluvioglaziale Sedimente, feinkörnig, grobkörnig; Moränen; Bergsturzmaterial; Sonstige	b) <u>Aufbau</u> d) <u>Anstehendes (Felsunterlage)</u> homogen, Kalk, Dolomite, Mergel, inhomogen Sandsteine, Tonschiefer, Phyllite, krist. Schiefer, c) <u>Mächtigkeit</u> Gneise, Sonstige; nicht aufgeschlossen (im Anbruch) <1 1-2 2-5 5-10 >10 m	

(6) <u>Bodenmechanische Kennziffern der Lockergesteine</u>	b) <u>Ungleichförmigkeitsgrad</u> (U) d) <u>Fließgrenze</u> (w _f)	f) <u>Zustandszahl</u> (w _z)
a) <u>Kornverteilung</u>	<5 5-15 15-30 30-60 60-100 100-300 >300 ()	<0 0-0,25 0,25-0,5 0,5-0,75 0,75-1,0 >1,0 ()
Korngröße vorw. Schluff, sandiger Schluff, schluffiger kiesiger Sand, schluffiger sandiger Kies, sandiger Kies, vorherrsch. gröbere Frakt.	c) <u>Natürlicher Wassergeh.</u> (w _n) e) <u>Auscollgrenze</u> (w _a) <10 10-15 15-20 20-25 25-30 >30 () genaue Werte in Klammern	g) <u>Winkel d. Reibung</u> <15 15-20 20-25 25-30 30-35 >350
(7) <u>Hangneigung</u>	(8) <u>Ausgangspkt.d.Massenbeweg.</u> (9) <u>Vegetation</u>	(11) <u>Wasserführung</u> 2. Zt.d.Aufn.
<15 15-20 20-25 25-30 30-35 35-40 40-45 >45°	Terrassenkante Hangrippe, Hangrücken, Hangmulde, ungegliedeter Hang	keine, Sickerwasser, großfl. Vernässungen, Gerinne

(12) Form des Anbruches

- a) Muschelanbruch u. ähnl. Form
nicht vollständig durchgeriss., c) Blattanbruch
Gleitschollen erhalten
(teilweise, völlig,
murenförmig abtransportiert,
mehrfach rückschreitend
(staffelförmig)

e) Beziehung zu Bachgerinnen

keine (Hanganbruch), Uferanbruch

Zum Vorgang der Massenbewegung s. Blatt 2

(13) Geometrie des Anbruches

- a) Breite (B) b) Länge (L) e) T/L-Verh.
<5 5-10 10-15 <5 5-10 10-15 <0,05 0,05-0,1
15-20 20-25 15-20 20-30 0,1-0,2 >0,2 ()
>25 m () >30 m () f) B/L-Verh.
c) Fläche <50 50-100 100-200 <0,5 0,5-0,7
200-500 500-1000 >1000 m² 0,7-1 1-2 >2 ()
d) Tiefe (T) <1 1-2 2-4 >4 m ()

genaue Werte
in Klammern

III UNTERHANG

Art der Lockergesteine	Hangneigung	Größe d. vermurteten Fläche	Wasserführung z.Zt.d.Bereign.	Folgeanbrüche
Verwitterungs-, Hangschutt von krist. Schieferen, Phylliten, Sonstigen, sandig-lehmig, steinig, steinig-blockig; fluvioglaziale Sedimente, feinkörnig, grobkörnig; Moränen; Wildbachschutt; Bergsturzmaterial; Sonstige	<15 15-20 20-25 25-30 30-35 35-40 40-45 >450	keine, <1000 1000-2000 2000-5000 5000-10.000 10.000-20.000 >20.000 m ²	nicht untersucht, murenförmig, flächenhaft	keine, Rinnenanbrüche
<u>Mächtigkeit</u>	<u>Morphologie</u>	<u>Wiederbegrünung d. vermurteten Fläche</u>	<u>Wasserführung z.Zt.d.Aufnahme</u>	<u>Vegetation</u>
<1 1-2 2-5 5-10 >10 m	Hangrücken, Hanggräbe, Muldenzone, im Längsprof. gegliedert, nicht geglied. Erlen	keine, Wiese, Erlen	keine, Gerinne periodisch, dauernd	keine, Schlägerung, Wiese, Weide, subalpiner Rasen, Erlen, Laubwald, Nadelwald: Fi, LÄ, Fi/LÄ

IV OBERHANG

Art der Lockergesteine	Hangneigung	Anbruchsneigung	Vegetation
Verwitterungs-, Hangschutt von krist. Schieferen, Phylliten, Sonstigen, sandig-lehmig, steinig, steinig-blockig; fluvioglaziale Sedimente, feinkörnig, grobkörnig; Moränen; Wildbachschutt; Bergsturzmaterial; Sonstige	<15 15-20 20-25 25-30 30-35 35-40 40-45 >450	keine, kleinere Anbr., Ribbildung <5 5-10 >10 m Auswaschungs-hohlräume	keine, Schlägerung, Wiese, Weide, subalpiner Rasen, Erlen, Laubwald, Nadelwald: Fi, LÄ, Fi/LÄ
<u>Mächtigkeit</u>	<u>Morphologie</u>	<u>Wasserführung z.Zt.d.Aufnahme</u>	<u>Vegetation</u>
<1 1-2 2-5 5-10 >10 m	Hangrücken, Hanggräbe, Muldenzone, im Längsprof. gegliedert, nicht geglied. Verebnung	keine, flächenhaft, rinnenförmig	Längsprofile, Detailaufnahmen (Foto, Zeichnungen) s. Blatt 2 Zutreffendes unterstreichen!

I. ALLGEMEINES

Anbruchs-nr.:	Absolute Höhenlage (1)	Auslösendes Niederschlagsereignis (3)	Gefährdete Objekte (4)
Region:	<700 700-900 900-1100 1100-1300 1300-1500 1500-1700 >1700 m	Starkregen <30 30-60>60 mm/Std., Zwei- bis Dreitagesniederschlag. <100 100-200 200-300 >300 mm, Schneeschnelze, keines	
Aufnahmetermin: Anbruchsdatum:	Höhenlage u.d. lokalen Erosionsbasis (2)		
Geotechnischer Plan: 1:1000, 1:5000	0-10 10-50 50-100 100-200 200-500 >500m		

II. ANBRUCHSGEBIET i.e.S.

Art der Festgesteine (5)	Struktur, Textur (6)	Ausbildung der Schichtflächen (10)
Kalke, Dolomite, Mergel, Sandsteine, Phyllite quarzreich glimmerreich kalkreich	Mineralinhalt (7)	Mächtigkeit (a) Aufbau (b) Lagerungsform (c) Schichtblättchen <1 cm homogen ungefaltete dünnbank. 1-10 Zwischenlagen 10 m-Bereich bankig 10-50 tonig, mergelig dickbankig >50cm
Kristalline Gneise Schiefer Quarzite Magmatite, Vulkanite, Sonstige	Art der Trennflächen (8) Schichtflächen, Schieferungsfl., Kluftfl., Störungen, keine Trennfl. (massig) Stellung der Trennflächen (9) s. Blatt 3	Ausbildung der Schieferungsflächen (11) Abstand (a) Aufbau (b) Öffnungsweite (c) <1 1-10 homogen, inhomogen <1 1-10 >10 cm 10-20 20-50 Zwischenmittel >50 cm chlorit., graphit., serizitisch

Habitus (a)	Räumliche Erstreckung (b)	Klüftigkeit (Dichte) (c)	Öffnungsweite (d)	Zwischenmittel (e)	Auflöckerungsgrad (f)
eben uneben wellig glatt rauh	<0,1 0,1-1 1-5 5-10 >10 m	<1 1-2 2-4 4-6 6-10 >10	<1 1-5 5-10 10-50 >50 cm	keine, Mylonite Angabe der Konsistenz: breiig, steif, fest	<5 5-20 20-40 >40 %

<u>Gebirgsfazies(13)</u>	<u>Felsgüte- klasse(14)</u>	<u>Hangneigung(15)</u>	<u>Morphologie(16)</u>	<u>Vegetation(17)</u>	<u>Exposition(18)</u>
großsäulig, großwürfelig, großplattig; kleinsäulig, kleinwürfelig, schiefrig; stengelig-faserig, kubisch, blättrig;	I II III IV V	<20 20-25 25-30 30-35 35-40 40-45 45-50 50-55 55-60 60-65 65-70 >70°	im Längsprofil gegliedert (Terrassenkant.), ungegliedert, Hangrücken, Hangrippe,	keine, Wiese, Weide, supalpiner Ra- sen,Erlen,Laub- wald, Nadelwald: Fi,Lß,Fi/Lß	N NE E SE S SW W NW
<u>Form und Größe des Anbruches(19)</u>					
<u>Blockanbruch(a) Nischenanbruch(b)</u>					
Breite	Länge	Tiefe	<u>Vorgang d. Massenbewegung</u> <u>(Bewegungsmechanismus)(20)</u>		
<10 10-20	<10 10-50	<5	zu Gerinnen (21)		
20-50 50-100	50-100 100-200	5-10	keine,		
100-200 >200 m	200-500 500-1000	10-20	Translations-Rutschung (a)		
()	>1000 m	20-50	z.T. Rotations-Rutschung (b)		
Höhe	()	>50 m	Tiefenkrichen (Talzuschub) (c)		
<10 10-20 20-50 50-100 100-500 >500 m	()	()	<u>Bewegungsmessungen(21)</u>		
genaue Werte in Klammern			keine,		
Näheres zu Form, Vorgang u. Ursache der Massenbewegung s. Blatt 2			Durchschnittswerte /Jahr (cm)		
			x-Richt.:		
			y-Richt.:		
			z-Richt.:		
III OBERHANG					
<u>Art der Festgesteine</u>		<u>Hangneigung</u>	<u>Vegetation</u>	<u>Wasserführung</u>	
Kalke, Dolomite, Mergel, Sandsteine	-20 20-25 25-30 30-35 35-40 40-45	quarzreich glimmerreich kalkreich	keine, Schlägerung, Wiese, Weide, supalpiner Rasen, Erlen, Laubwald: Fi,Lß,Fi/Lß	linear (rinnenf.), flächenhaft	
Phyllite					
Glimmer-Sch. Gneise					
Kristalline Schiefer					
Amphibolite Quarzite					
Magmatite, Vulkanite, Sonstige					
Zutreffendes unterstreichen!					

Zutreffendes unterstreichen!

Tab. 3: Erhebungsbogen für vorhandene Massenbewegungen in Festgesteinen

BERCHTOLDGRABEN / GRADENBACH

(KÄRNTEN)
(CARINTHIA / AUSTRIA)

Abb.3: Legende zur
Tafel III



FLÄHENHAFTE DARSTELLUNG MÖGLICHER MASSENBEWEGUNGEN (LANDSLIDES FORECASTING MAP ESPECIALLY FOR TREATMENT IN ALPINE WATERSHEDS)

TYP DER ZU ERWARTENDEN
MASSENBEWEGUNG
(PROCESS OF MOVEMENT)

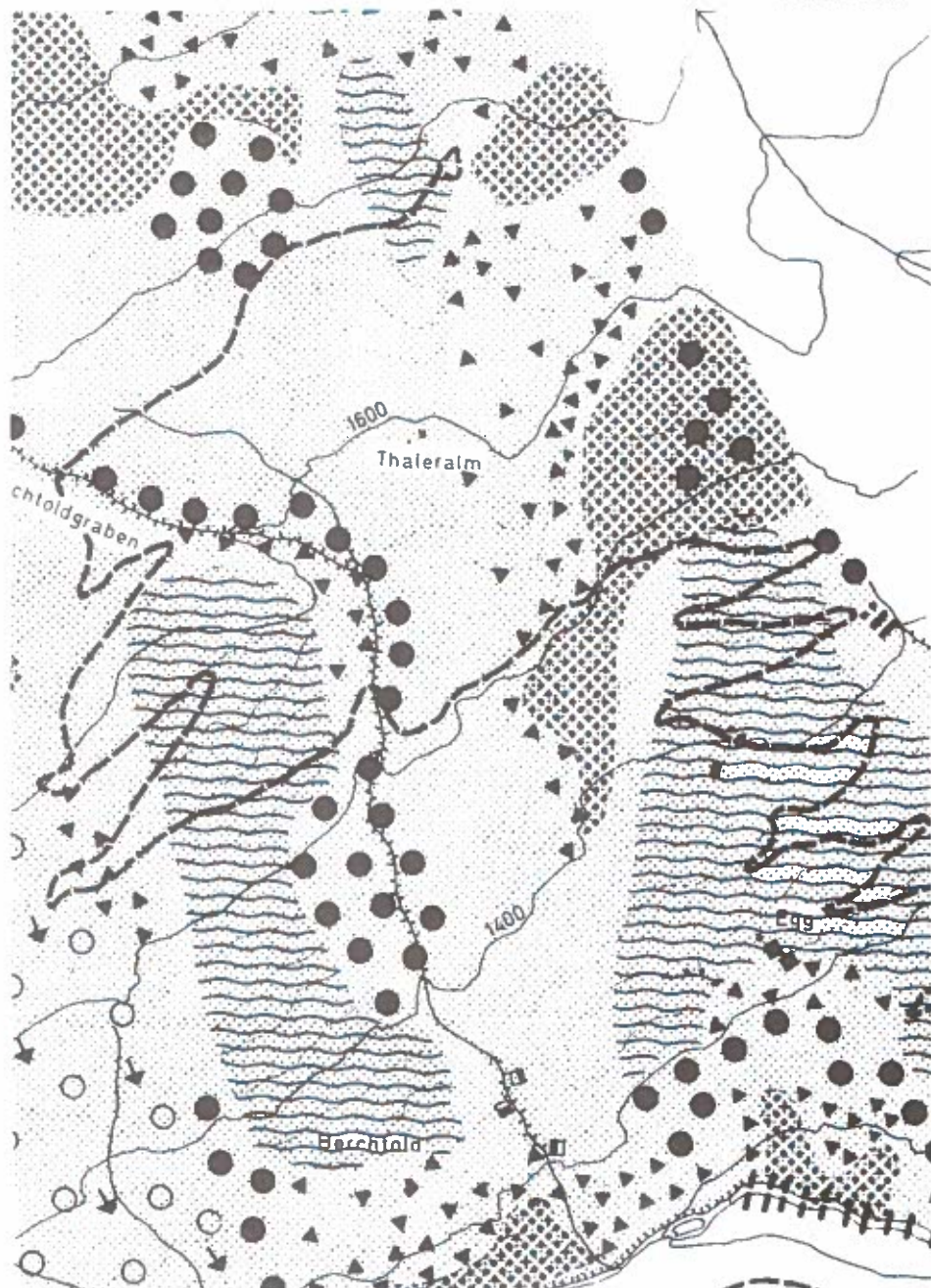
ART DER GESTEINE
(KIND OF ROCKS & SOILS)

Beschreibung siehe Tab.1 & Taf. I
(description s. tab.1 & plate I)

	2.1.2	feinbrünniger Hang- und Verwitterungsschutt von Phylliten, erheblicher Schluffanteil (autochthonous soil mantle of weathered phyllites or phyllite debris, high content of silt)
	2.2.1	
	2.1.2, tiefgründend (deep-seated sliding surfaces)	allotichthone, grabbleiche Lockergesteine mit erheblichem Feinsanteil (allotichthonous deposits with rock particles ranging in size from boulder to silt)
	2.1.1, 2.1.2	
	2.2.2	feinbrünniger Hang- und Verwitterungsschutt von Phylliten (autochthonous soil mantle of weathered phyllites)
	2.1.3	Feigsteinschutt (bedrocks crushed into rock fragments up to silt and sand size and high componental mobility)
	2.1.1	Phyllite (bedrocks, commonly phyllites)
	2.1.1, in absehbarer Zeit noch nicht aktiv (not being active in a measurable space of time)	
	Uferabbruchszonen an Gerinnen (stream-cutting within channels)	
	2.2.1	

Querwehr / zerstört
(torrent regulating dam /
destroyed)

Ablagerungsplätze der durch Massen-
bewegungen bereitgestellten
Lockermassen (deposits derived
from mass movements)



Ausschnitt aus der geotechnischen Karte II



LITERATUR

- AULITZKY, H. 1975: Beurteilung und Ausscheidung der Gefahrenzonen in den Alpen einschließlich der Tallagen. Symp. Interprävent 1975, 2, S.159-187.
- BEINSTEINER, H. und MAYER, H. 1971: Waldbauliche Untersuchungen von Waldabbrüchen im Osttiroler Katastrophengebiet. Symp. Interprävent 2, S. 295-310.
- BERGTHALER, J. 1975: Grundsätze der Erarbeitung von Gefahrenzonenplänen in Wildbächen der nördlichen Kalkalpen und der Grauwackenzone. Österr. Wasserwirtsch. Jg. 27, S. 160-168.
- BUNZA, G. 1975: Geomorphologische Kartierung und Beurteilung von Wildbachgebieten mit unterschiedlichen Lockermassen. Symp. Interprävent 1975, 2, S. 199-207.
- FUCHSJÄGER, B. 1975: Analyse der Wildbachkatastrophen in Osttirol. Österr. Wasserwirtsch. Jg. 27, S. 175-185.
- GRUBINGER, H. 1976: Der Schutz alpiner Lebensräume. Österr. Wasserwirtsch. Jg. 28, S. 41-46.
- HANAUSEK, E. 1974: Beitrag der Wildbath- und Lawinenverbauung zur Raumordnung in Tirol. Allgem.Forstzeitung. 85, H. 7.
- KARL, J. und DANZ, W. 1969: Der Einfluß des Menschen auf die Erosion im Bergland. Mit einem Beitrag von Mangelsdorf, J. Schriftenreihe der Bayer. Landesstelle f. Gewässerkunde, H. 1, 98 S.
- KIENHOLZ, H. 1977: Kombinierte geomorphologische Gefahrenkarte 1:10.000 von Grindelwald. Geographica Bernensia, G. 4, 204 S.
- KRONFELLNER-KRAUS, G. 1974: Die Wildbacherosion im allgemeinen und der Talzusub im besonderen. In: "100 Jahre Forstliche Bundesversuchsanstalt", S. 309-342.
- KRONFELLNER-KRAUS, G. 1975: Zur Geschiebebilanzierung. Symp. Interprävent 1, S. 49-60.
- KRONFELLNER-KRAUS, G. 1977: Geschiebepotential und Verbautechnik im Bereiche von Talzuschüben. XVI. JUFRO World congress, 1-7.
- LAATSCH, W. und GROTTENTHALER, W. 1973: Labilität und Sanierung der Hänge in der Alpenregion des Landkreises Miesbach. Mit einer Karte der Hanglabilitätsformen und -stufen im Maßstab 1:25.000. Bayer. Staatsministerium für Ernährung Landwirtschaft und Forsten.

- MOSER, M. 1973: Vorschlag zu einer vorläufigen Hangstabilitäts-Klassifikation mit Hilfe eines Gefährlichkeitsindex. 100-Jahr-Feier der Hochschule für Bodenkultur. Bd. IV/II, S. 159-168.
- MOSER, M. 1976: Entwurf eines Erhebungsbogens für vorhandene Massenbewegungen in Lockergesteinen. Wildbach- und Lawinenverbau. 40.Jg., H. 1, S.5-32.
- STERN, R. 1971: Kartierung von Wildbächen im Lesachtal (Kärnten). Carinthia II, Sonderheft 28, S. 193-207.
- ZOJER, H. und ZÖTL, J. 1975: Hydrogeologische Untersuchungen im Bereich der Großbrutschung des Gradenbachtales bei Döllach /Kärnten, 27, S.65-84.