

**DIE ERSTELLUNG EINER HANGSTABILITÄTSKARTE
IM MASSSTAB 1 : 10.000 FÜR DAS KATZENLOCHBACH-
UND MELBTAL IM SÜDWESTEN VON BONN MIT HILFE
EINES GEO-INFORMATIONSSYSTEMS**

Stephan THEIN, Volkhard SCHMANKE und Jörg GRUNERT, alle Bonn*

mit 5 Abb. und 2 Tab. im Text

INHALT

| | | |
|----|--|-----|
| 1. | Problemstellung und Zielsetzung | 93 |
| 2. | Das Untersuchungsgebiet | 94 |
| 3. | Vorgehensweise zur Erstellung der Hangstabilitätskarte | 96 |
| 4. | Diskussion der Ergebnisse | 99 |
| 5. | Zusammenfassung | 101 |
| 6. | Summary | 103 |
| 7. | Literaturverzeichnis | 103 |

1. Problemstellung und Zielsetzung

Deterministische Modelle zur Berechnung der Standsicherheit von Hängen erreichen zwar sehr genaue Ergebnisse, benötigen aber einen hohen Input an geotechnischen Daten (Textur, Scherfestigkeit, Porenwasserdruck, Plastizität usw.), die nur durch aufwendige Labor- und Felduntersuchungen gewonnen werden können. Diese Verfahren dienen daher in der Ingenieurgeologie zur punktuellen Beurteilung am Einzelhang oder Rutschkörper. Die Raumplanung benötigt jedoch häufig Gefahrenübersichten für Areale im Bereich groß- bis mittelmaßstäbiger Karten. In der Geomorphologie wurden zu diesem Zweck einfache Bewertungsmodelle"

* Stephan Thein, Volkhard Schmanke und Univ.-Prof. Dr. Jörg Grunert, alle Geographisches Institut der Universität Bonn, D-53115 Bonn, Meckenheimer Allee 166

entwickelt, die auf geowissenschaftlichen Basisdaten (Relief, Geologie, Vegetation usw.) basieren und mit statistischen Korrelationen bzw. Klassifizierungsverfahren die Rutschanfälligkeit von Hängen abschätzen ("landslide susceptibility map" nach BRABB 1984). Herausragende Arbeiten auf diesem Gebiet wurden insbesondere von BRABB et al. (1972), ANIYA (1985), DIKAU (1990), CARRARA et al. (1983, 1991) sowie KIENHOLZ et al. (1988) geleistet.

Zielsetzung der Studien am Geographischen Institut war die Bewertung der relativen Rutschanfälligkeit von Hängen des Bonner Raumes in den Maßstäben 1 : 25.000 und 1 : 10.000. Für das Gebiet des Katzenlochbach- und Melbtals im Südwesten der Stadt Bonn soll hier beispielhaft eine Methode zur Erstellung einer großmaßstäbigen Hangstabilitätskarte erläutert werden.

Das Problem liegt dabei in der Beurteilung von Arealen, die noch keine Anzeichen von Hangrutschungsprozessen aufweisen. Dazu ist einerseits die Kenntnis der räumlichen Verbreitung von Rutschungen und andererseits der prozeßsteuernden Faktoren notwendig. Eine wichtige Voraussetzung zur Bewertung der Hangstabilität bilden daher die durch HARDENBICKER (1994) vorgenommenen Untersuchungen über Verbreitung, Genese und Ursachen von Rutschungen in ausgewählten Tälern des Bonner Raumes. Der Maßstab der Hangstabilitätskarte von 1 : 10.000 erlaubt eine geringe Rasterweite von 10 m und somit einen hohen Detaillierungsgrad. Da Generalisierungen kaum erforderlich sind, wäre eine denkbare Anwendung die Raumplanung auf kommunaler Ebene.

Zur Erstellung der Hangstabilitätskarte wurden Geo-Informationssysteme (Atlas GIS, GenaMap) eingesetzt. Sie ermöglichen die Berechnung morphometrischer Reliefparameter auf der Basis digitaler Geländemodelle (DGM), einfache statistische Häufigkeitsanalysen und die räumliche Verschneidung verschiedener Informationsebenen digitaler Karten (Overlay-Technik), um aus den ursprünglichen Daten neue Aussagen bezüglich der Hangstabilität zu erzielen.

2. Das Untersuchungsgebiet

Im Südwesten des Bonner Raumes (vgl. Abb. 1) liegt auf einem der Eifel vorgelagerten Höhenzug ("Vile") die Hochfläche des Kottenforstes, die ein schwach nach Norden abfallendes Plateau darstellt (180 bis 160 m ü.NN). Dieses wird von den nordwärts gerichteten Tälern des Katzenlochbaches und Engelbaches (Melbtal) angeschnitten, so daß in den Hangbereichen unter quartären Deckschichten (Schotter der Rheinhauptterrasse und Löß) die Siegener Schichten des Unterdevons und oligozäne bis miozäne Formationen des Tertiärs (Sohlenton, Unterflözschichten) anstehen. Diese zeichnen sich insgesamt durch mehrfachen Schichtwechsel von wasserundurchlässigen, kaolinitischen Tonen und wasserführenden Sanden aus. An deren Schichtgrenzen werden bei außergewöhnlichen Niederschlagsereignis-

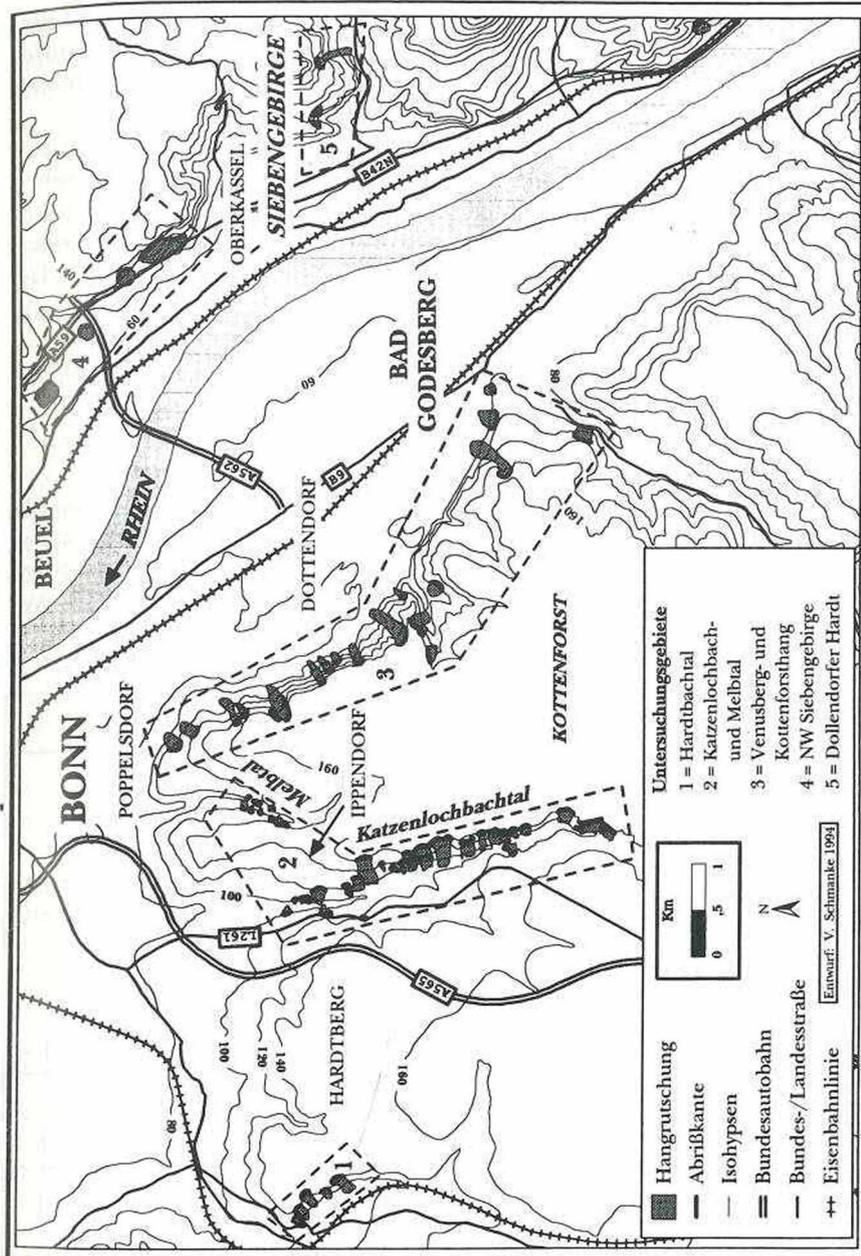


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes im Bonner Raum (2 = Katzenlochbachtal- und Melbtal)

sen die rutschungsauslösenden hohen Porenwasserdrucke aufgebaut. Auch Löss- und Terrassenablagerungen können indirekt durch Hangrutschungen betroffen sein, wenn rutschanfällige devonische bzw. tertiäre Schichten das Liegende bilden.

Geomorphologisch handelt es sich um asymmetrische Täler mit einem meist 20 bis 25° geneigten Steilhang, dem ein Flachhang mit 4 bis 7° Neigung gegenübersteht. Ihre Entstehung ist durch bruchtektonische Kippung der Ville-Teilschollen im Mittelquartär zu erklären, wobei die Steilhänge jeweils eine Stufe bilden, welche die Schollen morphologisch voneinander absetzt (FRÄNZLE 1969). Der geologische Bau bedingt somit zusammen mit der Steilheit des Reliefs die potentielle Rutschgefahr der Hänge (GRUNERT & HARDENBICKER 1993).

3. Vorgehensweise zur Erstellung der Hangstabilitätskarte

Wichtige Steuerungsfaktoren von Hangrutschungen im Bonner Raum wurden zunächst ausgewählt und digital erfaßt (vgl. Tab. 1). Hierzu zählen Geologie, Hangneigung, Rutschungslokalitäten, Hydrographie (besonders Quellen und Vernässungsstellen) sowie der anthropogene Einfluß (Bebauung, Verkehrswege, künstliche Abgrabungen und Aufschüttungen).

| Karte und Maßstab | Basisdaten |
|---|--|
| Geomorphologische Kartierung 1 : 5.000, detailliert 1 : 500 bis 1 : 1.000 (HARDENBICKER 1994) | Verbreitung der Hangrutschungen, ergänzende Daten über Hangquellen, Vernässungsstellen und Abflußrinnen |
| Deutsche Grundkarte 1 : 5.000 | Informationen über anthropogene Formen wie Bebauung, Verkehrswege etc. Hydrographische Daten über Bäche, Rinnen, Gräben, Teiche, teilweise auch Quellen und Vernässungsstellen |
| Gruben- und Haldenplan Stadt Bonn 1 : 15.000 | Verbreitung der Gruben und Halden im Katzenlochbach- und Melbtal |
| Geologische Karte 1 : 25.000 | Verbreitung der geologischen Formationen |
| Digitales Geländemodell des LVA NRW (Aufnahme in 1 : 5.000) | Digitale Höhendaten (m ü.NN) im 10 m-Raster als Grundlage für eine Hangneigungskarte |

Tab. 1: Übersicht der Basisdaten für die Hangstabilitätskarte

Eine wichtige Datenquelle bildeten analoge Kartenwerke, die meist flächendeckende Daten für das Untersuchungsgebiet lieferten. Mit Atlas GIS, einem vektororientierten Geo-Informationssystem, konnten am Digitalisierertisch (Digitizer) die Kartenvorlagen aufgenommen werden. Anschließend erfolgten Import und Umbildung der Vektordaten in Rasterdaten in GenaMap,¹⁾ das auf einer Workstation unter UNIX eingesetzt wird und komplexe geographische Analysen mit Vektor- oder Rasterdaten ermöglicht. Weiterhin stellte das Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen digitale Höhendaten im 10 m-Raster kostengünstig zur Verfügung. Sie dienten als Grundlage zur Generierung eines digitalen Geländemodells und einer Hangneigungskarte in GenaMap.

Die Bestimmung der Hangstabilität erfolgt nun hauptsächlich durch Korrelation der geomorphologischen und geologischen Faktoren mit den Rutschgebieten. Das Bewertungsverfahren geht von der Annahme aus, daß die Rutschanfälligkeit eines Hanges im allgemeinen von der kombinierten Wirkung dieser Steuerungsfaktoren abhängt. Bisher noch ungestörte Hänge mit ähnlicher Faktorenkombination müßten demnach ebenfalls eine latente Instabilität aufweisen. Vom Monatsmittel stark abweichende Niederschläge könnten dort in Verbindung mit anthropogenen Eingriffen Rutschungen auslösen (HARDENBICKER 1994).

Durch Überlagerung der geologischen Karte und der Hangneigungskarte mit der Karte der Rutschungslokalitäten wird die Häufigkeit des Auftretens von Hangrutschungen innerhalb eines Faktors in Beziehung zur Häufigkeit seines Gesamtauftretens gesetzt, um festzustellen, wie stark einzelne geologische Formationen bzw. Hangneigungsklassen durch Rutschungen betroffen sind (vgl. Abb. 2 und 3). Diese Analyse zeigt, daß sich die Häufigkeiten der beiden Faktoren innerhalb bestimmter Wertebereiche konzentrieren. Nach der relativen Häufigkeit des Auftretens von Hangrutschungen können somit aus den geologischen Formationen drei und aus den Hangneigungen vier Klassen extrahiert werden. Im nächsten Schritt ordnet eine Bewertungsmatrix diese den Gefahrenstufen I-III zu und dehnt gleichzeitig die Beurteilung der Hangstabilität auf die ganze Region des Katzenlochbach- und Melbtales aus (vgl. Tab. 2). Im Prinzip erfolgt in dieser Bewertungsmatrix eine unterschiedliche Gewichtung der geologischen Schichten nach der Steilheit des Reliefs. Das Verfahren geht also nicht von einer subjektiv begründeten Rutschanfälligkeit der Gesteine und Substrate aus, sondern richtet sich ausschließlich nach der tatsächlichen Verbreitung von Rutschungen in geologischen Formationen (bzw. Hangneigungsklassen).

Weitere Verschneidungsschritte beziehen den Einfluß von Hydrologie und anthropogener Überformung in die Beurteilung der Hangstabilität mit ein. Vernässungs-

1) Die Firma GEOSPACE in Bonn stellte für das Projekt freundlicherweise ihre Hard- und Software zur Verfügung

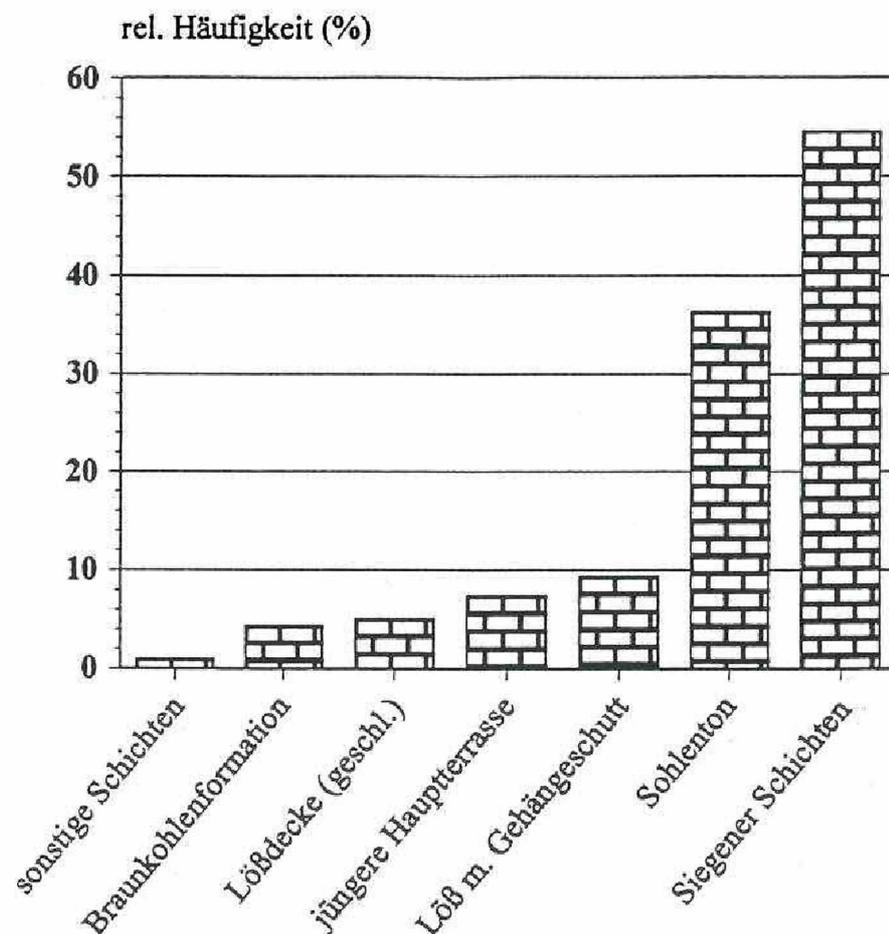


Abb. 2: Rutschungshäufigkeit geologischer Schichten

erscheinungen bieten einen leicht zugänglichen Einblick in den Wasserhaushalt des oberflächennahen Untergrundes (GRUNDER 1984, KIENHOLZ 1977). Sie zeigen sowohl eine stark gehemmte Versickerung des Wassers (Stauässe) als auch teilweise Wasseraustritte (Quellässe) an. Naßstellen markieren wasserundurchlässige Schichten, die potentielle Gleitflächen darstellen können und sind somit in Verbindung mit Steilhängen Stellen höchster Gefährdung (Gefahrenstufe III).

Eine erste Auswertung ingenieurgeologischer Gutachten (vor allem KAISER & KÜHN 1988, DÜLLMANN 1989 und BIERHER 1962) zeigt, daß der anthropogene Einfluß die Instabilität von Hängen sowohl verstärken als auch verringern kann. Die Bebauung und befestigte Verkehrswege im Oberhangbereich bedeuten durch

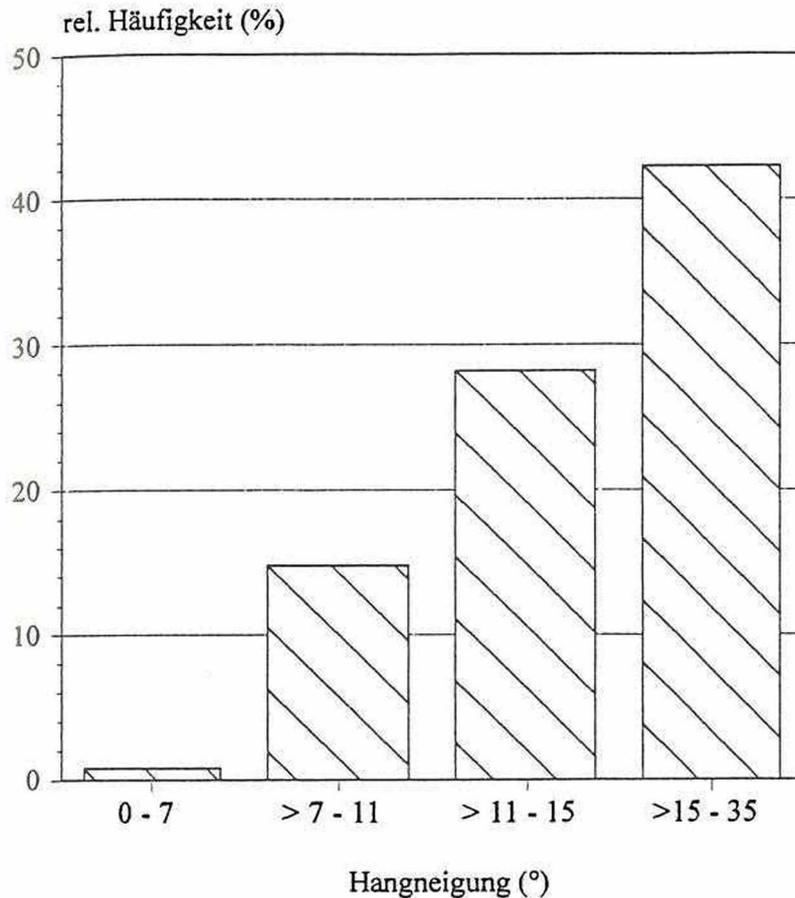


Abb. 3: Rutschungshäufigkeit der Hangneigungsklassen

Entwässerung des Hanges (Drainage, Kanalisation) eine Stabilisierung und somit geringe Gefährdung. Formen, die das Hanggleichgewicht ungünstig beeinflussen (künstliche Aufschüttungen und Abgrabungen), werden in der Hangstabilitätskarte dagegen als stark gefährdete Bereiche berücksichtigt. Abbildung 4 faßt den Ablauf der Erstellung der Hangstabilitätskarte nochmals zusammen.

4. Diskussion der Ergebnisse

Die Zuverlässigkeit der Gefahrenbeurteilung hängt sowohl von der Qualität der Datengrundlage als auch vom Bewertungsmodell ab. Die ersten Hangstabilitätskarten für die Bonner Region (vgl. Abb. 5) zeigen allerdings in dieser Hinsicht noch einige Schwachpunkte auf.

| Geologie | | Relief | | | |
|---------------------|--|-------------------------------------|--------|---------|---------|
| Häufigkeits-Klassen | Substrate nach Rutschungshäufigkeit | Hangneigungen nach Rutschhäufigkeit | | | |
| | | 0-7° | >7-11° | >11-15° | >15-35° |
| 1 (0-2%) | Braunkohlenformation (Ton) Lößdecke über Braunkohlenformation (Ton) Kieseloolithschichten Lößdecke über Kieseloolithschichten Lößdecke mit Gehängeschutt über Sohlenton Lößdecke über jüngerer Hauptterrasse Lößdecke (Kottenforstlehm) über jHT Lößdecke über Sohlenton künstliche Aufschüttungen | I | I | I | II |
| 2 (4-10%) | Braunkohlenformation (Ton, Sand, Braunk.) Lößdecke (geschlossen) jüngere Hauptterrasse Lößdecke (geschlossen) mit Gehängeschutt | I | II | II | II |
| 3 (30-60%) | oligozäner Sohlenton Siegener Schichten (Unterdevon) | I | II | III | III |

Tab. 2: Gefahrenstufen in Abhängigkeit von Geologie und Hangneigung

Die geologische Karte muß weiter modifiziert werden, da einige Flächen ohne genauere Differenzierung eine Überbewertung erhielten. Außerdem sind Hangbereiche des Bonner Raums noch nicht in vollem Umfang geomorphologisch kartiert worden. Hier erfolgt gerade erst die Auswertung zahlreicher Geländearbeiten, die dann nach ihrer digitalen Erfassung die Genauigkeit der Hangstabilitätskarten verbessern können. Die Hangwölbung (gestreckte, konkave und konvexe Formenelemente) als wichtiger morphometrischer Parameter der Rutschanfälligkeit sollte noch zusätzlich in die Verschneidungen eingehen, um die Geometrie des Hanges mehr in den Vordergrund rücken zu lassen.

Mit der gezeigten Methode kann die Rutschanfälligkeit von Hängen für größere Areale schnell und relativ einfach beurteilt werden. Dieser Vorteil der Regionalisierung muß jedoch, im Vergleich zu deterministischen Modellen, mit einer starken Vereinfachung des komplexen Phänomens der Hangrutschungen erkauft werden. Es ist daher mit statistischen Verfahren nie mehr als eine Abschätzung der Rutschanfälligkeit zu erreichen (HANSEN 1984). Sie stellen jedoch ein sinnvolles Hilfsmittel der Raumplanung dar, um auf Gebiete hinzuweisen, wo gegebenenfalls detaillierte geotechnische Untersuchungen notwendig sind. Eine Verbesserung der Datengrundlage und die Verwendung objektiverer statistischer

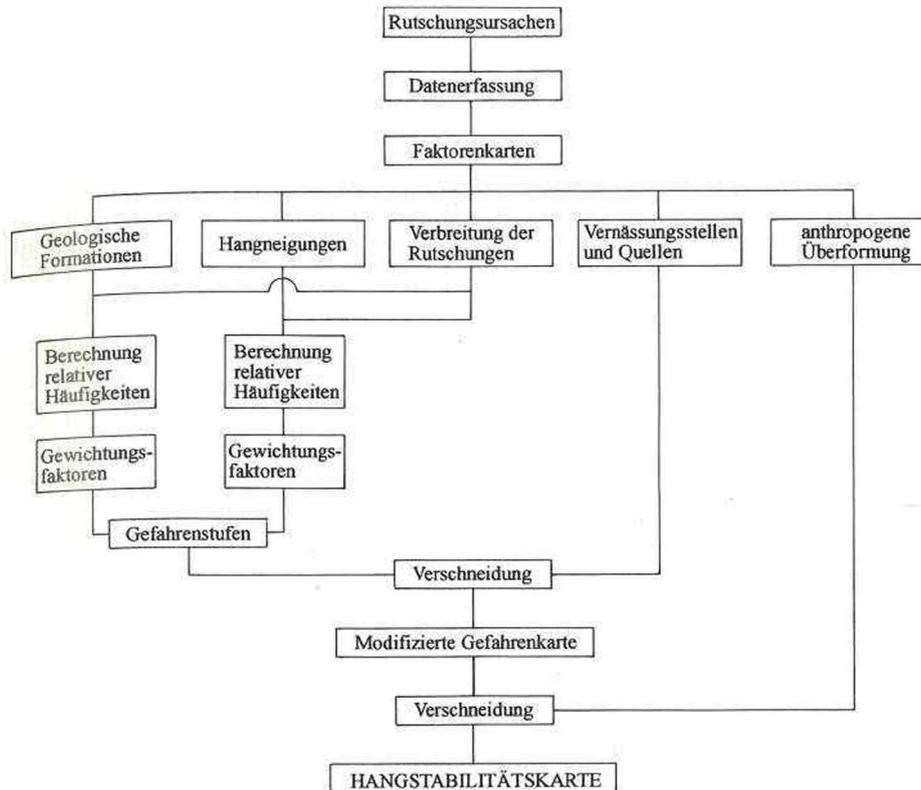


Abb. 4: Schema zur Erstellung der Hangstabilitätskarte

Klassifizierungsverfahren (z.B. Cluster- oder Diskriminanzanalyse) könnten die Aussagekraft der Gefahrenstufen noch erhöhen und somit die Methodik dem neuesten wissenschaftlichen Stand der geomorphologischen Gefahrenforschung (vgl. besonders CARRARA et al. 1991, DIKAU 1990) anpassen.

5. Zusammenfassung

Als Teil eines Projektes zur Beurteilung der Rutschanfälligkeit von Talhängen des Bonner Raumes wurde eine Gefahrenkarte im Maßstab 1 : 10.000 für die Region des Katzenlochbach- und Melbtals im Südwesten der Stadt Bonn erstellt. Die Basis bildeten im Geo-Informationssystem GenaMap digitale Faktorenkarten der Geologie, Hangneigung (aus einem DGM generiert), Verbreitung von Hangrutschungen, Hydrologie (Quellen, Vernässungsstellen) und Infrastruktur (Bebauung, Verkehrswege, etc.). Analysen zur relativen Häufigkeit des Auftretens von Hangrutschungen in geologischen Formationen sowie Hangneigungsklassen ($^{\circ}$) lieferten Gewichtungsfaktoren für ein einfaches Bewertungsschema mit drei Ge-

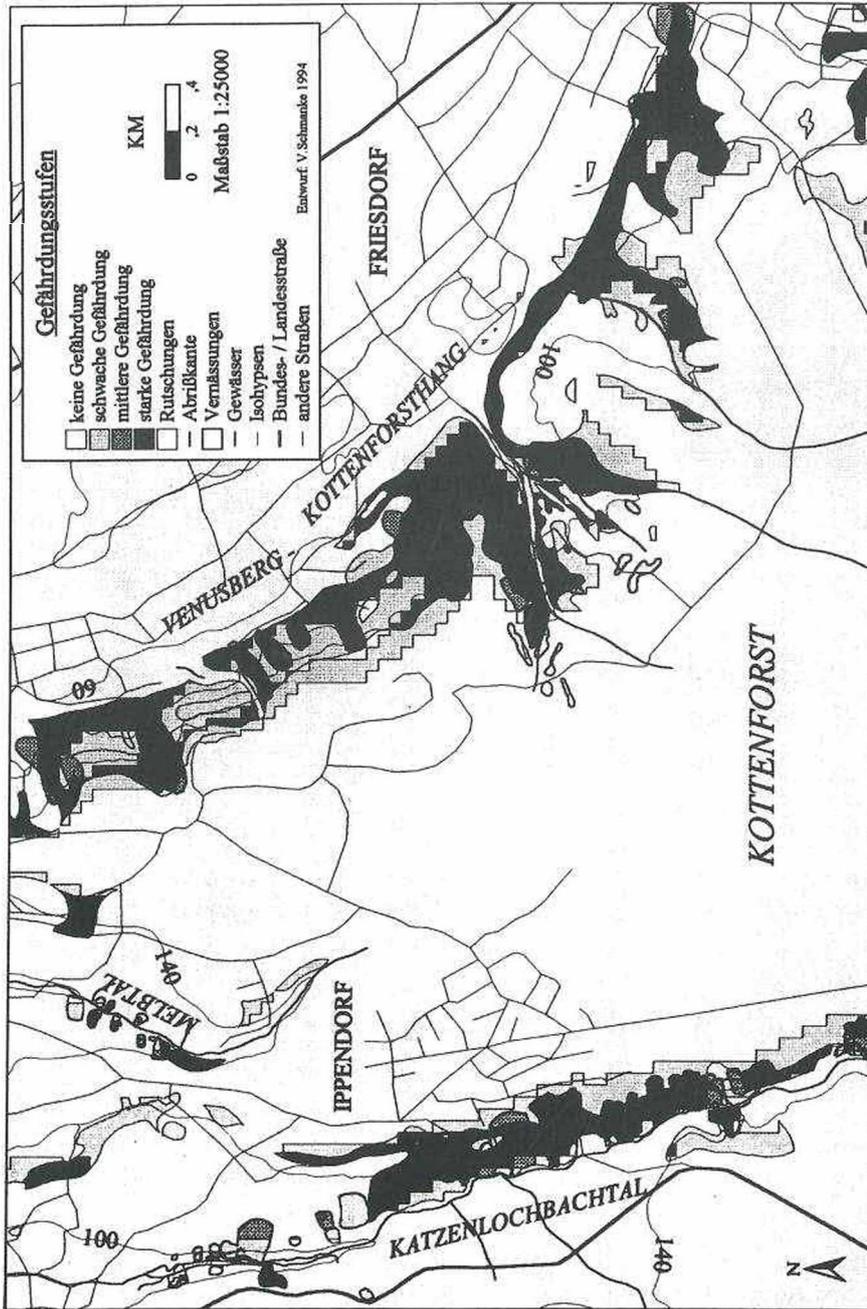


Abb. 5: Hänge mit hoher Instabilität (Ausschnitt: Katzenlochbach-, Melbtal, Venusberg-Kottenforsthang)

fahrenstufen (hohe, mittlere, geringe Gefährdung), anschließend modifiziert durch den Einfluß der Hydrologie und anthropogener Überformung. Diese computergestützte Hangstabilitätskarte könnte als Entscheidungshilfe der Raumplanung Verwendung finden, um auf potentielle Gefahrenbereiche hinzuweisen.

6. Summary

Stephan Thein, Volkhard Schmanke and Jörg Grunert: The Production of a Landslide-susceptibility Map at the Scale of 1 : 10.000 for the Katzenlochbach- and Melb-Valley Southwest of Bonn Using a Geo-Information-System

This study is part of a project assessing landslide hazards in all of the Bonn area. Digital factor maps of geology, slope (compiled from a DEM), landslide distribution, hydrology (springs, bogs) and infrastructure (e.g. buildings, roads) were stored in the GenaMap Geographic Information System. Analyses of the relative frequency of landslides in each geological formation and slope angle category (°) generate weighting factors for a simple evaluation scheme for determining susceptibility classes (high, moderate, low). Those are further modified according to the influences of hydrology and infrastructure. This computer-based landslide-susceptibility map delineates potential landslide areas and is to be considered a useful tool for landuse-planning.

7. Literaturverzeichnis

- ANIYA M. (1985), Landslide-susceptibility mapping in the Amahata River Basin, Japan. In: *Annals of the Association of American Geographers*, Vol. 75, 1, S. 102-114.
- BIERTHER W. (1962), Gutachten über den Baugrund eines Geländes innerhalb der Gemeinde Ippendorf / Landkreis Bonn. Bonn (unveröff.).
- BRABB E.E. (1984), Innovative approaches to landslide hazard and risk mapping. In: *Proc. of the 4th Int. Symp. on Landslides*, Vol. I, S. 307-323. Toronto.
- BRABB E.E., PAMPEYAN E.H., BONILLA M.G. (1972), Landslide susceptibility in San Mateo County, California. *US Geol. Survey Miscellaneous Field Studies Map MF 360*, Scale 1 : 62.500, Washington D.C.
- CARRARA A. (1983), Multivariate models for landslide hazard evaluation. In: *Journ. of the Int. Association for Mathematical Geol.*, Vol. 15, 3, S. 403-426. New York.
- CARRARA A., CARDINALI M., DETTI R., GUZZETI F., PASQUI V., REICHENBACH P. (1991), GIS techniques and statistical models in evaluating landslide hazard. In: *Earth Surface Processes and Landforms*, Vol. 16, S. 427-445. New York.
- DIKAU R. (1990), Derivatives from detailed geoscientific maps using computer methods. In: *Zeitschr. f. Geomorph. N.F., Suppl.-Bd. 80*, S. 45-55. Berlin, Stuttgart.
- FRÄNZLE O. (1969), *Geomorphologie der Umgebung von Bonn (= Arbeiten z. rheinischen Landeskunde, Heft 29)*. 58 S. Bonn.

- GEOTECHNISCHES BÜRO DR.-ING. H. DÜLLMANN (1989), Gutachten über die Massenbewegungen talseitig der L261 zwischen Bonn-Lengsdorf und Ueckesdorf bei km 2,0 (Bereich "ehemalige Kippe"). Aachen (unveröff.).
- GRUNDER M. (1984), Ein Beitrag zur Beurteilung von Naturgefahren im Hinblick auf die Erstellung von mittelmaßstäbigen Gefahrenhinweiskarten (mit Beispielen aus dem Berner Oberland und der Landschaft Davos) (= Geographica Bernensia, Bd. G 23). Bern. 217 S.
- GRUNERT J., HARDENBICKER U. (1993), Gravitative Hangabtragung im Bonner Raum während des Holozäns. Ein Beitrag zur Paläoklimaforschung (= Würzburger Geogr. Arb., Heft 87), S. 325-338. Würzburg.
- HANSEN A. (1984), Landslide hazard analysis. In: BRUNSDEN D., PRIOR B. (Hrsg.), Slope Instability, S. 523-602. Chichester et al.
- HARDENBICKER U. (1994), Hangrutschungen im Bonner Raum – Naturräumliche Einordnung und ihre anthropogenen Ursachen. In: Arbeiten z. rheinischen Landeskunde, Heft 64. Bonn. 105 S.
- INGENIEURGEOLOGISCHES BÜRO KAISER – KÜHN (1988), Alter Friedhof in Ippendorf, Hangrutschung im April 1988, Baugrundgutachten. Bonn (unveröff.).
- KIENHOLZ H. (1977), Kombinierte geomorphologische Gefahrenkarte 1 : 10.000 von Grindelwald (= Geographica Bernensia, Bd. G 4). Bern. 191 S.
- KIENHOLZ H., KLÄY M., MANI P. (1988), Naturgefahren an der Rigi-Nordlehne. In: Mitt. d. Naturforschenden Ges. Luzern, Bd. 30, S. 309-321. Luzern.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1995

Band/Volume: [137](#)

Autor(en)/Author(s): Thein Stephan, Schmanke Volkhard, Grunert Jörg

Artikel/Article: [Die Erstellung einer Hangstabilitätskarte im Massstab 1:10,000 für das Katzenlochbach und Melbtal im Südwesten von Bonn mit Hilfe eines Geo-Informationssystems 93-104](#)