

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin für angewandte Geologie
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Vereinigung der Petroleum-Geologen und –Ingenieure; Schweizerische Fachgruppe für Ingenieur-Geologie
<b>Band:</b>	3 (1998)
<b>Heft:</b>	1
<b>Artikel:</b>	Geologische Naturgefahren in der Schweiz = Dangers géologiques en Suisse = Pericoli geologici naturali in Svizzera
<b>Autor:</b>	Keusen, H.R. / Bollinger, D. / Lateltin, O.
<b>Kapitel:</b>	Fallbeispiel Nr. 6 : das Steinschlaggebiet Abenberg / Eyewald im Diemtigtal : Risikoanalyse und Schutzmassnahmen
<b>Autor:</b>	Keusen, Hans Rudolf
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-220733">https://doi.org/10.5169/seals-220733</a>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 26.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Fallbeispiel Nr. 6:

# **Das Steinschlaggebiet Abenberg / Eyewald im Diemtigtal Risikoanalyse und Schutzmassnahmen**

HANS RUDOLF KEUSEN\*

### *Zusammenfassung*

Das Gebiet Abenberg / Eyewald ist bekannt für Stein- und Blockschlüge. 1962 zerstörte ein Blocksturz ein Wohnhaus und verletzte die Bäuerin, 1994 wurde ein Stall schwer beschädigt. Die Aufnahme eines Ereigniskatasters ergab, dass im Gebiet mehr als 20 Blockschlüge bekannt sind. Quelle des Blockschlages ist die ca. 200 m hohe, z.T. sehr brüchige Südwand des Abendberges. Bedroht sind mehrere Bauernhäuser sowie die Kantonsstrasse.

Für die Beurteilung des Gefahrenpotentials und die Planung von Schutzmassnahmen wurde eine 3D-Steinschlagmodellierung mit dem Programm Zinggeler/GEOTEST durchgeführt. Hierzu wurden im ganzen Gebiet die Rauhigkeit und Dämpfung des Untergrundes, der Waldbestand und die zu erwartenden Blockgrössen erhoben. Die Steinschlagmodellierung ergab eine sehr gute Übereinstimmung mit früheren Ereignissen. Aufgrund des Befundes, dass alle 30 - 100 Jahre mit Blockschlügen mittlerer bis starker Intensität ( $>300$  kN) zu rechnen ist, d.h. Menschen auch in Wohnhäusern gefährdet sind, wurde ein Rückhaltegraben erstellt. Dessen Projektierung (Lage, Höhe) basierte auf den Ergebnissen der Steinschlagmodellierung.

### *Résumé*

La région Abenberg / Eyewald est connue pour ses chutes de pierres et de blocs. En 1962, une chute de blocs détruit une maison d'habitation et blesse une paysanne. En 1994, une écurie fut gravement endommagée. L'élaboration d'un cadastre des événements montra plus de 20 chutes de blocs connues dans le secteur. La source des blocs est constituée par la face Sud de l'Abenberg, haute de 200 m environ et par endroit très fracturée. Plusieurs fermes ainsi que la route cantonale sont menacées.

Un modèle de simulation des chutes de pierres en trois dimensions fut élaboré à l'aide du programme Zinggeler/GEOTEST pour l'évaluation des aléas et la planification des mesures de protection. A cet effet, un levé de la rugosité et de l'amortissement du terrain, de l'état de la forêt et de la taille potentielle des blocs fut effectué dans l'ensemble du secteur. Une très bonne correspondance fut constatée entre le résultat de la modélisation et les événements observés jusqu'à maintenant. L'étude indiqua qu'une chute de blocs d'intensité moyenne à forte ( $>300$  kN) pouvait se produire tous les 30 à 100 ans, ce qui signifie que les personnes sont menacées même à l'intérieur des maisons. Les résultats de la simulation ont servi de base au dimensionnement et à la réalisation d'une digue d'arrêt (situation, hauteur).

---

\* Geotest AG, Birkenweg 15, 3052 Zollikofen

## 1. Einleitung, Ereignisse

Im Jahre 1962 ereignete sich am Abenberg ein Blocksturz, welcher ein Bauernhaus zerstörte und die in der Küche arbeitende Bäuerin verletzte. Der Besitzer errichtete unmittelbar neben dem zerstörten, bis heute unangetasteten Haus einen neuen Wohnsitz. 30 Jahre später, 1994, beschädigte ein Blockschlag einen Stall des selben Bauern.

In der Folge beauftragte die Einwohnergemeinde Oey-Diemtigen den Geologen mit einer umfassenden Abklärung des Gefahrenpotentials in Form einer Gefahrenkarte.

## 2. Geologisch- und morphologische Übersicht

Die Südseite des Abendberges besteht aus einer markanten, z. T. senkrecht abfallenden, über 200 m hohen Felswand aus horizontal geschichteten Malmkalken. Bedingt durch eine ausgeprägte vertikale Klüftung gliedert sich die Wand in viele Türme. Vielerorts ist der Fels äusserst gebräch und produziert häufigen Steinschlag. Zahlreiche Schutthalden belegen diese starke Aktivität (Fig. 1).

Die Hangtopographie weist folgende Charakteristiken auf:

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| – 1600 - 1800 m. ü.M:                     | Felswand, Neigung 60 - 90°          |
| – 1400 - 1600 m. ü.M:                     | Wald, Schutthalden, Neigung ca. 36° |
| – 1200 - 1400 m. ü.M:                     | Wald, Neigung ca. 29°               |
| – Siedlungsgebiet Ennetgrabe 1000 m ü.M.: | Weidland, Neigung ca. 22°           |



**Fig. 1:** Blick von Süden auf Abenberg und das Siedlungsgebiet Ennetgrabe. In der Bildmitte das 1965 zerstörte Bauernhaus (links davon der in der Folge erstellte Neubau). Der 1994 stark beschädigte Stall ist in der rechten Bildmitte erkennbar.

Das Siedlungsgebiet Ennetgrabe liegt auf einer flachen Hangschulter, welche extensiv landwirtschaftlich genutzt wird. Talabwärts der Terrasse fällt der Hang erneut steil gegen den Fildrichbach ab. Hier verläuft die Kantonsstrasse des Diemtigtals.

### 3. Ereignisdokumentation

Die Dokumentation früherer Naturereignisse ist für den Geologen ein sehr wichtiges Element im Hinblick auf die Einschätzung von Gefahrenpotentialen und Eintrittswahrscheinlichkeiten. Die Erfahrung zeigt aber, dass solche Ereignisse von der Bevölkerung relativ rasch vergessen werden. Es ist deshalb wichtig, Naturereignisse systematisch aufzuzeichnen. Das BUWAL erstellte deshalb jüngst die Grundlage für eine EDV-gestützte Ereignisdokumentation.

Im vorliegenden Fall zeigte sich, dass bei der Gemeinde praktisch keine Aufzeichnungen über frühere Naturereignisse bestehen. Die Ereignisdokumentation musste deshalb durch Befragungen erarbeitet werden. Dabei konnten auf der linken Talflanke des Diemtigtals zwischen Horboden und Zwischenflüh 40 Ereignisse eruiert werden. Es zeigte sich, dass im Gebiet des Abendberges eine Häufung von Blockschlägen (mindestens 15 Ereignisse, siehe Tabelle 1 und Fig. 2) zu verzeichnen ist.

Die Ereignisse lassen sich etwa 40 Jahre zurückverfolgen.

**Tab. 1:** Ereignisdokumentation Gebiet Abendberg (Ort siehe Fig. 2)

Nr.	Jahr	Blockgrösse	Schäden
1	?	0.7 m <sup>3</sup>	—
2	1994	0.1 m <sup>3</sup>	—
3	1984	0.1 m <sup>3</sup>	—
4	5. 1962	6 m <sup>3</sup> + weitere Blöcke	Wohnhaus zerstört, Bäuerin verletzt
5	ca. 1955	1 m <sup>3</sup>	—
6	ca. 1980	2 m <sup>3</sup>	—
7	4. 1994	3 m <sup>3</sup>	Stall schwer beschädigt
8	ca. 1960	0.5 m <sup>3</sup>	—
9	1980	0.3 m <sup>3</sup>	—
10	jährlich	1 m <sup>3</sup>	Kantonsstrasse
11	1958	0.5 m <sup>3</sup>	Beschädigung Wohnhaus
12	1960	mehrere Blöcke	—
13	?	2 m <sup>3</sup>	—
14	?	0.5 m <sup>3</sup>	—
15	1987	0.5 m <sup>3</sup>	Auto beschädigt

### 4. Gefahrenpotential

Die dominierende Gefahr ist Blockschlag. Mit dem Programm Zinggeler/GEO-TEST wurde eine 3D-Simulation von Blockschlag-Sturzbahnen durchgeführt. Als Quellgebiet wurde die Felsflanke des Abendberges eingegeben und eine Block-

grösse von  $4 \text{ m}^3$  angenommen. Der Untergrund wurde aufgrund der Kartierung mit einer entsprechenden Dämpfung eingeführt und der Wald als Hindernis berücksichtigt. Das Geländerelief bündelt die Sturzbahnen der Blöcke teilweise stark (Fig. 2). Es ergibt sich eine auffallend gute Übereinstimmung mit den früheren Ereignissen, indem jene vor allem dort verzeichnet werden, wo infolge des Reliefs ausgeprägte Bündelungen der Sturzbahnen auftreten.

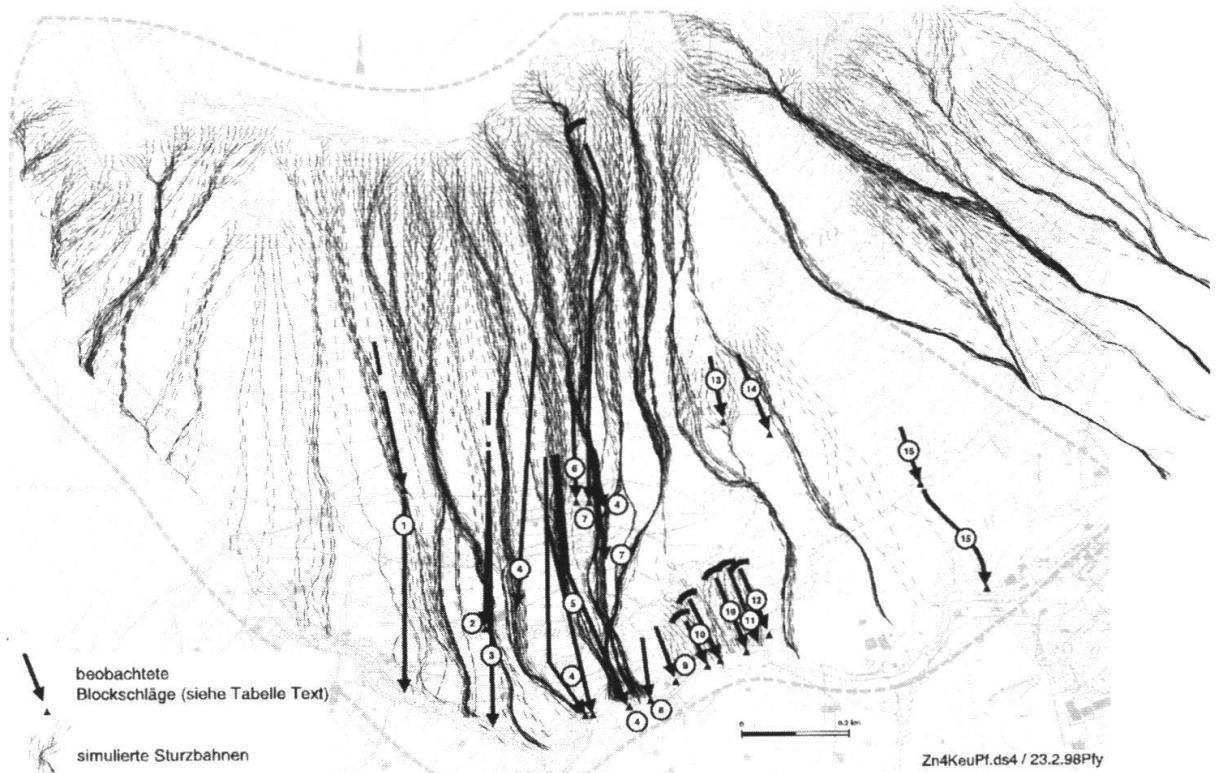
Das Modell liefert neben den Flugbahnen auch Sturzenergien und Sprunghöhen (Fig. 3 und 4).

#### **Das Steinschlagsimulationsmodell Zinggeler/GEOTEST**

Der Sturz eines Blockes wird als Abfolge von Kontaktreaktionen und Flugparabeln sowie einer Rollbewegung modelliert. Es werden folgende Parameter berücksichtigt:

- Geländetopographie
- Blockgrösse, Blockform (Masse, Rotationsfähigkeit)
- Dämpfung des Untergrundes: Fähigkeit, des Untergrundes, sich zu deformieren mit entsprechendem Energieverlust
- Wald: für kleinere und mittlere Blockgrößen bedeutet ein gesunder Walt ein starkes Hindernis. Der Walt fliesst anhand der Stammkennzahlen ins Programm ein.

Das Berechnungsmodell ist als 3D-Modell konzipiert und erlaubt flächendeckende Berechnungen von Sturzbahnen, ausgehend von definierten Startpunkten. Für spezielle Fragestellungen kann auch eine 2D-Simulation durchgeführt werden (siehe Fig. 6 und 7), wobei die Information für eine bestimmte Profilstelle stark erhöht werden kann (z.B. Häufigkeit einer auftretenden Energie oder Sprunghöhe im Hinblick auf die Dimensionierung eines Rückhaltebauwerkes).



**Fig. 2:** Ereignisdokumentation (frühere Blockschläge) und mit dem Modell Zinggeler-Geotest berechnete Sturzbahnen von Blockschlägen und frühere Ereignisse.

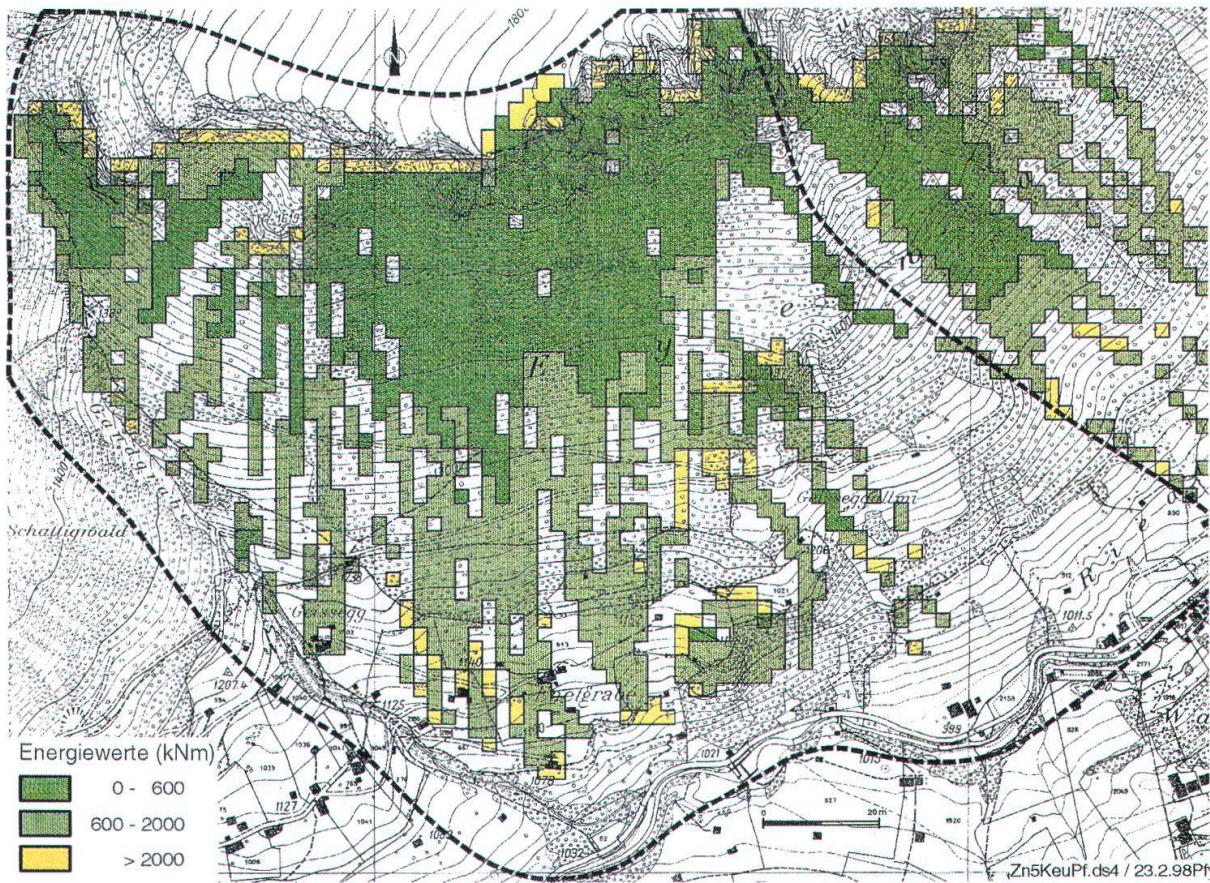


Fig. 3: Berechnete Sturzenergien für Blöcke 4 m<sup>3</sup>

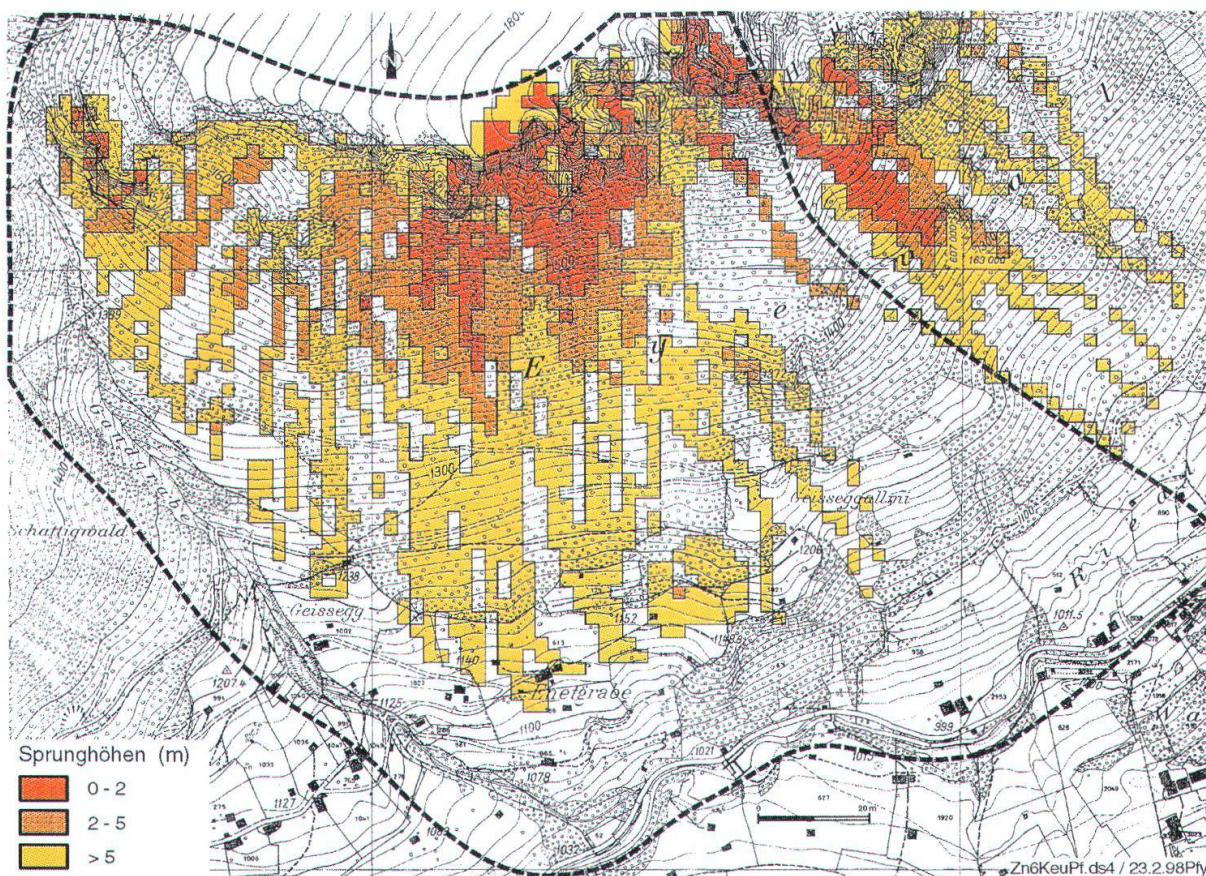


Fig. 4: Berechnete Sprunghöhen für Blöcke 4 m<sup>3</sup>

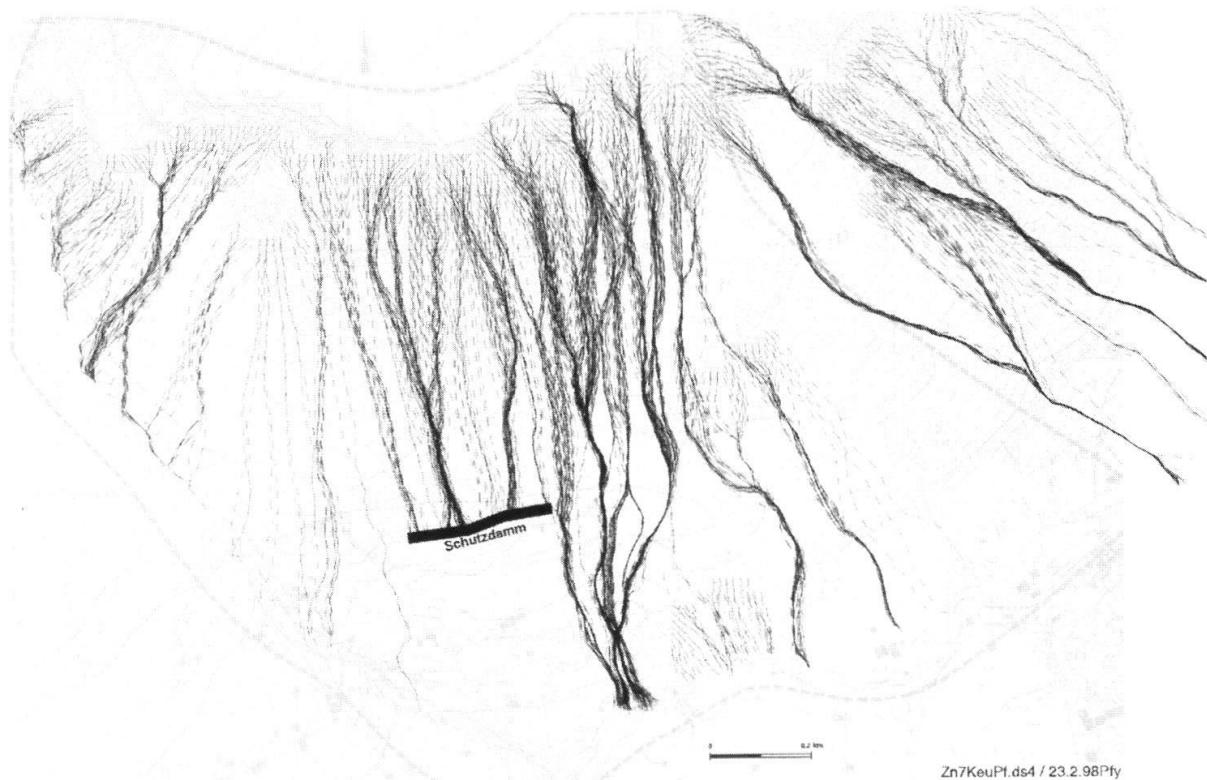
## 5. Gefahrenkarte

Auf der Basis der Empfehlungen des BUWAL 1997 wurde die steinschlaggefährdete Talflanke unterhalb des Abendberges in den blauen und roten Gefahrenbereich gelegt (häufige bis mittlere Eintretenswahrscheinlichkeit, hohe Energiewerte). Im roten Gefahrenbereich befinden sich sechs Wohnhäuser.

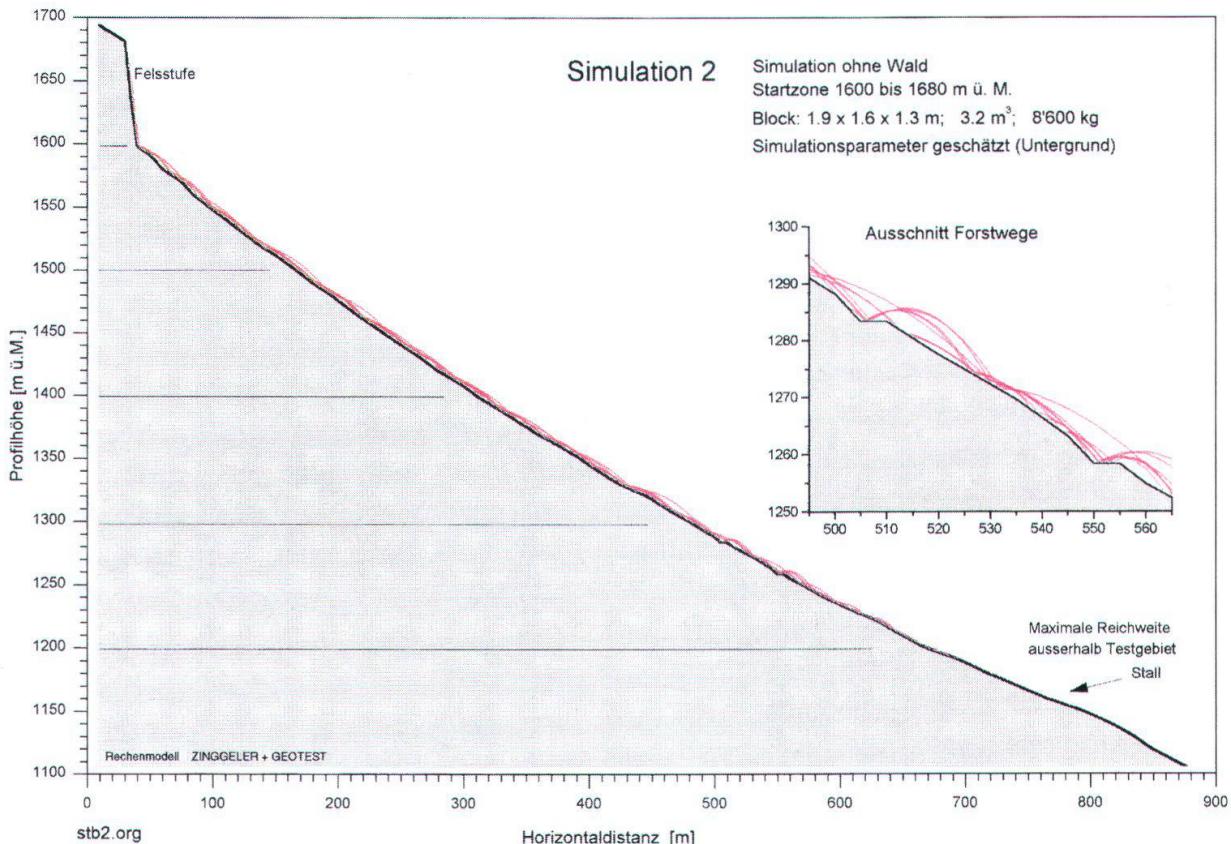
## 6. Gefahrenmanagement, Massnahmen

Aufgrund des grossen Risikos für die Siedlung ergab sich ein zwingender Handlungsbedarf für Schutzmassnahmen. Diese bestehen aus folgenden Elementen:

- a) **Raumplanung:** Bauverbot im roten Gefahrenbereich.
- b) **Waldpflege:** Der bestehende Wald erfüllt eine äusserst wichtige Schutzfunktion. Blöcke bis zu  $4 \text{ m}^3$  werden durch den Wald zurückgehalten. Ohne Wald wäre die Siedlung einem sehr häufigen Blockschlag ausgesetzt. Der Pflege und Verjüngung des Waldes wurde deshalb eine grosse Priorität eingeräumt.
- c) **Schutzdamm:** Zum Schutz der am stärksten gefährdeten Wohnhäuser wurde ein 300 m langer und 4 m hoher Schutzdamm erstellt. Dessen Schutzwirkung ist auf Fig. 5 dargestellt. Die Gefahrenkarte konnte in der Folge entsprechend abgeändert werden, indem der rote Gefahrenbereich unterhalb des Dammes zu blau rückgestuft werden konnte.



**Fig. 5:** Schutzdamm mit Schutzwirkung



**Fig. 6:** 2-D-Simulation im Profil

- d) **Schutznetze** unmittelbar oberhalb von drei gefährdeten Wohnhäusern wurde mittels Drahtseilnetzen (Typ Geobrugg) ein Objektschutz erstellt.
- e) **Frühwarndienst Felssturz:** Ein labiler Felsturm in der Wand des Abendberges wird durch systematische Messungen überwacht.

## 7. Wichtigste Aspekte des Fallbeispiels

Die gute geologische Datengrundlage (geologisch-morphologische Kartierung, Ereignisdokumentation, Simulationsmodell) ergibt eine fundierte und nachvollziehbare Beurteilung des Gefahrenpotentials und der vorhandenen Risiken. Die Ereignisdokumentation ist im vorliegenden Fall von grosser Bedeutung für die Einschätzung der Gefahren. Die Modellrechnung wird durch die früheren Ereignisse bestätigt. Sie stellt ein wichtiges Element für die Ausscheidung besonders gefährdeter Gebiete und die richtige Dimensionierung von Rückhaltemassnahmen dar.

## Simulation 2 Simulation ohne Wald;

Block :  $1.9 \times 1.6 \times 1.3 \text{ m}$ ;  $3.2 \text{ m}^3$ ; 8'600 kg  
Simulationsparameter geschätzt

Legende für Diagramme 1, 2 und 3

Werte, die von  
50% 20% 0%  
der simulierten Blöcke überschritten werden

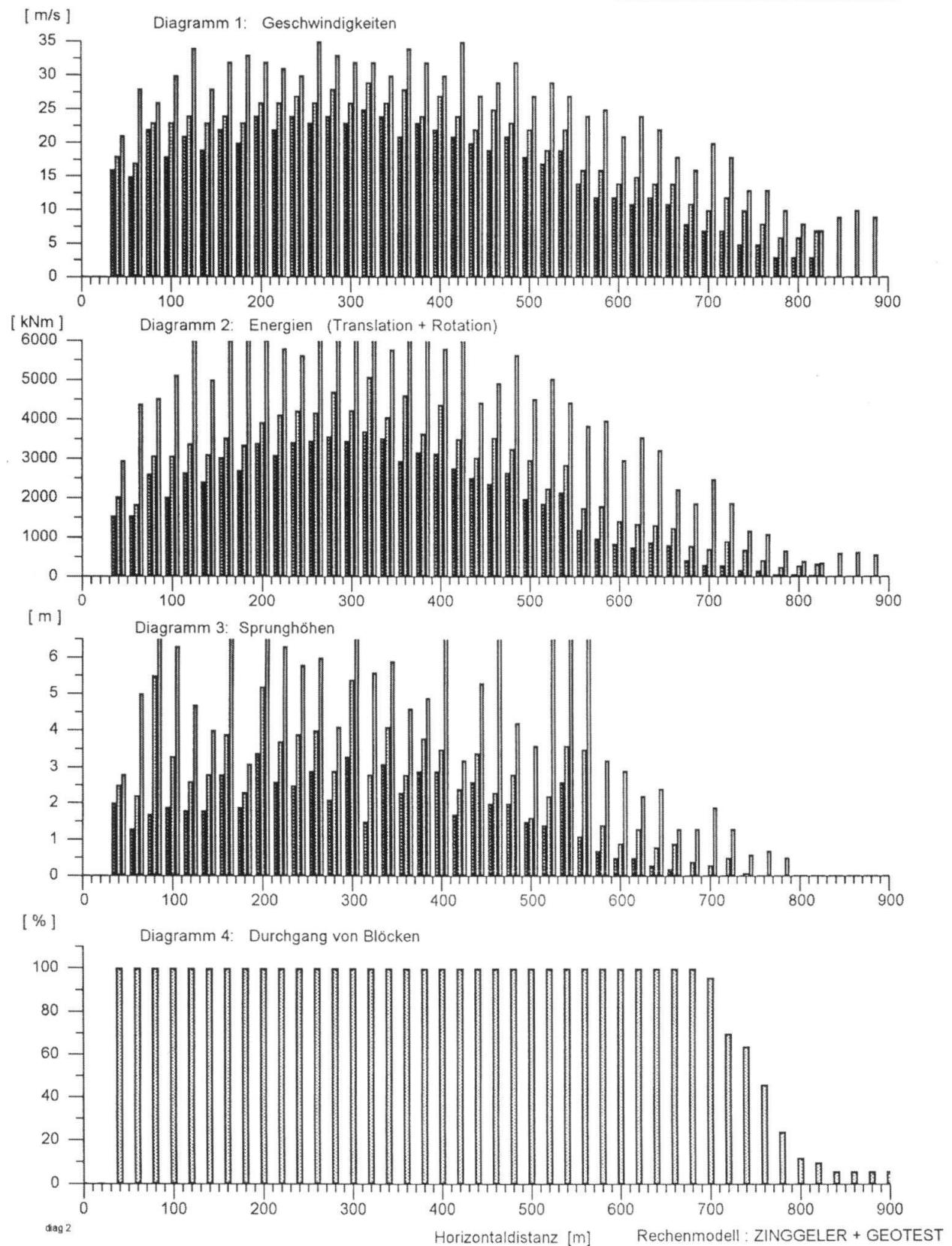


Fig. 7: 2-D-Simulation, Analyse von Geschwindigkeiten, Energien, Sprunghöhen und Frequenzen.