Risiko-basierte Massnahmenplanung gegen Steinschlag mittels 3D Steinschlagsimulationen

Planning of risk-based rockfall mitigation measures using 3D rockfall simulations

INTERPRAEVENT
2016 – Lucerne, Switzerland

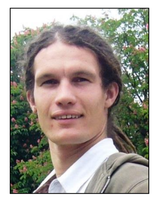
Living with natural risks

Zusammenfassung

In den vergangenen Jahrzehnten war die Schweiz wiederholt von Naturgefahrenereignissen betroffen, die erhebliche Schäden verursachten. Um die potentiell gefährdeten Personen- und Sachwerte nachhaltig zu schützen, müssen die knappen finanziellen Ressourcen priorisiert und in nachweislich Nutzen-Kosten-effiziente, risikoreduzierende Schutzmassnahmenkonzepte investiert werden.
Zur Beurteilung der Projektpriorisierung und Subventionierung durch die öffentliche Hand, wurden vom Bund Berechnungsprogramme entwickelt (bspw. EconoMe, RoadRisk), die auf dem Ansatz der Nutzen-Kosten-Analyse basieren und ein wirtschaftliches Optimum anstreben. Um die Vergleichbarkeit von Massnahmenprojekten zu gewährleisten, verwenden die Programme standardisierte und verallgemeinernde Routinen.
Basierend auf der etablierten Risikostrategie wird eine Methodenerweiterung präsentiert, die eine realitätsnahe Risikoanalyse für die Nutzen-Kosten-optimierte Massnahmenplanung gegen Steinschlag auf Linienobjekten vorschlägt. Dabei wird das zu untersuchende Linienobjekt in zweckmässige Abschnitte unterteilt und die Risikoanalyse unter Berücksichtigung der Möglichkeiten von 3D-Steinschlagsimulationen separat für jeden Teilabschnitt durchgeführt.
Die Umsetzung und die Resultate dieses Ansatzes sowie das Potential für die Risikoanalyse werden an einem virtuellen Fallbeispiel vorgestellt und mit EconoMe 3.0 verglichen.

Abstract

In Switzerland, in the past decades, natural hazard events caused repeatedly substantial damages to society. But limited financial resources necessitate risk-based mitigation strategies in order to fulfil the economic criteria of positive benefit-cost ratio. Meanwhile, official software tools provided by the federal authority are available for risk assessment (e.g. EconoMe, RoadRisk). Since these online-tools are initially developed for the evaluation of project prioritization and subsidization, they use standardized routines to sustain comparability.
Below, a new approach to extend the established methodology of risk management is presented that, however, allows a more realistic risk analysis for cost-effective rockfall mitigation measures on roads. After subdividing the investigated road section into appropriate subsections, the risk analysis is carried out for each subsection individually based on three-dimensional rockfall simulations. The implementation and results of this approach and its potential for risk analysis is illustrated on a virtual case study and compared with EconoMe 3.0.



Thomas Bickel
Dipl. Bauingenieur

Louis Ingenieurgeologie GmbH
Weiherstrasse 4
CH-6353 Weggis

Kontakt:
Tel.: +41 41 391 01 20
E-Mail: thomas.bickel@louis-weggis.ch

EconoMe-Grundsätze weiterhin gültig:

- Leitfaden zum PLANAT-Risikokonzept
- Vergleichbarkeit verschiedener Projekte
- Beurteilung der Verhältnismässigkeit von Projekten
- Abschätzung der Wirtschaftlichkeit von Massnahmen

Motivation für punktuelle Methodikerweiterung:

- Optimierung der bestehenden Methodik hinsichtlich der Massnahmenplanung entlang Strassen.
- Stärkere Gewichtung der 3D-Sturzmodellierungen zur detaillierteren Beschreibung von Sturzprozessen in der Wirkungsanalyse.

Markus Hodel
Dipl. Geograph, Akademischer Geoinformatiker

Louis Ingenieurgeologie GmbH
Weiherstrasse 4
CH-6353 Weggis

Kontakt:
Tel.: +41 41 391 01 93
E-Mail: markus.hodel@louis-weggis.ch

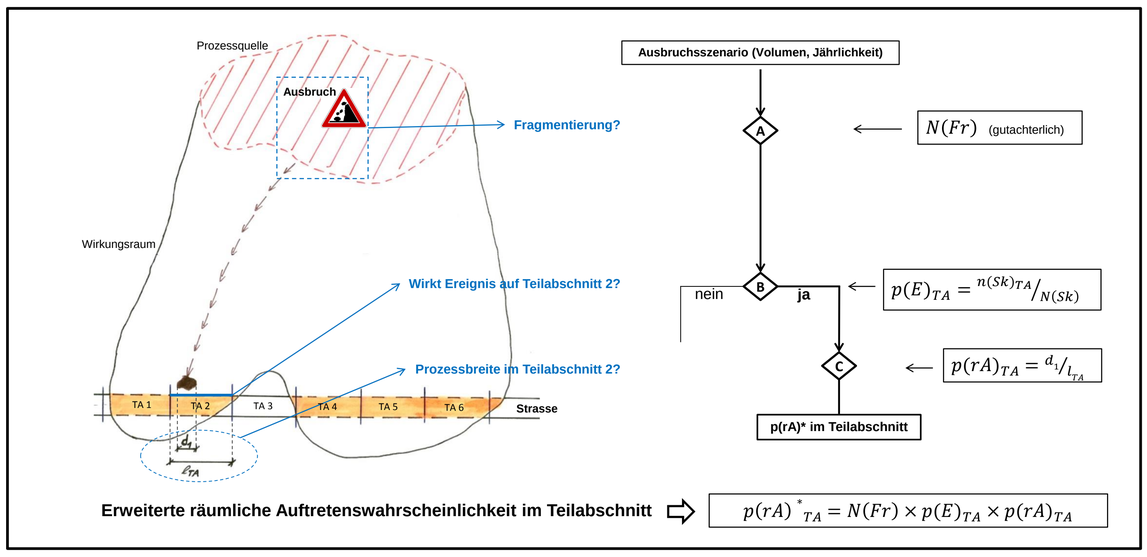
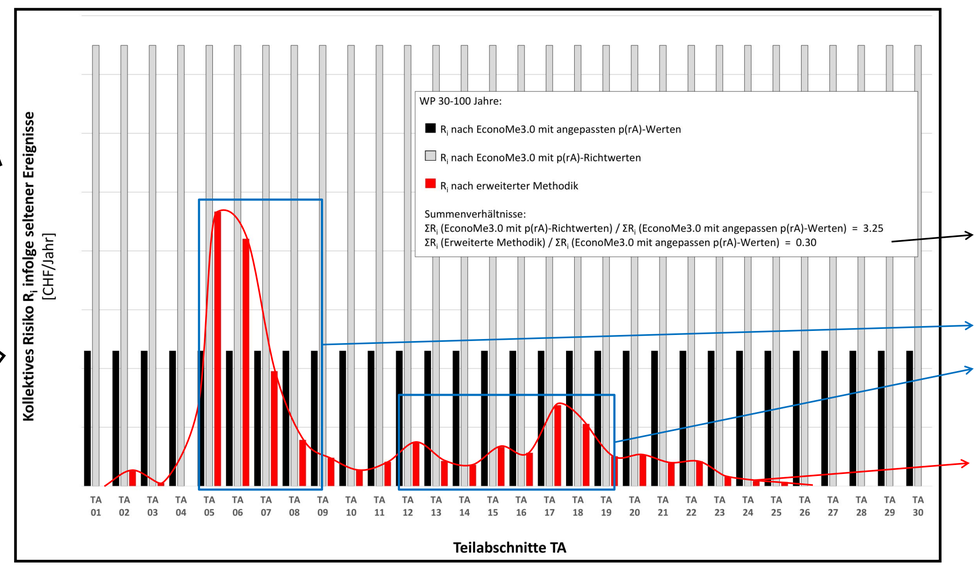


Abbildung 1:
Herleitung der Erweiterten räumlichen Auftretenswahrscheinlichkeit $p(rA)^*_{TA}$ je Teilabschnitt für ein Linienobjekt und Ereignisbaum der Berechnung

Kriterien des Ereignisbaums:
Kriterium A: Einführung eines gutachterlichen Faktors N(Fr) zur Berücksichtigung der Fragmentierung des Ausbruchvolumens.
(vgl. «Ereignistyp ET» im Tool «RoadRisk»)
Kriterium B: Erreichenswahrscheinlichkeit eines Teilabschnittes TA.
Kriterium C: Räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit innerhalb eines Teilabschnittes.

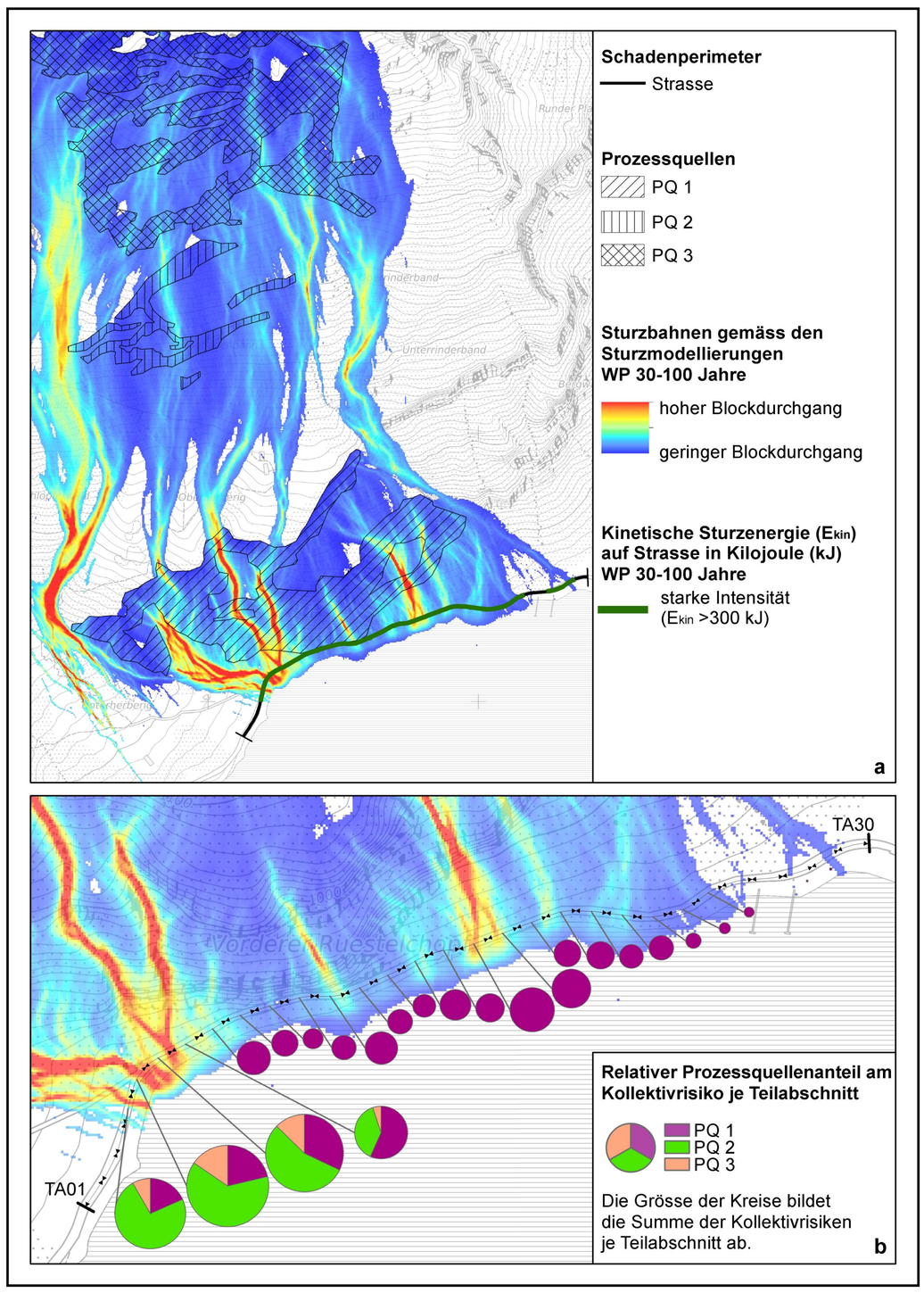


Betrachtete Varianten unterscheiden sich im absoluten Betrag.

Hotspots können erkannt und priorisiert werden.

Morphologie des Transitbereiches wird abgebildet.

Abbildung 3:
Kollektive Risiken infolge seltener Sturzereignisse (WP 30–100 Jahre) in den Teilabschnitten abhängig von der Berechnungsmethodik bzw. den jeweiligen Eingabeparametern.



Abbildungen 2a und 2b:
Situation im Beispielperimeter für die seltenen Sturzereignisse (WP 30–100 Jahre):
Lage der Prozessquellen, Sturzbahnen, qualitative Darstellung der errechneten Risiken je Teilabschnitt und relative Prozessquellenanteile je Teilabschnitt.

Prozessquelle	PQ1	PQ2	PQ3	
d_1	2 m	2.4 m	2 m	
L	560 m	89 m	69 m	
p(rA) = c	0.03	0.03	0.03	> Richtwerte
$p(rA) = d_1/L$	0.004	0.027	0.029	> angepasste Werte
$\Sigma p(rA)^*_{TA}$	0.052	0.035	0.009	> erweiterter Ansatz

→ Abweichungen der p(rA)-Werte teils deutlich (bis Faktor 10)
→ abhängig von PQ bzw. Transit- und Wirkungsraum.

Fazit zum erweiterten Ansatz:

→ Die bestehenden **Datensätze werden umfassender kombiniert und ausgewertet**.
Alle Teilergebnisse liegen je Teilabschnitt bzw. je Prozessquelle vor und können beliebig weiterverwendet werden.
→ Die **errechnete Risikoverteilung** im Fallbeispiel **deckt sich mit der gutachterlichen Beurteilung** vor Ort.
→ Tendenziell werden die **Risiken und folglich die wirtschaftlichen Massnahmen kleiner**.
→ Eine überschlägige Abschätzung des Projektbudgets (analog zum Vorgehen gemäss ASTRA) ist möglich.

→ Das methodische **Vorgehen gemäss EconoMe** bleibt bestehen.
→ Der **Detaillierungsgrad der Risikoanalyse wird erhöht.**
Der Ansatz stellt den **Übergang von einer Perimeterbetrachtung zur Detailanalyse** dar.
→ Die Wirkung von Schutzmassnahmen (Beurteilung z.B. in Anlehnung an PLANAT Protect) kann in der Risikoberechnung detailliert berücksichtigt werden.
→ Der grössere Bearbeitungsaufwand kann durch eine optimierte Nutzen-Kosten-Effizienz allfälliger Massnahmen gerechtfertigt werden.

→ **Der vorgestellte Ansatz ist für die Bearbeitung von Linien- und Punktobjekte geeignet.**
→ **Risikoschwerpunkte können besser erkannt, rechnerisch erfasst und dargestellt werden.**

louis Ingenieurgeologie
Dr. Klaus Louis-Meier
Dipl.Geologe CHGEOL
Naturgefahren
Geotechnik
Umweltgeologie

Congress Office INTERPRAEVENT 2016
Bundesamt für Umwelt BAFU
Abteilung Gefahrenprävention
CH-3003 Bern