

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein

**Band:** 138 (1987)

**Heft:** 12

**Artikel:** Sicherheitsplanung für Waldbau- und Verbauungsprojekte, dargestellt am Beispiel des Bannwaldes Altdorf

**Autor:** Günter, Rudolf / Candrian, Maurus

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-766079>

### **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:** 19.01.2026

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

# **Sicherheitsplanung für Waldbau- und Verbauungsprojekte, dargestellt am Beispiel des Bannwaldes Altdorf**

Von *Rudolf Günter* und *Maurus Candrian*

Oxf.: 624.4:(494.13)

(Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, CH-8903 Birmensdorf)

## **1. Einleitung**

Die Waldschadenssituation und die oft mangelnde oder gar fehlende Waldpflege verursachen, vor allem im Berggebiet, erhöhte Gefahren für Siedlungen, Verkehrswege und andere Objekte. Nach einer Untersuchung der EAFV (*Pfister et al.*, 1987) befinden sich annähernd 20% der schweizerischen Gebirgswaldfläche in besorgniserregendem Zustand, sollten aber weiterhin Menschen und Sachwerte vor Naturgefahren schützen. Immer mehr öffentliche Geldmittel müssen ausgegeben werden, um dringend notwendige Massnahmen (bautechnischer- und waldbaulicher Art) durchführen zu können. Die Forderung, die beschränkt vorhandenen finanziellen Mittel möglichst effizient einzusetzen, dürfte unbestritten sein.

Die vorliegende Arbeit soll ansatzweise zeigen, wie mittels Sicherheitsplanung eine Massnahmenoptimierung erreicht werden kann. Im Rahmen dieses Aufsatzes wird es allerdings nicht möglich sein, eine bis ins Detail gehende Methodenanleitung zu geben. Die Absicht liegt vielmehr darin, ein plausibles Denkschema aufzubauen und Denkanstösse für ähnlich liegende Probleme zu vermitteln. Anhand von konkreten Zahlen werden am Beispiel des Bannwaldes Altdorf die wichtigsten Schritte und die entsprechenden Ergebnisse illustriert. Die dem Aufsatz zugrunde liegenden Materialien wurden im Rahmen des Sanasilva-Teilprogrammes 8 erarbeitet und sind dort umfassend dokumentiert. Die verwendeten Fachausdrücke sind im Anhang aufgeführt und definiert.

## 2. Sicherheitsplanung: eine Methode zur Erfassung von Naturgefahren und Optimierung des Mitteleinsatzes

Die Sicherheitsplanung verknüpft die verschiedenen Aspekte und Kenntnisse, die für die Sicherheit eines Systems oder eines Perimeters wichtig sind, systematisch und nachvollziehbar in einem Modell. Das Planungsbüro Ernst Basler & Partner, Zollikon, entwickelte die hier beschriebene Methodik in den letzten 15 Jahren und wandte sie in den verschiedensten Bereichen der Technik an. Das Modell geht zunächst von einer Zweiteilung der Sicherheitsfrage aus (*Abbildung 1*). Der erste Teil, die Frage «Was kann passieren?», wird in der Risikoanalyse behandelt. Diese wiederum ist aufgeteilt in die drei Schritte der Ereignis-, der Wirkungs- und der Expositionsanalyse. Dabei werden die massgebenden Gefahren ermittelt, die möglichen Schäden bestimmt und die Wahrscheinlichkeiten von Ereignissen und Schäden an Personen und Sachen berechnet. Rein erhebungstechnische Probleme also, die sich durch Beobachtungen im Gelände, Studium von Karten- und Planmaterial sowie mit Hilfe von Statistiken oder von Chroniken bisheriger Ereignisse lösen lassen. Die zweite Frage, «Was darf passieren?» bezieht sich auf die Risikobewertung. Sie beinhaltet definitionsgemäss subjektive Wertvorstellungen und spricht den unmittelbar betroffenen Entscheidungsträger, die gefährdete Bevölkerung und den für die Schadensverhinderung aufzukommenden Geldgeber an.

Aus der Gegenüberstellung der beiden Fragestellungen lässt sich die Notwendigkeit von Massnahmen ableiten. Die Sicherheitsplanung zeigt nun auf, wie mit den verfügbaren Mitteln – gesamthaft gesehen – der grösstmögliche

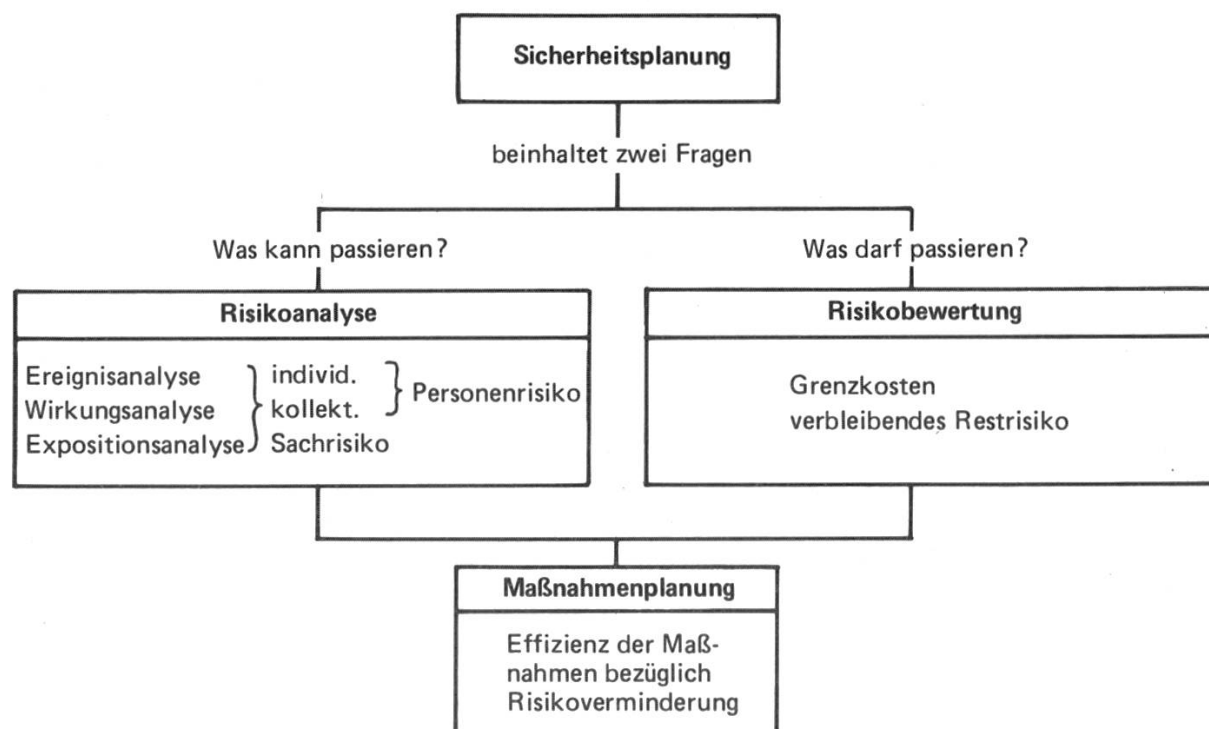
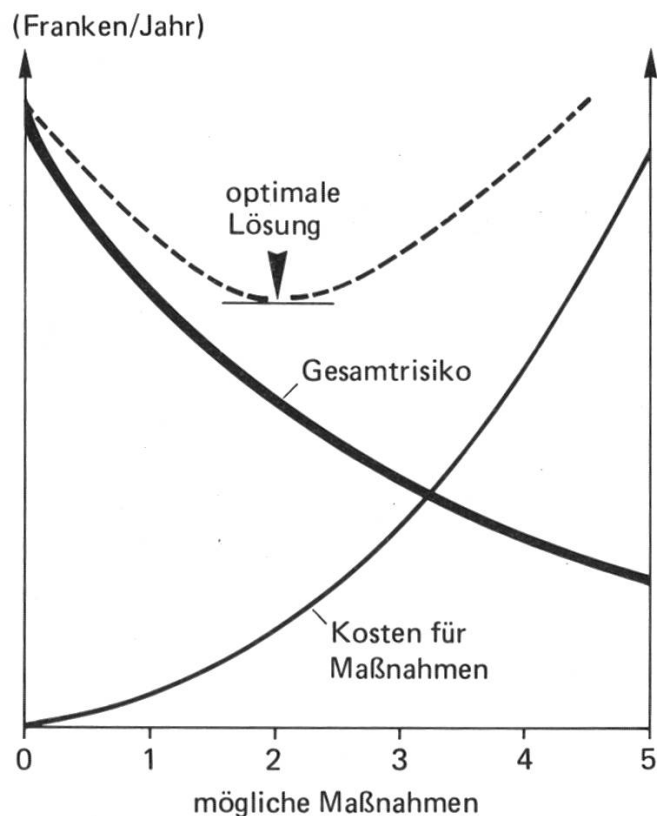


Abbildung 1. Aufbau der Sicherheitsplanung.

Abbildung 2. Die optimale Massnahmen-Kombination ergibt sich aus der Minimierung der Summe von verbleibendem Gesamtrisiko und Massnahmenkosten.



Nutzen (sprich: Risikoreduktion) erzielt werden kann. Dazu müssen die verschiedenen Risikoarten und Massnahmen miteinander in Bezug gebracht werden. Auch das Risiko kann in Franken quantifiziert werden, und zwar mit Hilfe des sogenannten Grenzkostenkriteriums. Als Grenzkosten werden diejenigen Kosten bezeichnet, die man bereit ist auszugeben, um das Risiko um eine Einheit zu senken. Der optimale Mitteleinsatz ergibt sich nun aus der Minimierung der Summe von verbleibendem Risiko und Massnahmenkosten (*Abbildung 2*). Im folgenden wird beispielhaft für den Bannwald Altdorf dargelegt, wie Resultate der Sicherheitsbeurteilung in die forstliche Projektplanung einfließen können.

### 3. Fallbeispiel Bannwald Altdorf

#### 3.1 Beschreibung des Projektgebietes

Der Bannwald Altdorf liegt nördlich des Kantonshauptortes und umfasst den steilen, südwestlich exponierten Abhang der Eggberge. Eine Stichprobenerhebung 1984 ergab auf 79% der Fläche Steinschlagspuren; 28% der Stammzahl ( $BHD > 8 \text{ cm}$ ) sind durch Steinschlag am Stamm geschädigt. Daraus wird offensichtlich, welche Bedeutung der Bannwald als Schutz besitzt. Bereits A. Heim (1887) bemerkte: «Es ist einleuchtend, dass bei dieser Böschung (Steilheit) ganz ohne Wald schon ein Felsstück von  $1 \text{ m}^3$  bis in den flachen Thalbo-

den unaufhaltsam rollen müsste, dass ein Felsbruch von 1000 m<sup>3</sup> ohne starken Wald die Ortschaft einschlagen würde.» Dass der Wald nicht mehr die gewünschte «Stärke» aufweist, lassen die 1986 im Rahmen der waldbaulichen Massnahmenplanung durchgeführten Stabilitätsansprachen vermuten. Danach sind nämlich fast 40% der Fläche mit labilen oder gar kritischen Beständen bestockt! Es kommt hinzu, dass gemäss Waldschadenkartierung mit Infrarot-Luftbildern 1984 insgesamt 65% der produktiven Waldfläche als geschädigt beurteilt wurden.

### 3.2 Die Risikoanalyse deckt Gefahrenherde auf

In der Ereignisanalyse wurden aufgrund von Erhebungen im Gelände und von Statistiken bisheriger Ereignisse die im Gebiet möglichen Steinschlaggefahren abgeschätzt. Die Wirkungsanalyse klärte die möglichen Sturzbahnen und die physikalischen Wirkungen auf Personen und Sachen ab. Mit Hilfe von terrestrischen Beobachtungen und von Luftbildinterpretationen konnte für den Bannwald eine detaillierte Steinschlagkarte erstellt und für jede Teilfläche die Ereignishäufigkeit und -intensität ermittelt werden. In der Expositionsanalyse wurde schliesslich berechnet, wie gross die Wahrscheinlichkeit ist, dass bei einem möglichen Steinschlag Personen (oder Sachwerte) zu Schaden kommen können. Als Risikoeinheit «T» (Personenschäden) definierte man die Anzahl Personen, die bei einem Ereignis zu Schaden kommen kann.

*Tabelle 1.* Zusammenstellung des tatsächlichen kollektiven Risikos und des empfundenen kollektiven Risikos.

| <i>Beschreibung der Objekte</i>                              |  | <i>Tatsächliches Risiko <math>R_o</math><br/>~ (10<sup>-3</sup>T<sub>O</sub>/J) %</i> |     | <i>Avers.-<br/>faktor</i> | <i>Empfundenes Risiko <math>R_e</math><br/>~ (10<sup>-3</sup>T<sub>e</sub>/J) %</i> |     |
|--|--|---|-----|---------------------------|---|-----|
| a) Forstpersonal<br>Holzer<br>Übrige                         | Personen abseits<br>von Wegen im<br>Bannwald | 3,4   | 9   | 1,1                       | 3,9   | 8   |
| b) Wanderer auf den Wegen im<br>Bannwald                     |  | 4,7   | 12  | 1,1                       | 5,2   | 11  |
| c) Spaziergänger auf Wegen im<br>unteren Teil des Bannwaldes |  | 11,0  | 28  | 1,1                       | 12,0  | 26  |
| d) Sportplätze   |  | 0,2   | —   | 1,1                       | 0,2   | —   |
| Personen in der Umgebung von<br>gefährdeten Gebäuden         |  | 10,7  | 27  | 1,1                       | 11,8  | 25  |
| Personen in gefährdeten Gebäuden                             |  | 9,3   | 24  | 1,5                       | 14,0  | 30  |
| Alle Objekte   |  | 40  | 100 |                           | 47  | 100 |

Aus *Tabelle 1* geht hervor, dass 51% des tatsächlichen kollektiven Risikos auf Gebäude (Personen in und um Gebäude) und 49% auf Personen im Bannwald entfallen (Wanderer, Forstarbeiter). Ebenfalls berechnet wurde das empfundene kollektive Risiko. Es geht davon aus, dass einzelne Grossereignisse als schlimmer «empfunden» werden als mehrere kleine Ereignisse (deren Schadenssumme aber einem Grossereignis durchaus gleichkommen kann) und daher wesentlich mehr Reaktionen bei der Bevölkerung auslösen. Diese «Übersensibilisierung» für Grossereignisse und damit verbunden eine grosszügigere Bereitschaft zur Schadenverhinderung (Grenzkosten) wird mit einem Aversionsfaktor berücksichtigt. Der Aversionsfaktor ist ein Erfahrungswert, der sich aus Statistiken, Versicherungen usw. ableiten lässt. Wo Grossereignisse möglich sind, werden diese als wesentlich höher empfunden als die tatsächlichen Risiken. Das trifft beispielsweise bei der Steinschlaggefährdung von Personen in und um Gebäude zu.

### 3.3 Welche Massnahmen sind effizient?

Im Jahre 1975 hat der Urner Forstdienst ein Steinschlagverbauungsprojekt für den Bannwald Altdorf ausgearbeitet und in der Zwischenzeit teilweise realisiert. Das Projekt wurde 1987 überarbeitet. Es sollte dabei auch untersucht werden, welche Massnahmen aus der Sicht der Sicherheit am wirkungsvollsten sind. Von 12 Verbauungswerken und zwei organisatorischen Massnahmen ermittelte man das Kosten/Nutzen-Verhältnis (*Tabelle 2*). Die Kosten setzen sich zusammen aus Investition und Unterhalt. Als Grundlage für die Berechnung der Risikoreduktion (= Nutzen) wurden in einem ersten Schritt das durch eine Massnahme geschützte Gebiet auf einem Übersichtsplan eingezeichnet, in einem zweiten Schritt die Risikoanteile der in diesem Gebiet liegenden Gebäude, Wege usw. bestimmt und in einem dritten Schritt die erzielbare Risikoreduktion pro Objekt abgeschätzt (*Abbildung 3*). Das auf diese Weise für jede Massnahme ermittelte Kosten/Nutzen-Verhältnis gibt nun an, wieviel die Reduktion einer Risikoeinheit mit der jeweiligen Massnahme kostet.

Die Einzelmassnahmen zeigen sehr grosse Unterschiede im Kosten-Nutzen-Verhältnis. So erweist sich die Massnahme Z1 als hundertfünfzig Mal effizienter bezüglich Kosten/Risikoverminderung als Massnahme Z3! Generell als günstig zu bezeichnen sind Steinschlagverbauungen, die Objekte direkt schützen (zum Beispiel Massnahme Z1: Steinschlagnetze oder Körbe oberhalb eines Gebäudes). Ein noch gutes Verhältnis weist die Massnahme Z4 «waldbauliche Behandlung» auf. Hier wurde davon ausgegangen, dass zwei zusätzliche Waldarbeiter die Bestände pflegen und damit das Gesamtrisiko um 10% zu verringern vermögen.

Im weiteren wurden fünf, aus verschiedenen Einzelmassnahmen zusammengesetzte Kombinationen gebildet (K1 – K5) und in einem Risiko/Kosten-

Tabelle 2. Kosten/Nutzen-Verhältnis der Massnahmen (kombinationen). (Die Numerierung der Massnahmen stützt sich auf das Verbauungsprojekt «Bannwald Altdorf» 1975).

| Massn.<br>Nr.   | Beschreibung   | Invest.-<br>kosten<br>(Fr.) | Jahres-<br>kosten<br>(Fr./J) | Risiko-<br>reduktion<br>$\Delta Re$<br>( $10^{-3} Te/J$ ) | Kosten/Nutzen-<br>Verhältnis<br>$K/\Delta Re$<br>( $10^6 Fr./Te$ ) |
|-----------------|--|-----------------------------|------------------------------|---|--|
| Z1              | Netze und Körbe oberhalb von Gebäude                       | 50 000                      | 5 000                        | 4,3   | 1  |
| Z3              | Absperrung der Wege bei Holzschlägen                       | —                           | 500                          | 0,14  | 4  |
| 4-7             | Steinschlagnetze   | 410 000                     | 40 000                       | 6,1   | 6  |
| Z2              | Netze oder Körbe oberhalb von Gebäude                      | 400 000                     | 39 000                       | 3,6   | 11   |
| Z4              | Waldbauliche Behandlung der Bestände                       | —                           | 60 000                       | 4,7   | 13   |
| 10              | Körbe oberhalb Wassernössli                                | 150 000                     | 15 000                       | 1,1   | 14   |
| 19              | Trockenmauer oder Körbe beim Bärenloch                     | 360 000                     | 35 000                       | 1,5   | 23   |
| 18              | Netze beim Luegiwaldweg/unter Wiss-Nössli                  | 80 000                      | 7800                         | 0,25  | 31   |
| 26              | Körbe bei der unteren Brähe                                | 150 000                     | 15 000                       | 0,42  | 36   |
| 21              | Netze oder Körbe im Moosbadwald                            | 20 000                      | 2000                         | 0,052   | 38   |
| 13-15           | Netze und Körbe im Breitzug                                | 300 000                     | 29 000                       | 0,59  | 49   |
| 8               | Körbe bei der Gross- und Chli Luegi                        | 250 000                     | 24 000                       | 0,46  | 52   |
| 22              | Netze und Körbe im Moosbadwald/Follenzug                   | 200 000                     | 20 000                       | 0,25  | 80   |
| 23              | Drahtschotterkörbe in den oberen Brächen                   | 300 000                     | 29 000                       | 0,19  | 150  |
| Massn.<br>Komb. | (bestehend aus den Einzelmassnahmen:<br>gemäss Liste oben) |                             |                              |   |  |
| K1              | Z1 + Z3 + 4 + 5 + 6 + 7                                    | 460 000                     | 45 000                       | 10,5  | 4,3  |
| K2              | K1 + Z2 + Z4 + 10  | 1 000 000                   | 160 000                      | 19,9  | 12   |
| K3              | K2 + 19 + 18 + 26 + 21                                     | 1 600 000                   | 220 000                      | 22,1  | 27   |
| K4              | K3 + 13 + 14 + 15 + 8 + 22                                 | 2 350 000                   | 290 000                      | 23,4  | 54   |
| K5              | K4 + 23  | 2 650 000                   | 320 000                      | 23,6  | 150  |



|  |                                |
|--|--------------------------------|
| <b>MASSNAHME NR. 26</b>  |                                |
| <b>MASSNAHMENBESCHREIBUNG</b>  |                                |
| Total 150 m Steinkörbe, 2 m hoch   |                                |
| <b>KOSTEN</b>  |                                |
| Invest.kosten : 150'000.- (Fr.)  | Unterh.kosten: 6'000.- (Fr./J) |
| Diskontrate : 4 %  | Lebensdauer : 30 Jahre         |
| <u>Jahreskosten K: 15'000.- (Fr./J)</u>  |                                |
| <b>RISIKOREDUKTION</b>   |                                |
| * Personen abseits von Wegen   |                                |
| - geschütztes Gebiet ca. 4 ha = 1.1 % der Totalfläche  |                                |
| - im geschützten Gebiet überproportional Steinschlag (Faktor3)   |                                |
| - im geschützten Gebiet 60 % Risikoreduktion   |                                |
| → $\Delta Re = 0.011 \times 3 \times 0.6 \times 3.8 \times 10^{-3} = 0.08 \quad (10^{-3} \text{Te/J})$               |                                |
| * Wanderer auf Wegen   |                                |
| - geschützte Wanderwege 200 m = 1.0 % der Totalweglänge  |                                |
| - auf geschützten Wegen überproportional Steinschlag (Faktor3)   |                                |
| - auf geschützten Wegen 30 % Risikoreduktion   |                                |
| → $\Delta Re = 0.01 \times 3 \times 0.3 \times 5.2 \times 10^{-3} = 0.05 \quad (10^{-3} \text{Te/J})$                |                                |
| * Spaziergänger auf Wegen  |                                |
| - geschützte Spazierwege 200m = 2.7 % der Totalspazierweglänge   |                                |
| - auf geschützten Wegen überproportional Steinschlag (Faktor3)   |                                |
| - auf geschützten Wegen 30 % Risikoreduktion   |                                |
| → $\Delta Re = 0.027 \times 3 \times 0.3 \times 12 \times 10^{-3} = 0.29 \quad (10^{-3} \text{Te/J})$                |                                |
| * Gebäude Nr.  |                                |
| - Risikoreduktion : - %  |                                |
| → $\Delta Re = \quad = \underline{\quad} \quad (10^{-3} \text{Te/J})$  |                                |
| * Gebäude Nr.  |                                |
| - Risikoreduktion : - %  |                                |
| → $\Delta Re = \quad = \underline{\quad} \quad (10^{-3} \text{Te/J})$  |                                |
| * Gebäude Nr.  |                                |
| - Risikoreduktion : - %  |                                |
| → $\Delta Re = \quad = \underline{\quad} \quad (10^{-3} \text{Te/J})$  |                                |
| $\Delta Re_{\text{tot}} = \underline{\underline{0.42}} \quad (10^{-3} \text{Te/J})$                                  |                                |
| <b>KOSTEN/NUTZEN-VERHAELTNIS</b>   |                                |
| $\underline{K / \Delta Re} = \frac{15'000.-}{0.42 \times 10^{-3}} = \underline{36 \text{ Mio}} \quad (\text{Fr/Te})$ |                                |

Abbildung 3. Berechnung des Kosten/Nutzen-Verhältnisses der Einzelmassnahmen (im Beispiel Massnahme Nr. 26).

Diagramm dargestellt. *Abbildung 4* zeigt, dass mit zunehmendem Kostenniveau auf der Massnahmenseite die Risikoreduktion nicht im selben Mass Schritt zu halten vermag. Die Steigung der Kurve, als eine Grösse für die Effizienz der Massnahme, nimmt von K1 zu K5 deutlich ab.



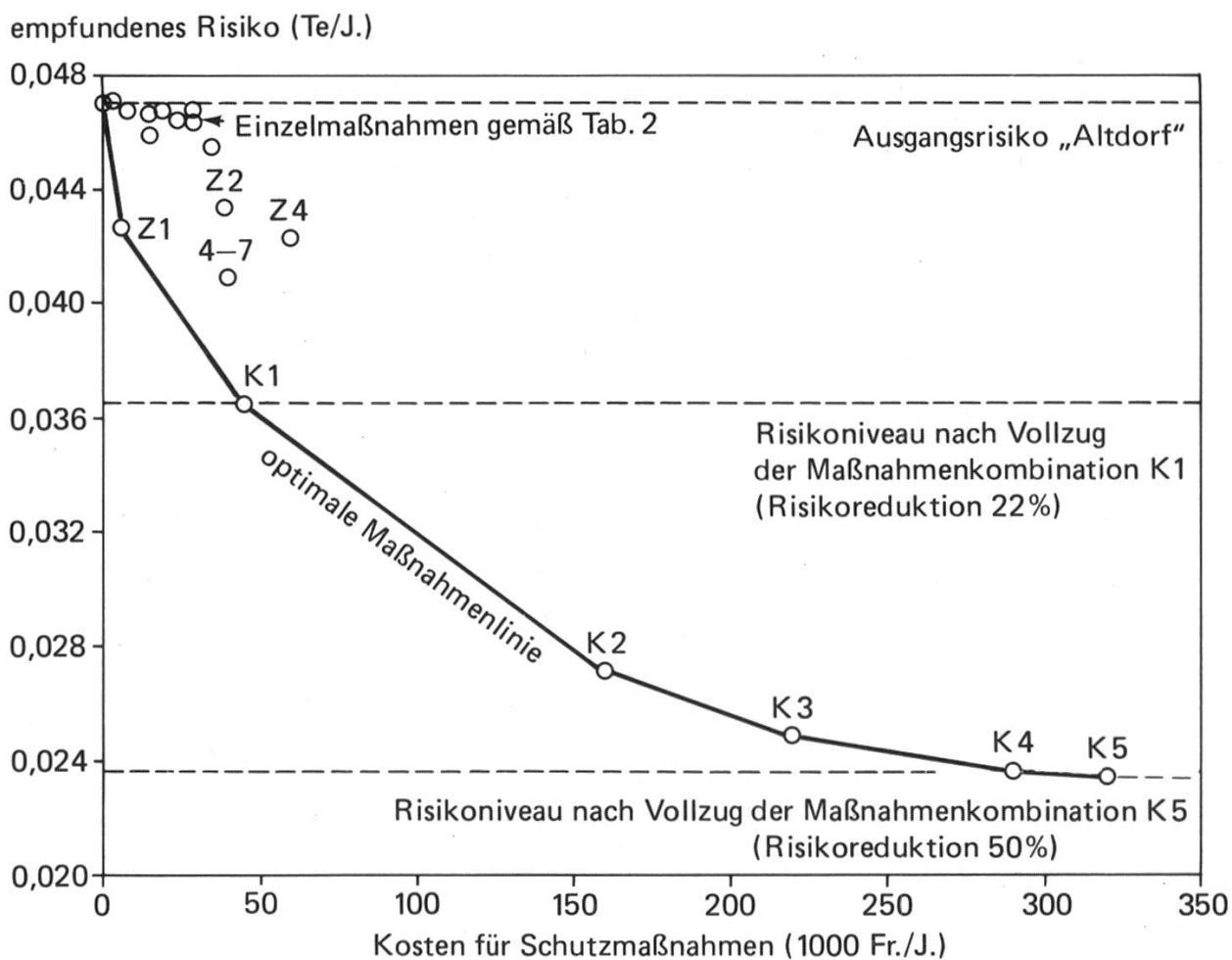


Abbildung 4. Kosten/Nutzen-Diagramm der Massnahmen (-kombinationen).

Die Massnahmenkombination K1 bringt eine Risikoreduktion von 22% bei Investitionskosten von Fr. 460 000.—, K5 eine solche von 50% (Fr. 2 650 000.—). Daraus wird ersichtlich, dass eine sehr hohe Sicherheit mit einigermassen vernünftigem Aufwand meistens nicht zu erreichen ist, dass ein Restrisiko bestehen bleibt. Der Entscheid, wie weit die Sicherheitsanstrengungen gehen sollen (zum Beispiel nur die Minimalvariante K1 oder die Maximalvariante K5), wird vom Geldgeber oder von der betroffenen Bevölkerung zu fällen sein. Aufgrund von Erfahrungen mit üblichen Grenzkosten kann jedoch davon ausgegangen werden, dass für Altdorf die Kombination K1, eventuell K2 (Steinschlagnetze und Körbe oberhalb von gefährdeten Gebäuden und waldbauliche Behandlung) zur Ausführung kommen wird. Die Kombinationen K3 bis K5 weisen ein schlechtes Verhältnis zwischen Kosten und Nutzen auf, das heisst die Grenzkosten für die Risikoreduzierung müssten bei diesen Kombinationen sehr hoch angesetzt werden.

#### 4. Ausblick

Die beschriebene Methode der Sicherheitsplanung zwingt zur Formulierung und Quantifizierung möglicher Gefahren und Lösungswege zu deren Behebung. So muss man zum Beispiel im Rahmen der Schätzung der Risikoreduktion versuchen, auf systematische Art darüber Rechenschaft abzulegen, wie bestimmte Massnahmen überhaupt wirken und welchen Nutzen sie bringen können. Selbst wenn dabei da und dort genaue Berechnungsgrundlagen fehlen und mit Annahmen gearbeitet werden muss, führt ein systematisches Vorgehen zu besseren, nachvollziehbareren Entscheidungen als ein mehrheitlich intuitives Handeln.

Im weiteren gilt es zu betonen, dass sich eine Beschränkung des Mitteleinsatzes auf das unumgänglich Notwendige am ehesten durch sorgfältige Planung erreichen lässt. Im Vergleich zu den anfallenden Kosten beim Vollzug von Massnahmen sind die Aufwendungen auch für eine mit einer Sicherheitsbeurteilung ergänzte Planung gering.

Sollte sich die den Berechnungen zugrunde gelegte Situation in den nächsten Jahren infolge von Waldzustandsverschlechterungen massiv verändern, so müsste die Sicherheitsplanung mit veränderten Grössen neu durchgeführt werden. Die beschriebene Methode ermöglicht eine solche Anpassung jederzeit mit relativ geringem Aufwand.

#### Résumé

##### **Planification de la sécurité dans le cadre de projets de sylviculture et de construction, à l'exemple de la forêt à ban d'Altdorf**

La dégradation de l'état de la forêt et les soins cultureux souvent insuffisants, voire inexistants, dans les régions de montagne surtout, entraînent des dangers accrus pour les agglomérations, les voies de communication et autres objets. C'est pourquoi, les questions d'estimation de la sécurité furent discutées à l'aide d'études de cas du projet no 8 du programme Sanasilva. Des risques quantifiés furent utilisés afin d'établir une mesure de la sécurité. On a recherché, dans ce calcul, les probabilités d'apparition et les conséquences de phénomènes naturels possibles. L'analyse des risques a permis en outre de mettre en évidence, sur une base comparable, la réduction des risques apportée par diverses mesures. Le classement de ces dernières, en fonction de leur rapport coût/avantage, a permis d'élaborer des bases de décisions utiles dans la planification des mesures à prendre. Ainsi, d'après l'exemple d'Altdorf, la mesure la meilleure, comparée à la plus mauvaise, présente un rapport coût/avantage 150 fois plus élevé.

Traduction: *M. Dousse*

## *Literatur*

- Basler, E. und Partner* (1986): Sicherheitsbeurteilung zur Erfassung von Naturgefahren im Berggebiet, Sanasilva 8 Teilbericht, unveröffentlicht
- Basler, E. und Partner* (1987): Kosten-Nutzen-Überlegungen zur Festlegung von Steinschlagschutzmassnahmen im Bannwald Altdorf, Sanasilva 8 Teilbericht, unveröffentlicht
- Pfister, F., Walther, H. R., Erni, V., Candrian, M.* (1987): Walderhaltung und Schutzaufgaben im Berggebiet, Eidg. Anst. forstl. Versuchswesen, Bericht Nr. 294
- Heim, A.* (1887): Gutachten über die geologische Beschaffenheit des Bannwaldgehänges ob Altdorf mit Rücksicht auf mögliche Berg- und Felssturzgefahren. Staatsarchiv Kanton Uri

## **Anhang: Liste der wichtigsten Begriffe**

- Risiko*: Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Schadenereignisses während eines vorgegebenen Zeitintervalls, quantifiziert als Schaden pro Zeiteinheit.
- Risikoanalyse*: ermittelt die Struktur und das Ausmass der mutmasslichen Risiken.
- Individuelles Personenrisiko ( $r$ )*: Wahrscheinlichkeit, dass eine bestimmte Person bei einem Ereignis in einem bestimmten Perimeter zu Schaden kommen kann. Es ist abhängig von der Eintretenswahrscheinlichkeit eines Ereignisses und von der Aufenthaltsdauer der Person im Gefahrenperimeter.
- Tatsächliches, kollektives Personenrisiko ( $R_o$ )*: Summe aller individuellen Personenrisiken in einem bestimmten Perimeter.
- Empfundenes, kollektives Personenrisiko ( $R_e$ )*: Das mit dem sogenannten Aversionsfaktor multiplizierte, tatsächliche, kollektive Personenrisiko. Der Aversionsfaktor berücksichtigt, dass Grossereignisse, bei denen mehrere Personen gleichzeitig zu Schaden kommen, stärker gewichtet werden.
- Sachrisiko ( $R_s$ )*: Summe der Eintretenswahrscheinlichkeit eines Ereignisses multipliziert mit dem jeweiligen Ausmass des direkten Sachschadens.
- Grenzkosten*: Kosten, die man bereit ist auszugeben, um das Risiko um eine Einheit zu senken.