

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 113 (1995)
Heft: 5

Artikel: Risikountersuchung von Naturgefahren
Autor: Egli, Thomas
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-78659>

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

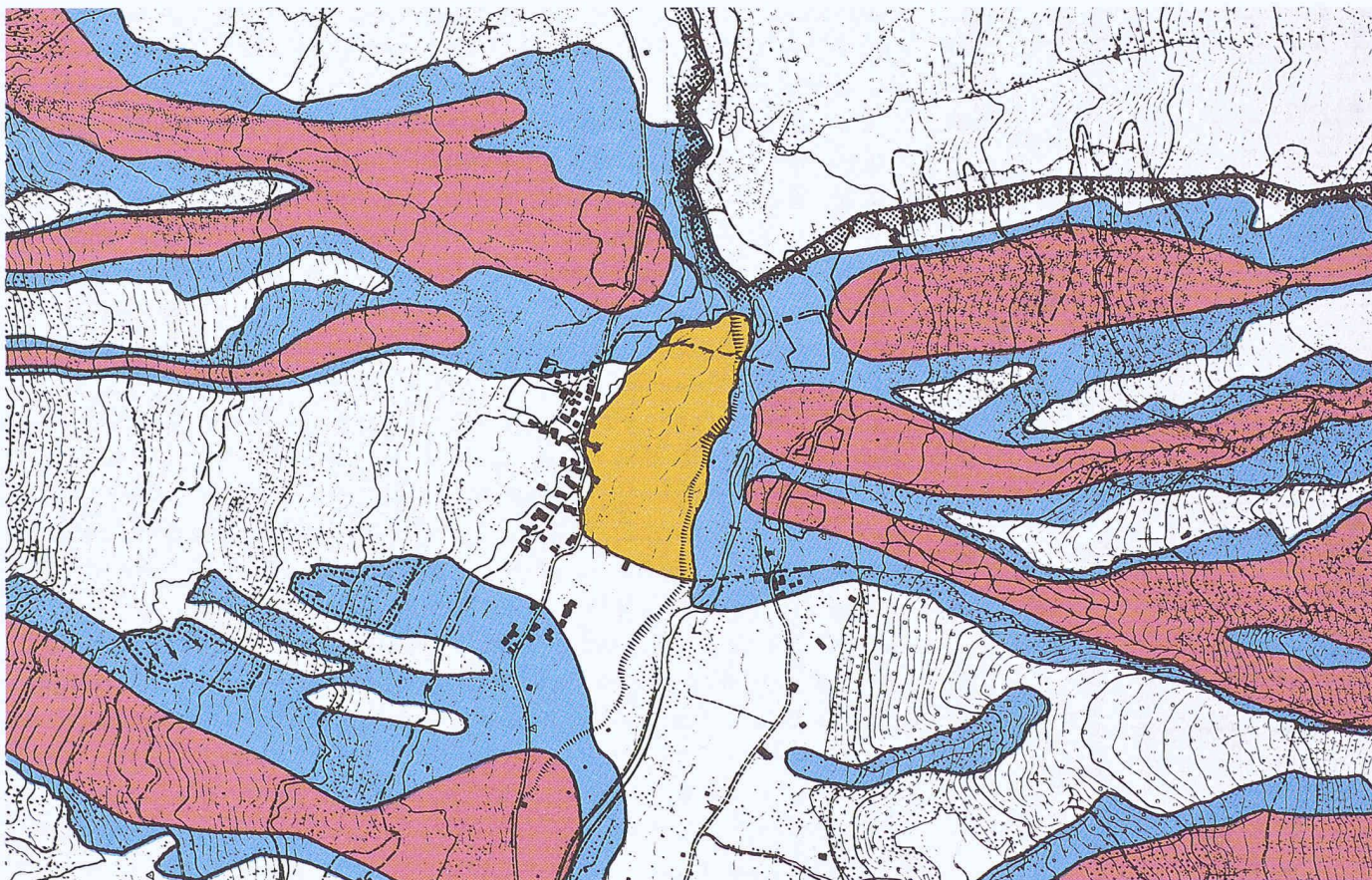
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media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

Download PDF: 06.07.2025

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

Thomas Egli, St. Gallen

Risikountersuchung von Naturgefahren



Naturgefahren unterscheiden sich gemäss Tabelle 1 in mancher Hinsicht von technischen Gefahren. Es handelt sich um Ereignisse, welche rein natürlichen Ursprungs sein können. Die folgenden Ausführungen beschränken sich auf die risikothoretische Behandlung von Lawinen, Hochwasser, Murgängen, Erd- und Felsbewegungen, hier als gravitative Gefahren bezeichnet. Für diese Gefahrenprozesse werden zurzeit in verschiedenen fachspezifischen Arbeitsgruppen Grundlagen erarbeitet, welche eine standardisierte Gefahren- und Risikoermittlung erlauben sollen.

Erfasste Gefahren und Risiken

Gravitative Gefahrenprozesse können nicht überall und meistens nicht jederzeit auftreten. Ihr Wirkungsgebiet wird durch die Topographie begrenzt. Diese Standort-

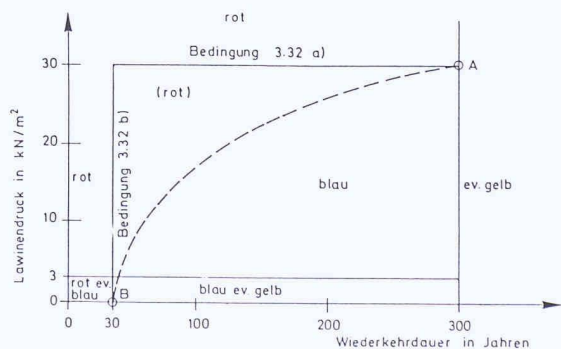
Bild 1. Beispiel einer Lawinengefahrenkarte und Intensität/Eintretenswahrscheinlichkeit – Diagramm, wie es zur Einstufung der Gefährdung bei Lawinen benutzt wird [1]. Rot = hohe Gefährdung, Blau = mittlere Gefährdung, Gelb = geringe Gefährdung (Bild: [1])

Tabelle 1. Gegenüberstellung wichtiger Aspekte bei Gefahren technischer Systeme und bei Naturgefahren

Aspekt	Gefahren technischer Systeme	Naturgefahren
Vermeidbarkeit	gegeben	unmöglich
Beeinflussbarkeit	gegeben	beschränkt
Massnahmenergreifung	durch Verursacher	durch Betroffene
Verantwortung	bei Verursacher	i.d.R. kein Verantwortlicher

gebundenheit ist bei anderen Naturgefahren, wie beispielsweise bei Erdbeben, Kältewelle oder Dürre, nicht so ausgeprägt. Während eine Erdbebengefährdung für das

ganze Gebiet der Schweiz besteht, ist dies für die gravitativen Gefahrenprozesse nicht der Fall. Nur durch minutiöse, lokale Abklärung lässt sich die Gefährdung ermitteln.



Stellen hoher Gefährdung und Stellen ohne Gefährdung liegen oft sehr nahe nebeneinander. Diese Gefahrenarten besitzen daher eine entsprechend hohe raumplanerische Bedeutung.

Auf die Unterscheidung zwischen Gefährdung, als eine nach Art, Grösse und Richtung jedoch unabhängig von der Exposition bestimmte Gefahr [5] einerseits, und Risiko, als Konkretisierung der Verknüpfung von Gefährdung und Exposition andererseits, ist im Bereich der Naturgefahren speziell hinzuweisen. Die Ermittlung der Gefährdung und des Risikos unterlag bis heute dem Diktat der Ereignisse. In Zukunft soll diese interventionistische vermehrt durch präventive Sicherheitsplanung nach dem Vorsorgeprinzip ergänzt werden.

Identifikation und Beurteilung

Die Gefährdung wird hauptsächlich nach folgenden methodischen Ansätzen analysiert:

- Statistikansatz,
- Morphologieansatz,
- Modellansatz.

Existieren Aufzeichnungen historischer Ereignisse, so gelangen statistische Methoden (wie beispielsweise Frequenzanalyse) zum Einsatz. Bei der morphologischen Analyse wird aufgrund von Geländemerkmale (wie beispielsweise Felsanalysen bei Sturzprozessen oder Vegetationsanalysen bei Rutschprozessen) das Gefahrenpotential abgeschätzt. Durch den Einsatz numerischer und physikalischer Dispositions- und Prozessmodelle werden historische oder mögliche zukünftige Zustände und Ereignisabläufe simuliert. Probabilistische Ansätze (wie beispielsweise Ereignisablaufanalyse oder Fehlerbaumanalyse) wurden erst in einzelnen Pilotprojekten angewandt.

Die Analyse der Exposition gefährdeter Objekte wird anhand vorhandener Unterlagen, etwa Raumnutzungspläne oder Infrastrukturpläne, durchgeführt. Detailliertere Untersuchungen zur Art und Verletzlichkeit gefährdeter Objekte mittels Schadenfunktionen wurden erst bei einzelnen Pilotprojekten durchgeführt. Die Risikoermittlung besass im Rahmen der hier betrachteten Naturgefahren bis heute keine grosse Bedeutung. Als wichtigster Grund ist das Fehlen von Gefährdungsanalysen etwa in Form von Gefahrenkarten zu nennen. Unsicherheiten in der Methodik und die Grenzen der Bestimmbarkeit von Gefahrenprozessen verhinderten mit Ausnahme der Lawinengefahrenkarten eine Verbreitung. Diese wurde auch durch die Phi-

losophie der Schutzmassnahmen, also Massnahmen an der Gefahrenquelle, nicht begünstigt.

Messgrössen

Die Gefährdung wird hauptsächlich anhand der Intensität und der Eintretenswahrscheinlichkeit des Ereignisses gemessen. Zur Umschreibung der Intensität werden für jede Gefahrenart ein oder zwei Parameter bestimmt, welche für die Schädigung der meisten gefährdeten Objekte als massgebend betrachtet werden können. Insbesondere folgende Parameter sind von Bedeutung:

- dynamischer Druck bei Lawinen und Murgängen,
- Abflusshöhe und Fließgeschwindigkeit bei Überschwemmungen,
- absolute und differentielle Geschwindigkeit bei Rutschungen,
- Kraftstoss bei Stein- und Blockschlag.

Die Festlegung von einzelnen Stufen der Intensität kann nach ihrer Wirkung auf ein vorgegebenes Normobjekt erfolgen. Diese wirkungsorientierte Klassierung der Intensität, ähnlich der MSK-Skala bei Erdbeben, besitzt den Vorteil einer realitätsnahen Umschreibung der Wirkung gegenüber Betroffenen. Die Unterteilung der Intensität nach einem nicht wirkungsorientierten Massstab erschwert eine Gesamtbetrachtung verschiedener, gleichwertig behandelter Gefahrenarten.

Die berücksichtigten Eintretenswahrscheinlichkeiten liegen im Bereich 10^{-1} bis 10^{-3} pro Jahr. Rutschungen mit mehr oder weniger kontinuierlicher Bewegung sollten hingegen nicht nach der Intensität/Eintretenswahrscheinlichkeit-Schema beurteilt werden, welches für plötzlich auftretende Gefahrenprozesse konzipiert ist. Eine Einteilung in Gefährdungsstufen findet in der Regel nach einer Bewertung statt (Bild 1), so dass die Gefährdungskarte als direkte Grundlage in der Raumplanung benutzt werden kann.

Sachwerte bilden die bedeutendste Schadenkategorie bei gravitativen Gefahrenprozessen. Die Schädigung wird meistens durch quantitative Messgrössen umschrieben. Als sekundäre Wirkung von Naturereignissen kann es auch zu ökologischen Schäden kommen, welche nicht vernachlässigbar sind. Die Überschwemmung von Brig am 24./25. September 1993 beispielsweise verursachte eine Freisetzung von Öl im Siedlungsgebiet, welches durch oberflächliche Verfrachtung ein nahegelegenes, genutztes Grundwassergebiet kontaminierte.

Darstellungsformen

Bei Gefährdungskarten im Grossmassstab wird vorwiegend eine flächenhafte Darstellung verwendet. Bei Risikoanalysen mit übersichtsmässigem Charakter gelangen auch symbolhafte Darstellungen zur Anwendung. Schliesslich ist als Spezialfall auch die Tabellenform zu erwähnen, beispielsweise die Auflistung der von Lawinen betroffenen Gemeinden in der Schweiz [1]. Die Darstellung erfolgt heute noch vorwiegend mittels manueller Zeichentechnik. Zunehmend werden aber auch computerunterstützte Methoden eingesetzt.

Risikobewertung

Das Individualrisiko, also das Risiko identifizierbarer Objekte, besitzt bei Naturgefahren mit grosser Standortgebundenheit eine hohe Bedeutung. Die bedrohten Personen, beziehungsweise die bedrohten Sachwerte, sollen bis zu einem bestimmten Grenzwert keine Schädigung erleiden. Solche Sicherheitskriterien werden meistens in Abhängigkeit der Sachwertdichte des gefährdeten Objektes festgelegt (Bild 2).

Das Kollektivrisiko ist von verschiedenen Standpunkten aus zu betrachten. Aus der Sicht des Bundes steht die Bestrebung im Vordergrund, die Siedlungsentwicklung und Wertvermehrung in gefährdeten Gebieten zu beschränken [7]. Nur so lässt sich ein Anwachsen des kollektiven Risikos begrenzen, da das Gefahrenpotential von Extremereignissen kaum beeinflussbar ist. Die Kantone wiederum werden versucht sein, die vorhandenen Mittel für Sicherheitsmassnahmen optimal einzusetzen. Eine Anwendung des Grenzkostenansatzes ist daher sinnvoll. Die Anwendung im Naturgefahrenbereich bleibt jedoch durch gesellschaftspolitische Zielsetzungen beschränkt.

Eine Überlagerung verschiedener Gefährdungen an derselben Stelle führt in der Regel nicht zu einer Erhöhung der Gefährdungsstufe. Jede einzelne Gefahrenart wird für sich dargestellt, so dass eine möglichst gute Transparenz und Nachvollziehbarkeit gegenüber den Betroffenen gewährleistet ist. Dieses Vorgehen schliesst eine nachträgliche Aggregation nach einem festgelegten Verfahren nicht aus.

Massnahmenplanung und Entscheidungsfindung

Die Risikoreduktion ist bei den hier betrachteten Naturgefahren durch Massnahmen an der Gefahrenquelle möglich. Bei Erdbeben, Dürre, Kältewelle, Sturm und

Bild 2.
Sicherheitskriterien für das
Individualrisiko [3]

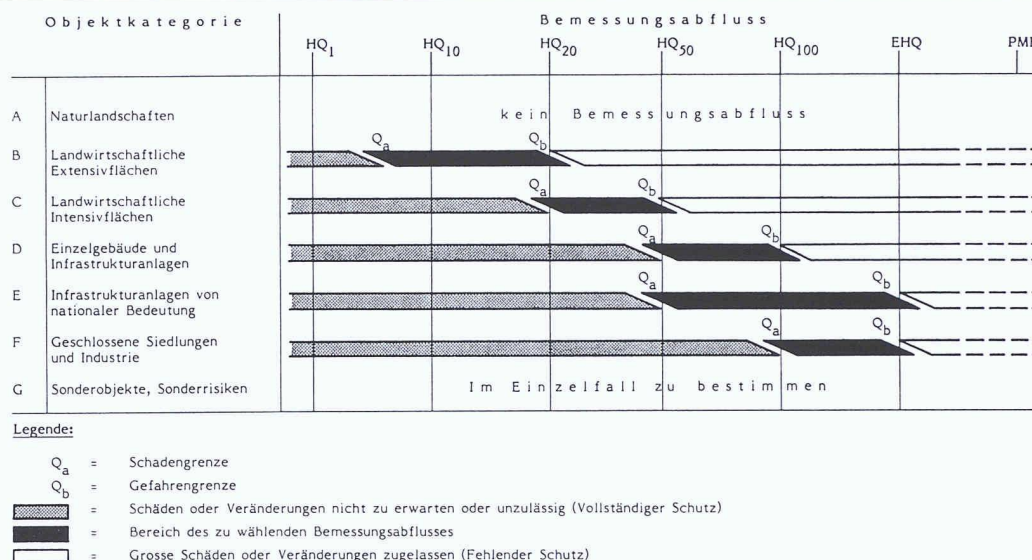
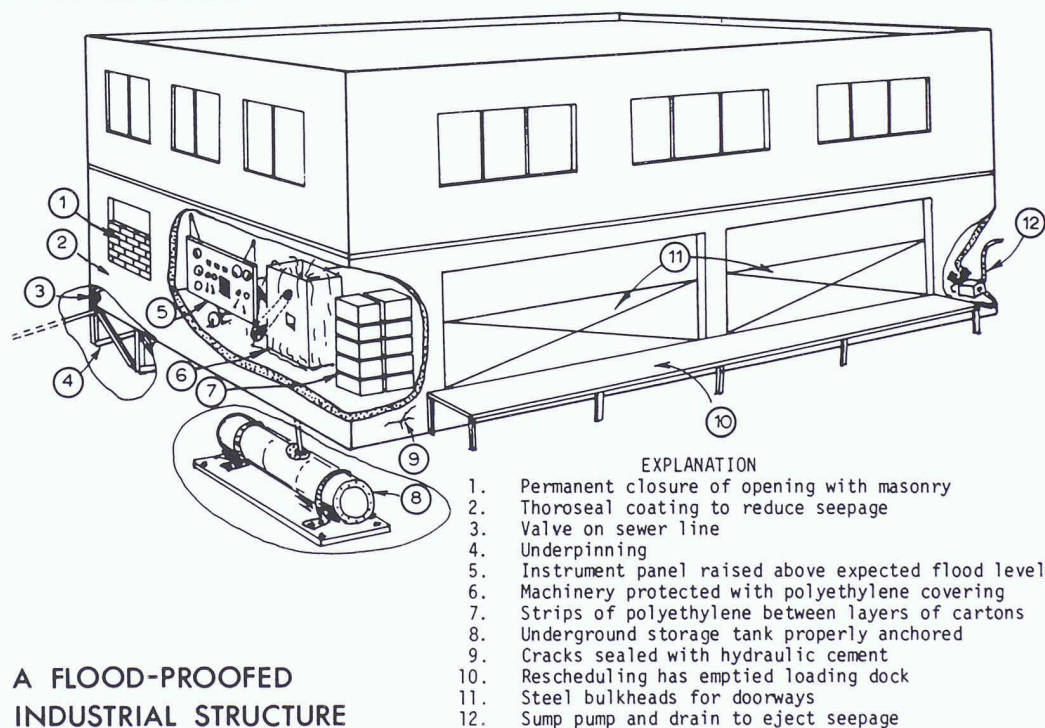


Bild 3.
Objektschutzmassnahmen
bei Hochwasser [8]



Gewitter besteht diese Möglichkeit vergleichsweise nicht. Extremereignisse zeigen jedoch klare Grenzen der Eingriffsmöglichkeit des Menschen, so dass sich Schutzmassnahmen meist auf die Begrenzung häufig auftretender oder kleiner verfrachteter Volumen beschränken. Massnahmen am gefährdeten Objekt wurden bis anhin nur vereinzelt angewandt. Besonders im Hochwasserschutz haben sich bis heute Objektschutzmassnahmen und raumplanerische Massnahmen nicht durchgesetzt, obwohl sie von grosser Bedeutung für die Risikobegrenzung sind [2]. Der Entscheid, ein gefährdetes Gebiet zu besiedeln oder intensiv zu nutzen, hat mit grosser Wahrscheinlichkeit Konsequenzen bis in die ferne Zukunft.

Die Massnahmenwahl wird durch mehrere, unterschiedliche Gesichtspunkte

beeinflusst. Oft handelt es sich dabei um nicht monetarisierbare Aspekte, wie etwa Anliegen des Natur-, Landschafts- und Heimatschutzes bei baulichen Massnahmen an der Gefahrenquelle. Bei raumplanerischen Massnahmen gilt es den entgangenen Nutzen infolge einer Eigentumsbeschränkung als Aspekt zu berücksichtigen. Der Entscheid über eine Massnahmenwahl findet bei Naturgefahren meist durch die Betroffenen selbst statt. Bei diesen Betroffenen kann es sich um den Bund (wie beispielsweise der Entscheid über die Prioritätensetzung bei der Massnahmenwahl im Hochwasserschutz), eine Region (wie beispielsweise die Genehmigung des Gesamtkonzeptes Reuss durch den Kanton Uri), eine Gemeinde (wie beispielsweise der Entscheid über ein bauliches Schutzprojekt

oder der Erlass eines Nutzungsplanes mit überlagerten Gefahrenzonen) oder einen einzelnen oder ein Unternehmen (wie beispielsweise der Entscheid eines Eisenbahnunternehmens über die Art und das Ausmass von Schutzmassnahmen) handeln.

Problem Bereiche und Forschungslücken

Die Gefahrenidentifikation und -beurteilung stellt bis heute das Hauptproblem bei einer Sicherheitsplanung im Naturgefahrenbereich dar. Dementsprechend hoch ist die Anzahl an Forschungsstellen, welche sich allein in der Schweiz mit dieser Fragestellung beschäftigen. Die Auswirkungen einer möglichen Klimaänderung wer-

den unter anderen auch innerhalb des nationalen Forschungsprogrammes «Klimamänderungen und Naturkatastrophen» untersucht. Als eigentliche Lücke kann die Erforschung der Einwirkung auf gefährdete Objekte (Dosis - Wirkung - Beziehung) erwähnt werden. Mit physikalischen Modellversuchen könnten hier wichtige Grundlagenuntersuchungen durchgeführt werden. Die verstärkte Anwendung von Massnahmen der Raumplanung und des Objektschutzes erfordert entsprechende Grundlagen, welche zurzeit erst teilweise vorhanden sind. Bild 3 verdeutlicht, wie in den USA bereits um 1960 Möglichkeiten des Objektschutzes zur Diskussion standen.

Verdankung

Für Durchsicht, Diskussionen und Anmerkungen danke ich Dr. A. Petrascheck (Bundesamt für Wasserwirtschaft) herzlich.

Leicht überarbeitete Fassung des Vortrages, gehalten am Seminar: Risikokataster - Regionale Sicherheitsplanung im Rahmen des Polypjektes «Risiko und Sicherheit technischer Systeme» vom 6. Juni 1994 an der ETH Zürich.

Adresse des Verfassers:

Thomas Egli, Rüegger AG, Beratende Ingenieur, Oberstrasse 200, 9013 St.Gallen

Literatur

- [1] Bundesamt für Forstwesen (1984): Richtlinien zur Berücksichtigung der Lawinengefahr bei raumwirksamen Tätigkeiten. EDMZ, Bern
- [2] Egli, Th., Petrascheck A. (1994): Schadenempfindlichkeit als Grundlage angepasster raumplanerischer Hochwasserschutzmassnahmen. In: wasser/energie/luft, 1/94, Baden
- [3] Kanton Uri, «Richtlinie für den Hochwasserschutz», 1992
- [4] Kienholz, H. (1993): Naturgefahren - Naturrisiken im Gebirge. In: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 145. Jahrgang, 1/94, Zürich
- [5] Kröger, W. (1993): Risiko und Sicherheit. Manuskript zur Vorlesung, Institut für Energietechnik, ETH Zürich
- [6] Schneider, Th. (1985): Ein quantitatives Entscheidungsmodell für Sicherheitsprobleme im

nichtnuklearen Bereich. In: Risikountersuchungen als Entscheidungsinstrument. Verlag TÜV Rheinland, Köln

[7] Schweizerischer Bundesrat (1987): Bericht über den Stand und die Entwicklung der Bodennutzung und Besiedlung in der Schweiz (Raumplanungsbericht 1987). EDMZ, Bern

[8] Sheaffer, J.R. (1960): Flood Proofing: An Element in a Flood Damage Reduction Program. Research Paper No. 65, Department of Geography, University of Chicago

[9] Vischer, D. (1994): Naturgefahren - Schutzkonzepte. In: Jahresbericht der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie 1993, ETH Zürich

John van den Bremen, Basel

Sicherheit bei Bauarbeiten

Erste Erfolge mit dem integralen Sicherheitsplan

Die Zahl der Unfallmeldungen auf Schweizer Baustellen ist seit vielen Jahren konstant. Sie verharret bei einem Durchschnitt von mehr als einem Unfall pro vier Mitarbeiter und Jahr. Wenn die Zahl der Unfälle reduziert werden soll, dann sind neue Wege zu gehen, deren Erfolg in Pilotprojekten im EG-Raum unter Beweis gestellt wurden.

Die Vertragsparteien bei einem Bauprojekt

Bei Bauarbeiten sind verschiedene Parteien für die Sicherheit der Mitarbeiter auf der Baustelle verantwortlich. Dabei sind alle betroffenen Parteien gemäss Artikel 104 der Norm SIA 118 «Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten» verpflichtet, die Sicherheit der am Bauprojekt beteiligten Beschäftigten zu gewährleisten. Auf die Sicherheit ist Rücksicht zu nehmen bei der Projektierung, bei der Festlegung des Bauvorganges, hier insbesondere der Reihenfolge der Arbeitsabläufe, und schliesslich bei der Ausführung der Arbeiten. Zudem

wird in der Norm SIA 118 erwähnt, dass der Unternehmer, der das Bauprojekt ausführt, die notwendigen Schutzmassnahmen zur Unfallverhütung und Gesundheitsvorsorge übernehmen muss. Dabei wird der Unternehmer von der Bauleitung unterstützt. Neben diesen klaren Vertragsforderungen sind für die Baufirmen die allgemeinen Gesetzesgrundlagen für Arbeitgeber im Unfallverhütungsgesetz (UVG, Arbeitsgesetz und VUV) festgelegt. Der Artikel 104 der Norm SIA 118 hat somit für alle Vertragsparteien (Bauherr, Planer und Bauunternehmer) theoretisch gute Voraussetzungen geschaffen, jedes Bauprojekt mit ausreichenden Sicherheitsvorkehrungen durchführen zu können.

Trotz diesen Forderungen haben sich bei den Unfallzahlen noch keine grossen Verbesserungen ergeben. Der Hauptgrund dafür liegt bei mangelhaften Kontrollen dieser Vertragsforderungen durch den Bauherrn, begründet aus der Angst vor höheren Preisen. Zudem haften bei einem Unfall nur der Bauunternehmer und seine Unfallversicherung. Der Bauherr und der Planer werden nicht angesprochen und sind somit nicht gezwungen, ihre Rechtspositi-

on mit höheren Ansprüchen an den Bauunternehmer zu sichern. Die finanziellen Folgen über erhöhte Baunebenkosten wegen Produktionsverlusten und Sachschäden im Zusammenhang mit diesen Unfällen, sind im Baupreis enthalten und zahlt der Kunde.

Der integrale Sicherheitsplan als erfolgreiches Kontrollmittel

In der Schweiz ist die Einführung einer Richtlinie in Vorbereitung, die Mindestvorschriften für alle zeitlich begrenzten oder ortsveränderlichen Baustellen festlegt. Dabei wird auch u.a. ein integraler Sicherheitsplan für alle Baustellen zur Pflicht erhoben. In der Schweiz wird die neue Richtlinie umgesetzt als Folge der EG-Richtlinie 92/57 vom 24. Juni 1992. Mit dieser Richtlinie ist eine bessere Koordination bei der Planungs- und Vorbereitungsphase, aber auch während der Durchführung von Bauarbeiten vorgesehen. Als eines der ersten Probeprojekte ist ein integraler Sicherheitsplan für den Bau eines Tunnels im Rahmen der NEAT vorgesehen.

Der Aufbau des integralen Sicherheitsplans im Überblick

Vor Beginn der aktuellen Bauphase wird mit dem zuständigen Bauführer in einem Vorgespräch das Projekt durchgearbeitet.