Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 146 (1995)

Heft: 9

Artikel: Naturgefahren aus forstlicher Sicht : Vergangenheit, Gegenwart, Zukunft

Autor: Heinimann, Hans Rudolf

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-766989

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: 15.07.2025

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

Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen
Journal forestier suisse

146. Jahrgang | September 1995 | Nummer 9

Naturgefahren aus forstlicher Sicht – Vergangenheit, Gegenwart, Zukunft[1]

Von *Hans Rudolf Heinimann*

Keywords: natural hazards, risk analysis, climate development.

FDK 38: UDK 519.873* 1: 551% 502.58

1. Einleitung

Klimatische Vorgänge und geologische Oberflächenprozesse prägen Gebirgslandschaften seit jeher und führen zu Erdoberflächen- und Bodendegradationen. Wenn derartige Prozesse Menschen-, Sach- oder Naturwerte beeinträchtigen können, so werden sie von der Gesellschaft als Naturgefahren wahrgenommen. Die jedes Jahr im Sommer wiederkehrenden Meldungen über naturgefahrenbedingte Schäden nehmen in den letzten Jahren zu. Damit verbunden ist die Sorge um Klimaveränderungen, welche als Hauptursache für eine Zunahme angesehen werden. Das Problem Naturgefahren ist nicht nur begrenzt auf den Alpenraum, es weist eine weltweite Dimension auf. Im Frühjahr 1994 führte die UNO in Yokohama, Japan, eine Weltkonferenz zum Thema Naturgefahren durch, an der Fragen der Katastrophenprävention und -bewältigung besprochen wurden. In der Schweiz war der Aufbau eines geregelten Forstdienstes sowie einer entsprechenden technisch-wissenschaftlichen Ausbildung eng mit dem Phänomen Naturgefahren verbunden. Der Bericht von *Landolt* (1862) legt die Wechselwirkungen zwischen Waldbewirtschaftung und Naturgefahren eindrücklich dar und war wegweisend für das Denken und Handeln ganzer Generationen von Forstleuten. Es wurde Beachtliches erreicht; viele Gefahrengebiete konnten verbaut oder aufgeforstet werden. Trotz der zunehmenden finanziellen Anstrengungen gelang es jedoch nicht, die naturgefahrenbedingten Schäden zu verringern. Damit stellt sich die Frage, ob die Lösungsansätze, die wir seit über hundert Jahren verwenden, nicht an die sich

[1] Überarbeitete Fassung eines Vortrags, gehalten anlässlich der Jahresversammlung des Schweizerischen Forstvereins in Brig, 15. September 1994.

verändernden Umweltbedingungen angepasst werden müssen; dies insbesondere vor dem Hintergrund möglicher Klimaveränderungen.

Der vorliegende Beitrag versucht, ein Konzept zu entwickeln, welches das zukünftige Denken und Handeln im Umgang mit forstlichen Naturgefahren leiten kann. Er begrenzt sich auf Naturgefahren aus forstlicher Sicht und beleuchtet das Thema aus der Optik des dicht besiedelten Alpenraumes. Der Beitrag analysiert, nach welchen Prinzipien wir in der Vergangenheit mit dem Phänomen Naturgefahren umgegangen sind, geht auf aktuelle Probleme und Trends ein und versucht, Prinzipien für das zukünftige Denken und Handeln im Bereich Naturgefahren zu entwickeln.

2. Naturgefahren als Gegenstand forstwissenschaftlicher Forschung

Mit dem Entstehen technisch-wissenschaftlicher Forschung Anfang des 19. Jahrhunderts haben sich schrittweise Prinzipien entwickelt, welche das Denken und Handeln im Umgang mit Naturgefahren leiten. Die Sicherheit, die wir mit unserem technischen Handeln anstreben, basiert auf wissenschaftlichen Erklärungsversuchen, die so lange als richtig angesehen werden, als sie Probleme lösen können (vgl. *Popper,* 1995). Anhand der Wassergefahren und der Wechselwirkungen Wald – Wasser soll nachfolgend dargestellt werden, wie sich diese Prinzipien technisch-wissenschaftlichen Handelns herausgebildet haben.

Die Frage, wie sich die Prinzipien des Denkens und Handelns im Umgang mit Naturgefahren herausgebildet haben, wird anhand des Schemas von *Popper* (1995) untersucht. Seine Hypothese ist es, dass wissenschaftliche Erkenntnisse gemäss folgendem Schema entwickelt werden:

- Ausgangspunkt bilden stets Probleme. Nach *Popper* (1995) entstehen ohne Probleme keine Beobachtungen. Probleme entstehen, wenn irgendwelche Störungen eintreten.
- Aufstellen von Vermutungen respektive von Hypothesen durch Interpretation dessen, was wir wahrnehmen. Es handelt sich dabei nicht um gesichertes Wissen im streng wissenschaftlichen Sinn. Wichtig ist die feste Überzeugung Poppers, dass derartige Hypothesen nie als wahr bewiesen, wohl aber als falsch bestimmt werden können (Falsifikationsprinzip).
- Bildung von Theorien, welche versuchen, gewisse Sachverhalte zu erklären. Theorien ermöglichen es, bestimmte Sachverhalte vorhersagbar zu machen, was die Grundvoraussetzung für wissenschaftliches, fundiertes, Handeln ist. Erklärungsversuche werden nach der Methode von Versuch und Irrtum vorgenommen.

Ein Problem entsteht, wenn irgendeine Störung eintritt. Für das Verständnis des Phänomens Hochwasser waren dies die grossen Unwetterschäden und

Überschwemmungen der Jahre 1834, 1839, 1868 und 1927. Insbesondere das Ereignis des Jahres 1868 mit rund 50 Todesopfern war der Auslöser für eine umfangreiche Subventionierung von Schutzbauten und Aufforstungen. Von 1870 bis etwa 1920 – also in einem Zeitraum von ungefähr 50 Jahren – wurden rund 16 000 ha Wald aufgeforstet. Die Probleme führten auch zum zweiten Schritt des Popperschen Schemas der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung, dem Aufstellen von Hypothesen. Insbesondere der Bericht von *Landolt* (1862) legt diese Hypothesen ausführlich dar. Die Vermutung, dass die Zerstörung der Gebirgswälder einen massgebenden Einfluss auf das Hochwassergeschehen habe, wurde allgemein anerkannt und sollte die weiteren Anstrengungen während langer Jahre leiten. Die dritte Stufe des Popperschen Schemas, das Aufstellen von Theorien, welche die Wechselwirkungen zwischen Wäldern und Wasserführung erklären können, wurde erst rund fünfzig Jahre nach dem Auftreten der Probleme erreicht. Auslöser für die ersten wissenschaftlich fundierten Untersuchungen war die Ilfis-Korrektion im Emmental. Ab dem Jahre 1900 untersuchte *Engler* (1919) die Wirkungen des Waldes auf den Stand der Gewässer in den Gebieten des Sperbel- und Rappengrabens. Die Folgearbeiten von *Burger* (1929) wurden ausgelöst durch die Hochwasserschäden von 1927 und ergänzten die Erkenntnisse Englers. Sicher ist seit diesen grundlegenden Arbeiten viel Wissen dazugekommen. Die

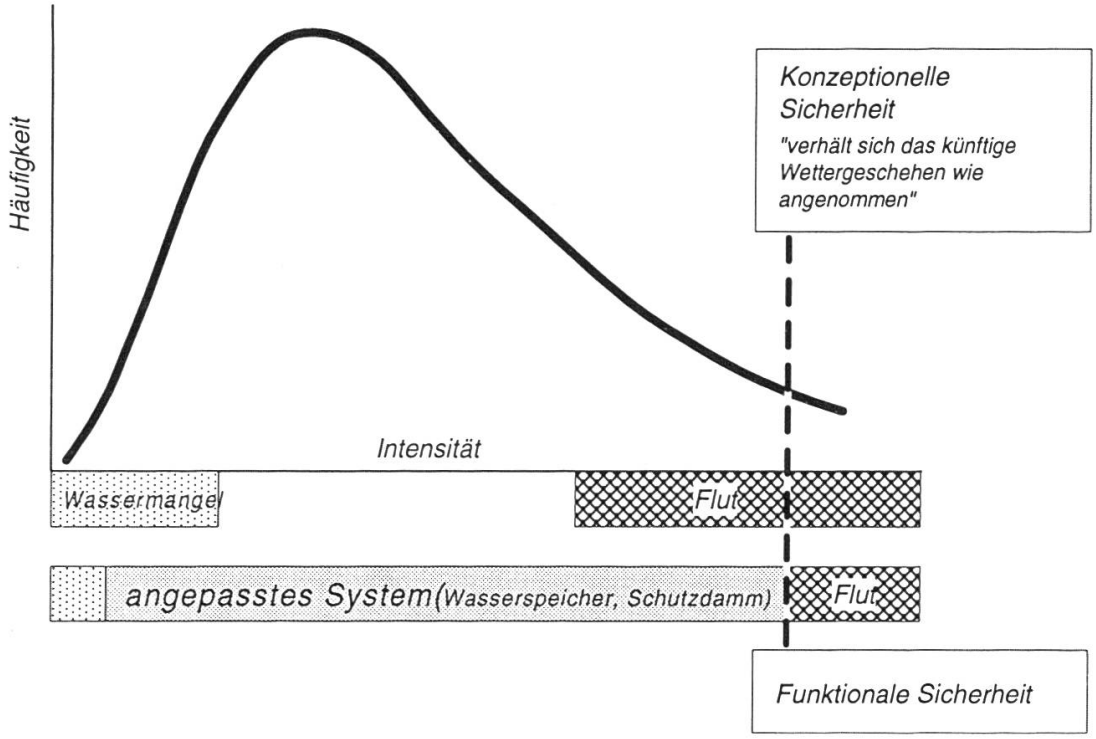

Abbildung 1. Fiktive Häufigkeitsverteilung von Niederschlagsintensitäten, aufgrund statistischer Beobachtungen erstellt. Trinkwasserspeicher und Schutzdamm führen zu einem angepassten System. Die Bemessung geht von den bisher beobachteten Niederschlagshäufigkeiten aus und setzt voraus, dass sich das zukünftige Wettergeschehen gemäss dem Häufigkeitsmodell verhält (nach *Schweizer Rück,* 1994).

grundlegenden Erklärungsversuche der Wechselwirkungen haben sich seither jedoch nur wenig gewandelt.

Eine weitere Frage ist, welche theoretischen Grundlagen wir der Abwehr von Wassergefahren zugrundelegen. In *Abbildung 1* ist das Prinzip in Anlehnung an *Schweizer Rück* (1994) dargestellt. Sie zeigt die fiktive Häufigkeitsverteilung bestimmter Niederschlagsintensitäten, wie sie aufgrund statistischer Beobachtungen ermittelt werden kann. Der grundlegende Entscheid für sämtliche nachfolgenden technischen Anstrengungen liegt nun darin, Grenzen zu definieren, wo unerwünschte Zustände (Wassermangel bzw. -flut) vorliegen. Mit dem Anlegen von technischen Systemen (z. B. Trinkwasserspeicher und Damm) kann ein angepasstes, beeinflusstes System gestaltet werden, das versucht, die Sicherheit zu maximieren. Die Zuverlässigkeit derartiger Schutzkonzepte hängt von zwei Grundvoraussetzungen ab: (1) Von der funktionalen Sicherheit, die sich aus der technischen Qualität der Lösung ergibt, und (2) aus der konzeptionellen Sicherheit, die vor allem davon abhängt, ob das zukünftige Wettergeschehen tatsächlich der angenommenen Häufigkeitsverteilung der Niederschläge entspricht. Dem Schema in *Abbildung 1* liegt eine deterministische Haltung zugrunde, die davon ausgeht, dass sich das Wettergeschehen mit Häufigkeitsverteilungen vorhersagen lässt. Es bestehen berechtigte Zweifel, ob diese Grundannahme zutrifft, und aus der Klimageschichte wissen wir, dass das Wettergeschehen aufgrund von Klimaveränderungen sich immer wieder verändert hat (vgl. *Pfister,* 1984). Die *Schweizer Rück* (1994) kommt aufgrund derartiger Überlegungen zum Schluss, dass die in den letzten 100 bis 150 Jahren gebauten technischen Systeme sich nur ungenügend an sich verändernde Wetterverhältnisse anpassen können. Die Zuverlässigkeit klassischer Schutzkonzeptionen steht und fällt somit mit der Treffsicherheit der Prognose über das zukünftige Wettergeschehen. Aus den obigen Überlegungen kann folgendes Fazit gezogen werden. Nach *Popper* (1995) können wissenschaftliche Theorien so lange als befriedigend angesehen werden, als sie Probleme lösen können. Aus heutiger Sicht sind an der klassischen Schutzkonzeption zumindest folgende Zweifel anzubringen:

- Die funktionelle Sicherheit unserer technischen Schutzwerke hat einen hohen Stand erreicht. Sie können jedoch schlecht an sich verändernde Umweltbedingungen angepasst werden.
- Ein grosser Mangel ist in der konzeptionellen Sicherheit zu sehen, die sich auf der Hypothese abstützt, dass das zukünftige Wettergeschehen statistisch vorhergesagt werden kann. Die Frage, wie Bemessungsgrössen für Schutzbauten festgelegt werden, ist daher neu anzugehen.
- Die menschliche Gesellschaft wird auch in Zukunft handeln müssen, bevor schlüssige wissenschaftliche Erklärungen vorliegen. Die Tatsache, dass Entscheidungen auf unsicheren Grundlagen abstellen, wird auch in Zukunft gelten.

3. Gegenwärtige Entwicklungen und Trends

Die Zahl und das Ausmass naturbedingter Katastrophen steigen immer weiter und immer schneller an, was immer wieder Pressemitteilungen zu entnehmen ist (vgl. *Abbildung 2*). Die meisten in der Presse veröffentlichten Statistiken basieren auf dem Zahlenmaterial der Schweizer Rück, die seit 1970 weltweit alle grossen und durch genaue Definitionen abgegrenzten Schadenereignisse erfasst. Diese Statistik zeigt einen klaren Trend: eine deutliche Zunahme sowohl der Schadenereignisse *(Abbildung 2)* als auch des Schadenausmasses, das jeweils in Geldeinheiten bewertet wird. Von einem Schaden spricht man, wenn (1) ein Ereignis eintritt, das (2) Menschen, Natur- bzw. Sachwerte beeinträchtigt. Wenn wir ein zunehmendes Schadenausmass feststellen, so hat dies mit zwei Trends zu tun: der Zunahme der Schadenereignisse und der Zunahme des Schadenpotentials. Es gibt klare Hinweise, dass die Anzahl der Naturkatastrophen weltweit seit ungefähr 1985 ansteigt. Ob dieser Trend mit Klimaänderung zu tun hat, wissen wir nicht mit Sicherheit. Durch die zunehmende Besiedlung und den fortschreitenden Wohlstand hat vor allem in den letzten fünfzig Jahren das Schadenpotential beträchtlich zugenommen. Wenn man über Schadenentwicklung diskutiert, sollten immer beide Trends im Auge behalten werden. In den letzten zehn Jahren wurden die Hauptschäden durch Windstürme und Erdbeben verursacht, während alle anderen Arten von Naturkatastrophen eine eher untergeordnete Rolle spielen. Vor allem die zunehmende Sturmhäufigkeit nährt die Hypothese, dass eine mögliche Klimaveränderung im Gang ist. Die Versicherungswirtschaft analysiert diese Entwicklungen und Trends sehr sorgfältig und zieht daraus auch erste Folgerungen. Sie ist der Meinung, in Zukunft sei beim Decken von

Abbildung 2. Entwicklung der Anzahl Naturkatastrophen. Seit 1985 ist eine deutliche Zunahme festzustellen (*Tages Anzeiger* vom 6. Juli 1994).

Naturgefahrenrisiken eine vorsichtigere Beurteilung angebracht; es sei ein besseres Verständnis der Zusammenhänge zwischen Ereignis und Schäden nötig; die Risikoaufteilung über alle Risikoträgerstufen sei neu zu diskutieren (Versicherungsnehmer, Erstversicherer, Rückversicherung, Staat, Private), und das Risikobewusstsein sei ganz klar zu stärken.

Neben den Problemen Schadenereignisse und Schadenentwicklung findet in den Ingenieurdisziplinen zurzeit ein Umdenken bezüglich Umgang mit Risiko und Sicherheit statt (vgl. *Schneider et al.,* 1994). Auslöser waren seit den sechziger Jahren immer komplexere technische Systeme, deren fehlerhaftes Funktionieren ein enormes Gefährdungspotential für die menschliche Gesellschaft darstellt. Beispiele dafür sind die Konstruktion von Grossraumflugzeugen und von Kernenergieanlagen. Seit etwa 1970 wurden daher vorausschauende Methoden der Sicherheitsanalyse entwickelt, die heute unter den Begriffen Risikoanalyse und Risk Management in den Ingenieurwissenschaften Einzug halten. *Schneider* (1994) stellt die Zusammenhänge zwischen Gefährdungspotential, Sicherheit und Restrisiken eindrücklich dar (vgl. *Abbildung 3*). Er geht davon aus, dass jede Situation ein objektives Gefährdungspotential enthält, das allerdings nie vollständig bekannt sein wird. Nur derjenige Teil des objektiven Gefährdungspotentials, der bekannt ist, kann überhaupt angegangen werden. Die Sicherheit resultiert aus drei Kategorien von Handlungen:

- Dem bewussten Akzeptieren von Risiken;
- der Abwehr von Gefahren mit geeigneten Massnahmen;
- Fehlhandlungen der Beteiligten (ungeeignete Massnahmen oder fehlerhafter Einsatz an sich zweckmässiger Massnahmen).

Die Analyse von 800 Schadenfällen im Bauwesen hat gezeigt, dass rund 75 % der Anzahl der Schadenfälle auf menschliche Fehlhandlungen zurückzuführen sind, während nur 25 % im Bereich des bewusst akzeptierten Risikos zu suchen sind. Nimmt man als Massgrösse die Sachschadensumme, so ergibt sich ein Verhältnis von 90 % zu 10 %. Obwohl für den Naturgefahrenbereich keine analoge Untersuchung vorliegt, darf doch angenommen werden, dass sich ein ähnliches Bild ergibt. Das klassische ingenieurwissenschaftliche Denken war beim Umgang mit Sicherheit und Risiko geprägt vom linken Ast der *Abbildung 3,* dem bewusst akzeptierten Risiko. Die Tatsache, dass der Grossteil der Restrisiken aus menschlichen Fehlhandlungen entsteht, sollte unser besonderes Augenmerk auf den rechten Strang der *Abbildung 3* ziehen. Diese Überlegungen finden sich in der SIA-Norm 160 «Einwirkungen auf Tragwerke» wieder. Die Denkweise geht von Gefährdungsbildern aus (Einflüsse, die eine Gefährdung für ein Tragwerk darstellen können), verlangt Überlegungen zu den akzeptierten Risiken und versucht, die Gefährdungen aus menschlichen Fehlhandlungen zu minimieren, indem sie Nutzungs- und Sicherheitspläne vorsieht. Für den Umgang mit forstlichen Naturgefahren muss daher an zwei

Stellen angesetzt werden: (1) Bei den Bestrebungen, die gefährlichen Naturprozesse besser zu verstehen und (2) beim konsequenten Anwenden der Denkprinzipien, wie sie die SIA-Norm 160 vorbildlich darlegt.

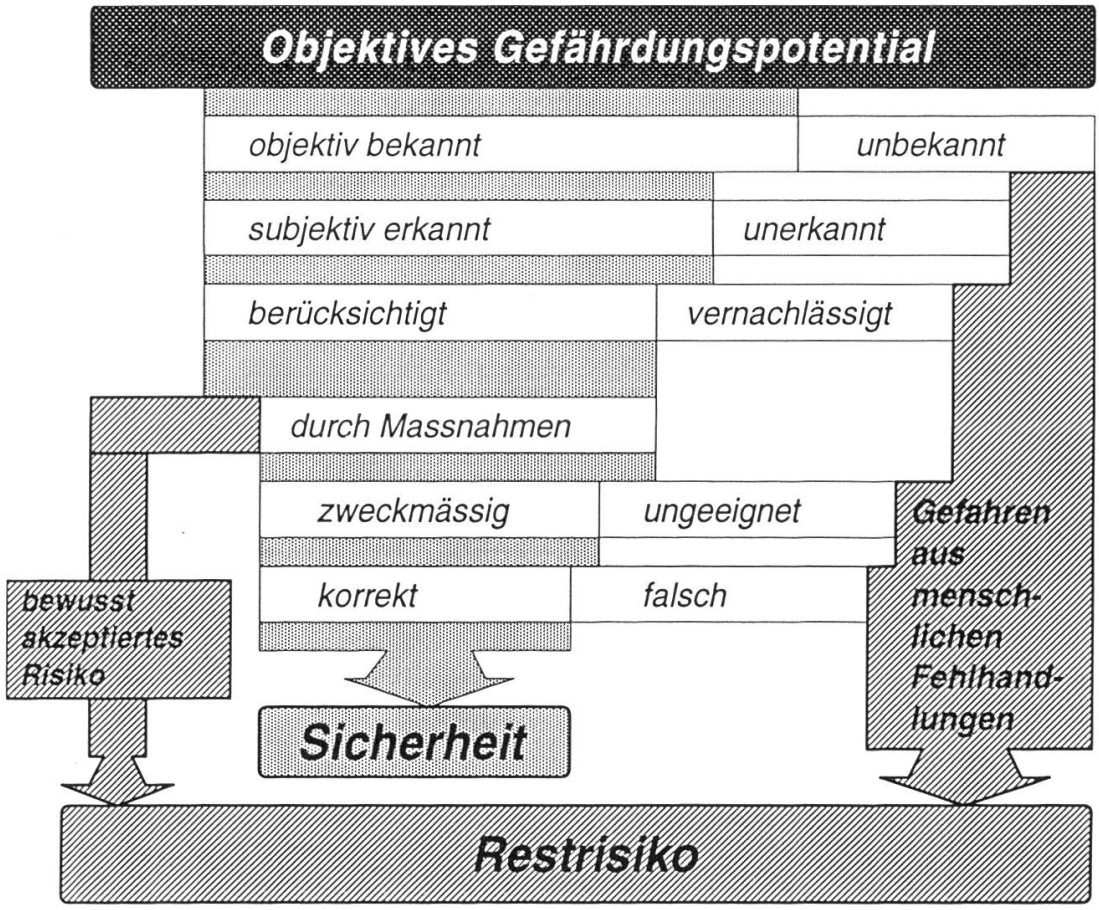

Abbildung 3. Gefährdungspotential, Sicherheit und Restrisiko (nach *Schneider,* 1994). Eine Analyse der Schadenfälle im Bauwesen hat ergeben, dass 75 % der Schadenfälle ihren Ausgangspunkt bei menschlichen Fehlhandlungen haben (rechte Seite des Schemas). Zukünftige Sicherheitskonzepte müssen das akzeptierte Restrisiko und mögliche menschliche Fehlhandlungen von Anfang an mitberücksichtigen.

4. Risikomanagement als Lösungsansatz

Die Methodik des Risikomanagements bietet einen Ansatz, wie wir in Zukunft Sicherheit gezielter und effizienter produzieren können. Es wird jedoch auch in Zukunft den Entscheidungsträgern überlassen sein, in jedem Einzelfall eine Güter- respektive Übelabwägung vorzunehmen und zu entscheiden, welches Restrisiko akzeptiert werden kann.

Die Sicherheit vor Naturgefahren ist eine öffentliche Aufgabe. Die entsprechenden Aufträge sind im Waldgesetz und im Wasserbaugesetz geregelt. Für die forstlichen Naturgefahren sind die Forstdienste dafür zuständig, den Vollzugsbehörden die Gefahren- und Risikolage klar und verständlich vorzu-

legen, damit sachgerechte Entscheidungen getroffen werden können. *Abbildung 4* zeigt, wie Risikoanalyse und Risikomanagement ineinandergreifen. Ausgangspunkt bildet die Gefahrenanalyse. Zurzeit werden gesamtschweizerisch Gefahrenkataster aufgebaut, welche bekannte Schadenereignisse dokumentieren. Diese zeitlich rückwärts gerichtete Sicht genügt nicht, da die Entwicklung der gefährlichen Prozesse mit Unsicherheit verbunden ist (z.B. Klimaänderung). Wir brauchen deshalb prognostische Modellansätze, die uns Hinweise liefern können, wie sich die Naturgefahren bei sich verändernden Umweltbedingungen entwickeln. Derartige Ansätze sind aus den Beiträgen von *Krummenacher* (1995) und *Mani* (1995) in diesem Heft ersichtlich.

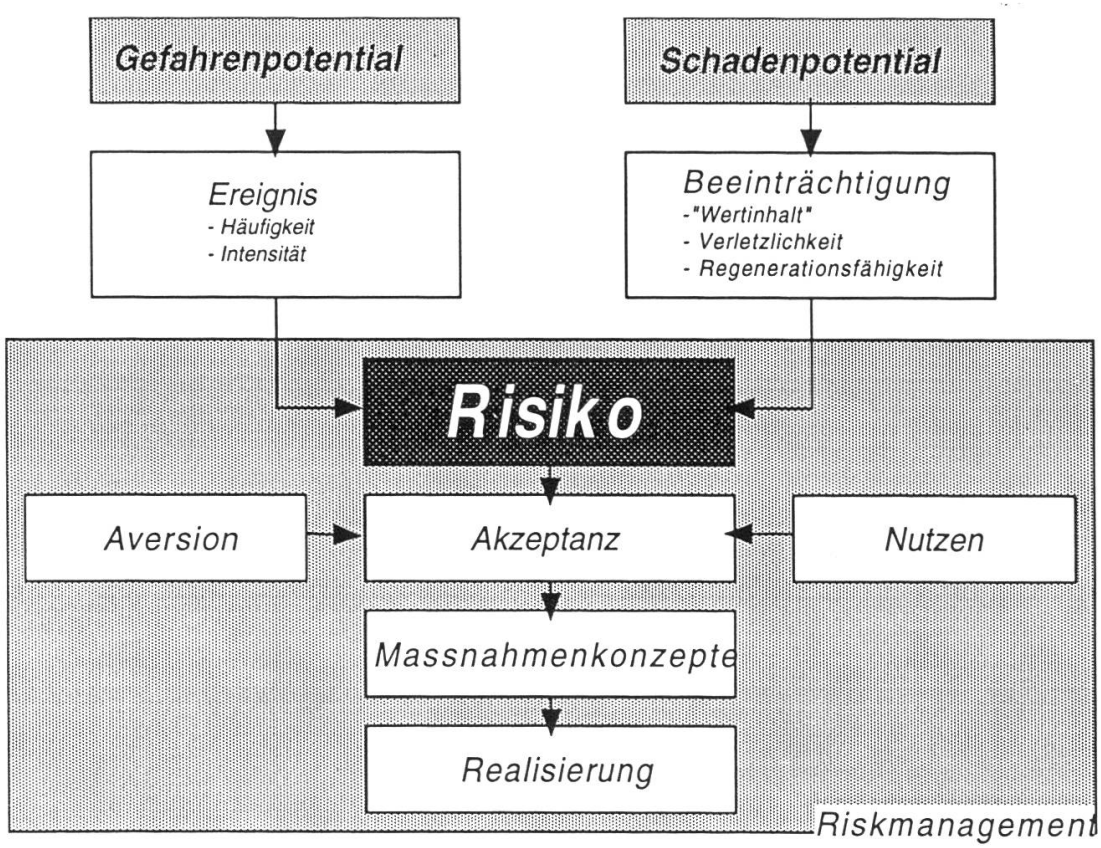

Abbildung 4. Risikoanalyse und Risikomanagement als methodische Ansätze. Die Risikoanalyse umfasst die Gefahrenanalyse und die Schadenpotentialanalyse. Sie liefert objektive Aussagen über das Risiko. Risikomanagement beinhaltet eine Bewertung von Risiko, Nutzen, Aversion und führt zur Entscheidung, welches Restrisiko akzeptiert wird und welche Massnahmenkonzepte zur Reduktion des vorhandenen Risikos angewandt werden sollen.

Wir wissen erstaunlich wenig über Stand und Entwicklung des Schadenpotentials (Menschen, Sach-, Kultur- und Naturwerte). Viele Daten sind zwar vorhanden (z.B. Bevölkerungsstatistik, Unterlagen der Gebäudeversicherung), müssen jedoch für Probleme von Naturgefahren speziell aufbereitet werden. Das Entwicklungsprojekt «Naturgefahren», das im Rahmen des FLAM-Programms der Eidgenössischen Forstdirektion Ende 1995 abge-

schlossen wird, wird zu diesem Aspekt erste Vorgehensvorschläge liefern. Aus der Gefahrenanalyse und der Schadenpotentialanalyse ist eine Risikoanalyse zu erstellen. Die Schwierigkeit liegt darin, die Wechselwirkungen zwischen unterschiedlichen Prozessen und Verletzlichkeit von Personen, Natur-, Kultur- und Sachwerten zu quantifizieren. Ziel ist es auf jeden Fall, regionale Risikokarten herzustellen, welche für einen Zeitraum von 10 bis 15 Jahren gültig sind.

Die Frage, wie ein objektiv dargestelltes Risiko in Massnahmenkonzepte umgesetzt wird, ist Gegenstand des Risikomanagements. Bei den Naturgefahren geht es zuerst darum, die raumwirksamen Tätigkeiten und die raumwirksamen Risiken (technisch, naturbedingt und zivilisatorisch) einander gegenüberzustellen und wo nötig Massnahmen vorzuschlagen. Die beste Wirksamkeit erzielt man mit Präventivmassnahmen, welche darauf abzielen, Schadenpotentiale und Gefahrenpotentiale zu entflechten (Schutzzonen im Rahmen der Nutzungsplanung). In vielen Fällen wird man jedoch anders eingreifen müssen. Der klassische forstliche Ansatz bestand bisher darin, die gefährlichen Prozesse mit technischen Massnahmen derart zu beeinflussen, dass sie nicht mehr auf die Schadenpotentiale einwirken können. In Zukunft sind vermehrt auch Massnahmen zu suchen, welche versuchen, die Verletzlichkeit des Schadenpotentials zu minimieren.

Die schwierigste Aufgabe besteht darin zu entscheiden, welches Risiko akzeptiert werden kann. *Schneider et al.* (1994) untersuchen das Phänomen aus technischer und sozialwissenschaftlicher Sicht. Sie bemerken dazu folgendes: «Die Art und Weise, wie Ingenieure Risiken und Sicherheit erfassen, entscheidet heute weitgehend, wie unsere Sicherheit und unsere Risiken aussehen. Der Blickwinkel des Ingenieurs ist aber nicht der einzig mögliche... bei grosstechnischen und globalen Risiken spielen plötzlich noch ganz andere, nicht nur ingenieurwissenschaftliche Überlegungen eine wichtige Rolle. Damit solche Überlegungen in den Entscheidungsprozess einbezogen werden können, soll der Staat erstens für transparente Entscheidungsverfahren und zweitens für ausreichende Möglichkeiten sorgen und somit ermöglichen, dass anders denkende Gruppen ihre Argumente ausarbeiten und vorbringen können.» Der Entscheidungsprozess und damit die Güter- respektive Übelabwägung stellt auf Wertsysteme ab (und wird dies auch in Zukunft tun), welche sich nach Raum und Zeit ändern. Es ist deshalb ein Irrglaube, dass die Wissenschaft den Entscheidungsträgern diese Wertungsfrage abnehmen kann.

5. Ausblick

Es gibt klare Hinweise, dass die Anzahl der Naturkatastrophen und deren Folgen weltweit seit ungefähr 1990 ansteigen. Ob dieser Trend mit Klimaänderung zu tun hat, wissen wir nicht mit Sicherheit.

Die klassischen Schutzkonzepte gegen Naturgefahren basieren auf einem deterministischen Denkansatz. Es wird angenommen, dass sich der zukünftige Witterungsverlauf und damit die gefährlichen Prozesse voraussagen lassen. Dieser Ansatz wird in Frage gestellt und führt in den Ingenieurdisziplinen seit ungefähr 1970 zu einem Umdenken. Die neuen Prinzipien des Denkens und Handelns sind in der SIA-Norm 160 «Einwirkungen auf Tragwerke» niedergelegt. Die Überlegungen gehen von Gefährdungsbildern aus und versuchen, menschliche Fehlhandlungen durch organisatorische Massnahmen zu minimieren. Um gezieltere, effizientere Massnahmen zur Abwehr von Naturgefahren zu entwickeln, bietet sich die Methodik der Risikoanalyse und des Risikomanagements an. Das objektivierte Risiko wird dabei räumlich dargestellt und als Grundlage für die Entwicklung von Massnahmenkonzepten verwendet.

Der vorliegende Beitrag stellt ein Grobkonzept dar, wie wir in Zukunft mit Naturrisiken umgehen könnten. Im Grobkonzept der *Abbildung 4* sind jedoch noch einige Fragen zu klären. Es sind dies insbesondere:

- Wie können wir das Verhalten von gefährlichen Prozessen bei sich verändernden Umweltbedingungen vorhersagen?
- Wie kann die Wechselwirkung zwischen den Einwirkungen verschiedener Prozesse und der Verletzlichkeit von Sach-, Kultur- und Naturwerten quantifiziert werden?
- Welche technische Schutzwirkung gegen Naturgefahren kann einer aktuellen Bestockung zugemessen werden?
- Mit welchen minimalen Waldpflegekonzepten können Waldbestände zu einer optimalen technischen Schutzwirkung erzogen werden?
- Welche Entscheidungs- und Mitwirkungsmodelle eignen sich, um die Frage der Risikoakzeptanz zu beantworten?

Der Umweltgipfel von Rio 1992 behandelte das Thema Naturgefahren ebenfalls. Im Kapitel 13 der Agenda 21 «Nachhaltige Entwicklung der Berggebiete» wird als ein Teilziel formuliert, dass wir die Auswirkungen von Naturgefahren weltweit mildern müssen, wenn wir das Ziel einer nachhaltigen Entwicklung erreichen wollen. Dabei sollten wir uns von folgenden Grundsätzen leiten lassen:

- Mit den Prozessen der Natur, die uns Grenzen auferlegen. Wir müssen akzeptieren, dass nicht alles Machbare verantwortbar ist.
- Das Risikobewusstsein ist zu fördern, und Risiken sind immer in die Entscheidungsfindung einzubeziehen.
- Handeln nach dem Vorsorgeprinzip, um Risiken klein zu halten, «denn durch weiteres Abwarten wird die Ungewissheit über die zukünftige Klimaentwicklung nicht kleiner, der mögliche Schaden jedoch mit Sicherheit grösser. Wenn wir wissen, was geschehen kann, ist es bereits geschehen.» (*Schweizer Rück,* 1994).

Zusammenfassung

Es gibt klare Hinweise, dass die Anzahl der Naturkatastrophen und deren Folgen weltweit seit 1985 ansteigt. Damit stellt sich die Frage, ob die heutigen Schutzkonzeptionen die zukünftig zu erwartenden Schäden auf ein tragbares Mass reduzieren können.

Der vorliegende Beitrag entwickelt ein Konzept für die Analyse und die Bewertung von Naturgefahren. Ausgangspunkt der Überlegungen ist die Analyse, welche Prinzipien das Denken und Handeln im Umgang mit Naturgefahren in der Vergangenheit leiteten. Die Analyse aktueller Trends bildet die Basis für den zukünftig zu wählenden Lösungsansatz. Die klassischen Schutzkonzeptionen basieren auf einem deterministischen Denkansatz, der die Unsicherheiten über die zukünftigen Entwicklungen der Naturgefahren nicht zu fassen vermag. Risikoanalyse und Risikomanagement sind Lösungsansätze, die das Restrisiko und mögliches menschliches Fehlverhalten von Anfang an in die Entscheidungsprozesse einbeziehen.

Der Beitrag umreisst den zukünftigen Handlungsbedarf. Hauptfragen sind: die Vorhersage des Verhaltens von Naturgefahren bei veränderten Umweltbedingungen, die Wechselwirkungen zwischen Einwirkung gefährlicher Prozesse und Menschen, Sach- und Naturwerten sowie die Widerstandsfähigkeit von Waldbestockungen gegen Einwirkungen gefährlicher Prozesse.

Résumé

Les risques naturels du point de vue forestier dans le passé, le présent et le futur

Les faits démontrent que depuis 1985, le nombre de catastrophes dues aux risques naturels augmente d'une manière constante sur toute notre planète. Ainsi, on peut se demander dans quelle mesure les conceptions de protection actuelles peuvent réduire les dégâts futurs à un niveau acceptable.

Dans cet exposé est présenté un concept pour l'analyse et l'évaluation des risques naturels. Le point de départ des réflexions est l'analyse des principes qui ont guidé dans le passé la manière de penser et d'agir dans le cadre des risques naturels. L'analyse des tendances actuelles est la base du choix des solutions futures. Les conceptions de protection classiques se basent sur une manière de penser déterministe qui ne permet pas de saisir les incertitudes concernant le développement futur des risques naturels. L'analyse et la gestion du risque sont des solutions qui, dès le début du processus de décision, tiennent compte du risque restant et de l'éventuel comportement incorrect de l'être humain.

Cet exposé esquisse également les buts de la recherche. Les problèmes principaux sont les suivants: la prévision du comportement des risques naturels dans le cas d'un changement des conditions ambiantes, les interactions entre les effets des processus naturels et les êtres humains, les valeurs réelles et celles de la nature ainsi que la résistance des peuplements envers l'action des processus naturels.

Traduction: *Denise Burlet*

Burger, H. (1929): Physikalische Eigenschaften von Wald- und Freilandboden. Aufforstungen, Eigenschaften der Böden und Hochwasser. Mitt. der Schweiz. Zentralanstalt für das forstliche Versuchwesen, *15:* 1–104.

Engler, A. (1919): Untersuchungen über den Einfluss des Waldes auf den Stand der Gewässer. Mitt. der Schweiz. Zentralanstalt für das forstliche Versuchswesen, *12:* 1–626.

Krumenacher, B. (1995): Modellierung der Wirkungsräume von Erd- und Felsbewegungen mit Hilfe Geographischer Informationssysteme (GIS). Schweiz. Z. Forstwes. *146,* 9: 741–761.

Landolt, E. (1862): Bericht an den hohen schweizerischen Bundesrath über die Untersuchungen der schweizerischen Hochgebirgswaldungen, vorgenommen in den Jahren 1858, 1859 und 1860. Bern.

Mani, P. (1995): Erfassung der Wildbachgefahr mit Hilfe von GIS-basierten Modellen. Schweiz. Z. Forstwes. *146,* 9: 727–739.

Pfister, C. (1984): Klimageschichte der Schweiz 1525–1860. Bern.

Popper, K. (1995): Alles Leben ist Problemlösen (4. Aufl.). Über Erkenntnis, Geschichte und Politik. Piper. München, Zürich. 336 S.

Schneider, J. (1994): Sicherheit und Zuverlässigkeit im Bauwesen. vdf Verlag der Fachvereine, Zürich. 182 S.

Schneider, Th.; Weber, K.; Locher, R. (1994): Risikoakzeptanz aus technischer und soziologischer Sicht. Ein Einstieg in den Risikodialog. Schweiz. Unfallversicherungsanstalt SUVA. Luzern. 135 S.

Schweizer Rück (1994): Risiko Klima. Schweizerische Rückversicherunsgesellschaft. Zürich, 48 S.

Verfasser: Prof. Dr. Hans Rudolf Heinimann, Professur für forstliches Ingenieurwesen, Departement Wald- und Holzforschung der ETHZ, CH-8092 Zürich.