



Risiko und Sicherheit.  
Zwischen Kalkül und Katastrophe

# Was wollen wir wagen?

**F**aites vos jeux: Im Raum Zürich soll bald ein Spielkasino entstehen. Ende September haben sieben Bewerber ihre Eingaben bei der Eidgenössischen Spielbankenkommission gemacht. Aber nur ein Projekt kann im hart umkämpften Wettbewerb gewinnen. Sicher gewinnen wird der Staat: Allein rund 150 Millionen Franken der gesamtschweizerischen Einnahmen der vier bis



acht geplanten Grand Casinos sollen jährlich direkt in die Kasse der AHV fliessen. Einen ziemlich klar kalkulierten Gewinn errechnen sich natürlich auch die zukünftigen Betreiber des Casinos.

Die Gewinnchancen der Einzelnen, die ihrer Spieleidenschaft fröhnen, sind dagegen relativ gering. Die Spielerinnen und Spieler würden dies natürlich bestreiten, denn sie sind von der Idee beseelt, die Glücksfee werde ihnen schon beistehen. Dennoch sieht für die meisten die Bilanz von Lust und Verlust komplizierter aus: Soll die Rechnung aufgehen, muss der lustvolle Kick des Risikos die objektiv gesehen geringen Gewinnchancen mindestens aufwiegen. Der Einzelne kann zwar sein Glück nicht garantiert machen, aber er kann bei genügender Selbstbeherrschung immerhin sein Verlustrisiko begrenzen. Ist die Selbstbeherrschung allerdings zu gross, geht das auf Kosten des (Lust-)Gewinns. Lust und Kalkül, Gewinn und Verlust stehen in Sachen Risiko in einer paradoxen Beziehung.

Um Gewinn und Verlust dreht sich auch die Diskussion der Chancen und Risiken, welche der wissenschaftliche und technologische Fortschritt mit sich bringt. Der gesellschaftliche Gewinn ist ohne die Akzeptanz von Risiken nicht zu haben – abzuwägen sind diese jedoch immer mit dem Bedürfnis nach genügender Sicherheit. Dass die absolute Sicherheit dabei nicht gewährleistet – und vielleicht auch nicht erstrebenswert – ist, muss genauso in Rechnung gestellt werden wie der Umstand, dass es einen risikolosen Fortschritt nicht gibt. Risiko und Fortschritt sind die beiden Seiten derselben Medaille.

Die positiven Errungenschaften, welche die Wissenschaft, sei es etwa in der Medizin oder in der Technik, für die Gesellschaft gebracht hat, sind unbestritten. Unbestreitbar sind aber auch die potenziellen Gefahren, die die beschleunigte Dynamik wissenschaftlicher und technischer Möglichkeiten erzeugt. Heute sind wir in ein Netz selbst erzeugter Risiken eingespinnen. Der

deutsche Soziologe Ulrich Beck hat zur Beschreibung dieser Tatsache den Begriff der «Risikogesellschaft» geprägt. Die traditionelle Bedrohung durch Naturkatastrophen ist damit nicht vom Tisch – durch sie verursachte Schäden machen immer noch den Grossteil der Versicherungslast aus. Einige dieser potenziellen Katastrophen haben wir auch besser im Griff, während wir andere – zum Beispiel als Folge der Klimaerwärmung – möglicherweise erst provozieren.

Im Umgang mit den neuen und neuesten Risikopotenzialen ist die Wissenschaft als eine der massgeblichen gesellschaftlichen Kräfte vielfältig involviert und gefordert: Sie ist an der Produktion von Risiken mitbeteiligt; Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sind aber auch führend in der Analyse und in der Bereitstellung von Lösungen bestehender Risikokonstellationen. Oft fühlt sich die Wissenschaft auch als einzige Instanz, die diese Risiken beurteilen und definieren kann. Ein Anspruch, der ihr von der Öffentlichkeit spätestens seit dem «Katastrophenjahr» 1986 (Tschernobyl, Schweizerhalle, Challenger-Unglück in den USA) immer wieder streitig gemacht wird. Die globalen Risikopotenziale der neuen Technologien erfordern deshalb einen breit gefächerten öffentlichen Diskurs, an dem sich Forschende, Politiker, Wirtschaftsvertreter und Laien beteiligen.

Das Aufrechnen von Kosten und Nutzen, von Gewinn- und Verlustchancen, um das sich der Diskurs über die Risikotechnologien dreht, ist eng verbunden mit den Zukunftswünschen, -erwartungen und -hoffnungen, die eine Gesellschaft hegt. Der Risikodiskurs ist auch und vor allem ein Wertediskurs. Die Frage «Was wollen wir wagen?» stellt immer auch die Frage nach der Zukunft, die uns lebenswert erscheint. In den Risikodiskurs, dem auch das vorliegende Magazin von Universität und ETH gewidmet ist, muss deshalb neben dem Sachwissen aus der Forschung auch kulturhistorisch und ethisch begründbares Orientierungswissen eingebracht werden. Da die Risikowahrnehmung gerade zwischen Forschenden und Laien oft sehr unterschiedlich ist, sollte er auch das Wissen beider Seiten vermitteln. Das Ziel sollte letztlich nicht sein, dass – wie im Glücksspiel – auf der einen Seite einige wenige von den eingegangenen Risiken profitieren, während andere die Risikolast tragen. Was immer wir wagen zu beschliessen: es sollte im Interesse aller sein. *Faites vos jeux.*

*Martina Märki, Roger Nickl*



6

**Stichwort «Risiko»**

In der Konstruktion und Destruktion von Risiken erschafft und verwandelt die Gesellschaft sich immer neu – stets begleitet von der Möglichkeit des Scheiterns.  
GEORG KOHLER

10

**Risiken minimieren**

Risikowissenschaft und -management sollen helfen, Risiken auf ein akzeptables Mass zu reduzieren.  
ORTWIN RENN

14

**Technik und Wertewandel**

Die beschleunigte Entwicklung technischer und wissenschaftlicher Möglichkeiten und Risiken begünstigt einen Wertewandel, der neue Reflexionsformen erfordert.  
JAKOB TANNER

18

**Von Seveso bis Eschede**

Die Risikoanalytik versucht, technische Risiken systematisch zu identifizieren.  
WOLFGANG KRÖGER

22

**Gefährlicher Gütertransport**

Eine neue computerunterstützte Methode erlaubt eine rasche und interaktive Risiko-bewertung.  
ADRIAN V. GHEORGHE

27

**Risikodialog im Internet**

Eine neue Internetplattform soll den sicherheitspolitischen Risikodiskurs fördern.  
KURT R. SPILLMANN UND  
JAN METZGER

29

**Sicherheit im Cyberspace**

Die Informationsgesellschaft ist verwundbar. Deshalb wird Kryptographie zu einer wichtigen Sicherheitstechnologie.  
UELI MAURER UND  
RETO KOHLAS

32

**Tödliche Eiweisskörper**

Prionen lösen die tödliche Creutzfeldt-Jakob-Krankheit aus – noch ist keine Therapie in Sicht.  
ADRIANO AGUZZI

37

**Xenotransplantation**

Die ethische Auseinandersetzung mit Chancen und Risiken der Xenotransplantation steckt noch in den Anfängen.  
ALBERTO BONDOLFI

40

**Umgang mit Umweltrisiken**

Umweltrisiken sind schwer abzuschätzen und leicht zu verdrängen. Gibt es optimale Strategien im Umgang damit?  
ULRICH MÜLLER-HEROLD

45

**Erdbebenszenario für Basel**

Was würde auf die Basler bei einem starken Erdbeben zu kommen? Ein wissenschaftliches Risikoszenario zeigt es.  
DONAT FÄH

49

**«Akira» und die Atombombe**

Der japanische Zeichentrickfilm «Akira» kann als Auseinandersetzung mit Hiroshima gelesen werden.  
DIETER STRÄULI

52

**Trend zu teureren Schäden**

Immer mehr und immer kostspieligere Schadensereignisse – für die Versicherungen wird sich die Risikolandschaft in nächster Zeit verändern.  
BRUNO PORRO

56

**Mathematische Kontrolle**

Mathematische Kontrollmethoden haben bei Banken und Versicherungen vermehrt Einzug gehalten. Wo liegen die Möglichkeiten und Grenzen?  
RÜDIGER FREY UND  
UWE SCHMOCK

60

**Risiken in der Wirtschaft**

Risikoreiche wirtschaftliche Tätigkeiten können gesellschaftlich sinnvoll sein: Wie kann man sie beherrschen?  
THORSTEN HENS

64

**Irrationale Angst?**

Entgegen weit verbreiteter Annahmen schätzt die Bevölkerung die Gefahren der Kriminalität realistisch ein.  
MARTIN KILLIAS

67

**Was lieben wir am Risiko?**

Nervenzitler beim Glücksspiel oder beim Motorradfahren: Was sind die Gründe für unsere Risikolust?  
FRANÇOIS STOLL

70

**Mehr Zeit zum Nachdenken**

Riskante Entwicklungen etwa an der Börse erfordern eine Auszeit, um diese angemessen zu reflektieren.  
SANDRA GISIN

**RUBRIKEN**


---

**74 Das Buch** Gewalterfahrungen von Jugendlichen

**75 Porträt** Marianne Sommer am Collegium Helveticum

---



---

**76 Bau und Kunst** «Raum der Stille» an der ETH

**79 Glosse** Die wahren Gewinner schweigen

---

**IMPRESSUM****unimagazin**

Die Zeitschrift der Universität Zürich  
Nr. 3, Oktober 2000

**BULLETIN**

Magazin der ETH Zürich  
Nr. 279, Oktober 2000

Die gemeinsame Ausgabe wird herausgegeben vom Rektorat der Universität Zürich durch unicomcommunication (Schönberggasse 15a, CH-8001 Zürich, Telefon 01/634 44 30, Fax 01/634 23 46, Internet <http://www.unicom.unizh.ch/magazin/>) und von der Schulleitung der ETH Zürich durch die Corporate Communications der ETH (ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich, Telefon 01/632 42 52, Fax 01/632 35 25, Internet <http://www.aoa.ethz.ch/bulletin>). **Redaktion:** Dr. Heini Ringger (Leitung unicomcommunication, E-Mail [heini.ringger@unicom.unizh.ch](mailto:heini.ringger@unicom.unizh.ch)), Roger Nickl (unimagazin, E-Mail [roger.nickl@unicom.unizh.ch](mailto:roger.nickl@unicom.unizh.ch)) und Martina Märki (Corporate Communications der ETH, E-Mail [maerki@sl.ethz.ch](mailto:maerki@sl.ethz.ch)). **Gestaltung und DTP-Produktion:** Atelier Peter Schuppisser, Zürich. **Sekretariat:** Romana Semadeni. Druck: NZZ Fretz AG. Erscheint einmal jährlich. Auflage: 45 000 Exemplare. **Bildthema:** Cécile Wick. Illustrationen: Wo nicht vermerkt, zur Verfügung gestellt. Die Redaktion behält sich die sinnwährende Kürzung von Artikeln, das Einsetzen von Titeln und Hervorhebungen vor. Beiträge von Dritten müssen nicht unbedingt die Meinung des Rektorats der Universität Zürich und der Schulleitung der ETH wiedergeben. Alle nicht entsprechend gekennzeichneten Artikel wurden exklusiv für dieses Magazin geschrieben. Artikel und Fakten können auch ohne ausdrückliche Genehmigung der Redaktion abgedruckt werden, sind aber mit dem Hinweis «unimagazin. Die Zeitschrift der Universität und Bulletin, Magazin der ETH Zürich, Oktober 2000» zu kennzeichnen. Davon ausgenommen sind Beiträge und Illustrationen, die mit einem Hinweis auf ein bestehendes Copyright versehen sind. Belegexemplare sind erwünscht. Die nächste Ausgabe des unimagazins erscheint im Dezember 2000. Thema: «Schmerz und Leiden». Die nächste Ausgabe des ETH-Bulletins erscheint im Januar 2001. Thema: «Klima».

# Eine eigensinnige Sehschule

VON CHRISTINE TRESCH

**F**otoarbeiten» heisst der lakonische Titel eines Bildbandes der Zürcher Künstlerin Cécile Wick. Zu sehen waren diese «Arbeiten» zum ersten Mal vor gut zehn Jahren im Kunstmuseum des Kantons Thurgau. Darunter befand sich zum Beispiel ein 10 Meter langes und 1,27 Meter breites Fotoband, auf dem die Künstlerin fremde und eigene Aufnahmen, Fundstücke aller Art, übereinander geblendet wiedergegeben hat. Die Belichtung geschah mit einem Hellraumprojektor, die Arbeit an diesem Werk war aufwändig und physisch anstrengend und machte eine Wiederholung der Versuchsanlage unmöglich.

Dass Cécile Wick keine gewöhnliche Fotografin ist, sondern vielmehr eine Künstlerin, die mit dem Medium der Fotografie arbeitet, zeigt auch der Zyklus «Gesichte», aus dem sich in diesem Heft ebenfalls eine Aufnahme findet (Seite 73). Was sich beim schnellen Hinschauen als weiche, fast aufgelöste weibliche Gesichtsformen ausnimmt, ist das stundenlang mit einer Lochkamera belichtete Gesicht der Künstlerin. Daher das verschwommene Bild.

## Vom Fotolabor an den Computer

Diese Aufnahmen aus den Achtzigerjahren sieht die 46-jährige Cécile Wick heute mit Befremden an. Früher sei ihr das Verfahren wichtig gewesen, der Weg, wie sie zu einem Bild gelange. Heute suche sie die «Entkrampfung, die Vereinfachung». Auch was die Herstellungsbedingungen betrifft. Im Fotolabor findet man Cécile Wick nur noch selten, viel eher schon vor dem Computer. So sind die Farbaufnahmen in ihrem zuletzt publizierten Band «america» ausschliesslich Computerprints. Der Computer ermöglicht ein schnelleres, spielerisches Arbeiten.

Unverändert geblieben aber ist Cécile Wicks Erkenntnisinteresse am Phänomen der Zeit. Zeit nicht als lineares Fortschreiten verstanden, sondern als Grösse, die sich zusammenziehen und dehnen kann, als Unschärfe, die die Objekte und ihre Funktionalität überfällt, sobald die Künstlerin sich ihrer annimmt. Sie entzieht Walfischknochen, Berge, Gletscher, das Wattenmeer dem gewohnheitsmässigen Blick, zeigt sie uns stattdessen, wie sie sich diese «denkt».

Unverändert virulent geblieben ist auch die Frage nach dem Potenzial des Mediums. Wann hört eine Fotografie auf, Fotografie zu sein? Und was wird sie dann? Wie leer darf ein Bild sein, damit wir noch bereit sind, es als solches wahrzunehmen? Es erstaunt

nicht, dass Cécile Wick auch malt, um diese Fragestellungen gleichsam von zwei Seiten angehen zu können.

## Arbeit in Zyklen

Cécile Wick arbeitet fast ausschliesslich in Zyklen, in Varianten. «Das Einzelbild», sagt sie, «das steht nur Gott zu». Sie sieht ihre Fotos nicht in Einzelbildern, sondern denkt ihr Ensemble im Raum schon beim Werden mit. Bilderfolgen schaffen Raum und Zeit, ein Vorher und Nachher, und auch wir Betrachterinnen und Betrachter werden diesem Kontinuum ausgesetzt.

Auf ihren Bildern finden sich kaum Menschen, und wenn diese doch als Schemen vorkommen, geben sie nicht vor, eine Geschichte zu erzählen. «Der Mensch ist nicht da, um von mir fotografiert zu werden», meint die Künstlerin dezidiert. Auch das überlässt sie anderen und widmet sich stattdessen lieber dem Wesen der Dinge. In ihrem «america»-Zyklus, einem Fotoband, der eine Reise quer durch die USA erzählt, verweisen einzig zivilisatorische Überreste wie Überlandleitungen auf die Präsenz des Menschen.

## Unternehmerin in Sachen Kunst

Seit zwei Jahren führt Cécile Wick zusammen mit dem Künstlerkollegen Peter Radelfinger auch ein Geschäft: F.I.R.M.A. Diese Kunst-Firma versteht sich als «Assoziation für Kunst und Kommunikation». Sie betreibt «Grundlagenforschung im Nah- und Fernbereich», interveniert in Kunst, Bau und Gesellschaft, berät und coacht. F.I.R.M.A. ist ein Ort der Handlung und Reflexion, mit einem real existierenden Firmensitz und hat die Absicht, bei geschäftlichem Erfolg bald zu diversifizieren. Ihr Angebot von «Objekten zur Aufklärung und Überwachung von Menschen und Räumen» vermochte sogar die Schweizer Armee zu überzeugen. So wird F.I.R.M.A. demnächst damit beschäftigt sein, eine Militärkaserne in der Stadt Bern mit Überwachungsgeräten auszustatten. Ausgangspunkt für diese Kunst-am-Bau-Intervention ist die Überlegung, dass die Militärtechnik der Zukunft auch gedankliche und feinstoffliche Signale überwachen muss. Zum Projekt gehört, dass F.I.R.M.A. einen Forschungsbericht veröffentlichen wird, in dem die aufgezeichneten, sensitiven Daten ausgewertet werden.

Die Militärs, scheint es, zeigen Lust am Risiko und lassen sich herausfordern. Uns bleibt das Vergnügen, in diesem Heft durch Cécile Wicks Sehschule gehen zu können. Dass einem da zuweilen der Boden unter den Füßen weggezogen wird, gehört zu diesem Gang.

Christine Tresch ist freie Journalistin.



# Wir sind uns selber in die Hände gefallen

**In der Konstruktion und Destruktion von Risiken erschafft und verwandelt sich die Menschheit immer wieder neu – stets begleitet von der Möglichkeit des Scheiterns. Was jedoch als Risiko zu gelten hat, darüber besteht in der Wissenschaft keine einhellige Meinung. Vier Bemerkungen zum Stichwort «Risiko».**

VON GEORG KOHLER

## I. Erwartungen an die Zukunft

Man beschäftigt sich mit «Risiken», um diese bestimmter zu erkennen und um mit ihnen «fertig zu werden»; um sie, im Wortsinne, «unschädlich» zu machen. Was «Risiko» generell bedeutet, scheint einfach und klar: Ein potenzielles Ereignis mit unerwünschten Wirkungen. Näher betrachtet wird die Sache allerdings bald unübersichtlich: Denn «es gibt offensichtlich keinen einheitlichen wissenschaftlichen Risikobegriff, der dem alltagsweltlichen Begriff von Laien gegenübersteht. Grenzziehungen verlaufen dabei nicht allein zwischen Alltagswelt und Wissenschaft, sondern, wie genauere Betrachtung zeigt, auch zwischen und sogar innerhalb der verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen», wie es in einer Publikation der Bayrischen Rück aus dem Jahr 1993 zum Thema Risikowahrnehmung heisst.

Einige Konzeptualisierungsprobleme sind rasch genannt: Welches ist eigentlich der allfällige Schaden, der ein Risiko zu einem solchen macht? Wo beginnt er, wo hört er auf? Welche Folgen und Nebenfolgen sind zu berücksichtigen – welche nicht (mehr)? Wie werden die Wahrscheinlichkeiten definiert, die bei derartigen Abschätzungen zu berechnen sind?

Weiter: Welches Sein haben «Risiken» überhaupt? Sind sie wirkliche Entitäten

oder bloss mögliche? Sind sie objektive oder relationale Dinge? Sind sie so gegeben wie die Tatsachen der Naturwissenschaft, oder sind sie mindestens ebenso sehr das Produkt von sozialen Wertungen und individuellen Interpretationen? Und: Was bedeutet das Faktum, dass es sehr stark differieren kann, für wen Risiken als solche bewusst werden – und für wen nicht? Was heisst es für Dritte (beispielsweise die Medien), solche Diskrepanzen festzustellen? Muss dann nicht noch einmal eine eigene Risikobewertung begonnen werden? Dies im Hinblick auf die Frage, ob es richtig ist, die Öffentlichkeit zu alarmieren.

Denkt man ein bisschen über die Bedeutung von «Risiko» nach, dann wird schnell ersichtlich, dass es Risiken nicht einfach «gibt», sondern dass sie abhängig sind von denen, für die sie Risiken sind. Das zeigt sich, wenn der Begriff «Risiko» in seiner grundlegenden Struktur analysiert wird. Wie gesagt: «Risiko» bezeichnet die Möglichkeit, dass etwas nicht so sein wird, wie man es – aus irgendwelchen Gründen – erwartet. Erwartungen sind also, erstens, die Bedingungen, damit überhaupt so etwas wie Risiken festgestellt werden können, und Erwartungen sind, zweitens, die Vorgaben, die inhaltlich bestimmen, was uns als Risiko erscheint oder erscheinen kann und was nicht.

Um Risiken zu definieren, müssen wir immer zuerst die Erwartungen untersuchen, die wir bezüglich der Zukunft hegen, genauer: bezüglich einer je bestimmten Zukunft, wie sie sich je aus der Perspektive eines bestimmten Handlungssystems darstellt. In jeder (und erst recht in einer komplexen) Gesellschaft sind Erwartungen freilich selten konform, sondern normalerweise kontrovers. Meistens entsteht ja schon ein Streit darüber, was man überhaupt erwarten darf und soll; beispielsweise ob es sinnvoll ist oder nicht, sich auf hoch unwahrscheinliche, im Eintretensfall aber ausserordentlich schwer wiegende Risiken einzustellen; ob man von einer Leitungsbehörde erwarten darf, im Fall einer nach aller bisherigen Erfahrung sehr überraschenden At-

---

Dr. Georg Kohler ist ordentlicher Professor für Philosophie, mit besonderer Berücksichtigung der politischen Philosophie an der Universität Zürich.

tacke der organisierten Weltöffentlichkeit sofort medienpraktisch erfolgreich zu reagieren. Kurz: Das Gegebensein von «Risiken» wird nicht zuletzt dadurch definiert, ob es gelingt, sich auf die Relevanz bestimmter Erwartungen zu einigen.

## II. Leben ist lebensgefährlich

Risiken «gibt» es nur und insofern, als es Menschen gibt. Und das Umgekehrte gilt genauso: Sterbliches Dasein, das sich seiner selbst bewusst ist, ist ständiges Risikomanagement. Oder noch kürzer: Leben ist immer lebensgefährlich.

Alles, was wir als Kulturleistung kennen, hat mit diesem Sachverhalt zu tun – von Kleidung und Behausung über Aktiengesellschaft und Kapitalzins bis zur Dichtung und dem religiösen Erlösungswunsch. Es sind Emanationen des menschlichen Umgangs mit einer schwankenden Gegenwart und einer unsicheren Zukunft. Keine prinzipielle Untersuchung anthropotypischer Seinsweisen ist ohne Bezug auf das Thema «Risiko» möglich. Weshalb «Vater unser, gib uns heute unser täglich' Brot ...» gebetet wird und worum es dabei letztlich geht, ist unverständlich, wenn wir die Bitte an den Allmächtigen nicht als eine besondere Form von Risikoverarbeitung begreifen. Das Besondere dieser Variante von Risikobewältigung ergibt sich aus dem Vergleich mit einer andern Antwort auf das Problem, grosse, für die Einzelnen unkontrollierbare Unsicherheitslagen beherrschbar zu machen: Aktiengesellschaften und Versicherungssysteme bündeln die begrenzten Kapitalien vieler und machen damit für das Individuum irdisch kalkulier- und tragbar, was es sonst nur im Rückgriff auf den Glauben an himmlische Instanzen auszuhalten vermag.

Wo immer der anthropologische Blick sich auch festmacht, er findet das Menschliche als kristallisierte Antwort auf das Problem sterblich-endlich am Leben zu sein und zu bleiben. Beispielsweise bei der Spaltung der Menschheit in «Herren» und «Knechte», in Begünstigte und Beladene. «Herr» wird nur, so Hegel in seiner «Phänomenologie des Geistes», wer es im Kampf auf Leben und Tod riskiert hat, sich ganz aufs Spiel zu setzen. «Knecht» wird, wer nicht bis zum Äussersten geht. Er bezahlt seine Vorsicht durch Unterwerfung. Doch damit ist die Geschichte nicht zu Ende.

Der siegreiche «Herr» beutet den «Knecht» aus und verlässt sich auf dessen Dienste. In der alltäglichen Besorgung der Welt wird dieser aber klüger und stärker, als der «Herr» es je gewesen ist. Und irgendwann drehen sich die Verhältnisse. Der «Knecht» kündigt den Gehorsam; nicht tollkühn und wagemutig, sondern in der Gewissheit, das Risiko endlich kontrollieren zu können. Er ist der «Arbeiter», der gelernt hat, die gefährliche Wirklichkeit zu beobachten und zu berechnen, und er ist der «Stoiker», der der Unvorhersehbarkeit des Schicksals seine innere Freiheit entgegensetzt: eine Gelassenheit jenseits von Furcht und Begierde.

Hegels philosophische Herr/Knecht-Parabel macht deutlich, wie eng soziale Verhältnisse, gesellschaftliche Evolution und persönliches Selbstbewusstsein mit verschiedenen Möglichkeiten von Risikoreflexion und -verarbeitung zusammenhängen. Sie demonstriert, dass sich unter diesem Gesichtspunkt nicht nur eine Typologie von Existenzmodi (der furchtlose Krieger, die mutige Unternehmerin, der listenreiche Techniker, der in seinem Selbstbewusstsein Gebrochene, die stoische Unerschütterliche) ausformt, sondern ebenso eine folgerichtige Dialektik von Gesellschaftsstrukturen (feudale Herrschaft, industrielle Zivilisation).

Nachdenken über «Risiko» produziert psychologische wie soziologische Kategorien und Thematiken. Am Studium von Risikobewusstsein und Riskanzverhalten muss darum auch die Gegenwartskritik Interesse haben.

## III. Selbst erzeugte Gefahren

Ulrich Beck hat für die Kennzeichnung heutiger, superindustrieller Lebensbedingungen das Stichwort der «Risikogesellschaft» gefunden. Das meint, dass wir in einer Welt zu sein haben, deren Zentralproblem die Beseitigung der von ihr selbst erzeugten Gefahren bildet. Dieselben Faktoren, die zu Ursachen prinzipieller Bedrohung geworden sind – die prometheischen Energien von Wissenschaft, Technik, Wettbewerbsgeist und Veränderungslust –, müssen zu Mächten der Selbstbewahrung werden. Wir sind uns selber in die Hände gefallen. Ob die uns halten können, ist das Experiment, das die Menschheit heute mit sich anstellt.

Man könnte einwenden, das sei schon immer das Problem gewesen: Der Faustkeil sei ebenso Werkzeug wie Mordwaffe; und ökologische Katastrophen lassen sich bekanntlich überall entdecken, wo Zivilisationen ihre Ressourcen nicht nachhaltig zu nutzen gelernt haben.

Das stimmt, neu ist aber die Quantität und Qualität der menschlichen Handlungschancen. Der Unterschied zwischen der Old Economy der Züchtungstechnik und der New Economy der Gentechnik ist eine Differenz ums Ganze, und die gesamte Biosphäre vermochte keine Kultur jemals zu zerstören, wir sind aber ohne Zweifel dazu fähig (wenn wir nicht schon damit begonnen haben).

Die aktuelle Konjunktur des Risikothemas hat also ihre tiefen Gründe. Und es sind noch einige andere zu nennen:

- Je mehr wir können, desto mehr müssen wir entscheiden; Entscheidungen sind aber immer Wetten, keine Prognosen mit Erfolgsgewähr.
- Je mehr wir können, desto mehr wollen wir haben. Zum Beispiel Sicherheit. Und desto genauer registrieren wir die vorhandenen Unsicherheiten.
- Je mehr wir können, desto komplexer werden die Handlungsalternativen und desto unübersichtlicher und entsprechend beunruhigend sind die Wirkungsketten.
- Je mehr «wir» können, desto weniger kann «ich». Und umso grösser muss mein Vertrauen in ein Ganzes sein, dessen ungemütliches Merkmal die ständige Veränderung ist.

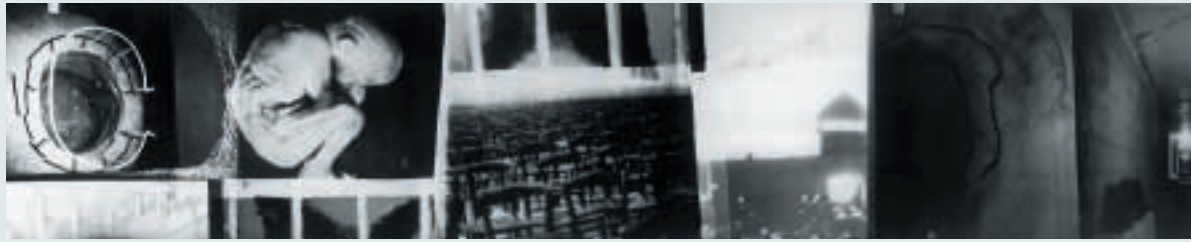
Das alles besagt nicht, dass in der gegenwärtigen Zivilisation zu leben, für den einzelnen Menschen besonders gefährlich wäre. Zumindest für die Bewohner der supermodernen Westwelt ist ja (gemessen an den üblichen Sterblichkeitstabellen) das pure Gegenteil der Fall. Es erklärt bloss, warum der Begriff «Risiko» zu Recht zu einem zeitdiagnostischen Titelwort geworden ist.

#### IV. Risiken versprechen Lust

«No risk, no fun.» Risiken machen nicht allein Angst, sie versprechen auch Lust. Wiederum ein anthropologischer Tatbestand von fundamentaler Tragweite: Was trieb etwa die Wikinger hinaus und hinauf ins kälteste Nordmeer, wenn nicht das Bedürfnis nach gesteigerter Endorphinproduktion im Sturm der Wagnisse – das wahnwitzige Gefühl prekärer Übermenschlichkeit beim Ritt auf Messers Schneide? Der Mensch will immer mehr; er will über sich hinauswachsen. Das Gewohnte wird langweilig und lähmt die Flügel der Abenteurerseele.

Das wäre der zweite, der zeitübergreifende Sinn von «Risikogesellschaft»: nämlich ein anderer Name für Menschheit überhaupt zu sein. In der Konstruktion und Destruktion der jeweils dringenden Risiken erschafft und verwandelt die Menschheit sich immer wieder neu – stets begleitet von der Möglichkeit des Scheiterns. Wir können (zumindest als Gattung) gar nicht anders, als das scheinbar Widersinnige zu probieren, ständig das Gleichgewicht suchend zwischen Horror und Entspannung, «thrill» und «ennui», Tod und Erlösung.

Warum das so ist? Man mag es theologisch erklären, dann erzählt man die Geschichten von Paradies und Sündenfall. Man mag es psychoanalytisch begründen – als Spiel der Seele zwischen Allmachtswunsch und Endlichkeitsbewusstsein. Wieder andere rekurren auf Biologie und Evolution: Das Nervensystem des Homo sapiens sapiens sei nun einmal auf den Wechsel von Erregung und Entspannung programmiert; so muss es permanent die passenden Gelegenheiten finden. Für welche Theorie man sich auch entscheidet, klar ist sicher, dass ohne Lust zum Risiko wir gar nicht wüssten, wie verschiebbar die Wirklichkeit und ihre Grenzen sind. Denn nicht nur das Risiko, jede Realität ist für uns Menschen ein Konstrukt.



# Risikowissenschaft und Risikomanagement

**Mit Zunahme der technischen Gefahrenpotenziale wächst der Bedarf an Risikowissenschaft und Risikomanagement, die Risiken auf ein akzeptables Mass reduzieren helfen. Welches Risiko akzeptabel ist, kann fairerweise nur im Diskurs ausgehandelt werden.**

VON ORTWIN RENN

Risiko beruht auf dem Gegensatz zwischen Realität und Möglichkeit (Markowitz 1990, S. 385; Renn 1998). Erst wenn die Zukunft als von Menschen zumindest teilweise gestaltbar angesehen wird, ist es möglich, potenzielle Gefahren zu vermeiden oder deren Konsequenzen zu mildern (Ewald 1993, S. 220). Die Vorhersage von möglichen Gefahren ist darauf angewiesen, daß kausale Beziehungen zwischen dem Verursacher der Gefahr und den Konsequenzen gezogen werden können. Diese Kausalbeziehungen können systematisch, anekdotisch, religiös oder magisch sein (Douglas 1966; Wiedemann 1993, S. 64). Da die Konsequenzen unerwünscht sind, umfasst Risiko immer auch ein normatives Konzept. Die Gesellschaft ist angehalten, Risiken zu vermeiden, zu verringern oder zumindest zu kontrollieren.

## Was bedeutet Risiko?

Risiken bezeichnen Möglichkeiten von zukünftigen Handlungsfolgen, die im Urteil der überwiegenden Zahl der Menschen als

unerwünscht gelten. Die Menschheit ist einer kaum zählbaren Vielfalt von Risiken ausgesetzt. Ein Teil dieser Risiken sind mit natürlichen Abläufen und Ereignissen verbunden, andere sind aufgrund von menschlichen Aktivitäten entstanden oder verstärkt worden. Das grundsätzliche Dilemma besteht darin, dass alle menschlichen Aktivitäten mehr oder weniger grosse Potenziale für unbeabsichtigte Nebenwirkungen umfassen, gleichzeitig aber die Bedürfnisse des Menschen ohne derartige Aktivitäten nicht zu erfüllen sind. Risiken einzugehen ist also ein notwendiger Bestandteil menschlichen Verhaltens und damit erst die Voraussetzung für wirtschaftliche und soziale Entwicklung. Gleichzeitig ist aber eine Strategie der Risikoanhäufung für eine Gesellschaft existenzgefährdend: es gilt also, einen Mittelweg zwischen Chancenwahrnehmung und Risikobegrenzung zu finden.

Die meisten Risikoanalytiker sind sich dahingehend einig, dass es wenig Sinn macht, Risiken pauschal zu bewerten (National Research Council 1983; Hohenemser et al. 1983; Shrader-Frechette 1991; WBGU 1999). Vor allem vor dem Hintergrund divergierender Präferenzen und Ungleichgewichte bei der Verteilung von Risiken und Chancen müssen Risiken als heterogene und komplexe Phänomene angesehen werden, die eine einheitliche Bewertung und Behandlung verbieten. Ähnlich wie es bereits heute bei der Bewertung von toxikologischen Risiken üblich ist, ist eine Aufteilung der verschiedenen Risiken in Risikotypen oder Risikoklassen notwendig und sinnvoll. Die Einteilung in diese Risikotypen ist vor allem von dem Grundanliegen getragen, typenspezifische

Verfahrensweisen und Managementregeln zu entwickeln, die einen den Risiken angemessenen und dem Begrenzungsauftrag angepassten Umgang mit Risiken erlauben.

## Klassifikation von Risiken

In seinem Jahresgutachten 1998 hat der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung «Globaler Umweltveränderungen» (WBGU) den Versuch unternommen (WBGU 1999), auf der Basis einer interdisziplinären Vorgehensweise, einen neuen Vorschlag für einen effektiven und effizienten Umgang mit globalen Risiken zu leisten, indem

- alle global relevanten Risiken typisiert und dabei die besonders gravierenden Risikotypen herausgestellt werden;
- diesen Typen bewährte und innovative Strategien sowie entsprechende Instrumente zugeordnet werden, so dass daraus Prioritäten für die Umweltpolitik festgelegt werden können.

Bei der Beurteilung von Risiken hat sich der Beirat entschlossen, neben den weithin üblichen Kriterien des Schadensausmasses und der Eintrittswahrscheinlichkeit für einen singulären Schaden bzw. der relativen Häufigkeit von kontinuierlich erwartbaren Schadensereignissen noch weitere Bewertungskriterien aufzunehmen. Diese Kriterien wurden im Wesentlichen aus den Untersuchungen zu Risikowahrnehmung gewonnen (welche Eigenschaften von Risiken werden von den betroffenen Menschen als bedrohlich angesehen?) und zu einem konsistenten Satz von Kriterien zusammengefasst. Zunächst ist das Kriterium der Ungewissheit zu nennen, das sich in drei Untereinheiten gliedert: die statistische gegebene Variabilität, die

Dr. Ortwin Renn ist Professor für Technologie, Gesellschaft und Umweltsoziologie an der Akademie für Technikfolgenabschätzung und Professor für Umweltsoziologie an der Universität Stuttgart.

genuine Unsicherheit, die nicht statistisch erfasst werden kann, und die Ahnungslosigkeit (Ignoranz). Daneben wurden folgende Kriterien ausgewählt:

- Irreversibilität (Schäden sind nicht wieder auszugleichen)
- Persistenz (Schadstoffe akkumulieren sich über lange Zeit)
- Ubiquität (Schadstoffe breiten sich weltweit aus)
- Mobilisierung (Risiken führen zu hohen Konflikten und ängstigen die Bevölkerung)

Ein Sonderfall bezieht sich auf die Risiken, die hohe Schadensausmasse mit einer hohen Eintrittswahrscheinlichkeit verbinden. Normalerweise werden solche Risiken erst gar nicht zugelassen. Liegt jedoch zwischen dem auslösenden Ereignis und dem Schadenseintritt eine hinreichend grosse Zeitspanne (Verzögerungswirkung), dann wird die Problematik eines solchen Risikos den Entscheidungsträgern oft nicht bewusst bzw. leicht verdrängt. Solche Risiken sind eigentlich inakzeptabel, werden als solche aber häufig nicht politisch und sozial wahrgenommen. Somit wurde als letztes Kriterium auch der Verzögerungseffekt mit in die Analyse einbezogen.

Auf der Basis dieser acht Kriterien hat der WBGU eine systematische Klassifikation von Risiken unternommen. Die Einteilung in Risikotypen ist vor allem von dem Grundanliegen getragen, typenspezifische Verfahrensweisen und Managementregeln zu entwickeln, die einen den Risiken angemessenen und dem Begrenzungsauftrag angepassten Umgang mit Risiken erlauben. Auf der Basis der Charakterisierung von Risiken nach den acht Bewertungskriterien ist der Beirat zu sechs Risikotypen gelangt, die in Tabelle 1 zusammengefasst sind. Alle diese Typen haben griechische Namen erhalten, weil ihr Erscheinungsbild mit den mit den Namen verbundenen Mythologien frappante Ähnlichkeiten aufweist. Da diese Mythologien of-

Tabelle 1:

<b>Risikotypen</b>			
Typen	Bezeichnung	Charakterisierung	Beispiele
Typ 1	Damokles-Schwert	<b>A gegen unendlich, w gegen 0</b> , S gross P und M eher hoch	Kernenergie, Chemieanlagen, Dämme, Meteorite, Überschwemmungen
Typ 2	Zyklop	<b>A gross</b> und bekannt, <b>w ungewiss</b> , S klein, R niedrig, P eher hoch	Erdbeben, Vulkane, AIDS, karzinogene Stoffe in geringen Dosen, Resistenzen
Typ 3	Pythia	<b>S sehr klein, A und w ungewiss</b> , A möglicherweise hoch, P hoch	Eingriffe in Geozyklen, Klimaveränderungen, neue Seuchen, biologische Zeitbomben, Gentechnik, BSE
Typ 4	Büchse der Pandora	A nur Vermutungen, w unbekannt, S klein, <b>P sehr hoch, R sehr niedrig</b>	FCKW (retrospektiv), Ozon, DDT, Xenobiotika, neue Chemikalien, Monofunktionalisierung Kulturpflanzen
Typ 5	Kassandra	A eher hoch, w eher hoch, S mittel, <b>V sehr hoch</b>	Mutagene Wirkungen, Langfristfolgen von Klimaveränderungen
Typ 6	Medusa	A eher gering, w z.T. ungewiss, S mittel, alles andere mittel bis gering, nur <b>M sehr hoch</b>	karzinogene Stoffe unterhalb der Signifikanzschwelle, EMF, ionisierende Strahlung

w = Eintrittswahrscheinlichkeit  
 A = Ausmass der Schadensfolgen  
 S = Abschätzungssicherheit  
 P = Persistenz  
 R = Reversibilität  
 V = Verzögerungswirkung  
 M = Mobilisierungspotenzial

fenkundig im Zuge des Übergangs von einer nomadischen zu einer sesshaft gewordenen agrikulturn Gesellschaft entstanden sind, spiegeln sie die Bewusstwerdung des Menschen zur Antizipation von Lebensrisiken in bildhafter Weise wieder (Klinke und Renn 1999).

Diese sechs Risikotypen verlangen nach spezifischen Strategien, um mit ihnen umgehen zu können. Neben den zentralen Handlungsstrategien hat der Beirat deshalb zusätzlich für jeden Risikotyp massgeschneiderte Instrumente und Massnahmen entwickelt. Das Ziel bei der Wahl der Strategien und der Einleitung von Massnahmen ist es, die Risiken so weit zu reduzieren oder bestimmte Eigenschaften (wie etwa Persistenz) so zu behandeln, dass die Übernahme eines solchen Risikos ak-

zeptabel erscheint. Es geht also nicht um Reduzierung von Risiken bis zum Nullpunkt, sondern um eine Reduktion in die Bereiche hinein, die ein routinemässiges Management erlauben.

**Abwägung und Kommunikation**

Es ist weder möglich noch wünschenswert, dass sich eine Gesellschaft gegen alle Umweltrisiken absichert, zumal mit Risiken auch Chancen verbunden sind. Aus diesem Grunde ist es notwendig, zum einen angemessene Strategien des Risikomanagements anhand nachvollziehbarer Kriterien zu entwickeln und umzusetzen und zum anderen durch eine kluge Verbindung von Politikinstrumenten (Genehmigung, Standardsetzung, Haftungsregeln für versicherbare Risiken sowie Anwendung staatlicher Vorsorge-



Bild: Keystone

Kleine Eintretenswahrscheinlichkeit von Schadenfällen und grosses Ausmass von Schadenfolgen: In der Risikotypologie figuriert die Kernenergie unter der Rubrik «Damoklesschwert».

prinzipien bzw. institutioneller Vorkehrungen für Risiken mit hoher Ungewissheit) eine effektive und gleichzeitig effiziente Form der Risikoreduktion zu erzielen.

Dazu ist Sachwissen zur Bestimmung des Risikos auf der einen und Orientierungswissen zur Bestimmung der Akzeptabilität von Risiken auf der anderen Seite dringend erforderlich (Renn 1997). Eine Pluralisierung des Sachwissens ist im Risikobereich zwar besonders populär, ist aber für ein effektives Risikomanagement kontraproduktiv. Die Realität ist: Menschen sterben und leiden aufgrund von falschem Wissen. Gerade weil das Folgewissen von Risikoentscheidungen mit Unsicherheiten verbunden ist und damit eine ganze Bandbreite von legitimen Wahrheitsansprüchen umfasst, ist es notwendig, methodisch zuverlässiges Wissen von blossen Vermutungen oder Spekulationen zu trennen. Wenn die Grenzen zwischen wissenschaftlich abgesichertem Wissen und blossen Vermutungen bzw. anekdotischem Wissen verschwimmen, findet jede noch so absurde Risikoangst eine quasi wissenschaftgestützte Rechtfertigung. Die Bestimmung der Bandbreite metho-

disch abgesicherten Wissens sollte vom Wissenschaftssystem selbst geleistet werden, da nur dort die methodischen Regeln und Überprüfungsverfahren vorhanden sind, um konkurrierende Wahrheitsansprüche sinnvoll ein- bzw. aufzulösen. Aus diesem Grunde sind auch die Forschungsanstrengungen im Risikobereich so wesentlich und unverzichtbar.

Für eine rationale Risikopolitik gilt es deshalb, zu jedem Kriterium das jeweils geltende Sachwissen aus der wissenschaftlichen Risikoforschung und das ethisch begründbare Orientierungswissen zu sammeln und daraus eine abgewogene Entscheidung zu treffen (Gethmann 1993). Entscheidungen über die Zumutbarkeit von Risiken beruhen letztendlich immer auf einer subjektiven Abwägung von Folge- und Orientierungswissen. Erst die diskursive Auseinandersetzung mit diesen beiden Wissensselementen ermöglicht eine kompetente und gleichzeitig faire Entscheidung. Wie aber kommt eine Gesellschaft an das für die Abwägung notwendige Orientierungswissen?

Das Orientierungswissen ist von der moralischen Maxime geprägt, die einmal erkannten Risiken und die noch unsicheren Folgen möglichst effektiv und effizient zu begrenzen. Dazu kann die Typisierung von Risiken durch den WBGU einen wichtigen Bei-

trag leisten. Darüber hinaus ist der Aufbau von Orientierungswissen an eine faire und sachkundige Kommunikation zwischen Risiko-Verursachern, Risiko-Trägern und Risiko-Regulatoren gebunden. Unter den kommunikativen Instrumenten sind partizipative und diskursive Verfahren der Konsensfindung in jüngster Zeit immer stärker in den Blickwinkel der Umweltpolitik geraten. Bei diesen Verfahren, in deren Mittelpunkt der Dialog steht, sollen für konkrete Problemsituationen kompetente Problemerkennungen und Problemlösungen erfolgen. Dabei wird den potenziell Betroffenen die Chance eingeräumt, ihre Interessen und Einstellungen in den Prozess der Entscheidungsfindung einzubringen. Ein Diskurs ohne systematische Wissensgrundlage bleibt dabei leeres Geschwätz, und ein Diskurs, der die moralische Qualität der Handlungsoptionen ausblendet, verhilft der Unmoral zum Durchbruch.

Runde Tische sind ein Beispiel für den Versuch, auf dem Verhandlungsweg zu Entscheidungen zu kommen, die möglichst viele Beteiligte gemeinsam tragen können (Knaus und Renn 1998). Beispiele aus der Schweiz sind der Risikodialog, der von Prof. Haller an der Hochschule St. Gallen ins Leben gerufen wurde, oder das von mir betreute Verfahren einer diskursiven Standortbestimmung einer Abfalldeponie im Kanton Aargau (Renn et al. 1998).

#### Risiken im Risikodiskurs

Partizipative und diskursive Instrumente der Mitwirkung an Risikobewertungen haben natürlich auch ihre Grenzen: Häufig lässt sich im Voraus die Effektivität der jeweiligen Massnahmen nicht abschätzen. Auch die Effizienz ist nicht immer gegeben, vor allem dann, wenn diese Verfahren zeitlich unbegrenzt zu reinen «Debattierclubs» verkommen. Darüber hinaus wird bei aller Offenheit des Verfahrens und der Einbeziehung von öffentlichen Dis-

kursen die Mehrheit der betroffenen Bürger immer Zuschauer bleiben. Diese wollen aber ebenso wie die Teilnehmer von Diskursen angemessen informiert werden. Aufgrund der Komplexität der Risikobewertung sind aber die Informationsprozesse der Öffentlichkeit ebenso risikoreich wie die Themen, die dort behandelt werden. Im Konzert der sich widersprechenden Experten, der sensationshungrigen Medien und der oft widersprüchlichen Politik und angesichts der Schwierigkeit, stochastische Aussagen verständlich zu machen, sind reine Informationskampagnen von vornherein zum Scheitern verurteilt. Es wird weder gelingen, die Selektionskriterien der Medien zu ändern noch die echten oder vermeintlichen Experten zu einer exklusiven Austragung ihres Streites innerhalb der wissenschaftlichen Arena zu bewegen. Man muss mit der Pluralität von Wahrheitsansprüchen und der Verkürzung der Botschaften durch die Massenmedien auch in Zukunft rechnen.

Aus diesem Grunde sind neben den partizipativen Verfahren interaktive Formen der Kommunikation erforderlich. Interaktiv bedeutet, dass die an Entscheidungen nicht teilnehmenden Personen in Form von Fragen und Antworten, also in Dialogform mit denen kommunizieren, die an den Entscheidungen teilgenommen haben. Wichtig ist, dass ein Dialog zustande kommt, in dem beide Seiten Informationen austauschen und auch voneinander lernen können. Mit einem solchen Programm ist die Politik allein überfordert. Vielmehr sollen die an der Entscheidung teilnehmenden Gruppen mit Hilfe der ihnen verfügbaren Kommunikationsmittel den Dialog aktiv mitgestalten. Darüber hinaus ist dies eine Gelegenheit, die neuen Informationsmedien besser zu nutzen. In Zukunft ist etwa daran zu denken, auf dem Internet ein Clearing House für öffentliche Risikobattenden einzurichten. Dort können

interessierte Nutzer die neusten Informationen erhalten und auch ihre Fragen anbringen.

Jede Form der Risikokommunikation sollte von dem Anliegen getragen sein, alle an der Kommunikation interessierten Teilnehmer «risikomündig» zu machen. Dies bedeutet, dass jeder Bürger befähigt werden sollte, auf der Basis der Kenntnis der faktisch nachweisbaren Konsequenzen von risikoauslösenden Ereignissen oder Aktivitäten, der verbleibenden Unsicherheiten und anderen risikorelevanten Faktoren eine persönliche Beurteilung der jeweiligen Risiken vornehmen zu können, die den eigenen oder den von einem selbst als für die Gesellschaft ethisch gebotenen Kriterien entspricht. Wenn dies gelingt, ist die Risikokommunikation ein wichtiger Baustein einer demokratischen Bewältigung der gesellschaftlichen Risiken.

#### LITERATUR

- Banse, G. (1996): Herkunft und Anspruch der Risikoforschung. In: G. Banse (Hrsg.): *Risikoforschung zwischen Disziplinarität und Interdisziplinarität*. (Berlin: Edition Sigma), S. 15–72
- Beck, U. (1986): *Die Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne*. (Frankfurt/Main: Suhrkamp)
- Douglas, M. (1966): *Purity and Danger: Concepts of Pollution of Taboo*. (London: Routledge and Kegan Paul)
- Ewald, F. (1993): *Der Vorsorgestaat*. (Frankfurt am Main: Suhrkamp)
- Gethmann, C.F. (1993): Zur Ethik des Handelns unter Risiko im Umweltstaat. In: C.F. Gethmann und M. Klöpfer (Hrsg.): *Handeln unter Risiko im Umweltstaat*. (Berlin: De Gruyter), S. 1–54
- Hohenemser, C.; Kates, R.W. und Slovic, P. (1983): The Nature of Technological Hazard. *Science*, 220, S. 378–384
- Klinke, A. und Renn, O. (1999): Prometheus Unbound. Challenges of Risk Evaluation, Risk Classification, and Risk Management. Arbeitsbericht Nr. 153. Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg. (Stuttgart)
- Knaus, A. und Renn, O. (1998): *Den Gipfel vor Augen. Unterwegs in eine nachhaltige Zukunft*. (Marburg: Metropolis)
- Markowitz, J. (1990): Kommunikation über Risiken – Eine Theorie-Skizze. *Schweizerische Zeitschrift für Soziologie*, 3, S. 385–420
- National Research Council, Committee on the Institutional Means for Assessment of Risks to Public Health (1983): *Risk Assessment in the Federal Government: Managing the Process*. National Academy of Sciences. (Washington: National Academy Press)
- Renn, O. (1997): Abschied von der Risikogesellschaft? Risikopolitik zwischen Expertise und Moral. *GAIA. Ökologische Perspektiven in Natur-, Geistes- und Wirtschaftswissenschaften*, 4, S. 269–275
- Renn, O. (1998): The Role of Risk Perception for Risk Management. *Reliability Engineering and System Safety*, 59, S. 49–61
- Renn, O.; Kastenholz, H.; Schild, P. und Wilhelm, U. (1998): *Abfallpolitik im kooperativen Diskurs. Bürgerbeteiligung bei der Standortsuche für eine Deponie im Kanton Aargau*. Polyprojekt Risiko und Sicherheit der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich. Dokumente Nr. 19. (Hochschulverlag AG an der ETH Zürich)
- Shrader-Frechette, K.S. (1991): *Risk and Rationality. Philosophical Foundations for Populist Reforms*. (Berkeley: University of California Press)
- Wiedemann, P.M. (1993): Tabu, Sünde, Risiko: Veränderungen der gesellschaftlichen Wahrnehmung von Gefährdungen. In: Bayerische Rückversicherung (Hrsg.): *Risiko ist ein Konstrukt. Wahrnehmungen zur Risikowahrnehmung*. (München: Knesbeck), S. 43–67
- Wildavsky, A. (1984): Die Suche nach einer fehlerlosen Risikominderungsstrategie. In: S. Lange (Hrsg.): *Ermittlung und Bewertung industrieller Risiken*. (Berlin: Springer), S. 224–233
- WBGU, Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung *Globale Umweltveränderungen (1999): Welt im Wandel: Der Umgang mit globalen Umweltrisiken*. (Berlin: Springer)

# Jenseits von Fortschrittsglauben und Maschinensturm

**Bereits die Maschinenstürmerei im 19. Jahrhundert wirft die Frage nach der sozialen Akzeptanz von Wissenschaft und Technik auf. Was wir heute erleben, ist eine beschleunigte Entwicklung von Möglichkeiten und Risiken. Der sie begleitende Wertewandel kann nur dann durchgestanden werden, wenn die Moderne reflexiv wird. Wird das Risiko als gewusstes Nichtwissen bewusst, könnte dies zu einer neuen Selbstbescheidenheit des Menschen führen.**

VON JAKOB TANNER

Am 22. November 1832 brannte in Oberuster im Zürcher Oberland die mechanische Weberei von Korrodi und Pfister lichterloh. Auf beiden Seiten des Baches hatte sich eine grosse Menschenmenge angesammelt; das Spektakel lenkte die Aufmerksamkeit weg von der politischen Veranstaltung – der Ustertag von 1830 jährte sich zum zweiten Mal – und hin zu einem sozialpolitischen Ereignis. Auf dem Bild eines Zeitzeugen sieht man einige der Protagonisten in Handgreiflichkeiten verwickelt, derweil die Feuerwehr versucht, den Brand unter Kontrolle zu bringen, um zu retten, was noch zu retten ist (siehe Abbildung Seite 15).

## Ohnmächtiger Zorn

Auslösendes Moment für den «Usterbrand» war der Zorn der Heimarbeiter und Kleinverleger, die ohnmächtig zusehen mussten, wie ihre Arbeitsplätze durch einen

Mechanisierungsschub in der Baumwollweberei wegrationalisiert wurden. Maschinenstürmerei stand damals auf der Tagesordnung. Das Zentrum des handgreiflichen Protests gegen Maschinen war England, das Pionierland der Fabrikindustrialisierung. Seit dem Frühjahr 1811 machten sich von Nottingham, Yorkshire und Lancashire ausgehend kämpferische Bewegungen bemerkbar, die sich auf den ebenso legendären wie fiktiven General Ned Ludd beriefen und moderne Webstühle zerstörten.

Im April 1812 versuchten beispielsweise 150 bewaffnete «Luddisten» in Rawfolds den Grossbetrieb William Cartwrights zu stürmen, der den Angriff aus seiner burgartig befestigten Fabrikanlage heraus abwehren konnte. In Lancashire eskalierten die Arbeitskämpfe zu einer politisch-sozialen Rebellion, begleitet von organisiertem Bantentum à la Robin Hood. Ab 1830 häuften sich die nach einem ebenfalls imaginären Captain Swing benannten Aufstände von Landarbeitern, denen Dreschmaschinen und andere technische Apparaturen zum Opfer fielen.

Die direkte Aktion, die sich gegen die noch im Aufbau begriffene mechanische Weberei in Oberuster richtete, war also zu Beginn des 19. Jahrhunderts nichts Aussergewöhnliches. Der Oberrichter und Grossrat Friedrich Ludwig Keller, einer der Führer des liberalen Umsturzes von 1830, beschrieb den Zorn der Heimarbeiter und den Tag, an dem dieser überkochte. Einer der Anführer äusserte schon am Morgen «bey dem Canal stehend, zu einem der Eigentümer der Fabrik: «Dieser Most (auf den Canal deutend) muss heute noch auf die entgegengesetzte Seite laufen; und «sie

muss auf jeden Fall noch verbrannt seyn.» Mit den aufgebrachten Männern, welche «die Maschine» als «ihr Unglück» bezeichneten, liessen sich die Abgeordneten der Zürcher Regierung «in eine lange Unterredung ein, suchten sie auf alle Weise zu belehren und auf bessere Gedanken zu bringen, vor allem aber sie von gewaltsamen Schritten abzumahnern und auf den gesetzlichen Weg der Petition u. dgl. zu weisen».

Den Tatentschlossenen vermochten diese guten Ratschläge nicht mehr einzuleuchten: Man könne, hiess es, die Webmaschinen nicht aufkommen lassen; die Petitionen nützten nichts; wenn die Regierung nicht helfen wolle, so müsse man sich selbst helfen. Bei der ersten sich bietenden Gelegenheit schlugen einige der «etwa 50 Individuen» die ersten Fenster des inkriminierten Gebäudes ein, schleppten Brennstoffe herbei und verbreiteten Feuer in der ganzen Fabrik, die bis auf die Grundmauern niederbrannte: «Die That war vollendet.» Doch der Kanal floss weiterhin talabwärts. Der Brand in Oberuster erweist sich im historischen Rückblick als pyrotechnischer Pyrrhussieg von verzweifelten Zeitgenossen, die sich mit dem forcierten sozialen Wandel der Arbeits- und Lebenswelt nicht abfinden wollten.

## Drei Interpretationen

Das Ereignis des Usterbrandes lässt sich historisch exakt rekonstruieren; die Tatsachen bleiben jedoch deutungs offen. Drei Interpretationsmuster, die aus unterschiedlichen Wertorientierungen hervorgehen, lassen sich auseinander halten.

Eine erste Interpretation folgt im Wesentlichen der Argumentation der Behörden und der An-

---

Dr. Jakob Tanner ist ordentlicher Professor für Allgemeine Geschichte und Schweizer Geschichte der Neueren und Neuesten Zeit an der Universität Zürich.



Bild: Chronos Verlag Zürich

klage und sieht im Maschinensturm einen Rechtsbruch hinterwäldlerischer, ressentimentgeladener Habenichtse, die ihre blinde Technikaversion mittels brutaler Gewalt ausagierten. Den einen Teil dieses Bildes lieferte der Zürcher Regierungsrat, der von einem «Verbrechen» sprach, «welches in diesen Tagen zu Uster während einem Feste verübt wurde.» Das Ergänzungsstück steuerte der zu 24 Jahren Kettenstrafe verurteilte angebliche Rädelsführer der Aktion bei: «Es wäre besser», hatte er sich kurz vorher geäußert, «man hätte noch die alten gnädigen Herren in der Stadt, es würde dann jedenfalls besser gehen und überhaupt sei für die ärmere Klasse besser gesorgt worden.» Die Nostalgie der «guten, alten Zeit» als Legitimationsbasis für kriminelle Handlungen: Jene Kräfte, die im Maschinensturm bestenfalls romantisch-provinzielle Regungen, meist aber gefährlich-spasmodische Widerstandsennergien orteten, scheuten keinen Aufwand, um Verstöße gegen die bürgerliche Eigentumsordnung im

Namen des Fortschritts mit drakonischen Strafen zu sanktionieren. Denn nur so konnte aus dieser Perspektive jene wirtschaftliche Wachstumsdynamik gefördert werden, von der schliesslich alle und insbesondere die Unterschichten profitieren würden.

Eine zweite Interpretation kehrt die Wertung um und überhöht den Fabrikbrand zum Fanal gegen einen Fortschritt, der einer Dampfwalze gleich über eine noch weitgehend auf Familienwirtschaft mit Eigenversorgung beruhende ländliche Gesellschaft hereinbrach. Mehr noch als den stummen Opfern, die am Rande der breiten Heerstrasse der Industrialisierung zurückblieben, gilt die Solidarität dem, was als revolutionärer Protest wahrgenommen wird. Die aufständischen Heimarbeiter werden zu verkannten Heroen des Widerstandes gegen ein menschenverachtendes kapitalistisches Wirtschaftssystem stilisiert, die dem sozialdarwinistischen Erfolgsdenken die Werte der Gemeinschaft und den Wil-

1832 wurde die mechanische Baumwollweberei von Korrodi und Pfister in Uster von arbeitslosen Heimarbeitern und Kleinverlegern in Brand gesteckt.

len zur Arbeitsautonomie entgegensezten.

Der dritte Interpretationsansatz begreift die Maschinenstürmerie als «collective bargaining by riot» (so der Sozialhistoriker Eric J. Hobsbawm). Der «schöpferischen Zerstörung» unternehmerischer Innovation setzten die Modernisierungsverlierer eine destruktive Strategie der Besitzstandswahrung entgegen. Analysiert werden hier Motivationskomplex, Risikobereitschaft und soziale Handlungslogik der Maschinenstürmer. Dabei zeigt sich, dass der Widerstand gegen den Industrialisierungsprozess keine Fundamentalopposition gegen die Maschine, sondern die Folge eines «technology assessment» mit negativer Gesamtbilanz ist. Die Aufmerksamkeit konzentriert sich auf kommunikative Lernprozesse: Die am «Baumwollgarn als Schicksalsfaden» hängenden proto-proletarischen Existenzen

mussten erst lernen, sich gewerkschaftlich zu organisieren und sich zu einer politisch einflussreichen Arbeiterbewegung zu formieren, bevor sie in der Lage waren, industrielles Wachstum in sozialen Fortschritt umzumünzen.

### **Chancen und Gefahren der Industrialisierung**

Diese plakativ wiedergegebenen Positionen prägen die Diskussionen um Chancen und Gefahren des Industrialisierungsprozesses und der wissenschaftlich-technischen Innovationsdynamik bis heute. Die Stärke des dritten Interpretationsmusters besteht darin, dass hier die Frage nach der sozialen Akzeptanz von Wissenschaft und Technik untersucht wird. Dabei wird deutlich, dass ein und derselbe Sachverhalt zugleich als Risiko und als Gefahr wahrgenommen werden kann: Für die Unternehmer, die damals unter Bedingungen hoher Unsicherheit die britische Konkurrenz imitierten und die Baumwollverarbeitung mechanisierten, waren die Investitionsentscheide ein Risiko, das ein grosses Verlustpotenzial beinhaltete (viele der neu gegründeten Fabriken überstanden den harten Standortwettbewerb nicht), aber auch enorme Gewinn- und soziale Aufstiegschancen eröffnete. Aus der Sicht der Heimarbeiterinnen und der Heimarbeiter, die an diesen Investitionsentscheidungen nicht partizipierten, sondern sie passiv erlitten, stellte der Mechanisierungs- und Rationalisierungsprozess hingegen eine Gefahr für ihre angestammten Arbeitsplätze dar. Aus dieser Spannung zwischen Risiko und Gefahr resultierte der Konflikt.

Der Industrialisierungs- und Verwissenschaftlichungsprozess hat sich seither beschleunigt. Für längere Zeit triumphierte der Glaube an einen linearen Fortschrittsprozess. Doch die Anfechtungen und Irritationen blieben bestehen. Ende der 70er-Jahre diagnostizierte John Kenneth Galbraith ein neues «age of un-

certainty», in dem die Suche nach Prosperität nicht mehr auf Kriegsfuss mit der Risikobereitschaft steht. «No risk, no fun» – heitere Sprüche wie dieser dokumentieren, dass das kulturelle Training im Umgang mit Risiken, das konstitutiv für die Moderne war, eine Steigerung erfahren hat. Gleichzeitig erleben wir eine fortschreitende Virtualisierung der Welt durch die Ausweitung des Reichs der Möglichkeiten, welches überhaupt nur noch mittels risikobewusster rationaler Kalkulation gemanagt werden kann.

Dieser Vorgang findet seine Grenze da, wo das Scheitern einer grundsätzlichen Beherrschbarkeit und totalen Berechenbarkeit der Welt die zunehmende Zahl kleiner Risiken in «Gefahren zweiter Ordnung» (Wolfgang Bonss) hat umschlagen lassen. Solche Gefahren lassen sich nicht mehr der «Natur» zurechnen, sondern müssen – man denke an das Ozonloch – als Output gesellschaftlicher Interaktion erklärt werden. Trotzdem gibt es eine lebensweltliche Normalität, die durch die Verdrängung von Unsicherheit möglich wird.

### **Neue Formen des Lernens**

Heute müssen wir damit rechnen, dass die bisherige Balance von parallel zunehmenden Gestaltungsspielräumen und Unsicherheitspotenzialen auseinander bricht. Es ist allerdings keine Veranlassung vorhanden, deswegen in den Chor der Kulturpessimisten einzustimmen. Der degenerationstheoretische Komplementärtenor zum Lobgesang auf den Fortschritt, der schon immer davon ausging, der Weg zur Hölle sei mit Innovationen gepflastert, ist nämlich seinerseits zum historischen Echo degeneriert. Was wir heute erleben, ist ein Wertewandel, der nur dann durchgestanden werden kann, wenn die Moderne reflexiv wird. Damit werden Lernprozesse zweiter Ordnung möglich, in denen vor allem neue Formen des Lernens gelernt werden. Wird das Risiko als gewuss-

tes Nichtwissen bewusst, so könnte dies auch eine neue Selbstbescheidenheit des Menschen auf dem «Raumschiff Erde» zur Folge haben.

Doch vorderhand scheint der prometheische Machbarkeitsglaube des Industriezeitalters ungebrochen und es wird klar, dass in der Fluchtperspektive der Verwissenschaftlichung schon seit der Renaissance der Homo creator stand, der auf die technische Neukonstruktion seiner selbst abzielte. Heute ist dieses kulturelle Naturmachen in ein kritisches Stadium eingetreten. Wir werden Zeugen einer irreversiblen Transformation des Lebens in einen Locus technicus, bei dem die traditionelle Dichotomie zwischen Kultur und Natur keinen Sinn mehr macht. In der Masse, in der Menschen ihre Biologie nicht nur erkennen, sondern mit technischen Artefakten manipulieren, verändert sich die *Conditio humana*.

Die Frage, was wir tun und lassen sollen und wie die neuen Handlungsfelder sowie das Leben überhaupt vernünftig gestaltet werden können, ist zum Dauerbrenner geworden. Denn die Gentechnologen, Nanotechniker, Neuroinformatiker und andere Experten werden ihre Taten nie vollendet haben. Das Zuwarten bis wir wissen, was dabei herauskommt, ist selber zum paradoxen Risiko geworden. Angesichts der Gefahren eines Nichthandelns spricht alles dafür, dass wir uns hier und heute einmischen müssen. Dabei hilft uns aber weder ein Maschinenmodell der Vernunft noch eine maschinenstürmerische Widerstandsmentalität weiter.

### **LITERATUR**

Reto Jäger, Max Lemmenmeier, August Rohr und Peter Wiher: *Baumwollgarn als Schicksalsfaden – Wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklungen in einem ländlichen Industriegebiet (Zürcher Oberland) 1750 bis 1920*, Chronos Verlag, Zürich 2000. (Die Abbildung des «Usterbrands» stammt aus diesem Buch.)



# Handhabung technischer Risiken – eine fortwährende Herausforderung

**Von Seveso bis Eschede: Technische Risiken sind eine Kehrseite des technischen Fortschritts. Solche Risiken systematisch zu identifizieren und Inputs zu einem sinnvollen Umgang mit ihnen zu liefern, ist Aufgabe der Risikoanalytik.**

VON WOLFGANG KRÖGER

Die Rolle technischen Fortschritts für Wohlstand und Frieden, die damit einhergehenden unverwünschten Nebenwirkungen (Gross-Risiken) und deren angemessene Kontrolle sind permanente Streitpunkte in der Öffentlichkeit und Fachwelt. Was als angemessen kontrolliertes Risiko beziehungsweise ausreichende Sicherheit gelten kann, hängt stark ab von den Erwartungen, die die Öffentlichkeit an ein Produkt, einen Prozess oder eine Dienstleistung stellt (siehe Haller, ETH Bulletin Nr. 277), und von grundsätzlichen Haltungen, die sie entwickelt. Hier sind starke Verschiebungen auszumachen: Enthusiasmus, der beispielsweise der Hochtechnologie anfangs entgegengebracht wurde, wich Skepsis und Angst. Heute ruhen auf ihr – in anderer Form – Hoffnungen als Vehikel zur globalen Nachhaltigkeit.

Neben den jeweiligen, auch dem «Zeitgeist» unterworfenen Wahrnehmungen spielen technische Möglichkeiten sowie die Qualität und Glaubwürdigkeit wissenschaftlich-technischer Expertisen für solche Verschiebungen eine grosse Rolle. Oft haben

Schlüsselergebnisse, allen voran Katastrophen wie Seveso (76), Bhopal (84), Tschernobyl, Challenger (beide 86), Kehrtwendungen ausgelöst oder Entwicklungen erheblich beschleunigt; auch jüngst aufgetretene Grossschadensereignisse, wie Tunnelbrände (Tauern und Mt. Blanc), der ICE-Unfall in Eschede, der Zyanid-Auslauf in die Theiss und die Feuerwerksexplosion in Enschede, werden Wirkung zeigen.

## Risikoanalytik als Input-Lieferant

Diese nur angerissenen Interaktionen verdeutlichen, dass «ausreichende Sicherheit» mit Aussicht auf breite Akzeptanz nur aus dem Zusammenspiel vieler Disziplinen und Kräfte entstehen kann. Dazu gehört die Risikoanalytik, die methodische Voraussetzungen für eine systematische Identifizierung und Charakterisierung von Risiken schafft. Sie ist heute als Input-Lieferant für Entscheidungsprozesse verschiedenster Art und Komplexität unumstritten; allerdings ist sie in ihren Zielen, methodischen Ansätzen und Formen der Berechnung und Darstellung spezifischer Risiken sehr verschieden, was den Nutzer oft vor schwierige Aufgaben stellt.

Die Entwicklung der Risikoanalytik verlief in stark aussengesteuerten Schüben. Ihre Ausrichtung und Einsatzfelder standen in Wechselwirkung mit den angesprochenen Veränderungen, ebenso ihre Wertschätzung. Berechtigte oder auch unberechtigte Kritik nahm man meist als neue Herausforderungen an:

– Die hohen Anforderungen an die Zuverlässigkeit (aus Sorge um hohe Finanz- und Imageverluste) liessen in der Raumfahrt Methoden zur System- und Fehleranalyse (event/fault trees) entstehen;

die Angst vor zu grossen Gefahren und Risiken der Kernenergienutzung (und das dort praktizierte «Vorsorgeprinzip») waren treibende Kraft für die darauf aufbauende Methodik der Probabilistischen Risikoanalyse (PRA). Pioniertat war hier die Rasmussen-Studie (1975) mit ihren Risikokurven.

– Der Kernkraftwerksunfall in Harrisburg 1979 löste methodische Weiterentwicklungen aus und führte zur Anwendung der PRA-Methodik auf fast alle westlichen Reaktoren. Man beschränkte sie auf Kernschadensereignisse (sog. PRA-level 1) und lernte ihren Wert als Schwachstellenanalyse kennen. Die Bestimmung des Risikos für die Öffentlichkeit trat in den Hintergrund.

– Vor allem die Ereignisse des Jahres 1986 (auch «Schweizerhalle») führten zu einer überhitzten Fundamentaldebatte, in der unter anderem die Leistungsfähigkeit von Methoden zur Risikobestimmung und -minimierung stark angezweifelt und – quasi als Reflex – der Gefahrenabwehr Priorität eingeräumt wurden. Umso mehr erstaunt die zeitgleiche Forderung nach Risikoanalysen für die chemische Prozessindustrie (siehe EU Seveso I/II Direktive, «Störfallverordnung» in der Schweiz).

– Ereignisse wie verheerende Bahnunfälle und Brände in Verkehrstunnels lassen heute den Ruf nach systematischen, vorausschauenden (Szenarien-)Analysen in Anwendungsbereichen lauter werden, die als hinlänglich bekannt gelten, bei genauerem Hinsehen aber hoch komplex und neuartig geworden sind: Hochgeschwindigkeits-Verkehrssysteme haben mit der guten alten Eisenbahn wenig gemein.

Dr. Wolfgang Kröger ist ordentlicher Professor für Sicherheitstechnik der ETH Zürich. Zudem leitet er den Forschungsbereich «Nukleare Energie, Sicherheit» am Paul-Scherrer-Institut (PSI).



Bild: Keystone

– Die Marktöffnung mit einhergehendem Kostendruck bringt für die Zuverlässigkeits- und Risikoanalytik neue Herausforderungen mit sich: Beispielsweise soll sie die verlässliche Basis liefern für Investitionsentscheide mit Hilfe von Kosten-Nutzen-Betrachtungen und für neue Genehmigungspraktiken, bei denen nicht mehr pauschale deterministische Vorgaben die Qualitätsanforderungen (einschliesslich Maintenance) an Komponenten und Systeme bestimmen, sondern ihre Bedeutung für das Anlagenrisiko («risk-informed regulation»). Die Risikoanalytik trägt also dazu bei, den Widerspruch von Sicherheit und Wirtschaftlichkeit zu relativieren.

#### Engagements im ETH-Bereich

Die ETHZ hat Anfang der 90er-Jahre ihr Engagement im Bereich «Risiko – Sicherheit» durch Einrichtung disziplinorientierter Professuren verstärkt und dem Querschnittscharakter dieser Thematik durch ein disziplinübergreifendes Polyprojekt bzw. Kompetenzzentrum (KOVERS, s. ETH Bulletin Nr. 270) entsprochen.

Ausserdem wurde zusammen mit der EPFL und HSG ein interdisziplinärer Nachdiplomkurs geschaffen. Träger ist jeweils das D-MAVT; wesentliche Beiträge kommen auch aus dem PSI, der EAWAG und anderen externen Stellen.

So waren es auch Impulse aus der ETHZ, die das Forum Engelberg 1999 unter das Thema «Risk and Safety of Technical Systems – in View of Profound Changes» stellten und massgeblich zu seinem Gelingen beitrugen. Eine so breit angelegte, international ausgerichtete Auseinandersetzung mit dieser Thematik wurde als nötig erachtet, weil die heutige Handhabung technischer Risiken nicht befriedigen kann und sich für die Zukunft neue Herausforderungen abzeichnen, die international angenommen werden müssen.

Ein Blick auf die Risiken, denen wir ausgesetzt sind, zeigt, dass diese auf sehr verschiedenen Ebenen liegen und dass die Beiträge aus technischen Systemen und insbesondere aus Gross-Schadensereignissen gegenüber den alltäg-

Schlüsselereignisse wie das schwere Zugsunglück im deutschen Eschede am 3. Juni 1998 liessen den Ruf nach systematischer, vorausschauender Risikoanalyse lauter werden.

lichen Risiken überschätzt sind (siehe Tabelle 1). Zwischen «Fakten» und «Meinungen» bestehen oft erhebliche Diskrepanzen, die auch daran ablesbar sind, dass – je nach Ausgangsniveau – die Kosten für sicherheitssteigernde Massnahmen sehr unterschiedlich werden (siehe Tabelle 2). Da unsere Geldmittel aber begrenzt sind, kommt ihrer richtigen Zuteilung eine essenzielle Bedeutung zu.

Hinter dem Begriff «Risikoanalyse» verbergen sich zudem sehr unterschiedliche Methoden und Anwendungsbereiche, beispielsweise

– in der Nuklearindustrie die PRA-Methodik, deren Anwendung praktisch weltweit faktischer Teil von Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren ist und für die methodische Leitfäden existieren,

– in der chemischen Prozessindustrie eine pauschale Forderung

Tabelle 1

<b>Geschätzte Wahrscheinlichkeit für Durchschnittsperson aus Gesamtbevölkerung</b>		
<b>...innerhalb eines Jahres ums Leben zu kommen</b>		
<b>infolge</b>		
aller Ursachen	1 zu	88
Krebs	1 zu	360
aller externen Ursachen (Unfälle, Selbstmord etc.)	1 zu	3070
aller Strassenunfälle	1 zu	15 700
aller zivilisationsbedingten Katastrophen a)	1 zu	431 000
Dammüberflutung, radioakt. Freisetzung aus Kernkraftwerk b)	1 zu	10 000 000 oder weniger
Blitzschlag	1 zu	15 000 000
<b>...bei einer freiwilligen Tätigkeit ums Leben zu kommen, z. B. einer</b>		
Bergtour	1 zu	250 000
Flug/Bahnreise	1 zu	10 000 / 148 000

a) eigene Schätzung      b) Lees, F.P.: «Loss Prevention in the Process Industries». Vol. 1. Oxford, etc.: Butterworth-Heinemann, 1996, p. 9/96  
sonst: «Reducing Risks, Protecting People». London: Health and Safety Executive, 1999, p. 78f.

Tabelle 2

<b>Lebensrettungskosten</b>	
(in 1000 US\$ pro vermiedenen Todesfall)	
PAP-Test	25
Mobile Behandlung von Herzinfarkten	15–30
Sicherheitsgurte in den Vordersitzen (USA)	25–110
Flugverbot für DC-10	30 000
Neue Vorschriften für Hochhausbau (UK)	100 000
Asbestsanierung in Schulen	bis 1 400 000
Wasserstoff-Rekombinatoren in Kernkraftwerken	3 000 000

siehe: Fritzsche A. F.: Wie sicher leben wir?. Köln: Verlag TÜV Rheinland, 1986, p. 116

nach Durchführung einer Risikoanalyse, deren Umsetzung aber von Land zu Land stark variiert, und

– im Transportsektor Regulierung und unspezifizierte Analyseforderungen für gefährliche Güter. (In das Mt.-Blanc-Tunnelfeuer war allerdings kein solcher Stoff verwickelt, sondern Margarine.)

Diese Uneinheitlichkeiten, zusammen mit unterschiedlicher Qualität verwendeter Daten, Analysetiefe und Behandlung von Unsicherheiten, behindern einen weiter verbreiteten Einsatz der Risikoanalyse und rufen nach Harmonisierung (siehe auch EC-JRC Workshop, Mai 2000).

**Paradigmawechsel**

Den Diskussionen des Forums Engelberg folgend scheint in erster Linie ein Paradigmawechsel

angezeigt zu sein: von der Orientierung an der Gefahr (also der potenziellen Quelle eines Schadens) und ihrer Abwehr um jeden Preis hin zur Orientierung am Risiko (also einer Kombination von Eintrittshäufigkeit und Schwere eines Schadensereignisses) und seiner Reduzierung auf ein tolerierbares Mass.

Hinter diesem Konzept verbirgt sich ein schwieriger Prozess der faktenbasierten Risikoabwägung, der neben dem Nutzen die Bewertung von Optionen und der Kosteneffizienz risikomindernder Massnahmen einbezieht und ein Mass sucht, das sich mit gesellschaftlichen Wertvorstellungen deckt.

Der Risikoanalytik fällt die Aufgabe zu, dafür die verlässliche Wissensbasis zu schaffen und in geeigneter Form in den Entscheidungsfindungsprozess einzubrin-

gen. Um überhaupt eine Chance zu haben, dieses leisten zu können, müsste man

– die Kalkulierbarkeit unterschiedlicher Risiken und den Umgang mit Ungewissheiten methodisch verbessern – und nicht die Resignation vor dem Unvermögen (U. Beck spricht von der «Risikofalle») pflegen;  
– Gesamtsysteme konsequent erfassen und für den Vergleich von Alternativen methodisch einwandfreie Bewertungsmatrizen entwickeln; überzeugende Antworten auf die Frage der Vergleichbarkeit unterschiedlicher Schadensarten, der Kombinierbarkeit statistischer und probabilistischer Informationen, einer «sinnvollen» Analysetiefe stehen noch aus.

Auch im ETH-Bereich laufen hierzu viel versprechende Arbeiten; sie erstrecken sich auf

– verbesserte Methoden zur Systemmodellierung und Szenarienanalyse, und das unter Einbezug technischen und menschlichen Versagens;  
– Datenbereitstellung, Methodenentwicklung und deren Anwendung zur vergleichenden Risikobewertung, zur Lebenszyklusanalyse, «Tools» zur Unterstützung multikriterieller Entscheidungsprozesse, hauptsächlich im Energiebereich, aber auch in Transportsektoren.

---

**Forum Engelberg 1999 –  
Thesen zu Risiko und Sicherheit  
technischer Systeme**


---

1. Erfahrbarer Nutzen ist die einzige Rechtfertigung für die Hinnahme noch so kleiner Risiken.

---

2. Globalisierung kann die Sicherheit, die Sicherheitskultur, sogar unser ganzes System gefährden.

---

3. Risiken mit globalen Auswirkungen erfordern global harmonisierte und nachprüfbar Standards; ihre Handhabung könnte jedoch auf regionaler Basis effizienter sein.

---

4. Absolute Sicherheit, von der Öffentlichkeit spürbar verlangt, ist eine Illusion.

---

5. Fortschritt ist ohne Risikoakzeptanz nicht erreichbar, sie sollte aus einem Konsensdialog resultieren; die gerechte Verteilung von Risiken und Nutzen ist eine globale Daueraufgabe.

---

6. Trotz Verschiedenartigkeit der Gefahren, der Auswirkungen in Zeit und Raum sowie der Interessen und Werte sollten Risiken im Kontext gesehen und systemisch angegangen werden.

---

7. Der Umgang mit Sicherheit verlangt einen wiederentdeckten pragmatischen Ansatz; eine risikobasierte Entscheidungsfindung scheint angemessen; Messgrößen sind zu erweitern.

---

8. Sowohl Tatsachen als auch Meinungen sollten bei Entscheidungsfindungen berücksichtigt werden, genauso wie Rollen und Verantwortungen der Akteure.

---

9. Umfassende Sicherheitsansätze und zugehörige Forschung werden immer ökonomisch attraktiver, höchst dynamischen Entwicklungen hinterherhinken.

---

10. Vorbeugende Sicherheitsanalysen sind für komplexe gefährliche Systeme erforderlich, oft aber mit grossen Unbestimmtheiten und Unsicherheiten behaftet.

---

Ob die Resultate mit den technischen und gesellschaftlichen Entwicklungen Schritt halten und eine der Thesen des Forums (These Nr. 9, siehe Kasten) widerlegen können, hängt nicht nur vom Tempo ihrer Bereitstellung (also der Forschungsförderung) ab, sondern auch der Bereitwilligkeit sie umzusetzen.

**Neue Risiken und neue Ansätze**

Die «klassischen» Anwendungsfelder der Risikoanalytik (komplexe Energie-, Chemie-, Transportsysteme) werden auch in Zukunft bestehen bleiben; Methoden sind weiterzuentwickeln und im Hinblick auf anstehende Vergleiche zu harmonisieren. Schwerpunkte werden sich von den rein technischen mehr in Richtung sozio-technischer verlagern (Sicherheitskultur).

Als neue Problemfelder und Analyseschwerpunkte tauchen Informationssysteme und Netzwerke auf, von denen unsere Gesellschaft zunehmend abhängt. Deren Versagen macht sie verletzlich: Die lang andauernden Stromausfälle in jüngster Zeit in Teilen der USA sind dafür ein Beispiel.

Aus diesem Problembereich resultieren zum Teil bekannte Aufgabenstellungen, wie die Analyse systematischer Fehler oder gesamtanfallbestimmender Hilfsysteme. So hängt die Arbeitsfähigkeit des hochcomputerisierten Trading-Centers einer Grossbank ab von der Unversehrtheit des Gebäudes und der fortwährenden Versorgung, beispielsweise mit Strom oder Notstrom. Die prinzipiellen Problemstellungen sind aus anderen Bereichen (zum Beispiel «station blackout» bei Kernkraftwerken) bekannt; für deren Bearbeitung sind dementsprechend methodische Ansätze verfügbar.

Für völlig anders gelagerte Aufgaben sind die «Y2K-Problematik» und «I love you» bereits Synonyme geworden; sie rufen nach der Entwicklung neuer Methoden, zum Beispiel zur System-

simulation mit Hilfe geeigneter «Petri-Netze». Unter dem Schlagwort «critical infrastructure» ist in den USA bereits ein gewichtiges Forschungsprogramm angelaufen.

Jüngste Ereignisse weisen auch darauf hin, dass Anzahl und Schwere von Grossschadensereignissen zunehmen und dass Naturgefahren kaum von zivilisationsbedingten Risiken getrennt werden können. Sie häufen sich in Entwicklungs- und Schwellenländern und zeigen dort oft verheerende soziale Folgewirkungen. So haben 1999 natürliche und menschengemachte Grossereignisse einen Schaden von mehr als 100 Mrd. US-Dollar verursacht, der im Mittel zu 30 Prozent durch Versicherungen abgedeckt war. Der Abdeckungsgrad lag in den entwickelten Ländern bei 90 Prozent, in den weniger entwickelten dagegen nur bei 10 Prozent.

Angesichts dieser Befunde sind neue Ansätze der gekoppelten Analyse verschiedener Risikoquellen in einer Region und neue Formen der integralen Risikovor-sorge problemorientiert zu entwickeln. Diesbezügliches Wissen und Werkzeug zu generieren und an «Problemeigner» zu transferieren, hat sich das Disaster Risk Management Institute zur Aufgabe gestellt. Das Disaster Risk Management Institute wurde kürzlich auf Initiative von ETH-Rat und Virginia Tech, u.a. unterstützt durch die Schweizer Rück, nahe bei Washington gegründet und KOVERS wird dazu mit seinen Vorleistungen beitragen.

Schliesslich muss darauf hingewiesen werden, dass ein Erfolg versprechender Umgang mit Risiken in all seinen Schritten stark von dem jeweiligen sozio-kulturellen und regulatorischen Kontext abhängt. Die Risikoanalytik kann dafür nur einen kleinen, aber grundlegenden Betrag liefern, nämlich die unverzichtbare technisch-wissenschaftliche Basis.

# Risikobewertung für den Transport gefährlicher Güter

**Gefahrguttransporte finden täglich statt, überall, in grossem Massstab. Sie sind nötig und haben sich im Grossen und Ganzen als sicher erwiesen. Dennoch: Tunnelbrände, wie vor kurzem im Mont-Blanc-Tunnel, illustrieren auch die Problematik grosser Schäden für die Infrastruktur und die Volkswirtschaft. Dementsprechend ist die Reduzierung von Gefahren und Risiken eine lohnende Daueraufgabe. Eine neue Methode erlaubt eine rasche und interaktive Risikobeurteilung.**

VON ADRIAN V. GHEORGHE

Die Anforderungen an Analysemethoden sind hoch und steigen weiter: Sie müssen (im Voraus) eine umfassende Bewertung ermöglichen, auf verschiedene Aufgabenstellungen und Phasen (Vorsorge, Krisenmanagement, strategische Entscheide etc.) behördlich anwendbar sein und dem fortschreitenden Stand der Informationstechnologie folgen.

Die Vielfalt der Möglichkeiten, ob auf der Schiene oder Strasse, und die Komplexität der Systeme für den Transport gefährlicher Güter, verlangt für die Risikoanalyse und -bewertung neue Methoden, die über den klassischen, rein statistischen Ansatz hinausgehen. Die bisherige Begrenzung auf statistische Mittelwerte (zum Beispiel mittlere Anzahl Todesopfer per Tonnen und Kilometer) kann angesichts der starken Abhängigkeit von lokalen Gepflogenheiten und der zeitlichen und räumlichen Dimension möglicher Unfallfolgen nicht befriedigen; neue, auch für Vorher-

sagen geeignete Methoden und Hilfsmittel (Tools) müssen bereitgestellt werden. Sie können vom heutigen Stand der Informationstechnologie, künstlichen Intelligenz und fortgeschrittenen Methoden der Risikoanalyse profitieren.

## Hilfe durch Decision Support Systems (DSS)

Decision Support Systems (DSS) sind computerbasierte Hilfsmittel, die Entscheidungsprozesse unterstützen. Dank der Fortschritte bei geografischen Informationssystemen (GIS) und ihrer Integration in DSS kann in kürzester Zeit verwertbares Wissen auch über unstrukturierte oder komplexe Probleme zur Verfügung gestellt werden.

Ein DSS für ein effizientes Risikomanagement technischer Systeme braucht eine enge Verbindung zwischen Natur- und Ingenieurwissenschaften einerseits sowie Sozial- und Geisteswissenschaften andererseits, wie ein Polyprojekt «Risiko und Sicherheit technischer Systeme» zeigte: In einem multi-kriteriellen Entscheidungsprozess müssen Risiko und Sicherheit mit anderen Kriterien (zum Beispiel Ökonomie und Umwelt) in Einklang gebracht werden.

Von speziellem Interesse dabei ist:

- einen umfassenden Satz von Risikoindikatoren (z. B. Anzahl Todesopfer, Sachschäden) zu benützen,
- die Risiken verschiedener Transportrouten, das heisst Optionen, vergleichen zu können,
- Methoden zu entwickeln, um verschiedene Unfallszenarien voraussagen und beschreiben zu können,
- eine Balance zwischen technischen und nicht technischen Risiken herzustellen.

Durch die ETHZ als eine Forschungseinheit geschaffen, hat sich KOVERS als Ziel gesetzt, auf dem Gebiet der integrierten Risiko-einschätzung für den Transport gefährlicher Güter in einem freien Markt eine in sich geschlossene Methodik zu entwickeln. Hierfür kombinieren die jetzt vorhandenen DSS eine Vielzahl von Informationsquellen:

Ein Transport gefährlicher Güter führt durch unterschiedliche geografische Regionen. Risiko-einschätzungen für solche Aktivitäten müssen mit Landkarten sowie Informationen über die Bevölkerungsdichte, Topografie und Umwelt in Verbindung gebracht werden. Chemie-Datenbanken stellen Wissen über Substanzen zur Verfügung und meteorologische Datenbanken dienen als Schnittstelle zu ortsabhängigen Ausbreitungsmodellen. Schliesslich wird eine Methodik angewendet, die eine vergleichende Beurteilung und Einordnung von alternativen Routen bei der Planung eines Transports gefährlicher Güter unter gleichzeitiger Berücksichtigung vieler verschiedener Kriterien erlaubt.

## Interaktive Lagebeurteilung dank Informationstechnologie

Heute besteht allgemein die Tendenz dazu, Informationstechnologie (IT) in verschiedene Bereiche menschlicher Aktivitäten zu involvieren, und zwar vor allem dort, wo Komplexität und ein dynamisches Systemverhalten eine Rolle spielen und Entscheidungen schnell getroffen werden müssen. Auch die Überwachung des Transports von gefährlichen Gütern mit Hilfe mathematischer Modelle und digitalisierten Kartenmaterials wurde in den letzten Jahren immer wichtiger.

Dr. Adrian V. Gheorghe ist Senior Scientist im Kompetenzverbund «Risiko & Sicherheitswissenschaften» (KOVERS) der ETH Zürich.

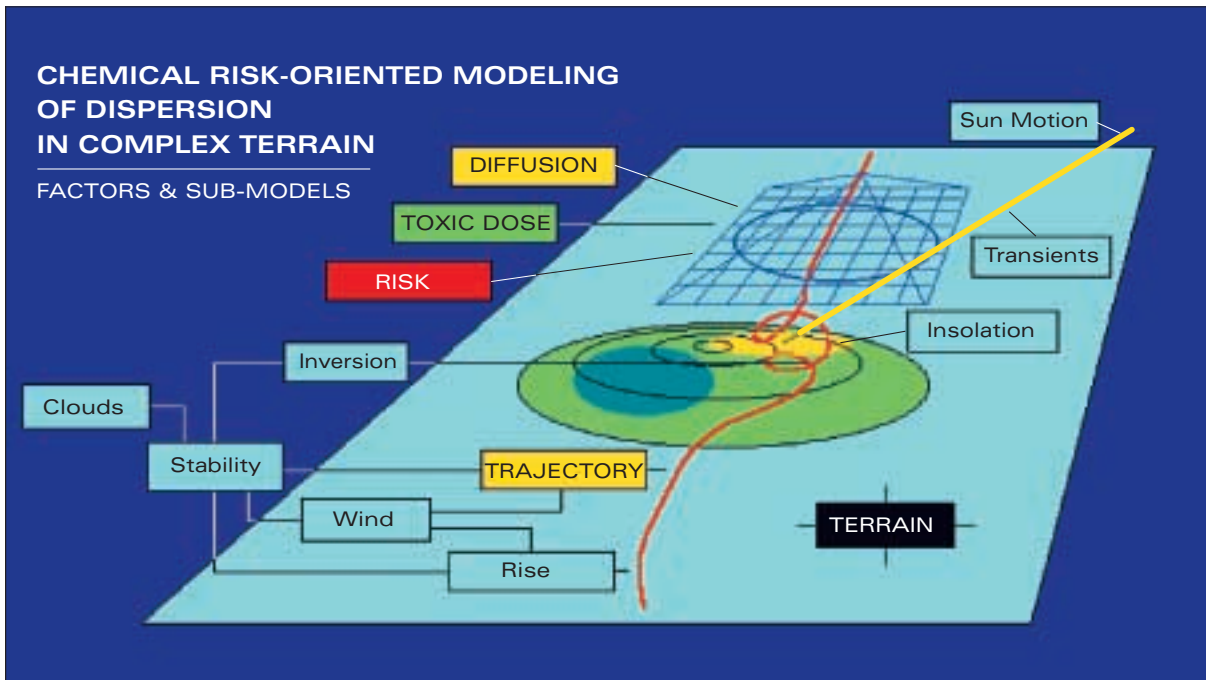


Abbildung 1: Ein risikoorientiertes Modell von chemischer Dispersion auf einem komplexen Terrain.

Als DSS weisen sie eine Reihe von Merkmalen auf, die je nach Anwendungsfall und Komplexität der Modellrechnungen unterschiedlich zum Tragen kommen:

- Sie beinhalten ein umfassendes GIS-Umfeld (24 Informationsschichten, sog. «Layers»), das sich auf die Schweiz bezieht.
- Sie ermöglichen komplizierte Berechnungen der Luftverteilung auf einem komplexen Terrain.
- Sie berechnen die Folgen der Ausbreitung (gefährlicher) chemischer Substanzen in Gewässern, also in Flüssen oder Seen, sowie die unmittelbaren Folgen einer Freisetzung, beispielsweise nach einer Explosion.

KOVERS-DSS ist ein kompaktes, effizientes Computerwerkzeug mit starker Nutzung existierender kommerzieller Karten (Swiss Map 100). Der potenzielle Nutzen solcher Systeme für Aktivitäten im Zusammenhang eines Risikodialoges mit verschiedenen Interessengruppen ist hoch. KOVERS-DSS sind so konstruiert, dass sie in der Lage sind, Risikoeinschätzungen in Interaktion mit Stakeholders durchzuführen.

#### KOVERS-DSS und seine Merkmale

Besondere Kennzeichen des KOVERS-DSS sind:

- die Verwendung von Datenbanken für chemische und nukleare Substanzen und meteorologische Daten,
- der Einsatz von GIS-Tools, beispielsweise zur Darstellung der Folgen von Explosionen, Integration von Statistiken, Berücksichtigung besonders gefährdeter Gebiete («Hot Spots»), Smog, Nebel,
- die Evaluation der Folgen chemischer Unfälle (Explosion, Ausbreitung von Stoffen in einem komplexen Terrain) mit Hilfe von Risikoindikatoren,
- multikriterielle Analysen, die die Auswahl von Handlungen in Unfallsituationen (beispielsweise Umleitung eines Transportes aus einem unfallgefährdeten Gebiet) ermöglichen.

Durch die Verwendung digitalisierter Informationen über die interessierende Region, beispielsweise Niederschlagsmengen, in einem DSS kann man anspruchsvolle Modelle einsetzen, die die Darstellung der Ausbreitung freigesetzter Substanzen und ihrer Einwirkungen in einer

komplexen Topografie (Terrain, Schluchten, Gebäude etc.) ermöglichen. Die analytischen Merkmale solcher Modelle werden in Abb. 1 beschrieben. Die Trajektorien müssen folgende Faktoren berücksichtigen wie Aufstieg, Wind, Stabilitätsklasse, Wolkenabdeckungen und Inversionslagen. Diese Elemente müssen beispielsweise mit Hilfe von topografischen Informationen mit den Charakteristiken des entsprechenden Gebietes verknüpft werden.

Die Fähigkeiten dieses DSS-Modells kommen insbesondere dann zur Geltung, wenn es um die Risikoeinschätzung auf lokaler oder regionaler Ebene geht. Das vorliegende DSS repräsentiert und vergleicht verschiedene Unfallszenarien und Transportmodelle und zeigt Möglichkeiten auf, um Unfallfolgen zu mildern. Ein solches System verlangt unter anderem folgende Angaben:

- Unfallbeschreibung und Häufigkeitsabschätzungen,
- Dosis-Wirkungs-Modelle zur Folgeabschätzung und Risikobewertung,

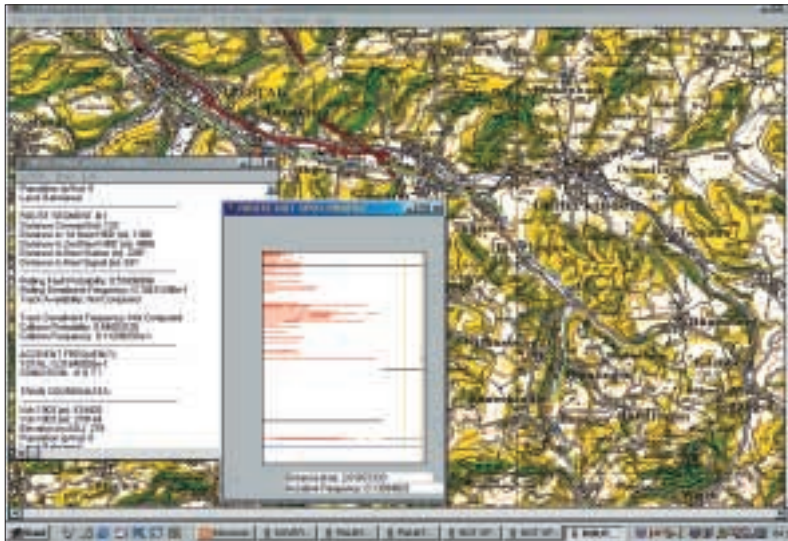


Abbildung 2: Wahrscheinlichkeitsbewertung zur Szenarioeinschätzung für einen Zugunfall.

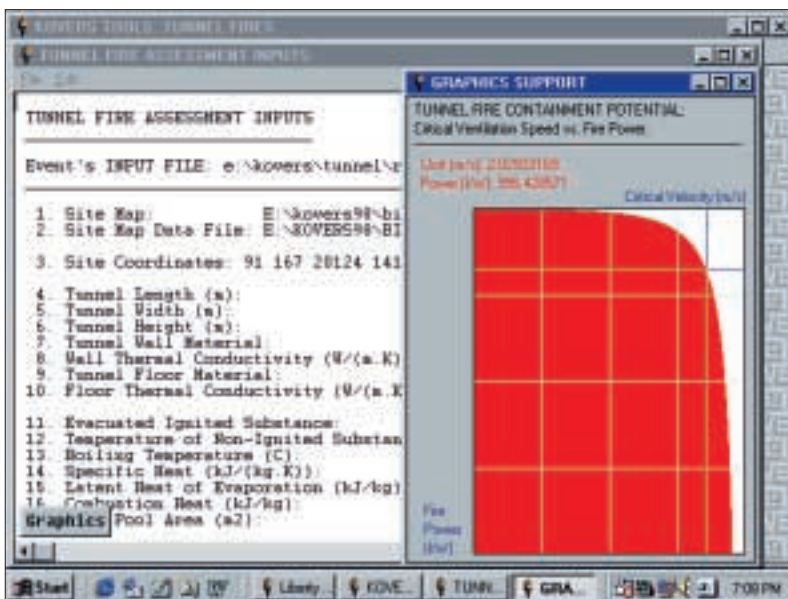


Abbildung 3: Berechnung und Darstellung des Indikators «kritische Entlüftungsgeschwindigkeit» in Tunnels.

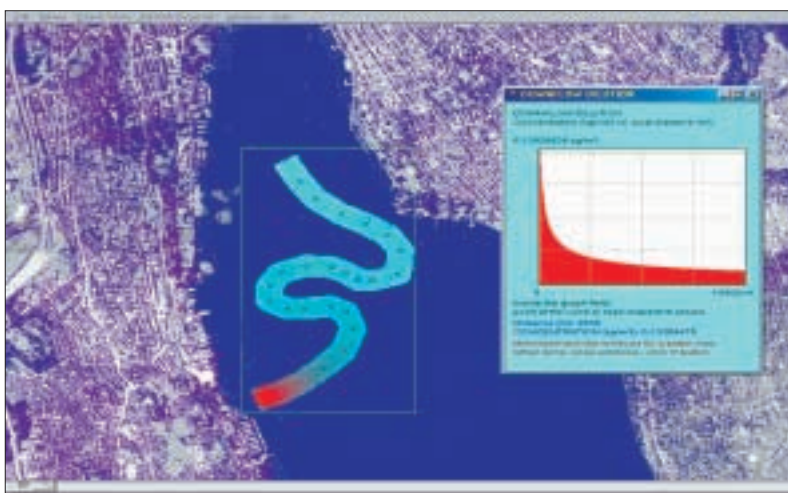


Abbildung 4: Ausflüsse in Gewässern.

- Indikatoren zur vergleichenden Einschätzung der Transportarten und -wege,
- Einbezug des rechtlichen Rahmens,
- Folgeneinschätzungen für Luft, Wasser, Erde, Firmen und Volkswirtschaft,
- Routenmerkmale (zum Beispiel Bevölkerungsdichte, Zahl der Benutzer einer Infrastruktur, anfällige Umweltgebiete).

Die Modelle für die Ausbreitung chemischer Substanzen auf einem komplexen Terrain beinhalten eine GIS-Plattform, die bei Entscheidungsprozessen im Fall eines folgenschweren Chemieunfalles helfen kann. Spezifische Gesundheits- und Umweltschäden, die durch verschiedene Faktoren verursacht werden (Feuer, Explosionen, Trümmerwurf etc.), sind in der DSS-Struktur vollkommen integriert (Verteilungskarten, Risikokonturen etc). Instrumente für eine «Multicriteria Decision Analysis», die das Finden des «optimalen Weges» ermöglichen, sind ebenfalls Teil des einsatzbereiten Systems. Aktuelle Entwicklungen in der Informations- und Softwaretechnologie erlauben die Integration von Kenntnissen und Daten sogar bei nicht-linearem Systemverhalten (geplant für die nächste Phase des Projekts).

Viele Anwendungen sind bereits möglich, beispielsweise die Auswahl von Transportwegen, Identifikation von «Hot Spots» mit Hilfe eines Expertensystems, Bewertung verschiedener Risikogrößen für ein vorgegebenes Unfallszenario. Der Einbezug von Indikatoren, beispielsweise die Steilheit des ausgewählten Transportweges, Anzahl der Kurven, Bevölkerungsdichte, Landausnutzung und Gegenwart hochsensibler Ökosysteme, kann für die Gesellschaft ein tieferes Verständnis und gegebenenfalls auch Akzeptanz eines Risikos bedeuten. Eine vollständige Berücksichtigung von Kosten und Nutzen würde weiter in Richtung einer

### DSS im praktischen Einsatz

Die KOVERS-DSS werden zurzeit im Rahmen einer Fallstudie eingesetzt, in der es um «Stakeholder-Prozesse» (Entscheidungsträger aus Wirtschaft und Behörden) für eine integrierte Risikobeurteilung für den Transport gefährlicher Güter in der Schweiz geht.

Die Ziele dieser Studie sind:

- eine de minimis Beurteilung einer virtuellen, gefährlichen Frachtmmission als Teil einer Planungsphase durchzuführen, mit dem Ziel, die unterwegs (durch ungeplantes Entweichen der Substanz aus ihrem Behälter) für die Umwelt und die Bevölkerung entstehenden Risiken zu minimieren;
- die Funktionalität und praktische Verwendbarkeit des KOVERS-DSS zu testen.

Die Studie beginnt mit der Definition der Frachtmmission: Transport einer Ladung Vinylchlorid (28 000 kg) zwischen Basel Pratteln und dem Ziel Zürich Güterbahnhof.

Eine Reihe von Fragen bezüglich der Risiken beim Transport wird dabei aufgeworfen:

- Wie gefährlich ist die Substanz, die man transportiert?
- Wie bedroht sind Land und Bevölkerung entlang der Transportroute?
- Welche Strecke eignet sich am besten (unter Berücksichtigung möglichst vieler Kriterien)?
- Was verdient auf der Strecke besondere Aufmerksamkeit, basierend auf potenziellen Verlustwahrscheinlichkeiten und virtuellen Konsequenzen («Hot Spots»)?
- Was wären die Konsequenzen in einem «Worst-Case Szenario» bezogen auf Behördenreaktionen und Kosten?
- Welche zusätzliche Risiken sollten berücksichtigt werden?
- Wie kann der Fahrer besser vorbereitet werden, um den Transport möglichst sicher durchzuführen?

Kontaktperson:

Adrian V. Gheorghe

www.kovers.ethz.ch

E-Mail:

adrian.gheorghe@switzerland.org

Bewertung der Akzeptierbarkeit verschiedener Transportoptionen führen.

### Unfallsequenzanalyse: Entgleisung und Zusammenstoss

Die Praxis der Risikoeinschätzung für den Transport gefährlicher Güter mit der Bahn beruht bis heute auf einer aus der Statistik abgeleiteten Häufigkeit potenzieller Unfälle mit unterschiedlichen Konsequenzen für Bevölkerung und Umwelt. Andererseits können Risikoeinschätzungen, die auf Szenarien basieren, zusammen mit einer Abschätzung der Unfallhäufigkeit, Einblicke in die Ursachen und Entwicklungen des Unfalles geben und Möglichkeiten, diese zu verhindern.

Eine andere Methode, neben einer simplen Routeneinschätzung aufgrund von Unfallhäufigkeiten, basiert auf dem Konzept der Hot Spots.

Sie sind definiert als Stellen in einer Region mit einer hohen Unfallwahrscheinlichkeit und hohen Expositionsfolgen. Die Relevanz für Risikoanalysen dieser verteilten Spots für Transportrouten besteht in ihrer Identifikation und darin, dass das Risiko in ihnen berechnet wird. Das KOVERS-DSS umfasst hierfür Module, die folgende Modelle beinhalten:

- Entgleisungen (quantitativ),
- Kollision mit festen Strukturen, zum Beispiel Brücken, Tunnels oder mit einem anderen Zug,
- Kollision eines Wagens während des Rangierens.

### Der Tunnel als Hot Spot

Eine Bewertung der Transporte gefährlicher Güter, die nur auf dem Risiko ausserhalb der Tunnels basiert, wäre unvollständig, da das Risiko des ganzen Transportablaufes von diesem Hot Spot stark beeinflusst werden kann.

Das «Tunnel Fires Modul» des KOVERS-DSS implementiert ein Modell zur Charakterisierung eines Brandes, wobei der Begriff der kritischen Geschwindigkeit von

Entlüftungssystemen von besonderer Bedeutung ist. Das heisst: Wenn die Entlüftungsgeschwindigkeit so gewählt ist, dass sie der Tunnelgeometrie und der Temperaturhöhe entspricht, dann kann die Feuerfront in der unmittelbaren Nachbarschaft der Quelle gehemmt werden.

Das Unfallrisiko als Funktion der Fluchtzeit für die Personen, die sich im Tunnel befinden und der Hitze ausgesetzt sind, wird in EXPECTED FATALITIES ausgedrückt. Das Todesfallrisiko (Fatality Risk) der Personen, die den Brandgasen ausgesetzt sind, wird als Funktion der Fluchtzeit angegeben (Abb.3).

### Stakeholders und der Gebrauch von DSS im Risikomanagement

Moderne Entscheidungsprozesse verlangen eine multikriterielle Entscheidungsanalyse, um Konsequenzen bestimmter Entscheidungen und Handlungen im Voraus abschätzen zu können. Abbildung 4 zeigt zum Beispiel die Konsequenzen eines Unfalls in der Umgebung eines Gewässers. Neuere Arbeiten im Bereich des Risikomanagements, und insbesondere die Arbeiten über den Transport gefährlicher Güter, unterstützen die vorliegende Methode, obwohl Stakeholders noch zögern, dieses Instrumentarium zu benützen. Zurzeit wird an einer Fallstudie gearbeitet, die sich mit Risikoeinschätzungen für den Transport von Vinylchlorid auf virtuellen Routen durch die Schweiz (zwischen Basel und Zürich) beschäftigt. Die Stakeholders wirken in den verschiedenen Phasen des Gebrauchs von Entscheidungshilfeeinstrumenten und der Risikoeinschätzung mit. Die Interaktion zwischen Modellwelt und Stakeholders auf zu meist methodisch einfachere Art und Weise ist inzwischen eine fast alltägliche Vorgehensweise.

*Übersetzung aus dem Englischen von Vanja Cucak*



# Risikodialog im Internet

**Das immer breiter und komplexer werdende Spektrum moderner Gefahren und Risiken bringt für die sicherheitspolitische Forschung zusätzliche Herausforderungen und einen erhöhten Erklärungs- und Handlungsbedarf mit sich. Das «Comprehensive Risk Analysis and Management Network» (CRN) stellt einen zukunftsgerichteten Versuch dar, per Internet der Mehrdimensionalität moderner Bedrohungen und Verletzlichkeiten gerecht zu werden.**

VON KURT R. SPILLMANN  
UND JAN METZGER

Was bedeutet «Risiko» für eine moderne Gesellschaft? Sind die Staaten im 21. Jahrhundert verwundbarer als früher? Und wenn ja, wieso? Wie lassen sich verschiedene Risiken miteinander vergleichen? Wie sieht die zukünftige Rolle des Staates im Bereich der sicherheitspolitischen Gefahrenabwehr aus? Es ist nicht leicht, auf diese Fragen befriedigende Antworten zu geben. Trotzdem lassen sich die gegenwärtigen Gefahren- und Risikotrends auf verschiedene, zugegebenermassen selektive Weisen charakterisieren.

## Gefahren- und Risikotrends

Erstens lässt sich ein Trend von eindimensionalen zu mehrdimensionalen Bedrohungsformen und Verletzlichkeiten feststellen. Das Gefahrenspektrum wird nicht mehr durch eine einzelne Bedrohung dominiert – wie dies

während der Zeit des Kalten Krieges weitgehend der Fall war. Die mehrdimensionale Bedrohungssituation hat zur Folge, dass die Frage der Prioritätensetzung für die politischen Entscheidungsträger als sicherheitspolitische Akteure zunehmend schwieriger zu beantworten ist.

Zweitens gibt es nicht nur mannigfaltigere und weniger eindeutig zu priorisierende Gefahren, sondern auch eine Schwereverlagerung von territorialen hin zu funktionalen Bedrohungsformen und Verletzlichkeiten – gleichsam vom physischen hin zum digitalen Schlachtfeld. Vor diesem Hintergrund des Wandels vom Kalten Krieg zum «heissen Frieden» ist es erstaunlich, dass der Bereich «Information Warfare» innerhalb der schweizerischen Verteidigungsanstrengungen nach wie vor ein vergleichsweise kümmerliches Dasein fristet.

Mit diesem Punkt verbunden ist drittens der geografische Trend von nationalen zu transnationalen Gefahren. Entsprechend kann auch die Abwehr der heute wirklich relevanten Bedrohungen kaum mehr im nationalen Alleingang erfolgreich bewältigt werden. Selbst den Vereinigten Staaten von Amerika werden trotz intensivster Bemühungen im Bereich «Critical Infrastructure Protection» immer wieder die Grenzen autonom-nationaler Einflussmöglichkeiten aufgezeigt.

Viertens verändern sich mit dem Wandel von der Industrie zur Wissensgesellschaft nicht nur die Bedrohungen an sich, sondern auch die Akteure, von denen diese potenziell ausgehen. Hier gibt es einen Trend von staatlich-zentralen hin zu dezentral-individualisierten, substaatlichen Risikopotenzialen festzuhalten. Ob ein Cyberhacker aus einem terroristischen, einem extremistischen oder einem kriminellen Antrieb

handelt, ist weniger entscheidend als der Umstand, dass er uns als einzelnes Individuum dort treffen kann, wo es wirklich weh tut. Die Bedrohung der Industriegesellschaft des 20. Jahrhunderts, beispielsweise durch Chemie- und Biologiewaffen-Terroristen, setzte Staaten oder extremistische Gruppen mit den entsprechenden umfangreichen finanziellen, personellen und logistischen Ressourcen als Akteure voraus. Der Terrorist in der Wissensgesellschaft ist demgegenüber ein hoch leistungsfähiger Einzeltäter.

Mit dieser Individualisierung einher geht fünftens, dass die Verletzlichkeit der kritischen Infrastrukturen moderner Staaten in den letzten Jahren ungemein zugenommen hat und wohl auch weiterhin zunehmen wird – nicht zuletzt durch zahlreiche Privatisierungen im Kommunikations- und Informationstechnologiebereich sowie die gängigen offenen Systemarchitekturen. Der Einzelne kann nicht nur mehr Schaden anrichten; wir als Gesellschaft und der Staat als traditioneller Garant nationaler Sicherheit können immer weniger feststellen, wo und von wem wir bedroht respektive bereits getroffen sind. Die nicht linear ablaufenden Angriffe können nur schlecht an ihren Ursprungspunkt zurückverfolgt werden.

Die Risikotrends sind damit nicht erschöpfend aufgezählt. Sie sind aber real – und das ist nur der Anfang einer sich abzeichnenden Entwicklung. Ein flüchtiger Blick in die Zukunft zeigt, dass im Bereich der Robotik oder auch der Nano- und Gentechnologie noch einiges auf uns zukommen wird.

## Fragen und Folgen für die Sicherheitspolitik

Welche Auswirkungen haben diese Veränderungen auf die wissenschaftliche Disziplin der Sicherheitspolitik und Konfliktfor-

Dr. Kurt R. Spillmann ist Leiter der Forschungsstelle für Sicherheitspolitik und Konfliktanalyse an der ETH und Titularprofessor für Neuere Allgemeine Geschichte an der Universität Zürich. Dr. Jan Metzger ist als Senior Researcher verantwortlich für das Projekt CRN an der Forschungsstelle.

schung? Aus ihrer Sicht wird eine ganze Palette von traditionellen Begriffen und Konzepten inhaltlich zunehmend in Frage gestellt – insbesondere die Differenzierung zwischen nationaler und internationaler sowie zwischen innerer und äusserer Sicherheit.

Weil vertraute Konzepte an Gültigkeit einbüßen, wird die Durchführung bedrohungsge-rechter sicherheitspolitischer Ver-wundbarkeitsanalysen zugleich notwendiger, aber auch ungemein komplexer. Wer soll sie in Angriff nehmen? Der Staat? Die traditionellen vertikaldepartemental integrierten Garanten öffentlicher Sicherheit haben grösste Mühe, die horizontal-bereichsübergreifenden Bedrohungsformen in zeit-gerechter Weise überhaupt wahr-zunehmen, geschweige denn dar-auf reagieren zu können. Und die Privaten? Auch ihnen mangelt es zur erfolgreichen Behauptung an der digitalen Frontlinie oftmals an Know-how und strukturell-über-greifenden Kooperationsmecha-nismen. In jedem Fall gilt es bei einer Diskussion der zukünftigen Rolle des Staates in der Sicher-heitspolitik immer auch dem Ver-hältnis zwischen öffentlicher Si-cherheit und individueller Freiheit die gebührende Beachtung zu schenken.

#### **Virtuelles Netzwerk als Antwort**

Das Internet hat ein Janus-Ge-sicht mit einer guten und einer schlechten Seite. Bis anhin wurde vor allem über die Gefahren ge-sprochen. Aber so wie jedes Risi-ko zugleich eine Chance darstellt, bietet sich gerade das Internet als künftiges Medium des sicher-heitspolitisch-interdisziplinären Risiko-, Bedrohungs- und Gefah-rendialoges an. An diese Vorstel-lung knüpft das «Comprehensive Risk Analysis and Management Network» (CRN) an, welches sich derzeit an der Forschungs-stelle für Sicherheitspolitik und Konfliktanalyse der ETH Zürich im Aufbau befindet. Methodisch und inhaltlich steht es in der Nachfolge des Projekts «Umfas-

sende Risikoanalyse Schweiz», in welchem seit 1993 ein systemati-scher Dialog über die Erfassung und Bewertung existenzieller Ri-siken für die Schweiz durchge-führt wurde.

Unter der Leitung und Koor-dination der Zentralstelle für Ge-samtverteidigung (ZGV) waren neben Vertretern aller interessier-ten Bundesstellen auch Experten aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft am Projekt beteiligt. Im Herbst 1999 beschloss das De-partement für Verteidigung, Be-völkerungsschutz und Sport (VBS) das Projekt Risikoanalyse zu akademisieren sowie zu inter-nationalisieren (dies im Sinne des Leitspruches des sicherheitspoliti-schen Berichtes 2000 «Sicherheit durch Kooperation»). Zu diesem Zweck wurde das Projekt der For-schungsstelle für Sicherheitspoli-tik und Konfliktanalyse der ETH Zürich übertragen.

Angesichts des verbreiteten Gefahrenspektrums moderner Gesellschaften gilt es, Ressourcen von Universität und ETH (bei-spielsweise das «World Institute for Disaster Risk Management» [DRM] des ETH-Rates) zur Be-wältigung sowohl naturbeding-ter, technischer, machtpolitischer als auch zivilisatorischer Risiken auf einer elektronischen Platt-form zu bündeln. Neben zahlrei-chen Bundesstellen sind verschie-dene internationale Partner invol-viert, insbesondere die Schwedi-sche «Agency for Civil Emergen-cy Planning» (ÖCB). Auch Part-nerschaften mit privaten Institu-tionen werden angestrebt.

#### **Interdisziplinärer Risikodialog**

Der Aufbau des CRN wird bis jetzt vollumfänglich durch das VBS als Bestandteil des schwei-zerischen Engagements in der «Partnership for Peace»-Initiative der NATO finanziert – dies eben-so wie das «International Relati-ons and Security Network» (ISN), auf dem es vor allem technisch, teilweise aber auch inhaltlich ba-siert. Das ISN wird zusammen mit dem «Information Management

System for Mine Action» (IMS-MA) als elektronischer Informa-tionsdienst von der Forschungs-stelle für Sicherheitspolitik und Konfliktanalyse entwickelt und betrieben. Die Forschungsstelle wiederum bildet seit 1997 zu-sammen mit den Professuren für Internationale Beziehungen von ETH und Universität das Zen-trum für Internationale Studien (CIS).

Das ISN hat sich mit 300 000 bis 400 000 Hits pro Woche als einer der führenden Informati-onsdienste im Bereich Sicher-heitspolitik im Internet etabliert. In Kooperation mit über 40 Part-nerinstitutionen verbindet das ISN Vertreter aus Regierung, aka-demischen und militärischen Ein-richtungen, Presse und Nichtreg-ierungsorganisationen (NGOs) durch eine Reihe von hauptsäch-lich internetbasierten Diensten. Ziel und erklärte Aufgabe des ISN ist es, den breit verstandenen sicherheitspolitischen Dialog in Europa zu fördern und zu pflegen.

Das CRN stellt inhaltlich eine Ergänzung des ISN dar, indem es auf den interdisziplinären Risiko-dialog ausgerichtet ist. Angesichts des verbreiteten Gefahrenspek-trums moderner Gesellschaften gilt es, bestehende methodische Konzepte und Vorgehensweisen zur Bewältigung sowohl naturbe-dingter als auch zivilisatorischer Katastrophen und Bedrohungen auf einem Informationsportal zu-sammenzufassen und interessier-ten Kreisen nutzbar zu machen. Die Struktur des Portals ist so aus-gelegt, dass sowohl risikospezifi-sche als auch interdisziplinäre In-halte aus Lehre, Forschung, Ent-wicklung, Training und Ausbil-dung Platz finden.

Im Rahmen des vierten «In-ternational Security Forum» vom 15. bis 17. November 2000 in Genf wird ein Homepage-Proto-tyt des CRN online geschaltet und das Projekt dadurch erstma-lig einer breiteren Öffentlichkeit vorgestellt.

# Sicherheit im Cyberspace

**Information ist alles in der Informationsgesellschaft: Überall sofort verfügbar, aber auch leicht zu manipulieren oder spurlos zu vernichten. Je mehr Bereiche von den Informationstechnologien abhängen, desto effizienter, aber auch desto verwundbarer wird die Informationsgesellschaft. Damit wird die Kryptographie zu einer grundlegenden Sicherheitstechnologie.**

VON RETO KOHLAS UND  
UELI MAURER

Informationstechnologien durchdringen unser tägliches Leben mehr und mehr. Sie sind die treibende Kraft einer grundlegenden gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und politischen Entwicklung, die zur Informationsgesellschaft führen wird. Information wird zur bestimmenden Ressource, die effiziente Verarbeitung und Verteilung, der Besitz und der Schutz von Information zum erfolgsentscheidenden Wirtschaftsfaktor. Information unterscheidet sich von konventionellen Ressourcen durch die Möglichkeit, sie in kürzester Zeit beliebig oft zu vervielfältigen, sie mit Lichtgeschwindigkeit zu übertragen und sie zu vernichten, ohne Spuren zu hinterlassen.

## Informationssicherheit

Von der Entwicklung zur Informationsgesellschaft sehen wir heute erst den Anfang, und wo sie hinführt, ist schwierig abzuschätzen. Sicher scheint, dass diese Entwicklung grosse Auswirkungen auf die globale Gesellschaft haben wird, ob wir dies wollen oder nicht. Es stehen noch beträchtli-

che Hindernisse im Weg, mit denen sich die Politik, die Ethik, die Wirtschaft und die Forschung befassen muss. Dazu gehören insbesondere die Verwundbarkeit der Informationsgesellschaft, Aspekte des Datenschutzes (das viel diskutierte Privacy-Problem), die Kontrolle der enormen Komplexität der Systeme, die Benutzbarkeit für alle Menschen und die Anpassung des traditionell schwerfälligen Rechtssystems. Die Informationstechnologien werden wegen ihres gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Veränderungspotenzials voraussichtlich zu ähnlichen Grundsatzdiskussionen führen wie zuvor die Nuklear- und zur Zeit die Gentechnologie.

Mit zunehmender Digitalisierung wächst das Risiko, dass durch Ausfall oder Fehlfunktion eines oder mehrerer Informationssysteme Schaden entsteht. Die Komplexität der Systeme macht es zunehmend schwierig, Risikofaktoren für Fehlverhalten zu identifizieren und deren Gefahrenpotenziale abzuschätzen.

## Informationsrisiken

Grundsätzlich lässt sich unterscheiden zwischen Risiken, die unbeabsichtigt entstehen (durch Einflüsse der Umgebung wie Stromausfall oder Brand, fehlerhafte Soft- oder Hardware oder Bedienungsfehler), und Risiken, die auf einer Absicht beruhen. Angriffe können von Hackern, Kriminellen, Wirtschaftsspionen, Geheimdiensten und anderen unternommen werden, zum Beispiel mit dem Ziel, Zugang zu geheimer Information zu erlangen, Information zu verändern oder zu löschen oder ein System zu sabotieren. Der Angreifer versucht dabei, den schwächsten Punkt eines Systems auszunutzen. Verschiedene aufsehenerregende Ereignisse haben in letzter Zeit das Schadenspotenzial von Attacken gegen Informationssysteme auf-

gezeigt. Der «I love you»-Virus zum Beispiel, der sich in kürzester Zeit in Mailservern in der ganzen Welt festsetzte, verursachte einen Schaden in zweistelliger Milliardenhöhe. Ein anderes Beispiel sind Denial-of-Service-Attacken, welche die Webserver bekannter Internetfirmen wie Yahoo und Amazon.com lahm gelegt haben.

Das Internet muss als völlig unsicher betrachtet werden. Hacker können relativ einfach eine Kommunikation abhören, falsche Daten einspeisen oder Systeme für eine gewisse Zeit lahm legen. Offensichtliche Sicherheitsanforderungen sind deshalb die Geheimhaltung, die Authentizität und die Verfügbarkeit von Information. Darüber hinaus gibt es aber viel komplexere Aspekte der Informationssicherheit, die man zum Teil erst mit der technologischen Entwicklung und dem Aufkommen von neuen Anwendungen erkennen wird. Als einfaches Beispiel sei die Beweisbarkeit digitaler Transaktionen erwähnt, was beispielsweise bei einem digital abgeschlossenen Vertrag von Bedeutung ist.

Das Thema Informationssicherheit fasziniert durch seine Vielschichtigkeit: nebst technischen spielen organisatorische, wirtschaftliche, benutzerbezogene und rechtliche Aspekte eine Rolle. Wichtige Technologien sind biometrische Verfahren und physische Schutzmechanismen im Mikrobereich (beispielsweise Smart Cards) wie im Makrobereich (zum Beispiel Gebäudesicherheit). Eine Schlüsseltechnologie ist die Kryptographie.

## Unterschriften, Geld und Wahlen digital

Die Kryptographie ist eine Wissenschaft, die sich mit mathematischen und algorithmischen Aspekten der Informationssicherheit befasst. Bis zur Mitte dieses Jahrhunderts war die Kryptogra-

Reto Kohlas ist Assistent am Institut für Theoretische Informatik der ETH Zürich. Dr. Ueli Maurer ist Professor für Informatik an der ETH Zürich.

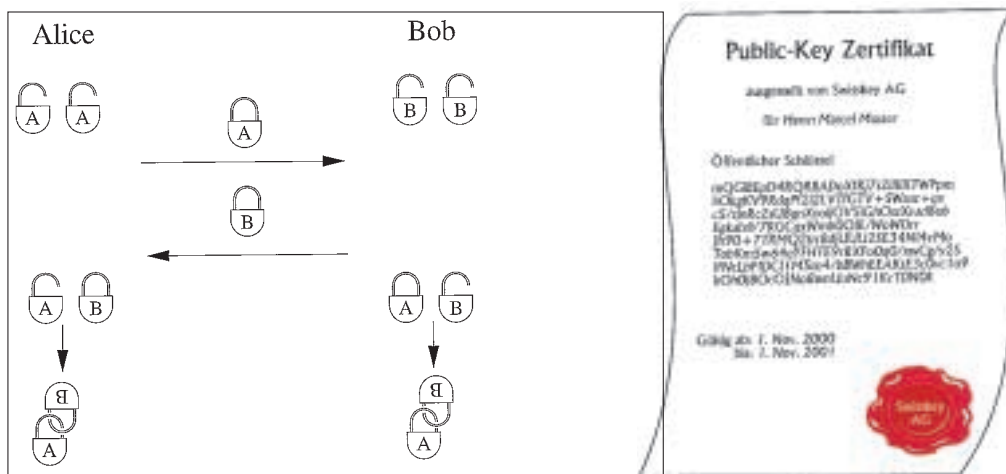


Abbildung 2:  
Beispiel  
eines  
Public-Key-  
Zertifikats

Abbildung 1:

### Mechanisches Analogon des Diffie-Hellmann-Protokolls

Das Ziel des Diffie-Hellman-Protokolls ist die Erzeugung eines geheimen Schlüssels durch zwei Kommunikationspartner Alice und Bob, die zu Beginn keine gemeinsame geheime Information besitzen und lediglich über einen vom Gegner abgehörten Kanal verbunden sind. In der Abbildung entspricht dem geheimen Schlüssel das Paar ineinander verschlossener Vorhängeschlösser. Der Schlüssel ist geheim, weil der Gegner nur die beiden verschlossenen Schlösser zu sehen bekommt und deshalb nicht die ineinander verschlossene Konfiguration erzeugen kann.

Das Vorhängeschloss symbolisiert eine so genannte Einwegfunktion, also eine Funktion  $f$ , die für ein gegebenes Argument  $x$  einfach zu berechnen ist ( $f(x)$  aus  $x$  zu berechnen, entspricht dem Schliessen des Schlosses). Das Invertieren dieser Funktion (entspricht dem Öffnen des Schlosses) ist hingegen in der Praxis unmöglich. (Das Invertieren einer Funktion  $f$  bedeutet, für einen gegebenen Wert  $y$  einen Wert  $x$  mit  $y=f(x)$  zu finden.)

Alice und Bob wählen je zufällig einen Wert  $x_A$  resp.  $x_B$  (d. h. ein Schloss in geöffnetem Zustand) und berechnen daraus den Wert  $f(x_A)$  resp.  $f(x_B)$  (d. h. das Schloss im geschlossenen Zustand). Diese Werte werden über den unsicheren Kanal ausgetauscht. Anschliessend können Alice wie auch Bob die Konfiguration der ineinander verschlossenen Schlösser unter Verwendung des jeweiligen offenen Schlosses einfach erzeugen.

phie aber weniger eine Wissenschaft, sondern mehr eine Sammlung von Techniken für den Entwurf und das Brechen von Chiffrierverfahren, die fast ausschliesslich im militärischen Bereich Anwendung fanden. Heute wird die Kryptographie als mathematische Wissenschaft betrieben und ist von zentraler Bedeutung für die weitere Entwicklung der Informationstechnologie.

Ein aktuelles Thema mit unmittelbarer praktischer Bedeutung sind digitale Unterschriftenverfahren. Digitale Unterschriften sind das digitale Analogon der herkömmlichen Unterschrift. Jemand kann ein digitales Dokument so unterschreiben, dass jedermann (beispielsweise ein Richter) die Unterschrift verifizieren kann, aber niemand die Unterschrift fälschen oder von einem Dokument auf ein anderes übertragen kann.

Mit digitalem Geld kann man die Funktionalität des Papiergeldes nachbilden, insbesondere die Unfälschbarkeit des Geldes und die Anonymität des Zahlungsvorgangs. Diese Unfälschbarkeit schliesst mit ein, das mehrfache Ausgeben einer digitalen Münze zu verhindern. Die Anonymität ist für den Datenschutz wichtig, wobei aber gleichzeitig Geldwäsche, Steuerhinterziehung und andere Formen der Kriminalität verhindert werden müssen.

So genannte Zero-Knowledge-Beweisverfahren erlauben,

die Kenntnis eines bestimmten Geheimnisses zu beweisen, ohne jegliche Information darüber preiszugeben. Eine Anwendung ist, dass ein Benutzer die Kenntnis eines Passwortes gegenüber einem System beweisen und sich somit ausweisen kann, ohne dem möglicherweise nicht vertrauenswürdigen System das Passwort zu zeigen, ja sogar ohne darüber irgendwelche Information wegzugeben.

Eine weitere Thematik sind Methoden zur sicheren Berechnung einer Funktion der Inputs mehrerer Parteien, so dass am Schluss nur das Resultat bekannt wird, aber alle Inputs der Parteien geheim bleiben, und zwar selbst dann, wenn ein Teil der Parteien eine beliebige gemeinsame Betrugsstrategie anwendet. Hoch aktuell sind digitale Abstimmungen, bei denen das Wahlergebnis unverfälschbar berechnet werden soll, während die einzelnen Stimmen geheim bleiben.

### Public-Key-Kryptographie

Die beschriebene Entwicklung der Kryptographie wurde ermöglicht durch eine sensationelle Erfindung, die Entdeckung der so genannten Public-Key-Kryptographie durch Diffie und Hellmann Mitte der Siebzigerjahre. Ohne diese geniale Entdeckung wären moderne Sicherheitsanwendungen im Internet undenkbar.

Bei der Anwendung der Public-Key-Kryptographie generiert

sich jede kommunizierende Person ein Public-Key-Paar, bestehend aus einem privaten und einem öffentlichen Schlüssel (deshalb der Begriff Public-Key-Kryptographie oder asymmetrische Kryptographie). Praktisch kann man sich diese beiden Schlüssel als grosse Zahlen vorstellen. Der private Schlüssel wird von jedem Benutzer geheim gehalten und beispielsweise auf einer Smartcard gespeichert, der öffentliche Schlüssel wird, wie der Name sagt, publiziert, in einem Directory Service und/oder auf einem Webserver. Ein Public-Key-Verschlüsselungssystem ist dadurch charakterisiert, dass man zwar mit Kenntnis des öffentlichen Schlüssels eine Nachricht verschlüsseln, aber nur mit dem privaten Schlüssel wieder entschlüsseln kann. Ein digitales Signaturverfahren, wie schon weiter oben erwähnt, erlaubt einem Benutzer, eine Nachricht mit seinem privaten Schlüssel zu signieren. Eine solche Signatur kann mit dem entsprechenden öffentlichen Schlüssel überprüft werden. Da nur die Kenntnis des privaten Schlüssels das Signieren erlaubt, kann eine digitale Signatur Beweiskraft besitzen.

Das Public-Key-Verfahren von Diffie und Hellmann basiert wie alle heute breit verwendeten Public-Key-Verfahren auf algebraischen und zahlentheoretischen Konzepten. Das Verfahren wird in Abbildung 1 abstrakt anhand von Schlössern erklärt, ohne auf die zum präzisen Verständnis notwendige Mathematik einzugehen.

### Public-Key-Infrastrukturen

Die sichere Anwendung der Public-Key-Kryptographie bedingt, dass die verwendeten öffentlichen Schlüssel authentisch sind. Möchte zum Beispiel eine Kundin Alice eine Tele-Banking-Transaktion verschlüsseln an eine Bank senden, so muss sie sicher sein, den öffentlichen Schlüssel der Bank zu verwenden. Gelingt es einem Gegner, seinen eigenen Schlüssel als denjenigen der Bank auszugeben

(zum Beispiel durch eine gefälschte Antwort auf die Anfrage des Kunden an einen Schlüsselserver), so könnte er die Nachricht an Stelle der Bank lesen. Enthält die Nachricht den Sicherheitscode des Kunden, so ist anschliessend ein Betrug für den Gegner einfach.

Im Kontext des Internets muss man oft öffentliche Schlüssel von Benutzern oder Organisationen verwenden, die man vorher nie getroffen hat. Um sicherzustellen, dass ein öffentlicher Schlüssel echt ist, kann man so genannte Public-Key-Zertifikate verwenden. Ein Public-Key-Zertifikat ist eine digital unterschriebene Bescheinigung für die Authentizität eines bestimmten Schlüssels zu einer bestimmten Person. Dies ist vergleichbar mit einem Reisepass, in welchem die Bindung zwischen gewissen Personalien und einem Foto bezeugt wird. Zweck einer so genannten Public-Key-Infrastruktur (PKI) ist die Herausgabe, Verwaltung, Verteilung und Annullierung von Public-Key-Zertifikaten.

Ein Public-Key-Zertifikat ist genau dann Evidenz für die Authentizität des zertifizierten Schlüssels, wenn erstens der öffentliche Schlüssel der Zertifizierungsinstanz authentisch bekannt ist und wenn zweitens die Instanz vertrauenswürdig ist. Wenn man den öffentlichen Schlüssel der Zertifizierungsinstanz nicht schon besitzt, so stellt sich also das neue Problem, diesen Schlüssel zu erhalten und zu authentisieren. Dies geschieht in der Regel wiederum anhand eines Zertifikates, das von einer noch höheren Zertifizierungsinstanz ausgestellt ist. Dadurch entstehen ganze Pfade von Zertifikaten. Um einen solchen Pfad verwenden zu können, muss man erstens den öffentlichen Schlüssel der ersten Zertifizierungsinstanz authentisch besitzen (zum Beispiel fest im Browser codiert haben) und zweitens allen Zertifizierungsinstanzen auf dem Pfad vertrauen. Aus diesem und anderen Gründen ist Vertrauen

eine grundlegende Ressource in der Informationssicherheit. Der Aufbau vertrauenswürdiger Instanzen (so genannter Trusted Third Parties) ist ein interessantes Forschungsgebiet und ein attraktives Geschäftsfeld innerhalb des e-Commerce.

Obwohl ein intuitives Verständnis für die Bedeutung und Benutzung von Public-Key-Infrastrukturen vorhanden ist, gibt es einige Unklarheiten und Zweideutigkeiten. So ist es nicht klar, was eine Zertifizierungsinstanz mit dem Zertifikat bezeugt. Es ist ein Unterschied, ob ein Benutzer einen bestimmten öffentlichen Schlüssel als seinen eigenen deklariert hat, ob er auch bewiesen hat, dass er den privaten Schlüssel tatsächlich kennt, oder ob er sich sogar in einem rechtlich bindenden Sinn verpflichtet hat, digitale Signaturen als gleichbedeutend mit seiner eigenen Unterschrift zu akzeptieren. Ein aktuelles Forschungsprojekt der Autoren hat zum Ziel, die im Kontext der Public-Key-Infrastrukturen atomaren Evidenzstücke und Schlussfolgerungen in logischen Regeln formal zu beschreiben.

### Forschungsinformation

Die Forschungsgruppe für Informationssicherheit und Kryptographie im Departement für Informatik befasst sich mit einem breiten Spektrum von theoretischen und angewandten Fragestellungen der Kryptographie, insbesondere mit den Themen Public-Key-Kryptographie, digitale Signaturen, Public-Key-Infrastrukturen, digitale Zahlungssysteme, sichere digitale Wahlverfahren, Sicherheit in verteilten Systemen und speziell mit dem Thema der mathematisch beweisbaren Sicherheit.

Kontakt: Prof. U. Maurer,  
E-Mail: maurer@inf.ethz.ch  
Web: <http://www.inf.ethz.ch/departement/TL/um/index.html>

# Auf dem Weg zur Therapie von Prionen-Krankheiten

**Eine tödliche Erkrankung, die neue Variante der Creutzfeldt-Jakob-Krankheit, hat über 85 vorwiegend junge Patienten in Grossbritannien und Anrainerstaaten befallen. Sie wird mit dem Rinderwahnsinn in Zusammenhang gebracht. Verdrehte Eiweisskörper, so genannte Prionen, gelten als Auslöser beider Krankheiten. Wie die krankmachenden Eiweisse ins Gehirn gelangen und wie sie dort Schäden anrichten, ist noch immer recht unklar. Ohne dieses Wissen ist aber keine Therapie möglich.**

VON ADRIANO AGUZZI

Gedächtnisverlust, Bewegungsstörungen und schwammartige, so genannt spongiforme Veränderungen des Gehirns sind die charakteristischen Merkmale von Krankheiten, die unter dem Begriff TSE (Transmissible Spongiforme Enzephalopathien) zusammengefasst werden. Neben Erkrankungen des Menschen wie der Creutzfeldt-Jakob-Krankheit (CJK) und dem Gerstmann-Sträussler-Scheinker-Syndrom gehören dazu auch die Traberkrankheit (Scrapie) bei Schafen und Ziegen sowie der Rinderwahnsinn, auch BSE (bovine spongiform encephalopathy) genannt. Während Scrapie seit mehr als 200 Jahren bekannt ist, stellt BSE eine neue Form der TSE dar, die 1986 in Grossbritannien zum ersten Mal aufgetaucht ist und sich seither epidemieartig ausgebreitet hat. Obwohl Scrapie in der Schweiz eine Seltenheit darstellt, sind hierzulande bereits über 300 Rinder an BSE erkrankt: dies

macht die Schweiz nach Grossbritannien und Irland zum Land mit der dritthöchsten BSE-Durchseuchung – vorausgesetzt, man schenkt den offiziellen Statistiken der EU-Staaten Glauben, welche bisweilen unrealistisch niedrige BSE-Zahlen angeben.

Eine neue Variante der CJK (vCJK), die bisher 76 jüngere Opfer in England und je eines in Frankreich und Irland gefordert hat, wird wahrscheinlich durch eine Infektion mit dem BSE-Erreger ausgelöst. Weil aus statistischer Sicht diese Zahlen noch recht klein sind, ist es schwer abzuschätzen, wie viele Menschen den Erreger gegenwärtig in sich tragen und wie viele davon tatsächlich erkranken werden. Zu sehr viel Optimismus verhilft die neueste statistische Entwicklung jedoch leider nicht, denn die Anzahl neu auftretender Fälle pro Quartal ist zurzeit unverkennbar im Anstieg begriffen.

## Erreger unvollständig geklärt

Die Natur des TSE-Erregers ist nach wie vor unvollständig geklärt. Fest steht, dass es sich beim Erreger nicht um ein herkömmliches Virus oder Bakterium handeln kann. Dies ergibt sich aus vielen Beobachtungen: zum einen sind alle Versuche, eine erregerspezifische Nukleinsäure als Träger der genetischen Information nachzuweisen, bisher gescheitert. Zudem zeigt der TSE-Erreger Eigenschaften, die ihn grundsätzlich von bisher bekannten Krankheitserregern unterscheidet. Aufgrund der ungewöhnlichen Eigenschaften des infektiösen Partikels formulierte Stanley Prusiner im Jahre 1982 die «Protein-only-Hypothese» und nannte den Erreger Prion, eine Wortspielerei aus den Vorsilben von «proteinaceous infectious agent».

Prusiners Hypothese besagt, dass das Prion ausschliesslich aus einer abnormen Form PrP<sup>Sc</sup> (PrP für Prion-Protein; Sc für Scrapie) eines normalen, vom Wirtsorganismus codierten Proteins PrP<sup>C</sup> (C für cellular) besteht. Weiter wurde postuliert, dass PrP<sup>Sc</sup> nach dem Eindringen in eine Wirtszelle die Verdrehung von körpereigenen PrP<sup>C</sup>-Molekülen zu PrP<sup>Sc</sup>-Molekülen auslösen kann: damit ist die Vermehrung der infektiösen Einheit sichergestellt. Diese Hypothese wurde 1998 mit dem Nobelpreis für Medizin ausgezeichnet: eine gut getroffene, wenn auch recht mutige Entscheidung des Preiskomitees, steht doch ein endgültiger Beweis noch aus.

## Vermehrung wird untersucht

Wie dieser Prozess der Prion-Protein-Vermehrung auf molekularer Ebene abläuft, ist Gegenstand intensiver Untersuchungen. Zwei mögliche Szenarien werden diskutiert: Prusiner postuliert das Heterodimer-Modell (Abbildung 1a, Seite 35), welches voraussagt, dass ein einziges PrP<sup>Sc</sup>-Molekül einer infektiösen Einheit gleicht. Von anderen Forschern wurde dagegen vorgeschlagen, erst Anhäufungen von PrP<sup>Sc</sup> würden eine Infektionseinheit bilden, wo sich weitere falsch gefaltete Moleküle anlagern und so wie Kristalle wachsen könnten (Abbildung 1b, Seite 35). Keines dieser Modelle konnte bisher direkt bewiesen werden.

Ein sehr aufregender Ansatz wurde vom amerikanischen Wissenschaftler Byron Caughey entworfen: im Reagenzglas wird PrP<sup>C</sup> in einen PrP<sup>Sc</sup>-ähnlichen Zustand überführt. Schönheitsfehler dieser viel versprechenden Methode ist allerdings, dass auch hier keine Vermehrung des Erregers

Dr. Adriano Aguzzi ist ordentlicher Professor für Neuropathologie an der Universität Zürich und Direktor des Instituts für Neuropathologie am Zürcher Universitätsspital.



dokumentiert werden kann. Kurt Wüthrich, Rudi Glockshuber und Kollegen von der ETH Zürich gelang die Aufklärung der räumlichen Anordnung der Atome des PrP<sup>C</sup> aus verschiedenen Tierspezies: dabei stellte sich eine verblüffende Ähnlichkeit zwischen den PrP<sup>C</sup>-Molekülen von Mensch und Rind heraus. Ein vergleichbarer Erfolg bezüglich der Struktur des PrP<sup>Sc</sup> ist jedoch noch nicht zu verzeichnen, denn die physikalischen Eigenschaften von PrP<sup>Sc</sup> haben bis jetzt seine Strukturanalyse verunmöglicht.

#### Die Spezies-Barriere

Die Reinigung von infektiösen Hamsterhirnextrakten führte 1985 zur Klonierung des Prion-Proteins durch Charles Weissmann und Mitarbeiter. PrP<sup>C</sup> ist mit einem Glykolipid an der Oberfläche von Nervenzellen, Gliazellen, Lymphozyten, so genannt follikulär-dendritischen Zellen und vermutlich weiteren Zelltypen verankert. Beide Formen von PrP besitzen dieselbe Aminosäuresequenz. Im Gegensatz zu PrP<sup>C</sup> ist PrP<sup>Sc</sup> relativ resistent gegenüber verdauenden Enzymen und verbindet sich leicht zu faserartigen Strukturen. PrP<sup>C</sup> unterscheidet sich von der krankmachenden Form durch seine räumliche Struktur. Dies führte zu der Hypothese, dass die Umwandlung von PrP<sup>C</sup> zu PrP<sup>Sc</sup> von einer Änderung der Struktur begleitet ist und dass dieser Vorgang die Prionen-Krankheiten auslöst.

Die experimentelle Übertragung von Prionen von einer Spezies auf eine andere ist häufig nicht möglich. So sind Mäuse kaum für Prionen empfänglich, die aus Gehirnen von infizierten Hamstern stammen. Dieses Phänomen bezeichnet man als Spezies-Barriere. Stanley Prusiner konnte jedoch zeigen, dass das Einschleusen eines Hamster-PrP-Gens in das Erbgut der Maus zur Anfälligkeit gegenüber Hamster-Prionen führt. In gleicher Weise wurde das menschliche PrP-Gen als Transgen in die Keimbahn der

Maus eingeschleust. Wie vermutet, werden diese transgenen Mäuse damit auch für menschliche Prionen empfänglich. Diese Beobachtungen lassen den Schluss zu, dass die genaue Reihenfolge der Aminosäuren im PrP<sup>C</sup>-Molekül wesentlich die Spezies-Barriere bestimmt.

#### Synthese unterbinden

Um die Rolle genauer zu untersuchen, die das Prion-Protein bei TSE spielt, hat die Arbeitsgruppe um Charles Weissmann das Prion-Gen der Maus inaktiviert. Die so gezüchteten PrP-Knockout-Mäuse (Prnp<sup>0/0</sup>) sind dadurch nicht mehr in der Lage, PrP<sup>C</sup> zu synthetisieren. Überraschenderweise zeigen diese Mäuse keine Entwicklungsstörungen, erreichen eine durchschnittliche Lebenserwartung und unterscheiden sich auch bezüglich ihres Verhaltens und ihrer Fertilität in keiner Weise von normalen Mäusen.

Diese Nager eröffneten nun die Möglichkeit, die Prion-Hypothese zu überprüfen. Falls sich diese Hypothese als richtig erweisen sollte, dürfte ein Organismus, der kein PrP<sup>C</sup> synthetisieren kann, den Erreger nicht vermehren können und wäre damit geschützt vor verdrehten Prionen. In der Tat erwiesen sich Prnp<sup>0/0</sup>-Mäuse als vollständig resistent gegen die Krankheit und waren unfähig, die krankmachenden Prionen zu vermehren. Mäuse mit einem intakten PrP-Gen (anstelle der normalen zwei Kopien) zeigten ebenfalls eine teilweise Resistenz gegenüber Prionen. Daraus kann abgeleitet werden, dass die Menge an exprimiertem PrP<sup>C</sup> direkt proportional ist zur Anfälligkeit für verdrehte Prionen. Dies ist eine besonders wichtige Entdeckung: ein möglicher Therapie-Ansatz könnte auf eine Verminderung der PrP-Produktion durch die Nervenzellen abzielen.

#### Programmierter Selbstmord

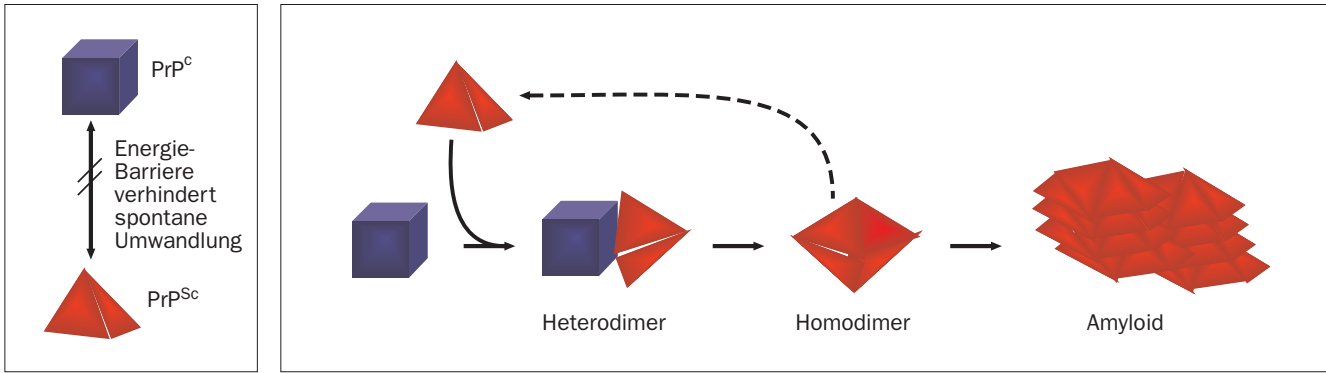
Obwohl sich der Erreger keineswegs nur im Gehirn befindet, sind die nachweisbaren Schäden auf

das Nervensystem beschränkt. Was sich bei dieser Zerstörung auf molekularer Ebene abspielt, wird erst teilweise verstanden. Sicher ist, dass die Nervenzellen an einer Art programmiertem Selbstmord sterben. Es wird angenommen, dass aus PrP<sup>Sc</sup> bestehende Ablagerungen für die zerebralen Läsionen verantwortlich sind. Andere Experimente deuten darauf hin, dass Zytokine genannte Botenstoffe, die in erhöhten Konzentrationen im Hirn von infizierten Mäusen nachgewiesen werden können, eine entscheidende Rolle in der Entstehung der Krankheit spielen. Ob es sich bei diesen Befunden um eine Ursache oder aber um Folgen der Schädigung handelt, ist unbekannt. Wie und weshalb Nervenzellen geschädigt werden, hat auch unser Labor über mehrere Jahre beschäftigt. In unseren Versuchen zeigte sich, dass die Anhäufung von PrP<sup>Sc</sup> nur diejenigen Nervenzellen schädigt, die PrP<sup>C</sup> auf ihrer Oberfläche tragen. Demnach vermuten wir, dass PrP<sup>C</sup> eine Art Rezeptor für die Hirnschädigung darstellt.

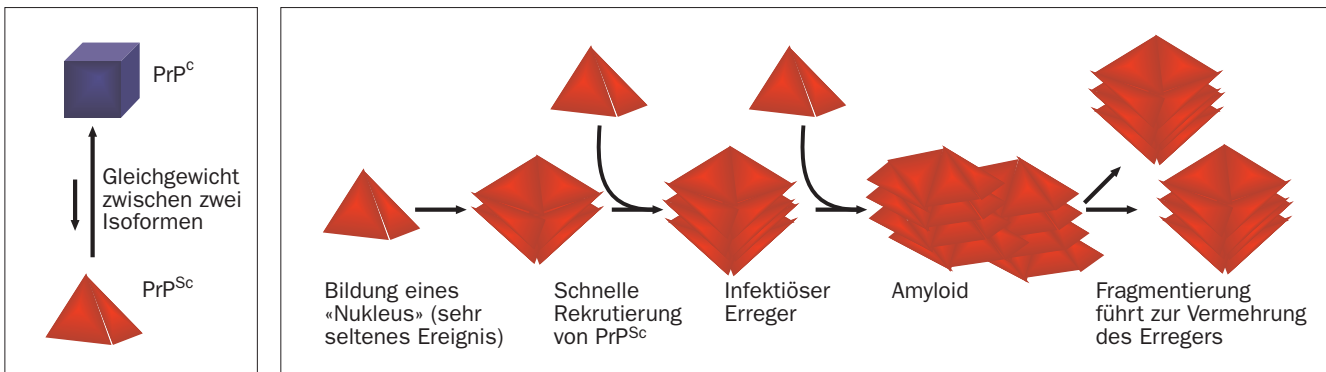
Welche Zellen in den einzelnen Phasen der Infektion eine Rolle spielen oder die Vermehrung von Prionen fördern, ist spekulativ. Die Expression von PrP<sup>C</sup> scheint aber notwendig zu sein, damit eine Zelle Prionen vermehren kann. Auch hier hat die transgene Technologie an der Maus zum besseren Verständnis der zellbiologischen Abläufe während der Prionen-Vermehrung beigetragen. Mit Hilfe von zellspezifischen Promotoren in transgenen und Prnp<sup>0/0</sup>-Mäusen konnte die Arbeitsgruppe um Bruce Chesebro Zellen im Zentralnervensystem identifizieren, die an der Vermehrung der Prionen beteiligt sind. Neuronen und Astrozyten scheinen demnach an der Vermehrung verdrehter Prionen im Gehirn beteiligt zu sein. Ob weitere Zelltypen eine Rolle spielen, ist noch unbekannt.

Offenbar bedarf es für die Ausbreitung von krankmachenden

«Refolding»-Modell nach Prusiner (Abbildung 1a)



«Seeding»-Modell nach Gajdusek, Lansbury (Abbildung 1b)



Zwei mögliche Szenarien für die Prion-Protein-Vermehrung: Prusiner postuliert, dass ein PrP<sup>Sc</sup>-Molekül einer infektiösen Einheit entspricht (Abbildung 1a). Gajdusek und Lansbury gehen dagegen davon aus, dass erst eine Anhäufung von PrP<sup>Sc</sup> eine Infektionseinheit bilden (Abbildung 1b).

den Prionen einer kontinuierlichen Kette von PrP<sup>C</sup>-exprimierenden Zellen. Dies konnten wir demonstrieren, indem wir Prnp<sup>0/0</sup>-Mäuse mit einem PrP-exprimierendem Hirntransplantat via Auge infiziert haben und keine pathologischen Veränderungen nachweisen konnten. In Kontrollexperimenten zeigte sich, dass bei Wildtyp-Mäusen die so eingebrachten Prionen entlang der Sehbahn transportiert werden.

**Vom Darm ins Gehirn**

Obwohl das direkte Einbringen von Prionen ins Gehirn den wirksamsten experimentellen Infektionsweg darstellt, spielt diese Art der Infektion für die natürliche Übertragung eine geringe Rolle. Es wird angenommen, dass der Übertragungsweg sowohl von BSE als auch von vCJK vom Verdauungstrakt ausgeht. Da sich Prionen-Krankheiten primär als Erkrankungen des Zentralnervensystems manifestieren und die höchsten Konzentrationen der Er-

reger im Hirn nachweisbar sind, kommt der Prionen-Invasion vom Verdauungstrakt ins Gehirn eine zentrale Bedeutung zu. Die Infektion eines Organismus mit infektiösen Prionen erfolgt nach einem präzise ablaufenden Mechanismus, der einerseits durch den Genotyp des Wirtes und andererseits durch die Art der Prionen definiert ist. Unsere Arbeitsgruppe hat es sich deshalb zum Ziel gesetzt, die einzelnen Stationen des Prionen-Transports von der Peripherie ins zentrale Nervensystem genauer zu untersuchen.

In den meisten Fällen führt die Prion-Infektion zu einer anfänglichen Vermehrung des Erregers in den lymphatischen Organen – beispielsweise Milz, Lymphknoten und Mandeln. Dies zeigt keinerlei Auswirkungen auf den Wirt. In einer zweiten Phase folgt die Prionen-Einwanderung ins Zentralnervensystem. Aus unseren Resultaten geht hervor, dass es für den Transfer von Prionen von der Milz ins Nervensystem eines PrP-exprimierenden Gewebes bedarf,

das ausserhalb des Nervensystems liegt. Gewisse Befunde lassen darauf schliessen, dass dem peripheren Nervensystem bei der Ausbreitung der Erreger eine wichtige Rolle zukommt. Allerdings ist es äusserst schwierig, diese letzte Hypothese experimentell zu bestätigen.

**Zuerst Moleküle identifizieren**

Wenn aber die oben genannten Organsysteme erforderlich sind, um die Ausbreitung der verdrehten Prionen im Körper zu ermöglichen, welche Moleküle sind dann an diesem Prozess beteiligt? Ihre Identifikation könnte ein erster Schritt sein, um die Ausbrei-



Bild: Keystone

Mit über 300 erkrankten Rindern ist die Schweiz nach Grossbritannien und Irland das Land mit der drittgrössten BSE-Durchseuchung.

tung der Prionen zu bekämpfen. Wir wissen mittlerweile, dass PrP<sup>C</sup> selbst ein wichtiges Molekül in dieser Kette darstellt: PrP<sup>C</sup> wird nicht nur im Zentralnervensystem exprimiert, sondern auch in verschiedenen anderen Zellen des Körpers, beispielsweise in Lymphozyten. Tatsächlich sind Mäuse, denen die B-Lymphozyten fehlen, vor der Erkrankung geschützt, wenn ihnen infektiöse Prionen in die Bauchhöhle gespritzt werden.

Dies bestätigt, dass B-Lymphozyten eine wichtige Rolle im Transport der Prionen spielen. Möglicherweise liegt die Bedeutung der B-Lymphozyten darin, die Reifung einer zweiten Zellart zu begünstigen, die vielleicht direkt an den krankmachenden Prozessen beteiligt ist. In Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe von Charles Weissmann (welcher

nach seiner Emeritierung vom Lehrstuhl für Molekularbiologie der Universität Zürich nach London zog, um dort weiter an den Prionenkrankheiten zu forschen) haben wir kürzlich die Hypothese getestet, dass B-Lymphozyten ein Signal an «follikulär dendritische Zellen» vermitteln, welches für die Entstehung der Erkrankung von Bedeutung ist. Fabio Montrasio ist dabei der Beweis gelungen, dass die Unterbrechung dieses Signals mittels eines löslichen Rezeptors die Akkumulation der Prionen in der Milz verhindern kann.

#### **Behandlung entwickeln**

Wo liegt nun die Bedeutung der oben beschriebenen Forschungsergebnisse für die BSE-Krise? Sicher wäre es wünschenswert, eine Art Postexpositions-Prophylaxe, das heisst eine Behandlung nach einer möglichen Ansteckung mit Prionen zu entwickeln; insbesondere, wenn man bedenkt, dass möglicherweise ein grosser Teil der Bevölkerung sowohl Gross-

britanniens als auch des kontinentalen Europas dem BSE-Erreger ausgesetzt gewesen ist. Dies wird jedoch erst möglich sein, wenn diejenigen Moleküle und Zellen identifiziert sind, die den infektiösen Prionen als Ziel dienen und die somit als Angriffspunkt für eine Therapie in Frage kommen.

Die völlige Ruhigstellung des Immunsystems stellt natürlich keine gangbare praktische Lösung für diejenigen Menschen dar, die sich angesteckt haben – ausser vielleicht nach einer massiven Exposition zu einem genau bekannten und gut definierten Zeitpunkt. Meine Hoffnung ist, dass wir in den kommenden Jahren die Mechanismen der Prionen-Invasion ins Nervensystem immer besser verstehen werden. Dadurch könnten wirkungsvolle Strategien für eine Postexpositions-Prophylaxe oder sogar für eine Therapie entwickelt werden.

# Zur Ethik der Xenotransplantation

**Die ethische Auseinandersetzung mit Fragen zur Transplantation tierischer Zellen, Gewebe und Organe in den menschlichen Körper steckt noch in den Anfängen. Nachdem in der bisherigen Diskussion zur Ethik der Xenotransplantation oft unterschiedlichste Argumente vermischt worden sind, scheint ein Klärungsversuch notwendig.**

VON ALBERTO BONDOLFI

Gerade Nachrichten in letzter Zeit zeigen uns, dass die Praxis der Transplantation von tierischen Zellen, Geweben und sogar Grossorganen in den menschlichen Körper noch in den Kinderschuhen zu stecken scheint. Allzu viele Fragen naturwissenschaftlicher Art, sowohl im Bereich der Genkompatibilität als auch im Bereich der Übertragung von Krankheiten von Tieren auf Menschen (Zoonosen), müssen beantwortet werden, bevor man verantwortlich zuerst zur klinischen Forschung und dann eventuell zur anerkannten Therapie übergehen kann. Trotz oder sogar gerade wegen all diesen Unsicherheiten wird die naturwissenschaftliche Forschung in diesem Bereich von Anfang an kontrovers von Überlegungen und Fragen zu ihrer moralischen Legitimität begleitet.

Ich möchte im Folgenden einige Argumente dieser noch fragmentarischen ethischen Auseinandersetzung vorstellen, problematisieren und zugleich zu begründen versuchen. Ich bilde mir nicht ein, damit eine definitive Argumentation für einen moralischen Umgang mit einer mög-

lichen Praxis der Xenotransplantation aufzuzeigen, möchte aber zumindest einige grobe Missverständnisse ausräumen.

Die bisherige ethische Diskussion zur Xenotransplantation umfasst verschiedene Aspekte der Gesamtproblematik. Sie betrifft im Wesentlichen tierethische sowie sicherheitsorientierte Argumente und Gegenargumente. Die Xenotransplantation wird aber oft auch als unmoralisch betrachtet, weil die psychologische Akzeptanz eines solchen Vorganges bei den potenziellen Empfängern problematisch erscheint. Weitere Bedenken haben vor allem mit der Allokationsproblematik und mit den Modalitäten der klinischen Forschung in diesem Bereich zu tun. Diese verschiedenen Aspekte werden in der Diskussion oft vermischt und manchmal auch konfus vorgebracht. Damit man ein Minimum an Klarheit gewinnt, müssen sie zuerst getrennt beleuchtet und dann in einem umfassenden Kontext bewertet werden.

## Die Diskussion der Tierrechte

Eine erste Dimension der Diskussion um die Legitimität der Xenotransplantation ist direkt mit der so genannten Tierrechte-Diskussion verknüpft. Die Xenotransplantation ist in der Perspektive einiger Tierrechtler nicht nur ein unzumutbares Risiko, sondern auch ein moralisches Unrecht den Tieren gegenüber. In der klassischen anthropozentrischen Perspektive, welche für viele von uns noch als selbstverständlich gilt, versucht man, den Unterschied zwischen Mensch und Tier als Angehörige verschiedener Spezies als so bedeutungsvoll einzustufen, dass man mit der Berufung auf diesen Speziesunterschied, oder genauer gesagt mit der Berufung auf die qualitativ anders gedeutete und bewertete menschliche Existenz, zugleich auch je ei-

nen anderen Schutzanspruch zugunsten des Menschen verbindet.

Dieser Schutzanspruch für den Menschen, so argumentieren die Tierrechtler, ist unbegründet. Falls man ihn weiterhin vertritt, verfällt man dem Vorwurf des Speziesismus, also einer Form der moralisch ungerechtfertigten Diskriminierung wie sie etwa beim Rassismus oder Sexismus der Fall ist. Wie argumentieren wir, wenn wir das Primat des Menschen den Tieren gegenüber begründen wollen? Kritische Tierrechtler unterscheiden zwischen verschiedenen Varianten des Speziesismus:

– Der so genannte radikale Speziesismus ist diejenige Version des Anthropozentrismus, in der man von der Annahme ausgeht, dass Tiere und Pflanzen «Dinge» und somit ethisch «belanglos» sind. Sie haben keine Interessen und schon gar keine Rechte, und damit hat der Mensch erst recht keine Pflichten ihnen gegenüber. Die meisten europäischen Gesetzgebungen haben diesen Standpunkt endgültig überwunden und reden nicht mehr vom Tier als einer «Sache».

– Der extreme Speziesismus behauptet, dass Lebensinteressen von Tieren weniger wichtig sind als nicht vitale Interessen des Menschen. Im Unterschied zum radikalen Speziesismus räumt diese Argumentationsweise ein, dass Tiere Interessen haben können, auch wenn diese immer weniger wichtig sind als irgendein Interesse des Menschen. Unsere europäischen Gesetzgebungen gehen in der Regel auch über diesen Standpunkt hinaus.

– Es gibt auch mildere Formen im so genannten «Speziesismus mit Gespür für die Interessen der Tiere». In dieser Version des Anthropozentrismus gibt man ohne weiteres zu, dass die vitalen Interessen der Tiere vor nicht vitalen Interessen des Menschen den

Dr. Alberto Bondolfi ist Privatdozent und Oberassistent am Institut für Sozialethik der Theologischen Fakultät der Universität Zürich.

Vorrang haben müssen. Der Vorrang des Menschen gilt nur dort, wo seine vitalen Interessen die vitalen Interessen des Tieres direkt konkurrenzieren. Diese Ansicht ist in den meisten Tierschutzkonzepten enthalten. Sie sollte auch in der Güterabwägung bei einer allfälligen Xenotransplantation beachtet werden.

In der Tat würde die Praxis der Xenotransplantation vitale Interessen des Menschen tangieren (Patienten, welche keine geeigneten Organe erhalten können, sterben), und insofern würde sie, auch aus der Perspektive eines Speziesismus, welcher ein gewisses Gespür für die Interessen der Tiere aufweist, immer noch ethisch vertretbar bleiben. Die Xenotransplantation wird als Alternative beziehungsweise als Ergänzung zur Allotransplantation zwecks Rettung des menschlichen Lebens vorgeschlagen und sollte also nicht als eine Errungenschaft zur Befriedigung sekundärer Interessen (wie etwa beim Schlachten gewisser Tiere zur Herstellung von Pelzmänteln) betrachtet werden.

#### **Eine Frage der Praxis**

Die Frage, welche hier zu beantworten ist, ist nicht so sehr diejenige der «richtigen Tierethik», sondern diejenige der richtigen Einschätzung der Praxis der Xenotransplantation. Verlangt sie als solche eine neue Einschätzung des Status des Tieres in unserer Gesetzgebung?

Die Xenotransplantation geht sicherlich instrumentell mit Tieren um. Da aber diese Instrumentalisierung in einen Kontext vitaler Interessen des Menschen eingebettet ist, muss man sie nicht grundsätzlich anders begründen und regulieren als andere Instrumentalisierungen von Tieren im Dienste vitaler menschlicher Interessen.

Aus tierethischen Gründen allein lässt sich also ein Verbot der Xenotransplantation nicht gut begründen. Dies bedeutet aber nicht, dass tierethische Argumente in unserem Zusammenhang gar

keine Bedeutung hätten. Ganz im Gegenteil: auch bei einer allfälligen Praxis der Xenotransplantation sollen die Tiere mindestens ebenso gut behandelt werden, wie dies bei anderen Praktiken, etwa bei der Domestizierung oder bei der Schlachtung, der Fall ist. Die moralische Pflicht zur Schmerzminderung bleibt auch im Falle einer Genmutation und einer entsprechenden Behandlung der Tiere im Hinblick auf ihre mögliche klinische Nutzung ohne weiteres bestehen. Das Tier, welches für eine eventuelle Explantation vorgesehen ist, soll die gleiche Lebensqualität erfahren wie Tiere, die für einen anderen vitalen Zweck des Menschen instrumentalisiert werden.

#### **Sicherheit in Frage gestellt**

Neben tierrechtlichen Argumenten werden im Rahmen der Diskussion über die Xenotransplantation auch Sicherheitsbedenken angemeldet. Falls diese virulent würden, ist es ohne weiteres vorstellbar, dass anthropozentrisch denkende Menschen sogar für ein Moratorium plädieren würden. Dieser Vorschlag könnte, zumindest prima vista, eine gewisse Plausibilität erhalten.

Will man diese Massnahme auch ethisch begründen, dann muss man zuerst präzisieren, was man unter diesem Vorhaben versteht. Sicherheitsbedenken sind in der Tat auch in moralischer Hinsicht relevant, aber nur solange sie empirisch bestehen. Wir dürfen durch unsichere Heilversuche das Leben der gesunden und kranken Mitmenschen nicht gefährden. Falls die Xenotransplantation als eine übermässige Gefahr für den Menschen (sowohl als Individuum als auch als Spezies betrachtet) eingestuft würde, wäre sie auch in moralischer Perspektive zu verneinen. Sobald aber die Gefahrenmomente erwiesenermassen nicht mehr bestehen, wären die moralischen Bedenken nicht mehr relevant. Sicherheitsargumente sind also keine unbedingten, sondern Argumente, welche

bis auf weiteres gelten. Sie sind auf Folgen hin orientiert und nicht absolut geltend.

Diejenigen, welche grundsätzliche und unbedingte ethische Bedenken der Xenotransplantation gegenüber äussern, sollten nicht für ein Moratorium eintreten. Was grundsätzlich moralisch nicht akzeptabel ist, erhält mit zeitlichem Zuwarten und mit partiellem Experimentieren keine grössere Plausibilität. Grundsätzliche Gegner sollten also von der Idee eines Moratoriums Abstand nehmen und besser für ein absolutes Verbot plädieren. Wer hingegen «relative» Bedenken der Xenotransplantation gegenüber äussert, kann ohne weiteres für ein provisorisches Moratorium eintreten, also für ein Zuwarten, bis bestimmte Vorfragen empirisch geklärt sind.

#### **Normative Reflexion gefordert**

In der Schweiz hat das Bundesamt für Gesundheit den Vorschlag gemacht, bis auf weiteres klinische Experimente mit der Xenotransplantation von Grossorganen einer Bewilligungspflicht zu unterstellen. Wenn man bis auf weiteres auf klinische Versuche mit Grossorganen verzichtet, so bedeutet dies nicht, dass in der präklinischen Phase nicht Experimente notwendig wären, welche uns erlauben würden, präzisere Aussagen zu den möglichen Risiken und Chancen zu machen. Darüber hinaus sind vielleicht klinische Versuche im Bereich der Übertragung tierischer Zellen und Gewebe bereits heute zu verantworten. In diesem Kontext stellt ein Bewilligungsverfahren kein grosses Problem für die Forschungsgemeinschaft dar.

Die Zeit, die vor uns liegt, kann und soll optimal genutzt werden, um die Risikofrage zu gestalten und entsprechend zu beantworten. Zu dieser Abschätzung der Risiken gehört nicht nur empirische Arbeit, sondern auch normative Reflexion. Es geht darum, nicht nur Gefahren und Chancen für die Gesundheit ein-

zelter Patienten zu beurteilen, sondern darüber hinaus auch um die Frage nach den verschiedenen Auswirkungen der Einführung einer neuen Technologie für die Gesamtgesellschaft. Ein interdisziplinäres Projekt des schweizerischen Wissenschaftsrates versuchte diesen beiden Dimensionen der Problematik Rechnung zu tragen. Wichtig war dabei die Methode der Technikfolgenabschätzung, die noch nicht angemessen bekannt ist. Sie hat nicht nur zum Ziel, die Sachprobleme der Xenotransplantation zu bewältigen, sondern auch, die Frage der gesellschaftlichen Akzeptanz differenziert zu analysieren und zu bewältigen.

### Psychologische Akzeptanz

All die erwähnten Aspekte werden von den Teilnehmern der medizinethischen Diskussion als relevant betrachtet. Anders verhält es sich mit der Heranführung von Überlegungen, welche zum Teil aus einem weltanschaulichen Kontext und zum Teil aus Überlegungen zur potenziellen psychologischen Wirkung einer Xenotransplantation auf einzelne Patienten beruhen.

Patienten, welche aus religiösen und/oder weltanschaulichen Gründen eine Xenotransplantation ablehnen, sind selbstverständlich in ihrer Einstellung zu respektieren. Anders ist hingegen mit Argumenten umzugehen, die besagen, die persönliche Identität eines Individuums sei durch die Implantation eines tierischen Organs direkt gefährdet und insofern eine solche Intervention moralisch nicht zu legitimieren.

Eine solche Argumentationsfigur scheint mir aus zwei Gründen unannehmbar. Zum Ersten (auf der Ebene der beschriebenen Sachverhalte) begreife ich nicht, wie man einzelnen Teilen unserer Leiblichkeit eine solch umfassende anthropologische Bedeutung geben kann. Die Erfahrungen, die wir mit einfachen Prothesen wie einer Brille, einem Gebiss oder gar mit komplexeren Eingriffen in un-

sere Leiblichkeit bei einem künstlichen Arm oder Bein machen können, zeigen uns, dass die psychischen Verinnerlichungsmöglichkeiten des Menschen extrem gross sind, vorausgesetzt, es besteht eine klare Motivation dazu.

Wie immer man diese Anpassungsfähigkeit beurteilen wird, so scheint es mir wichtig, die psychologische Problematik nicht vorschnell zu «ethisieren». Aus einer distanzierten Betrachtung des Sachverhaltes lässt sich höchstens eine indirekte Pflicht zur Berücksichtigung dieser Schwierigkeit ableiten. So wird in der Studie des schweizerischen Wissenschaftsrates zu Recht empfohlen: «Da derartige Probleme nicht auszuschliessen sind, hat der Mediziner den Patienten nicht nur über diese mit der Xenotransplantation möglicherweise verbundenen Probleme aufzuklären, sondern die prä- und postoperative Betreuung hat auch eine psychologische Betreuung miteinzuschliessen.»

### Zur Verteilungsfrage

Im Weiteren gilt es die Frage zu bearbeiten, ob Xenotransplante die gleiche medizinische Qualität der jetzigen Allotransplante – sowohl derjenigen ex mortuo als auch derjenigen ex vivo – aufweisen werden oder nicht. Dies ist nicht nur ein medizinisches, sondern auch ein eminent ethisches Problem, weil es hier um die gerechte Verteilung medizinischer Leistungen unter den Patienten und Patientinnen geht.

Angenommen, die Qualität der Xenotransplantation sei bei gleichen Ausgangsbedingungen immer schlechter als bei der Allotransplantation, dann stellt sich die Gerechtigkeitsfrage, aufgrund welcher Kriterien die Erstere oder die Letztere angeboten wird. Werden verschiedene Indikationen formuliert werden müssen? Wird die Alternative der Kaufkraft künftiger Patienten überlassen? Wird die zeitliche Dringlichkeit und die Situation des momentanen Angebotes die Frage beant-

worten? All diese Fragen können nur in einem Kontext beantwortet werden, in dem die Verteilungskriterien für die Organe überhaupt (ob menschliche oder tierische) nach ethischen Gesichtspunkten beantwortet worden sind. Dies ist in den Gesetzen der meisten europäischen Länder noch nicht ganz der Fall. Der schweizerische Gesetzesentwurf möchte die Verteilungsfrage direkt verrechtlichen, stösst dabei aber auf grosse Praktikabilitätsprobleme. Ist es also überhaupt möglich, das Problem nach ethischen Gesichtspunkten zu organisieren?

Darüber hinaus wird auch die Diskussion um den so genannten Organmangel immer noch relativ «ideologisch» geführt, und zwar sowohl von Transplantationskritikern als auch von begeisterten Transplantationsbefürwortern. Hier sollte zuerst Klarheit geschaffen werden, indem eine differenzierende Analyse der strukturellen Ursachen dieses Mangels mit allen ihren Komponenten – von der Infrastruktur über die Logistik bis zu den Sensibilisierungskampagnen des Personals und der Bevölkerung – unternommen wird. Erst dann, wenn die Wartelisten bei der Allotransplantation nicht mehr die heutige tragische Länge aufweisen, wäre es möglich, rational über die Alternative, welche die Xenotransplantation bietet, zu diskutieren.

Ethik wird in diesem Kontext kaum das «moralisch Gute» mit ihren eigenen Leistungen herstellen können und noch weniger jedes mögliche Risiko aus der Welt schaffen. Sie wird aber als argumentierende Geburtshelferin des Guten und des Gerechten noch viel zu tun haben. Mit ihrer Hilfe wird man kaum «Zeit verlieren», sondern das Entscheidende gewinnen können.

# Vom optimalen Umgang mit langfristigen Risiken

**Kurzfristige Risiken lassen sich meist noch einigermaßen abwägen. Der Mensch ist auch psychologisch besser darauf eingrichtet, mit ihnen umzugehen. Langfristige Risiken dagegen sind schwer abzuschätzen und leicht zu verdrängen. Umweltrisiken sind dafür ein typisches Beispiel. Gibt es optimale Strategien im Umgang mit langfristigen Risiken?**

VON ULRICH MÜLLER-HEROLD

In ihrem 1965 erschienenen Buch «How to gamble if you must» gehen die Autoren Dubbin und Savage von der Frage aus: Wie soll ein Spieler vorgehen, der vom Glücksspiel lebt. Einerseits soll ihm das Spiel einen guten Ertrag abwerfen, andererseits aber muss er darauf achten, im Fall einer Pechsträhne nicht sein gesamtes Spielkapital zu verlieren und sich so zu ruinieren. Es gilt also, Mittelwege zu finden zwischen dem kurzfristigen Streben nach hohen Tagesgewinnen und langfristiger Erhalt der Kapitalbasis. Die Auswahl geeigneter Spiele und die Wahl der Einsätze kennzeichnen seine Risikostrategie. Vom Ziel her gesehen ist es eine Strategie der Ruinvermeidung.

Bei der Wahl optimaler Strategien zur Ruinvermeidung spielt unter anderem die Zeit eine entscheidende Rolle: es ist ein Unterschied, ob jemand weiss, dass er in einem Monat eine grosse Erbschaft antritt und danach mit dem Spielen aufhören kann, oder ob er sich darauf einstellen muss, noch

jahrelang seinen Lebensunterhalt auf diese Weise sicherzustellen.

Was 1965 noch eine rein mathematische Fragestellung war, spielt heute in so verschiedenen Gebieten wie der Verhaltensbiologie, der Anthropologie und der Finanzwissenschaft eine Rolle.

## Von den Gabbra lernen

Ein besonders schönes Beispiel betrifft die Gabbra, ein kuschitisches Weidevolk im Norden Kenias. Die Gabbra bewohnen ein Gebiet mit knappen, weitgehend unvorhersehbaren Regenfällen. Die grösste Bedrohung für die Herden ist die Dürre, die den Hirten eine Risikoentscheidung abverlangt: Einerseits hat der Hirte ein Interesse daran, dass seine Herde sich vermehrt, damit er genügend Tiere als Nahrung für sich und seine Familie abzweigen kann. Andererseits gehen säugende Mutterschafe in Dürrezeiten als erste zugrunde. Will der Hirte während einer längeren Dürreperiode den Ruin seiner Herde vermeiden, so muss er durch Absonderung eines Teils der weiblichen Tiere dafür sorgen, dass diese nicht gedeckt werden. Das aber vermindert den kurzfristigen Ertrag der Herde für den Fall, dass die Dürre ausbleibt.

Die englische Anthropologin Ruth Mace hat 1993 nachgewiesen, dass bei den Gabbra in gezielter Weise beides vorkommt: teilweise Trennung der Geschlechter bei Herden über 100 Tiere und unkontrollierte Vermehrung bei Herden von weniger als 100 Schafen. Man kann diese Strategie unmittelbar verstehen: wer genügend Tiere hat, kann es sich leisten, zur langfristigen Ruinvermeidung die Vermehrung zu beschränken; wer nur wenig Tiere hat, muss voll auf Vermehrung setzen, um nicht kurzfristig

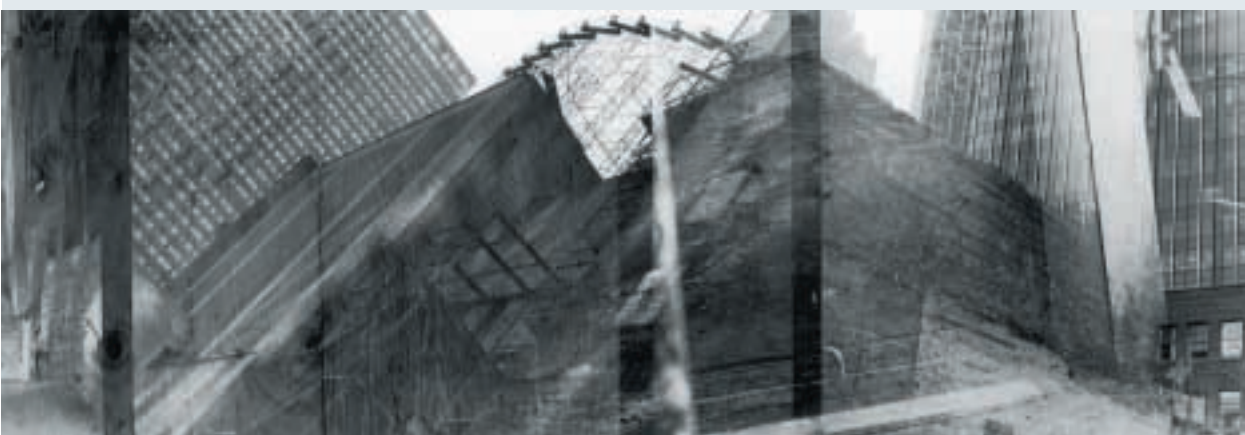
selbst zu verhungern. Mit Hilfe einer mathematischen Methode (stochastic dynamic programming) lässt sich zeigen, dass der Wechsel des Verhaltens bei etwa 100 Tieren die 15-Jahres-Ruinwahrscheinlichkeit minimal macht, das heisst, dass die Wahrscheinlichkeit, mit der Herde 15 Jahre zu überleben, insgesamt maximal wird. Eine derartige Strategie heisst maximal ruinvermeidend. Humanökologisch interessant ist, dass Geschlechtertrennung mit gesellschaftlichem Ansehen für den Hirten verbunden ist. Da Ansehen aber auch mit Reichtum, also mit einer grossen Herde korreliert ist, für die die Geschlechtertrennung ja die bessere Variante ist, unterstützt hier das soziale Wertesystem das humanökologisch richtige Verhalten.

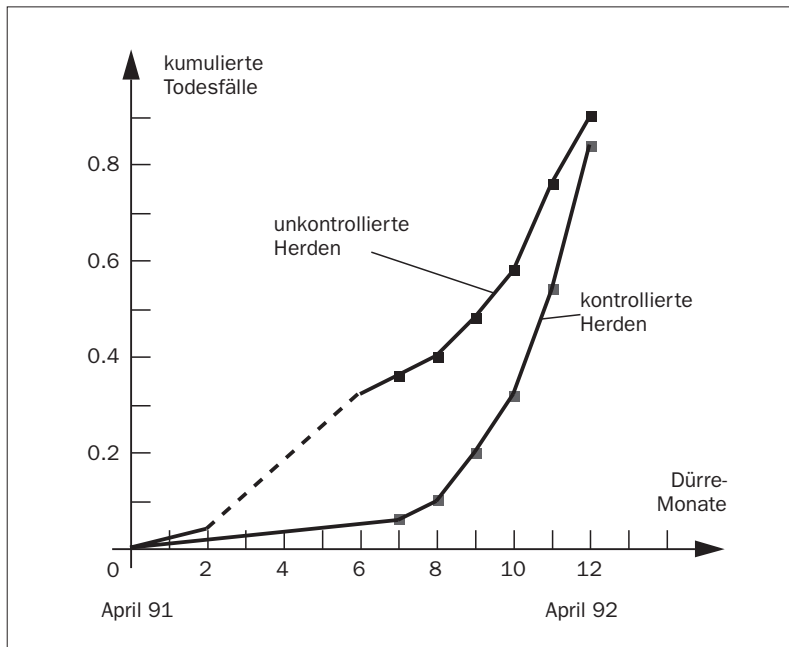
Typisch für maximal ruinvermeidende Strategien ist der Wechsel zwischen risikoscheuem und risikobereitem Verhalten. Bei den Ökonomen und Verhaltensbiologen wird ein Verhalten als risikobereit bezeichnet, wenn planmässig unter zwei Möglichkeiten diejenige mit der grösseren Unsicherheit gewählt wird: risikobereit handelt, wer vor die Wahl gestellt, 1 Franken zu behalten oder ihn für ein Los auszugeben, bei dem er mit einer Wahrscheinlichkeit von 1 Millionstel eine Million Franken gewinnt, immer das Los kauft. Im umgekehrten Fall ist er risikoscheu. Entscheidet er widersprüchlich, so handelt er risikoindifferrent.

## Auch Tiere kennen Risikostrategien

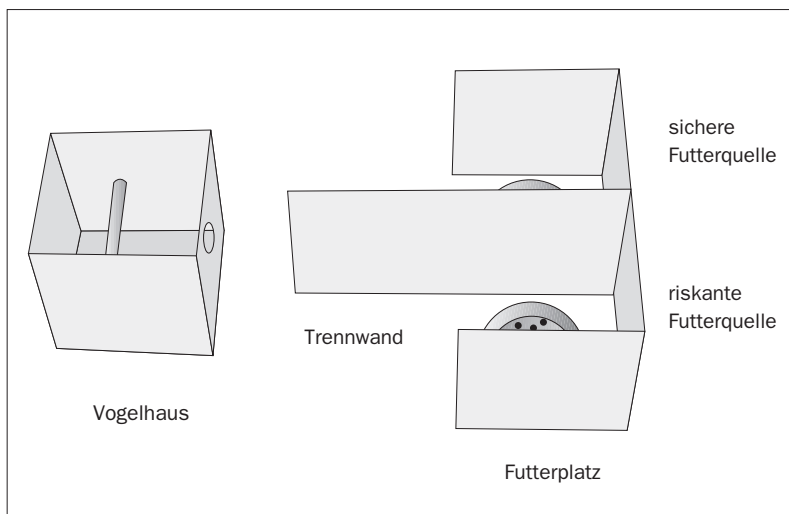
Bis 1980 glaubte man, dass etwa Tiere in ihrem Verhalten risikoindifferrent seien. Viele Aktivitäten von Tieren sind ja von extremen Unsicherheiten geprägt: Paa-

Prof. Dr. Ulrich Müller-Herold ist Adjunkt an der Professur Stoffhaushalt und Entsorgungstechnik, Privatdozent der Abt. Chemie und assoziiertes Mitglied des Departements UMNW der ETH Zürich.





Auswirkung der Dürreperiode 91/92  
auf die Schafherden der Gabbra



Versuchsanordnung im Experiment von Th. Caraco.  
Der Vogel muss wählen zwischen einer riskanten und  
einer sicheren Futterquelle.

rung, Futtersuche, Verteidigung von Territorien, Wachsamkeit gegenüber Feinden. Besonders gut untersucht ist die Futtersuche (das sog. Fouragieren) kleiner Vögel. Kleine Vögel sind beweglich, haben also viele Optionen und können nur begrenzt Nahrung in ihrem Körper speichern. Die richtige Wahl zwischen verschiedenen Futterplätzen und verschiedenen Futterarten ist entscheidend für ihr Überleben, besonders im Winter.

In einem Schlüsselexperiment konnte Thomas Caraco 1982 zeigen, dass Gelbfinken (*Junco phaeotus*) je nach Situation konsistent eine sinnvolle Wahl zwischen einer sicheren und einer unsicheren Futterquelle treffen. An der sicheren Quelle fanden sie jedesmal eine feste Anzahl von  $m$  Körnern, an der unsicheren Quelle gab es eine «Körnerlotterie» bei der sie zufällig, aber mit derselben Wahrscheinlichkeit  $m+d$  oder  $m-d$  Körner fanden, sodass der

Mittelwert wiederum  $m$  ist. Die Zahl der erlaubten Anflüge war begrenzt und den Finken bekannt. War  $m$  gross genug, um den voraussichtlichen energetischen Tagesbedarf zu decken, flogen die Vögel die sichere Quelle an, war  $m$  hingegen zu klein, so bevorzugten sie die unsichere Lotterie.

Dieses Ergebnis lässt sich als eine Strategie maximaler energetischer Ruinvermeidung verstehen: im Falle des Überflusses (grosses  $m$ ) ist ein Gelbfink auf der sicheren Seite, wenn er zur fixen Quelle geht; an der unsicheren Quelle würde er das Risiko auf sich nehmen, mit kleiner Wahrscheinlichkeit trotz des ausreichenden Mittelwertes  $m$  infolge einer Schwankung doch nicht genug zu erhalten. Bei zu kleinem Mittelwert  $m$  (Mangel) meidet er die fixe Quelle, die den sicheren Ruin bringt, und wählt statt dessen die «Körnerlotterie», d.h. die unsichere Quelle. Zwar muss er auch bei dieser Wahl erwarten, das energetische Tagesziel nicht zu erreichen, aber es besteht eine kleine Wahrscheinlichkeit, dass er infolge einer Schwankung doch noch ans Ziel kommt. Vor allem durch den Wechsel des Verhaltens – je nach Anordnung – zeigt der Fink, dass er auf die Risikocharakteristik der Futterquellen reagiert.

#### Ruinvermeidende Strategien bei Versicherungen

Das Risikoverhalten der Gabbra und der Gelbfinken ist bewundernswürdig professionell. Ohne in irgendeinem Sinne zu «rechnen», kommen sie trotzdem zu mathematisch optimalen, ruinvermeidenden Risikoentscheidungen. In den modernen Industriestaaten sind Versicherungsgesellschaften Risikomanager mit vergleichbaren Qualitäten, und auch sie verfolgen eine Strategie der Ruinvermeidung. Eine Versicherung übernimmt Schadensrisiken gegen eine Prämie. Übersteigen die fälligen Schadensleistungen ihr Kapital, so wird sie zahlungsunfähig und kann ihren Auftrag nicht mehr erfüllen (sog.



Bild: Mohamed Amin, Portraits of Africa

technischer Ruin). Eine zentrale Steuerungsmöglichkeit liegt in der Gestaltung der Versicherungsprämie: sind die Prämien hoch, so bleibt die Versicherung solvent, gerät aber gegenüber den Konkurrenten ins Hintertreffen. Sind ihre Prämien hingegen zu tief (etwa aus Konkurrenzgründen), so erhöht sich die Gefahr des technischen Ruins.

In einer konzeptuell wichtigen Arbeit hat der Versicherungsmathematiker und ehemalige

ETH-Präsident Prof. Hans Bühlmann 1985 gezeigt, wie aus den Erfordernissen der Ruinvermeidung und der Schadenscharakteristik die «richtige» Höhe der Prämien bestimmt werden kann. Mit Hilfe der sog. Cramér-Lundberg-Ungleichung leitet er eine Formel her, die die Höhe der Prämie als Funktion des Kapitals einer Versicherung, der von ihrer Geschäftsleitung in Kauf genommenen Ruinwahrscheinlichkeit, der erwarteten Schadensleistung

Hirten in Afrika müssen mit dem Risiko der Dürre rechnen können.

gen und deren, aus der Erfahrung bekannten oder geschätzten, Schwankungen ausdrückt. Auch dabei ist es wieder bemerkenswert, dass eine *kurzfristige* Entscheidung – die Festlegung einer Versicherungsprämie für das nächste Jahr – durch optimale Ausrichtung auf ein *langfristiges* Unternehmensziel – die Erhaltung der Geschäftsfähigkeit – herbeigeführt werden kann. Ein ähnli-

### Langfristige Risiken und Ruinvermeidung

Das zugrunde liegende mathematische Modell ist die Theorie der Irrwege (random walks). Sie erlaubt die Berechnung so verschiedener Dinge wie a) der idealen «technischen» Versicherungsprämie (nach Bühlmann)

$$\text{Versicherungsprämie} = E[S] - \frac{1}{2} \frac{\ln \Psi_0}{w} \text{Var}[S]$$

Dabei ist  $w$  das Kapital einer Versicherung,  $\Psi_0$  das in Kauf genommenen Rufrisiko,  $E[S]$  die erwartete Schadensleistung und  $\text{Var}[S]$  deren Schwankung. Aus demselben Grundmodell erhält man b) die charakteristische Reichweite einer Substanz (nach Müller-Herold und Nickel)

$$\text{Reichweite} = \frac{e}{2} \sqrt{D/k} \tanh(\pi r \sqrt{k/D}) \exp \left[ \frac{\pi/2 - 2 \arctan e^{\pi r \sqrt{k/D}}}{\sinh(\pi r \sqrt{k/D})} \right]$$

Darin ist  $r$  der Erdradius ( $\pi r = 20037$  km),  $D$  ist die effektive globale Wirbel-diffusionskonstante und  $k$  die effektive umweltchemische Abklingkonstante einer Substanz. In analoger Weise ergibt sich c) der Preis einer Aktienoption (nach Black und Scholes)

$$\begin{aligned} \text{Optionenpreis} &= SN(d) - Le^{-rt} N(d - \sigma \sqrt{t}) \\ d &= \frac{\ln(S/L) + (r + \sigma^2/2)t}{\sigma \sqrt{t}} \end{aligned}$$

In diesem Ausdruck ist  $S$  der gegenwärtige Preis der Aktie,  $L$  der Ausübungspreis,  $\sigma$  die Volatilität (d.h. die Schwankung des Aktienkurses),  $r$  der durchschnittliche Jahreszins auf einem festverzinslichen Papier und  $t$  die Zeitspanne zwischen dem Kauf und der Ausübung der Option.  $N$  schliesslich ist die Gaussische Fehlerfunktion

$$N(d) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^d e^{-x^2/2} dx$$

ches Problem haben die Finanzmathematiker Black und Scholes mit ihrer Formel zur Optionenbewertung gelöst: was ist der heutige Geldwert einer Aktienoption, die erst nach längerer Zeit fällig wird und bis dahin den Schwankungen der Finanzmärkte ausgeliefert ist?

#### Vorsorgeprinzip im Umweltrecht

Was hat all das mit langfristigen Umweltrisiken zu tun? Die langfristigen Aspekte von Umweltproblemen werden heute unter dem Begriff der Nachhaltigkeit zusammengefasst. Beim nachhaltigen Management von teilweise unbekanntem Umweltrisiken versucht man, sich auf das Vorsorgeprinzip des Umweltrechtes ab-

zustützen. Der Grundgedanke besteht darin, unter bestimmten Umständen Restriktionen zu erwirken, auch ohne dass die Folgen unrestringierten Handelns vollständig bekannt oder ihre Schädlichkeit mit letzter Sicherheit nachgewiesen ist.

Nun leuchtet es ein, dass ein derart allgemeines Prinzip in Interessenkonflikten nur dann eingesetzt werden kann, wenn es nach klar definierten, quantitativen Kriterien angewendet wird. Anderenfalls wäre der Willkür Tür und Tor geöffnet. Diese Frage steht im Mittelpunkt einer heftigen Kontroverse zwischen den USA und der EU. Während sich die EU grundsätzlich für das Vorsorgeprinzip ausgesprochen und

vor einigen Monaten ein entsprechendes Weissbuch veröffentlicht hat, sperren sich die USA unter anderem mit dem Argument der angeblichen «Unwissenschaftlichkeit» des Vorsorgeprinzips.

In unserer Arbeitsgruppe «Umwelt und Risikoversorge» (*Ecological Risk Prevention*) an der ETH haben wir darum mit Partnern in England und Deutschland ein EU-Forschungsprojekt «Regulatory Strategies and Research Needs to Compose and Specify a European Policy on the Application of the Precautionary Principle» aufgelegt. Es geht dabei um Vorsorgeeinrichtungen zum Schutz von Mensch und Umwelt, die der Komplexität der Probleme gerecht werden, ohne zu Übervereinfachungen oder zur Paralyse zu führen, die mit möglichst geringen Mitteln auskommen, die politisch wertkonform und bei den Beteiligten konsensfähig sind.

Unser besonderer Zürcher Beitrag besteht darin, dass wir für den zentralen Bereich der Umweltchemikalien einen Satz von Vorsorgeindikatoren entwickelt haben, die das Potenzial einer Substanz angeben, weit entfernt vom Freisetzungsort und weit in der Zukunft präsent zu sein. Die entsprechenden räumlichen und zeitlichen Reichweiten können aus wenigen Labordaten mit einer einfachen Formel berechnet werden, wobei auch Umwandlungsprodukte mit einbezogen werden können, die überhaupt erst in der Umwelt entstehen. Die Mathematik, die dabei zum Zuge kommt, ist ganz ähnlich wie im Black-Scholes-Modell oder bei den Caracofinken. Von Vögeln, Nomaden und Ökonomen lässt sich vieles lernen – für die Umwelt und die weit reichenden Risiken.

# Im Visier der Erdbebenforschung – die Stadt Basel

**Ein Erdbeben kann man nicht voraussagen, Totaleinstürze von Gebäuden kann man hingegen durch gezielte Baugrunduntersuchungen und die Einhaltung der Bau-normen vermeiden. Was würde auf die Basler bei einem starken Erdbeben zukommen? Ein wissenschaftliches Risikoszenario.**

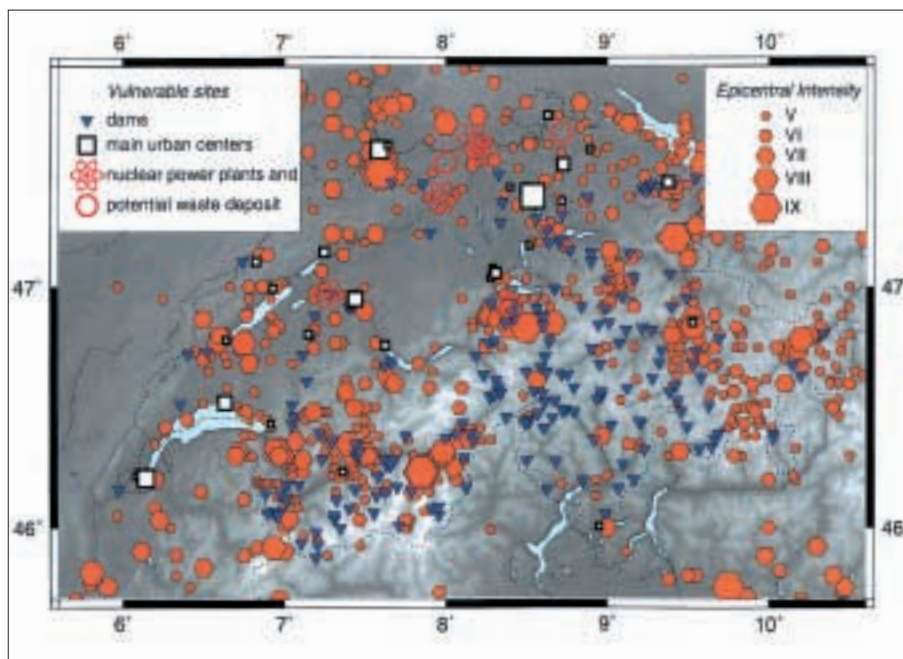
VON DONAT FÄH

Das Basler Erdbeben von 1356, welches in und um Basel sehr grosse Schäden verursacht hat, war das grösste historische Beben nördlich der Alpen. Schadensbeben wie dieses traten in historischer Zeit immer wieder auf. Es gibt zudem archäologische Hinweise für ein Erdbeben in der Region Basel um etwa 250 n.Chr., in dem die Römerstadt Augusta Raurica zerstört wurde. Seit jener Zeit hat sich die Region zu einem wichtigen Industriezentrum und Verkehrsknotenpunkt entwickelt. Das Risiko eines möglichen Erdbebens wird häufig unterschätzt.

Innerhalb der Schweiz variiert die Gefährdung durch Erdbeben. Während sie im Mittelland relativ gering ist, sind die Region Basel, Teile der Innerschweiz, das St.Galler Rheintal, das Berner Oberland sowie das Engadin stärker gefährdet. Am grössten ist die Wahrscheinlichkeit von starken Erdbeben im Wallis.

Zur Bestimmung der seismischen Gefährdung werden im Allgemeinen probabilistische Modelle verwendet, welche die Zufälligkeit eines Erdbebens berücksichtigen. Ausgangspunkt ist die Beobachtung, dass die statistische Verteilung schwacher Erdbeben

Dr. Donat Fäh ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter beim Schweizerischen Erdbebendienst am Institut für Geophysik der ETH Zürich.

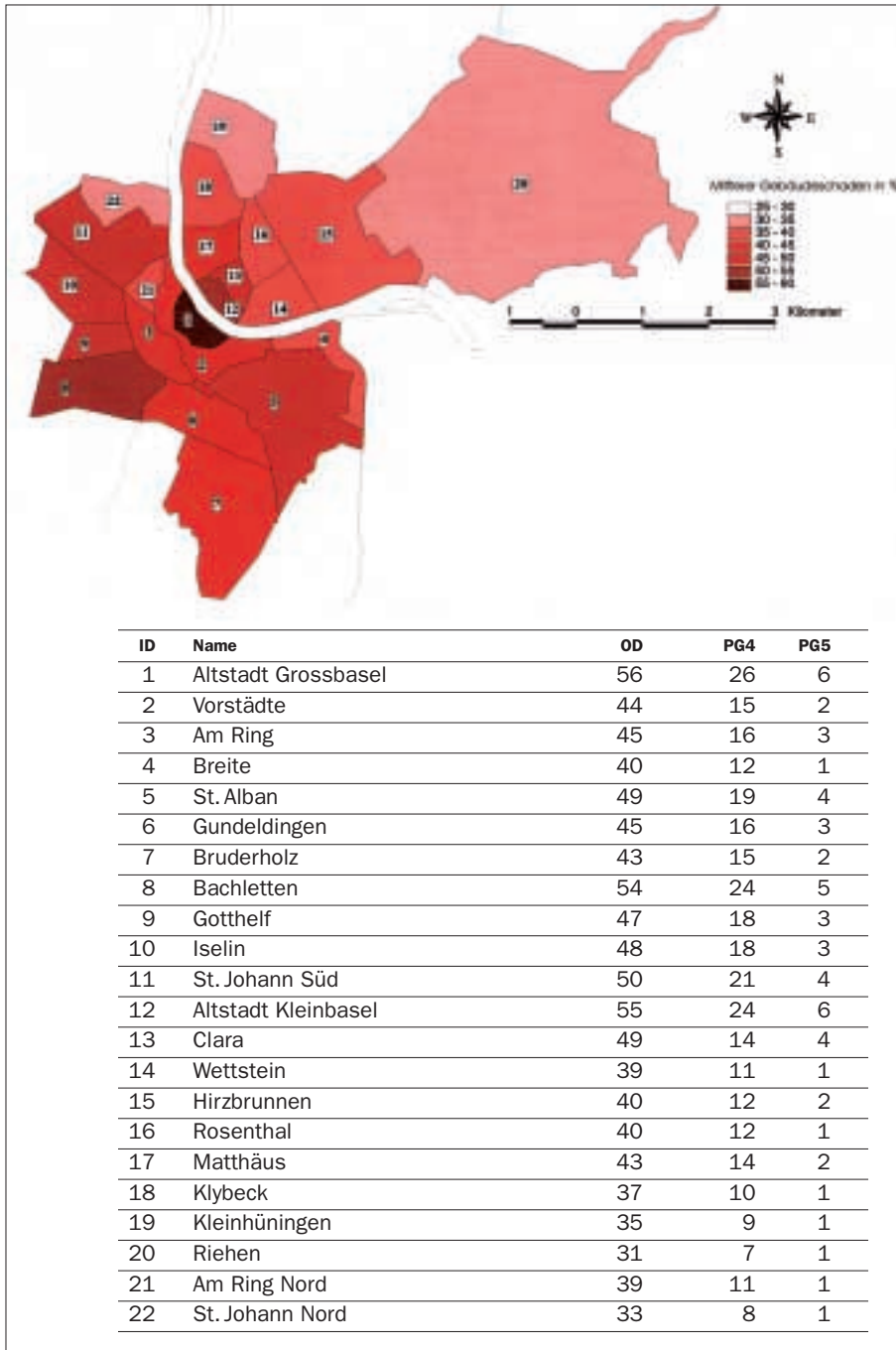


die Wahrscheinlichkeit bestimmt, mit der starke Erschütterungen auftreten. Zudem geht man davon aus, dass die historische Seismizität das zukünftige Auftreten der Erdbebenaktivität widerspiegelt. Das Erdbebenrisiko ergibt sich erst aus dem Zusammenwirken der Erdbebengefährdung, der Verletzbarkeit der menschlichen Infrastruktur und der Verluste, die möglicherweise entstehen. Im europäischen Vergleich gehört die Schweiz zu den Ländern mit einer mittleren Erdbebengefährdung. Durch die dichte Besiedelung und Industrialisierung weist sie jedoch ein hohes Erdbebenrisiko auf.

So sind in der Schweiz trotz der geringen Seismizität grosse Erdbeben auch in Zukunft möglich. Der Grund dafür ist die anhaltende Kollision zwischen der nach Norden driftenden Afrikanischen und der Europäischen Platte, ein Prozess, der auch für die Entstehung der Alpen verantwortlich ist. Die Kollisionskräfte führen zu einer zunehmenden Spannung in

Karte der historischen Erdbeben in der Schweiz von 1021–1997 und der heute dort lokalisierten gefährdeten Infrastrukturen, wie Kernkraftwerke, vorgeschlagene Standorte für atomare Endlager, grosse Staudämme und Städte von mehr als 20 000 Einwohnern. (Die Bebenstärke ist in makroseismischen Intensitäten angegeben. Nennenswerte Schäden an Gebäuden treten ab einer Intensität von VI auf).

der Erdkruste. Sobald die Scherfestigkeit des Gesteins nicht mehr ausreicht, kommt es zu einem Beben, bei welchem sich zwei Schollen entlang einer Verwerfung ruckartig gegeneinander verschieben. Ein Teil der entstehenden Energie wird in Schwingungsenergie seismischer Wellen umgewandelt, welche sich dann in alle Richtungen ausbreiten und an der Erdoberfläche entsprechend der Grösse des Erdbebens Schaden anrichten können.



Berechneter mittlerer Schaden in Basel für ein mögliches Erdbeben der Stärke des historischen Erdbebens von 1356.

(Die Einflüsse des lokalen Untergrundes und der geschätzten Gebäude-Verletzbarkeit sind im Erdbebenszenario berücksichtigt.)

#### Und wenn das grosse Erdbeben kommt...

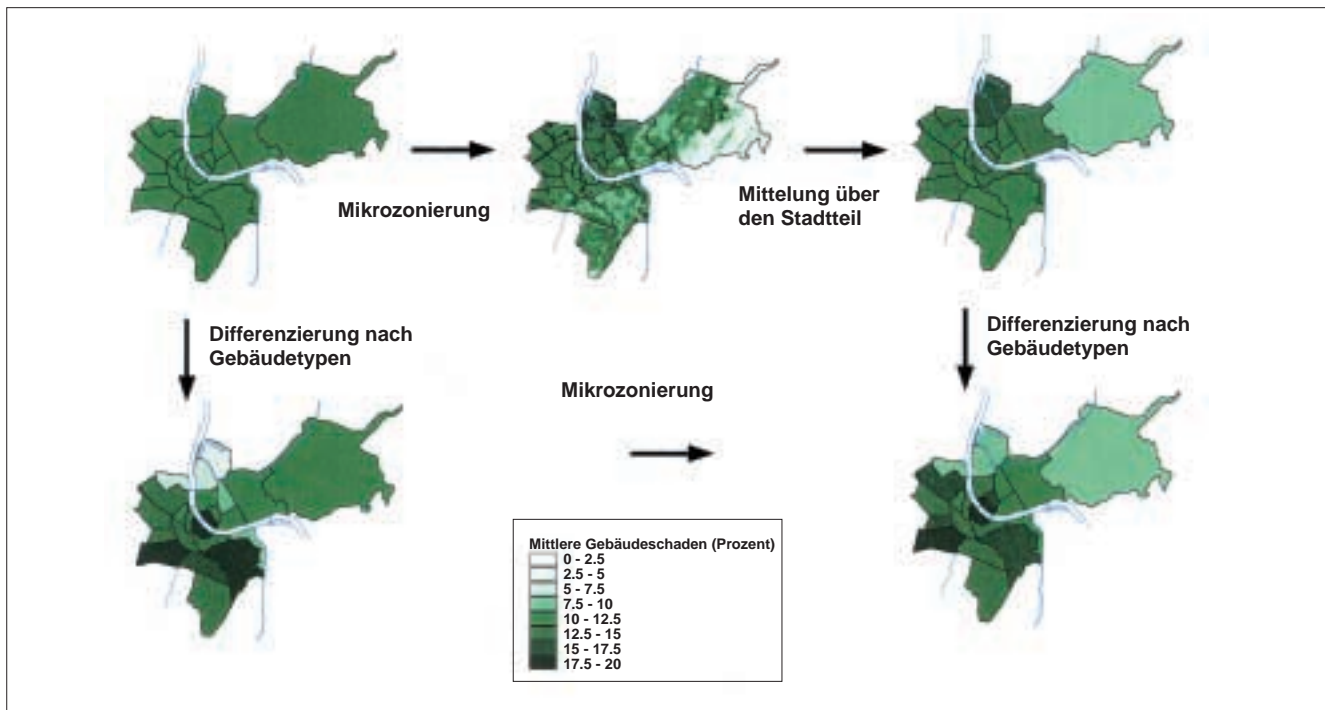
Die Frage ist nun, was wir in der Region Basel erwarten müssen, wenn sich heute ein starkes Erdbeben ereignet.

Der Gesamtschaden an Gebäuden, inklusive Verluste an Einrichtungen, Infrastrukturbauten und den Folgekosten durch Todesfälle, Verletzungen, Produktionsausfall und Umweltschäden würde sicherlich mehrere Milliarden Franken ausmachen.

Einige Schätzungen gehen davon aus, dass bei einer Wiederholung des Erdbebens von 1356 mit zirka 100 Todesopfern zu rechnen wäre. Andere Schätzungen berechnen eine Anzahl von insgesamt über 10 000 Todesopfern in der Schweiz, Deutschland und Frankreich.

Obwohl für beide Schätzungen ein Erdbeben der Magnitude 6,5 angenommen wurde, kommen sie aufgrund unterschiedlicher Annahmen zu unterschiedlichen Ergebnissen. Für die Situation in der Schweiz sind viele Faktoren kaum bekannt. Sie werden aus Beobachtungsdaten anderer Länder hergeleitet. Um in Zukunft die Methoden der Erdbeben-Risikoabschätzung für die Schweiz zu verbessern, lancierte der Schweizerische Erdbeben-dienst das Projekt «Erdbebenszenarien für die Schweiz». Das Projekt soll die verschiedenen Aspekte des Erdbebenrisikos von der geologischen Feldarbeit über theoretische Studien und ingenieurspezifische Anwendungen bis zu einer Umsetzung in Mikrozonierungs- und Risikokarten mit einbeziehen. Ein wichtiger Teil ist dabei die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit Experten aus der Seismologie, mit Bauingenieuren des Instituts für Baustatik und Konstruktion der ETH, Geologen der Universität Basel und Behördenvertretern des Kantons Basel Stadt.

Wir können ein Erdbeben nicht voraussagen, aber wir können die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer bestimmten Erschütterungsintensität abschätzen. Die Erfahrungen aus starken Erdbeben zeigen, dass die stärksten Schäden massgeblich durch zwei Faktoren bestimmt sind – die Eigenschaften des lokalen geologischen Untergrundes und die Qualität der Bauwerke. Zum einen kann ein besonders weicher Untergrund zu einer Aufschaukelung der Erdbebenwellen führen und somit zu einer erheblichen Verstärkung der Erschütterungen. Besonders verheerend können die-



se Effekte sein, wenn die dominierende Schwingungsfrequenz im Untergrund mit derjenigen der Gebäude übereinstimmt. Zum anderen gibt es in der Schweiz erst seit 1989 fortschrittliche Baunormen für die Erdbebensicherung von Bauwerken. Diese werden allerdings oft nicht eingehalten, weil sie rechtlich wenig verbindlich sind und wenig Kontrollen stattfinden. Der allergrösste Teil der heute in der Schweiz vorhandenen Bauwerke ist nicht auf eine genügende Erdbebensicherheit bemessen worden und schon gar nicht auf den lokalen Untergrund abgestimmt.

#### Der Blick in den lokalen geologischen Untergrund

In den letzten Jahrzehnten wurden früher gemiedene Gebiete wie Schwemmland, Talböden und weiche Fluss- und Seeufer besiedelt. Sie sind Standort einer grossen Anzahl von Industriebetrieben mit verletzlicher Infrastruktur und grossem Schadenspotenzial für Mensch und Umwelt geworden. Weiche Böden können die Erdbebenerstärkungen im Vergleich zu solidem Felsuntergrund im Extremfall bis zum Zehnfachen verstärken. Dies ist

auch der Grund, warum die Besiedlung und Industrialisierung das Erdbebenrisiko gegenüber früheren Jahrhunderten verschärft hat.

Entsprechend der geotechnischen Eigenschaften des Untergrundes können innerhalb von wenigen hundert Metern Unterschiede in der Erdbebengefährdung vorliegen, die grösser sind als die Unterschiede zwischen weit auseinander liegenden Landesteilen. Neben Erdbebengefährdungskarten, welche die regionalen Gefährdungsunterschiede aufzeigen können, muss daher auch die lokale Erschütterungsfähigkeit des Untergrundes erarbeitet und dokumentiert werden. Solche Mikrozonierungsstudien erlauben es den Bauingenieuren, die Gebäude so zu dimensionieren, dass sie den zu erwartenden Erschütterungen auch wirklich standhalten können.

Ein Schwerpunkt im Projekt «Erdbebenzenarien für die Schweiz» ist die Entwicklung und das Testen verschiedener Methoden der Mikrozonierung. Solche Zonierungen beinhalten verschiedene Arbeitsschritte. Den ersten Schritt bildet die geologische und geotechnische Kartierung der Lockersedimente, die

Berechneter mittlerer Schaden in Basel für ein mögliches Erdbeben mit einer Wiederkehrperiode von 475 Jahren. Gezeigt werden die Einflüsse des lokalen Untergrundes und der Verteilung der Gebäude mit unterschiedlicher Verletzbarkeit.

Erfassung von tektonischen Störungen und die Beurteilung der Hangstabilität.

Wichtige Grössen sind dabei die Mächtigkeit der Lockersedimente sowie deren Zusammensetzung, die Tiefe des Grundwasserspiegels, welcher vor allem bei nichtlinearem Verhalten von Sedimenten eine Rolle spielen kann, sowie die Topografie der Felsoberfläche und des Geländes. Diese Grössen beeinflussen das Wellenverhalten und sind während des Erdbebens massgeblich für das Auftreten von Resonanzphänomenen verantwortlich. In einem zweiten Schritt erlaubt die Kenntnis der Resonanzgrundfrequenz der Lockersedimente eine vereinfachte Beurteilung des dynamischen Verhaltens von Lockersediment-Strukturen durch eine Erdbebenwellen-Anregung. Diese Frequenz kann mit Hilfe der Eigenschaften der natürlichen Bodenunruhe bestimmt



Bild: Keystone

Naturgewalt: Nach einem Erdbeben mit Stärke 5 auf der Richterskala im Oktober 1997 begutachtet ein Hausbesitzer im mittellitalienischen Cesi die entstandenen Gebäudeschäden.

werden. Die Bodenunruhe wird durch Maschinen und Verkehr, durch Meeresbrandung und starke Winde erzeugt. Sie ist überall vorhanden und wird in aktiven seismischen Messungen als Störung empfunden. Das Wellenfeld wird jedoch von der lokalen geologischen Struktur beeinflusst und zeigt an der Stelle der Grundfrequenz systematisch eine Polarisation auf der horizontalen Komponente.

Als letzter Schritt können mit Hilfe rechnerischer Verfahren Resonanzen und daraus resultierende Verstärkungen von seismischen Wellen bestimmt werden. Die Geschwindigkeit, mit welcher Scherwellen in den Sedimenten ausbreiten (S-Wellen-Geschwindigkeit), ist der ausschlaggebende Parameter, der in die Berechnung einfließen muss. Diese Materialeigenschaft kann durch aktive seismische Methoden wie Reflexions- oder Refraktionsseismik gemessen werden, oder sie kann wiederum unter Ausnutzung der Eigenschaften der natürlichen Bodenunruhe bestimmt

werden. Passive Methoden sind vor allem in Städten von grosser Bedeutung, wo weder Sprengungen noch die Auslage von seismischen Profilen möglich sind. Aus diesem Grund werden zurzeit beim Erdbebendienst zwei neue Verfahren getestet, welche die Eigenschaften der natürlichen Bodenunruhe ausnutzen und es erlauben werden, die S-Wellen-Geschwindigkeiten des Untergrundes auch in dicht besiedelten Gebieten zu bestimmen.

#### **Aus der Erfahrung lernen**

Während in der Vergangenheit der Schwerpunkt auf der Intervention nach einer Erdbebenkatastrophe lag, wird die Aufmerksamkeit heute mehr und mehr auf die Prävention, das heisst die Durchführung von Massnahmen zur Risikoverminderung, gelenkt. Ein Schwerpunkt ist dabei die Verhütung von Erdbebenfolgen. Unser Projekt ist daher darauf ausgerichtet, Methoden zu entwickeln, welche es erlauben, den lokalen geologischen Untergrund und die Qualität der Bauwerke zu beurteilen und damit Instrumente für die Erdbebenvorsorge bereitzustellen.

Die Erdbeben des Jahres 1999 in der Türkei, in Griechenland

#### **Der Schweizerische Erdbebendienst**

In der Schweiz wurde schon 1878 die Nationale Erdbebenkommission gegründet, ein Jahr bevor eine entsprechende Organisation in Japan entstand. 1913 wurde diese Kommission in den Schweizerischen Erdbebendienst umgewandelt und dann im Jahre 1956 auf gesetzlichem Weg der ETH angegliedert. Der Erdbebendienst ist verantwortlich für die Erfassung und Auswertung der Seismität in der Schweiz: Die Überwachung des Schweizer Territoriums und der grossen Staudämme mit Hilfe von Seismographen- und Starkbeben-Netzwerken, rasche Alarmmeldungen an das Schweizerische Katastrophenhilfekorps, Teilnahme an der internationalen Überwachung des UNO-Atomtest-Stopp-Vertrags, die Zusammenarbeit mit Nagra und HSK für die Sicherheit von wichtigen Atomanlagen, die Überwachung von dichten urbanen Gebieten in der Schweiz und die seismische Gefährdungs- und Risikoanalyse für die Schweiz. Ein wichtiger Teil ist die Forschung im Bereich der seismischen Gefährdung und der Weiterentwicklung von neuen Methoden der Risikoanalyse.

Weitere Informationen:

<http://seismo.ethz.ch>

<http://seismo.ethz.ch/seismo-surf/seismobig.html>

und Taiwan haben gezeigt, dass Schäden und vor allem Totaleinstürze von Gebäuden durch gezielte Baugrunduntersuchungen und die Einhaltung der Baunormen vermieden werden können. Wichtige Gebäude mit öffentlicher Nutzung oder mit erhöhtem Gefährdungspotenzial und Anlagen, die auch im Katastrophenfall ihre Funktionstüchtigkeit bewahren müssen, wie zum Beispiel die Wasser- und Energieversorgung, Spitäler und Feuerwehrdepots, aber auch Schulen und Industrieanlagen, sollten auf keinen Fall von stärkeren Schäden betroffen werden.

# «Akira» und die Atombombe

**Die Traumatisierung der japanischen Gesellschaft durch den Atombombenabwurf über Hiroshima wirkt in Zeichentrickfilmen wie «Akira» oder «Prinzessin Mononoke» nach. Sie können als Mosaiksteine einer Verarbeitung des Unsagbaren gelesen werden und werfen Fragen zu unserem eigenen Verhältnis zu Gewalt und Katastrophen auf.**

VON DIETER STRÄULI

Für etwa achtzehn Sekunden dürfen wir die Stadt Tokio aus der Vogelperspektive ins Auge fassen. Dann bildet sich in ihrem Zentrum eine leuchtende Kugel, die lautlos und unglaublich schnell nach allen Seiten anwächst, bis das Bild völlig weiss ist. Die nächsten drei Einstellungen zeigen hintereinander eine unheimlich veränderte Landkarte, einen gigantischen nächtlichen Krater – das Epizentrum der nuklearen Explosion und neue Wahrzeichen der Stadt – und schliesslich eine kaputte Leuchtreklame, deren Flackerlicht von Hochhäusern zurückgeworfen wird. Dieser flüchtig wirkende Prolog des japanischen Zeichentrickfilms «Akira» generiert den Schauplatz für endlose, brutale Kämpfe in der hastig wieder aufgebauten Stadt. Jugendliche Motorradbanden liefern einander Strassenschlachten, Polizeitruppen schießen auf Demonstranten. Von Zeit zu Zeit explodiert eine von Terroristen gelegte Bombe. Der Film zeigt die Gewalt schonungslos, aber auch trocken und alltäglich.

Dr. Dieter Sträuli ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Abteilung Allgemeine Psychologie des Psychologischen Instituts der Universität Zürich. 1986 bis 1992 war er Mitherausgeber der psychoanalytischen Zeitschrift RISS.

Später mischt sich eine unheimliche Note in diese schrille Symphonie. Den Auftakt macht ein Motorradunfall, in den der Schüler Tetsuo und ein eigenartiger, greisenhafter Junge verwickelt sind. Allein durch ihren Zusammenstoss lässt sich die Feuerwand nicht erklären, welche über der stillgelegten Autobahn auflodert. Tetsuo ist verletzt, verlässt aber später das Krankenhaus aus eigener Kraft. Wissenschaftler im Sold des Geheimdiensts interessieren sich für ihn. Sie haben bemerkt, dass er ein hohes Potenzial an Psi-Kräften hat und nehmen ihn in ihr Versuchsprogramm auf.

Dann sehen wir ihn bewusstlos in unheimliche Maschinen eingespannt. Ob diese Behandlung schuld ist oder die Strahlung der Bombe, ob ihn das seltsame Kind angesteckt hat oder ob er immer so war, wissen wir nicht. Jedenfalls entfacht Tetsuo auf seinem anschliessenden Zerstörungszug durch die Stadt Brände und Explosionen allein dadurch, dass er wütend wird. Akira, der dem Film den Namen gibt, war das erste dieser Kinder mit destruktiver psychokinetischer Begabung. Sein Name und eine Sammlung von Organen in einem Bunker tief unter der Stadt ist alles, was von ihm übrig geblieben ist. Die geheimnisvolle Kraft lässt die Kinder früh vergreisen und ist nur schwer zu bändigen. Gegen Ende des Films gleicht ihr Zerstörungspotenzial derjenigen der Atombombe am Filmanfang.

## Das Unbewusste insistiert

Japan war im August 1945 das Ziel realer nuklearer Zerstörung, und diese Wunde ist bis heute nicht verheilt. Filme wie «Akira» und «Prinzessin Mononoke» sind Mosaiksteine in einer mühseligen, aber auch ausserordentlich kreativen Verarbeitung des Unsagbaren.

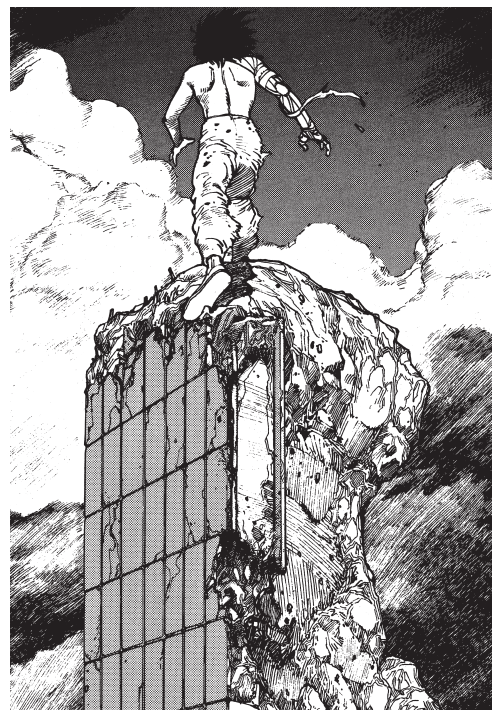


Bild: Carlsen Verlag, Hamburg

Leben nach der Katastrophe:  
Der Zeichentrickfilm «Akira»  
spielt nach der fiktiven  
Zerstörung Tokios.

Zwei ähnliche Bildsequenzen in beiden Filmen verraten, wie das Unbewusste insistiert. In «Akira» verliert der Junge Tetsuo im Kampf seine Hand, an ihrer Stelle sammeln sich wie von selbst herumliegende Trümmer, Kabel und Maschinenbauteile zu einem Ersatzglied. Manchmal funktioniert es wie eine Roboterhand, manchmal wuchert es weiter oder schlägt wild um sich.

In «Prinzessin Mononoke» trifft den Jungen Ashitaka der Fluch eines von einer Gewehrkuugel verletzten Ebers. Die Begegnung mit der Waffe der «Eisenzeit» verwandelte das Tier in ein monströses Tentakelwesen. Sein Fluch lässt auf Ashitakas Arm einen dunklen Fleck wachsen, bis der Arm ein böses Eigenleben entwickelt, häufig nichts Menschliches mehr an sich hat und von seinem Träger kaum mehr kontrolliert werden kann. Der Film schildert Ashitakas Suche nach dem Ursprung des Fluches. Wenn er

herausgefunden habe, wie der Mensch an der Natur schuldig wurde, werde er seinen Arm heilen können, heisst es. Der Fleck aber wird nie verschwinden.

#### **Nukleare und seelische Gewalt**

Die Japaner sind durch die Atom-bombe mit einer Kraft in Berührung gekommen, die nicht nur die Menschen versengte und die Städte in Trümmer legte, sondern offensichtlich auch die Überlebenden psychisch verkehrte und wie mit einem Virus infizierte. Es ist, als ob der nuklearen Destruktivität auf psychischer Ebene eine seelische Gewalt entspräche, deren Strahlung so stark ist wie die Radioaktivität und die eine ebenso hohe Halbwertszeit hat.

Tetsuo und Ashitaka wehren sich gegen den Anspruch dieser gewalttätigen Macht. Ihre Gesten erinnern dabei an Stanley Kubricks *Dr. Strangelove*, der mit der einen seine andere, prothetische Hand umklammert und sie daran zu hindern sucht, sich zum Hitlergruss zu erheben. Wir Zuschauer wissen nicht, welcher Sinn der Hand-Metapher bei diesem Ringen in den Zeichentrickfilmen dominiert – bedeutet sie «ein unschuldiges Kind wird von einem rein äusserlichen Bösen angesteckt» oder «das Böse ist ein Teil von dir»?

Man könnte hier tiefenpsychologisch eine «Identifizierung mit dem Angreifer» oder eine «Kompensation absoluter Ohnmachtserfahrung durch das Überschwemmtwerden mit kindlichen Allmachtsphantasien» diagnostizieren. Angesichts der Uner-schrockenheit und der Verbissenheit, mit der die Zeichentrickfilme – in Japan Animes genannt – ihr Gewaltsthema angehen, wirken solche Deutungsversuche flach. Auch die Frage nach Ursache, Schuld und Verantwortung in einem rein kausalen oder banal moralischen Sinn führt schlussendlich nicht weiter. Das Unbewusste weigert sich selbst nach Hiroshima, die Kategorie «nur Opfer!» anzuerkennen. War der

Untertitel von «*Dr. Strangelove*» nicht «How I learned to love the bomb»?

#### **Katastrophensehnsucht**

Wer selbst in den Strudel einer Katastrophe gerissen wird, kämpft ums Überleben. Wer überlebt, ringt darum, möglichst normal weiterleben zu können. Wer Angehörige in einer Katastrophe verloren hat, leistet Trauerarbeit. All das gilt nicht für die grosse Masse der Fernsehzuschauer und Kinobesucher. Für sie mischen sich Spielfilme wie «*The Perfect Storm*», «*Titanic*» und «*Volcano*» unter die Nachrichten wirklicher Erdbeben, Schiffsuntergänge und Flugzeugabstürze. Spielfilme wie Meldungen haben einen erstaunlichen Unterhaltungswert, und der ist erklärungsbedürftig.

Sicher kann man argumentieren, dass wir uns als todesbewusste Wesen immer wieder mit der Möglichkeit unseres eigenen Endes auseinandersetzen müssen. Wenn uns der Katastrophenfilm in die Wirklichkeit entlässt, stellen wir erleichtert fest, dass unsere Stunde noch nicht gekommen ist, auch wenn der Film versucht, uns dies glaubhaft zu machen.

Das ist aber nicht die ganze Wahrheit. Wir leben gleichzeitig in zwei Welten. Dieser Umstand verleiht uns einen Doppelblick auf die Dinge, der uns oft verwirrt. Einerseits sind wir Bewohner des physikalischen Universums, wie es von den Naturwissenschaften beschrieben wird. In ihm sind wir nur Zahlen, Wahrscheinlichkeiten, Pingpongbälle. Wir fallen nach dem Fallgesetz und verweisen nach allen Regeln der Chemie. Wir sind Kompost. Gleichzeitig gehören wir als denkende, sprechende, schreibende und träumende Subjekte dem Symbolischen an, jenem riesigen System aus Sprache, aus Zeichen, Bildern, Signalen, das sich zu Texten und Gesetzen formt. Es bringt die Netze der Kommunikation hervor, welche gegenwärtig als Internet, Mobilfunk, SMS wuchern

wie die Kabel an Tetsuos künstlicher Hand.

In diesem Netz scheint alles möglich. Das Symbolische ist seit der Erfindung der Mythen und Märchen das Netz der virtuellen Realität und damit die Stütze unserer kindlichen Allmachtsfantasien. Eigentlich fordert das Freud-sche Gesetz des Realitätsprinzips, dass wir uns von diesen Träumen verabschieden, dass unser Leben eine Entwicklung hin zu mehr Wirklichkeit sei. Das fällt schwer angesichts der fantastischen Darstellungsmöglichkeiten des Symbolischen.

Werden wir aber nicht moralisch, denn alles, was existiert, wird von der grossen Maschine der Symbole in Beschlag genommen und an seinen Platz im Signifikantengitter gewiesen. Wir können gar nicht anders, als die Welt zu lesen wie einen Text. Katastrophen sind reale Gefahren, die uns jederzeit auslöschen können. Gleichzeitig aber sind sie potente Symbole für Veränderung.

#### **Das «Trauma der Geburt»**

Vielleicht ist dies tatsächlich ihre Bedeutung in unserem System des Erkennens, Deutens und Überlebens. Für die Zwanghafteren unter uns mag jede Form von Veränderung eine Katastrophe sein. Bei den andern versucht der Wunsch, «dass doch immer alles so bliebe, wie es ist», den andern Pol unseres Handelns – Neugier und Risikobereitschaft – in Schach zu halten. Je länger aber die so erzielte Ruhe andauert, desto mehr schleicht sich Angst vor dem Verlust der stabilen Situation ein. Unser Bedürfnis nach Sicherheit kann gar zur Falle werden, aus der wir uns kaum mehr selbst befreien können. Gewohnheit deckt dann jede Lebensfreude zu wie ein öliger Film. In solchen Zeiten wächst unsere Katastrophenbereitschaft. Vielleicht sind wir ja zu schwach, von uns aus einen Partner zu verlassen – die Koffer zu packen und Ade zu sagen. Vielleicht entfachen wir deshalb einen Streit in der Ehe, der

Familie, bis die andern genug von uns haben und sagen: «Raus!» Dann dürfen wir gehen.

Das «Trauma der Geburt» ist wahrscheinlich eine Legende. Das kleine Wesen, das so abrupt von einer umfassenden Schlauchversorgung auf ein Triebssystem und die Interaktion mit Pflegepersonen umstellen muss, ist für den Geburtsvorgang psychisch gut gepolstert. Dennoch können wir uns der Suggestivität der Geburtssymbolik nicht entziehen, ebenso wenig wie der Fantasie vom paradiesischen Schwimmen im Fruchtwasser.

Auch im Zeichentrickfilm «Akira» gibt es eine solche Geburtsfantasie. Die weisse Feuerkugel zu Beginn des Films sieht aus wie ein Ei. Es wächst, platzt und gebiert eine neue Stadt.

#### Gewalttabu und -inszenierung

Im Neo-Tokio von «Akira» fehlen die Mütter, die Väter sind hilflos oder korrupt. Die Katastrophe hat das Gesetz ausser Kraft gesetzt, und nun herrscht rohe Gewalt oder Manipulation, wie die unethischen Versuche mit Kindern und Jugendlichen zeigen. Dennoch löst der Film beim Betrachten eine düstere Befriedigung aus. Er will nicht wirklich unterhalten, sondern macht sich auf die Suche nach einer möglichen Wirklichkeit. So könnte unsere Zukunft aussehen – schrecklich, gefährlich, knapp lebbar.

Bedrohlich ist die Gewalttätigkeit unter Jugendlichen an Schulen, auf den Strassen, auf den Bildschirmen vor allem deshalb, weil wir Gewalt nicht an uns heranlassen. Wir sind auf Distanz zu ihr gegangen und haben den Kontakt zu ihr verloren, sodass sie uns nur noch Angst macht. Wir geben vor, sie nicht zu kennen. Gewalttätige Filme wie «Akira» halten uns den Spiegel vor. Schön ist es nicht, das Gesicht, das uns da entgegnblickt.

In einer Kultur, die Gewalt einerseits tabuisiert, andererseits in endlosem Wiederholungszwang immer neu inszeniert, werden

selbst Naturkatastrophen zu Symbolen verdrängter Impulse. Bei einem heftigen Gewitter lassen die meisten von uns die Freude am Toben der Elemente zu, auch wenn wir uns fragen könnten: «Was habe ich damit zu schaffen?» Bei Vulkanausbrüchen und Erdbeben werden vor allem jene innerlich mitgehen, die stärker verdrängen müssen und an einem Aggressionsstau grossen Ausmasses leiden. Sie selbst dürfen vielleicht nicht aggressiv sein, aber wenn auf dem Bildschirm die Natur zu wüten beginnt, dann werden sie in eine seltsame Erregung versetzt. Triumph, Befreiung, Machtzuwachs sind als Gefühle erlaubt, wenn alles wankt und ein dumpfes Grollen aus der Tiefe aufsteigt.

Manchmal allerdings – so geschehen am 6. August 1945 – strafen Wirklichkeit und Geschichte unsere wütenden Fantasien in einer Weise Lügen, dass wir an unserem Verstand zweifeln. Dann scheint es keinen Unterschied mehr zwischen «Innen» und «Aussen» zu geben. Das ist zuviel; ein derartiges Trauma zeichnet eine Gesellschaft für Generationen. Die eigenmächtigen und unkontrolliert wuchernden Gliedmassen Tetsuos und Ashitakas sind das Erbe der Elterngeneration, zu deren Lebzeit die Bombe gebaut und gezündet wurde. Das ist der Sinn der Metapher vom festgewachsenen Bösen und dem Oszillieren zwischen «dem Fremden» und «dem Eigenen».

Die einzige Chance, weiterzukommen und Linderung zu finden liegt darin, die Geschichte der Stunde null und der Zeit danach immer wieder neu zu erzählen, bis sie zum Mythos geworden ist. Dann könnte es sich ergeben, dass die Trümmer der Stadt und die verwirrten Gedanken irgendwann an ihren angestammten Platz zurückkehren.

Katastrophen bedrohen die Welt, in der wir leben. Diese Binsenwahrheit birgt ein elementares Paradox. Was wir ewig und unverlierbar besitzen, hat keinen

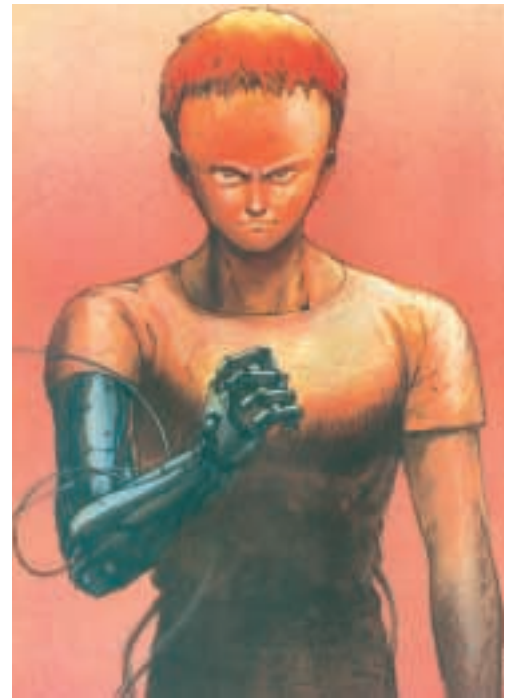


Bild: Carlsen Verlag, Hamburg

Traumatische Erfahrung: Akira verliert immer wieder die Kontrolle über seine prothetische Roboterhand.

Wert für uns und ist vielleicht nicht einmal wahrnehmbar. Die Psychoanalyse behauptet, Objekt des Begehrens könne nur sein, was im Zeichen des Verlustes stehe. Dies gilt auch für «die Welt». «Akira» zeigt uns die Stadt aus der Luft als Ganzes, als Objekt des Begehrens, im Augenblick vor ihrer Zerstörung. Nur schon um «Welt» zu denken, müssen wir den Kopf aus der Nebeldecke fraglosen Seins strecken, den Kontakt mit dem Boden aufgeben und einen andern Standpunkt einnehmen. Was wir dann aus Distanz als Ganzes erfassen, ist nicht mehr unsere Welt, sondern eine andere. Beides zugleich – Unmittelbarkeit und Übersicht – gibt es nur im Satori des Zen. Vielleicht.

#### FILMOGRAPHIE

- Katsuhiro Otomo: Akira, Japan 1988 (nach dem gleichnamigen Schwarzweiss-Manga, der zuerst 1984 in Tokio erschien. Deutsche Neuausgabe bei Carlsen, Hamburg 2000)
- Hayao Miyazaki: Prinzessin Mononoke (Mononoke Hime), Japan 1997

# Trend zu immer teureren Schäden

**Für die Versicherungswirtschaft wird sich die Risikolandschaft in den nächsten Jahren verändern. Swiss Re beobachtet einen Trend zu höheren Schadenpotenzialen. Damit wird die Assekuranz in Zukunft mit immer mehr und immer kostspieligeren Schadenereignissen konfrontiert.**

VON BRUNO PORRO

Der Löwenanteil der Versicherungslast der vergangenen Jahre entstammt Milliardenschäden aus Naturkatastrophen. 24,4 Milliarden USD Schäden, verursacht durch Stürme, Erdbeben und Überschwemmungen – darunter die Winterstürme Lothar und Martin in Europa, der Taifun Bart in Japan, Hurrikan Floyd in den USA, den Bahamas und der Karibik sowie die Erdbeben in der Türkei und in Taiwan – stehen einer Schadenssumme aus «man made»-Katastrophen von 4,2 Milliarden USD gegenüber (Zahlen für 1999).

## Naturkatastrophen dominieren Schadenlast

Für die Naturgefahrenrückversicherung, wie Swiss Re sie anbietet, sind vor dem Hintergrund solcher Zahlen vor allem zwei Aspekte von herausragender Bedeutung: Erstens unterliegen die pro Jahr zu verzeichnenden Schadenssummen im Naturgefahrenbereich extremen Schwankungen, und zweitens zeigen diese Schadenssummen seit 1989 ungebrochen einen im Mittel stark steigenden Trend zu höheren Schäden.

Der enorme Kapitaleinsatz und das hohe Risiko, welches grundsätzlich mit der Versicherung von Naturgefahren verbunden ist, verlangen immer speziali-

siertere Versicherungsprodukte und aufwändigere naturwissenschaftliche Modelle zur Risikobeurteilung. Traditionell stützt sich die Assekuranz auf Statistiken, um ein Risiko einzuschätzen, die Prämien zu berechnen und die Versicherungsbedingungen festzulegen. Statistiken allein reichen für die Risikoanalyse heute jedoch nicht mehr aus und es genügt nicht, Risiken zu identifizieren und technisch zu bewerten. Daher entwickelten spezialisierte Teams bei Swiss Re numerische Modelle, die verschiedenste Schadensszenarien rechnerisch darstellen können. Solche Szenarien erlauben unter anderem, mögliche Höchstschäden in einzelnen Ländern mit Fokus auf die dort zu erwartenden spezifischen Naturgefahren abzuschätzen.

Swiss Re arbeitet intensiv mit Forschungsanstalten und renommierten Wissenschaftlern aus aller Welt zusammen, um neueste Forschungsergebnisse in die eigenen Arbeiten einfließen lassen zu können. So ermöglichte zum Beispiel die Zusammenarbeit mit dem United States Geological Survey (USGS) Aussagen zur Zeitabhängigkeit von Erdbeben und – nach den Beben in der Türkei im Jahr 1999 – Anpassungen der Swiss Re-Modelle an die neue Gefährdungssituation.

Ob eine Klimaänderung («Global Climate Change») die Häufigkeit und Frequenz vor allem von Sturmereignissen beeinflussen wird, ist ein Schwerpunkt bei der Risikoanalyse. Naturgefahren, die in vernichtender Stärke oftmals nur einmal innerhalb von hundert Jahren auftreten, machen ein langfristiges, vorausschauendes Planen für Swiss Re zur selbstverständlichen Notwendigkeit.

Vor allem beim Erfassen von Sturmschadendaten zeigt sich die Komplexität des Problems «Klima»: Schäden steigen im wesent-

lichen durch wirtschaftliche, technische und soziale Entwicklungen in stark exponierten Regionen. Wie gross der Anteil «Klima» jedoch ist, kann gegenwärtig nicht sicher beantwortet werden. Bereits geringe Verschiebungen der vielzitierten jährlichen Mittelwerte (Erwartungswerte) können fatale Folgen für die Versicherungsindustrie haben und müssen daher genau beobachtet werden.

Um solche Probleme seriös analysieren zu können, ist eine internationale Zusammenarbeit und Kooperation zwingend. Swiss Re gründete deshalb kürzlich gemeinsam mit der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (ETHZ) und dem Virginia Tech in den USA das World Institut for Disaster Risk Management (DRM), eine Wissensschaftsplattform, die den Dialog zwischen Wissenschaft und Wirtschaft intensivieren und zu Synergien führen wird.

## Beispiel Pharma- und «Life Science»-Industrie

Von den im Text erwähnten Spannungsfeldern sind nicht alle Wirtschaftszweige gleichermassen betroffen, einige wie die Pharma- und «Life Science»-Unternehmen aber besonders stark. Die öffentliche Wahrnehmung beeinflusst das Handeln dieses Industriezweigs weit über den Bereich der Gentechnik hinaus. Der zunehmende Kostendruck und das Bedürfnis nach «life stile drugs» zwingt die Pharmaindustrie, ihre Geschäftsstrategie neu auszurichten und Produkte anzubieten, die weniger aufwändige Zulassungsverfahren erfordern und rascher auf den Markt kommen. Im Vergleich mit herkömmlichen, zu therapeutischen Zwecken verwendeten Medikamenten sind der Nutzen und die Risikobereitschaft bei «life stile drugs» aber gering. Unzufriedenheit führt hier rasch zu Klagen. Als Kläger kommt zunehmend die viel grössere Gruppe der Konsumenten und nicht nur jene der Patienten in Frage.

Dr. Bruno Porro ist Chief Reinsurance & Risk Officer bei der Swiss Re, Zürich.

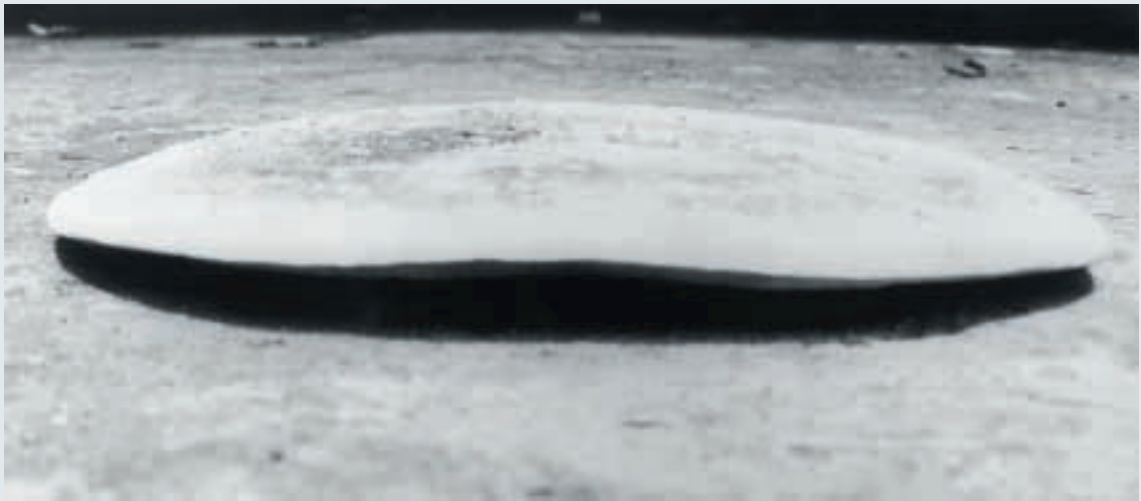




Bild: Keystone

Gebäudebeschädigung durch den Sturm «Lothar» 1999 an der Zürcher Lessingstrasse: Von Naturkatastrophen ging in den vergangenen Jahren die grösste Versicherungslast aus.

Weitere Projekte für eine Zusammenarbeit mit Partnern wie zum Beispiel Weltbank, RPI, SMA oder auch NGO's wie IIASA und IOI verdichten das Netzwerk. Mit ihrer Mitgliedschaft im United Nations Environment Programme, einer Initiative der UNEP, oder auf nationaler Ebene im ProClim/OcCC nimmt Swiss Re bewusst Stellung im politischen Klima- und Umweltdialog.

### **Globalisierung und Deregulierung**

Während der Erfolg eines Rückversicherers im Naturgefahrenbereich entscheidend davon abhängt, ob er die versicherten Risiken global diversifizieren kann, reduziert die wirtschaftliche und technische Globalisierung im Haftpflichtbereich die Möglichkeiten der Diversifikation. Je mehr global tätige Firmen es gibt und je grösser diese werden, desto eher haften diese weltweit für Schäden, die sie verursachen. Gleichzeitig sind Kläger und ihre Interessenvertreter dank der weltweiten Vernetzung in der Lage, sehr viel rascher und koordinierter vorzugehen. Damit verkürzt sich die Vorwarnzeit wesentlich, und das Potenzial für nicht mehr regional begrenzte Klagen steigt lawinenartig an.

Vor allem im Umgang mit neuen oder erst absehbaren Risiken im Haftpflichtbereich genügt die traditionelle Risikoanalyse mit Hilfe von Statistiken nicht mehr. Deshalb ist für Swiss Re die Früherkennung von Risiken von entscheidender Bedeutung. Das heisst, diejenigen Prozesse und Strukturen laufend zu verbessern, welche es ermöglichen, Änderungen in der wirtschaftlichen, sozialen und rechtlichen Risikoland-

### Beispiel Trinkwasserqualität

Sauberes Wasser ist ein zunehmend rares, lebensnotwendiges Gut. Alle Menschen brauchen es, es gehört allen, und als Ökosystem reagiert es auf Störungen empfindlich. Deshalb hielt bis vor kurzem der Staat seine treuhänderisch schützende Hand über dieses kostbare Gut. Das ändert sich nun: Wasserversorgungen werden privatisiert. Damit wird Wasser zum Konsumgut, und Versorgungsengpässe und Qualitätsmängel können eingeklagt werden. Gleichzeitig stehen diese privaten Unternehmungen wie alle Produzenten unter einem Kostendruck.

Eine hohe Wasserqualität ist in den meisten industriellen Regionen der Welt nicht selbstverständlich. Die Wasserverschmutzung durch industrielle Prozesse ist beileibe kein neues Phänomen, es gelangen aber immer mehr auch neuartige Stoffe in die Umwelt. Obschon in zahlreichen Regionen der Welt heute bedeutende Anstrengungen unternommen werden, um die Wasserqualität zu verbessern, gibt es Verunreinigungen, die man nicht sieht, deren Wirkung nur schwer abzuschätzen ist und die kaum zu entfernen sind: Die Rede ist von der möglichen Verschmutzung des Wassers durch hormonell wirksame Stoffe, die so genannten «endocrine disruptors», darunter die Weichmacher aus Kunststoffen.

schaft frühzeitig zu erfassen. Denn wenn ein global tätiger Rückversicherer nicht in der Lage ist, Signale aus dem Umfeld einer sensibilisierten Öffentlichkeit frühzeitig zu erkennen und deren Auswirkungen auf das eigene Unternehmen zu analysieren, setzt er schnell seine Existenz aufs Spiel. Wo sich verschärfte Haftpflichtbestimmungen, Versicherungsobligatorien oder die Androhung von Sammelklagen abzeichnen, ist es zwingend, gut vorbereitet zu sein.

Während immer mehr Unternehmen ihre Aktivitäten unter einem globalen Fokus wahrnehmen, verbleiben viele Kunden und Konsumenten bei einer lokalen Sichtweise und kulturspezifischen Wertvorstellungen. Deshalb stehen Politik und Wirtschaft zunehmend im Spannungsfeld zwischen



Bild: Keystone

der globalen Marktliberalisierung und lokalen, protektionistischen Anstrengungen. Eine Folge davon sind immer strengere Vorgaben zum Konsumentenschutz und zur Produkthaftpflicht, was die Klagebereitschaft in Konsumentenkreisen erhöhen kann.

Seit einiger Zeit ist zu beobachten, dass sich die Haftpflicht-Gesetzgebung wie beim Beispiel Gentechnik mehr und mehr nach der Risikowahrnehmung der Konsumenten richtet. Die eigentlichen physischen oder materiellen Schäden als Auslöser für einen Haftpflichtfall verlieren an Bedeutung, an ihre Stelle tritt die Risikowahrnehmung einer voraussichtlich zunehmend klagebereiten Kundschaft. Wenn aber nicht mehr eine Ursache, sondern bereits die bloße Vermutung Haftpflichtforderungen auslöst, stösst die Assekuranz rasch an die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit.

Indem sie diese Spannungsfelder und die sich daraus ergebenden Probleme thematisiert, kann die Assekuranz dazu beitragen, zwischen Politik, Wirtschaft und Gesellschaft zu vermitteln. Eine nachhaltige und ausgeglichene Entwicklung des Deregulierungs- und Globalisierungsprozesses liegt nicht zuletzt in ihrem eigenen Interesse, weil eine zunehmende Tendenz, Klagen mit hohem Streitwert zu plazieren, die Rolle der Assekuranz gefährden würde.

Ein Baukran in der Stadt Zürich hielt am 26. Dezember 1999 den orkanartigen Windböen des Sturms «Lothar» nicht stand und stürzte auf ein parkiertes Auto.

### Beispiel Automobilindustrie

Auch die Automobilindustrie ist von den negativen Auswirkungen der Globalisierung betroffen. Die Welle internationaler Übernahmen und Zusammenschlüsse hat riesige, äusserst komplexe Unternehmensgebilde entstehen lassen. Weitverzweigte Produktionsverfahren und die Abhängigkeit von einzelnen Zulieferern erhöhen das Potenzial für Betriebsunterbrüche, Produkthaftpflichtfälle und Rückrufaktionen. Auch interkulturelle Differenzen sind zu einem bedeutenden Thema geworden, sie erschweren nicht zuletzt die Kommunikation innerhalb eines Unternehmens. Wo die Belegschaft eines Autoherstellers aufgrund eines Zusammenschlusses ihre Unabhängigkeit und Identität gefährdet sieht und dazu übergeht, dem Management die Zusammenarbeit zu verweigern, kann die Qualität des Produktes negativ beeinflusst werden und der gute Ruf einer Firma gefährdet sein.

Denn es ist ihre Aufgabe, Tätigkeiten mit Risikopotenzial gegen die Bezahlung risikoadäquater Prämien zu ermöglichen. Wenn aber der Versicherungsschutz nicht mehr bezahlbar ist oder für den Versicherer ökonomisch unattraktiv wird, ist den Konsumenten zuletzt gedient.

# Möglichkeiten und Grenzen mathematischer Risikokontrolle

**Im letzten Jahrzehnt haben modernste mathematische Methoden vermehrt im Banken- und Versicherungsbereich Einzug gehalten. In einem Berufsfeld, das früher hauptsächlich eine Domäne von Juristen und Wirtschaftswissenschaftlern war, tummeln sich nun auch Mathematiker, Physiker und andere quantitativ-mathematisch ausgebildete Spezialisten. Haupteinsatzgebiet dieser «Quants» (quantitative analysts) ist die Messung und Kontrolle der Finanzrisiken, denen sich Banken und andere Finanzinstitute gegenübersehen.**

VON RÜDIGER FREY UND  
UWE SCHMOCK

Die Schätzung reiner Versicherungsrisiken hat im Gegensatz zum Bankenbereich längere Tradition und gilt als Domäne der Aktuarer (Versicherungsmathematiker). Weil die Bank- und Versicherungsbranche zusammenwächst, wie dies auch institutionell durch Fusionen zu Allfinanzinstituten zum Ausdruck kommt, sind Finanz- und Versicherungsrisiken heute gemeinsam zu betrachten. Auf Produkteebene äussert sich dieser Trend zum Beispiel durch aktienfondsgebundene Lebensversicherungen, Kreditversicherungen sowie hochverzinsliche Anleihen zur Deckung eventueller Erdbeben- oder sonstiger Katastrophenschäden (Securitization).

Dr. Rüdiger Frey ist Assistenzprofessor am Institut für Schweizerisches Bankwesen, Universität Zürich.

Dr. Uwe Schmock amtiert als Forschungsdirektor des RiskLabs am Departement Mathematik der ETH Zürich.

Zur Bewältigung ihrer Aufgaben stützen sich die Risikokontrolleure auf Methoden aus vielen Bereichen der Mathematik und Informatik. Das Arsenal der finanzmathematischen Waffen umfasst neben modernsten Techniken aus der Stochastik (Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik) zur Analyse von Finanzdaten auch Techniken aus der Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen, Simulationsverfahren und sogar Methoden aus der reinen Mathematik. Ausserdem spielen in der computerisierten Finanzwelt natürlich auch Informatikaspekte eine grosse Rolle.

## Erhöhtes Risiko

Ausgelöst wurde die Entwicklung hin zum quantitativen Risikomanagement durch eine Reihe von Faktoren, die das Risiko grosser Verluste für Banken und andere Akteure an den Finanzmärkten stark erhöht haben. Mit dem Wegfall des Bretton-Wood-Systems fester Wechselkurse anfang der 70er-Jahre ging eine starke Zunahme der Kursschwankungen an den Finanzmärkten einher; Börsenprofis sprechen in diesem Zusammenhang von einer stark gestiegenen Volatilität. Parallel dazu sind – begünstigt durch den Abbau von Handelshemmnissen und durch technologische Entwicklungen – die Umsätze an den Finanzmärkten stark gewachsen. Beispielsweise betrug der Tagesumsatz an der New Yorker Aktienbörse 1970 rund 3,5 Mio. Aktien, 1990 bereits 40 Mio., und auf anderen Märkten verlief der Umsatzanstieg noch rasanter. Gleichzeitig haben eine Klasse neuer Finanzprodukte, die so genannten Derivate, einen grossen Aufschwung erlebt. Bei Derivaten handelt es sich grob gesprochen

um eine Wette auf den Kursverlauf von Basiswerten wie etwa Anleihen, Aktien oder Rohstoffen; die wichtigsten Derivate sind Terminverträge, Swaps und Optionen. Derivate ermöglichen es den Akteuren an den Finanzmärkten, sich ohne grossen Aufwand gegen Schwankungen im Preis der Basiswertpapiere abzusichern (Risikotransfer); und gleichzeitig eignen sie sich natürlich auch zu Spekulationszwecken. Die Bewertung derivativer Finanzinstrumente beruht auf einer komplexen mathematischen Theorie, deren Begründer, die Professoren Robert C. Merton und Myron S. Scholes, 1997 mit dem Nobelpreis für Wirtschaftswissenschaften ausgezeichnet wurden (der Mitbegründer Fisher Black war zu diesem Zeitpunkt bereits verstorben). Derivate sind ideal geeignet als Instrument zur Umverteilung von Finanzrisiken und daher ein unverzichtbarer Bestandteil der modernen Finanzmärkte. Wie eine Reihe spektakulärer Verluste Anfang der 90er-Jahre gezeigt hat, ist der Risikotransfer mit Derivaten gleichwohl selbst nicht ohne Risiko.

## Moderne Risikomanagementsysteme

Als Antwort auf das gestiegene Risikopotenzial an den Finanzmärkten haben Banken und auch Versicherungen unter dem Druck von Aktionären, Öffentlichkeit, Politik und Aufsichtsorganen mit der Entwicklung und Implementation moderner, quantitativer Risikomanagementsysteme begonnen. Herzstück eines solchen Systems ist die Ermittlung der Gewinn- und Verlustverteilung. Hier versucht man, die Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten von Gewinnen und Verlusten ver-



Bild: Keystone

Die Risiken im Finanzmarkt sind grösser geworden.

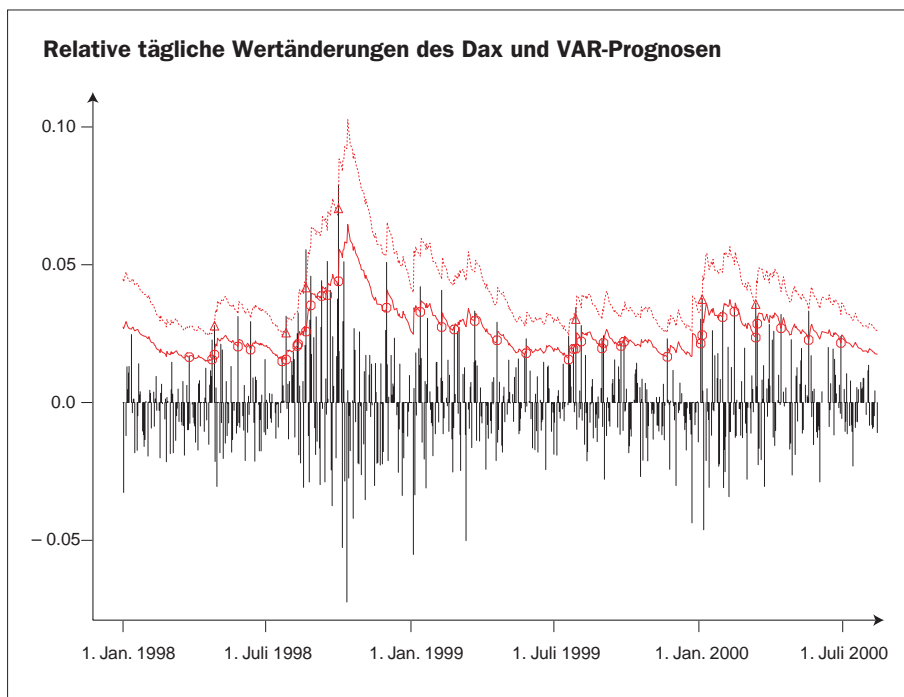
schiedener Grössen über einen vorgegebenen Zeitraum (je nach Anwendung ein Tag, zehn Tage oder auch ein Jahr) zu ermitteln. Dazu muss die Verteilung der Wertänderung von Kernrisikofaktoren (etwa Aktienindizes und Zinskurven) geschätzt und anschliessend die Wertänderung des Portefeuilles auf die Wertänderung dieser Risikofaktoren zurückgeführt werden. In einem zweiten Schritt ermittelt man aus der Gewinn- und Verlustverteilung Risikokennziffern. Bekanntestes, aber gerade unter Zürcher Forschern nicht unumstrittenes Beispiel ist der so genannte Value-at-Risk (VaR). Solche Risikokennziffern bestimmen massgeblich, über wie viel Eigenkapital ein Finanzinstitut als Sicherheit gegen Verluste verfügen muss, um ein bestimmtes risikobehaftetes Portefeuille halten zu können. Derartige Vorschriften zur Eigenkapitalunterlegung sollen die Stabilität des ge-

samten Finanzsystems gewährleisten. Die wichtigsten Risikoarten, die in modernen quantitativen Risikomanagementsystemen erfasst werden, sind Marktrisiken (Verluste durch Preisänderung der Wertschriften im Portefeuille) und Kreditrisiken (Kreditverluste oder sonstige ausfallende Leistungen einer Gegenpartei).

Die Entwicklung und Implementation quantitativer Risikomanagementsysteme stellt sicher eine grosse wissenschaftliche und vor allem auch organisatorische Leistung dar; sie ist auch ein wichtiger Schritt hin zu mehr Stabilität auf den Finanzmärkten. Die Modellierung von Finanzrisiken ist allerdings eine sehr komplexe Aufgabe, sodass auch die heute implementierten Systeme in intensiver Zusammenarbeit von Banken, Regulatoren und Forschern noch weiter verbessert werden können.

#### **Wertänderung der Risikofaktoren und Marktliquidität**

Auf der mathematisch-statistischen Seite wirft die Schätzung der Wertänderung von Risikofaktoren noch viele spannende Fragen auf, bei deren Lösung Forscher an ETH und Universität Zürich und insbesondere die Mitarbeiter von RiskLab an vorderster Front mitarbeiten. Probleme bereitet beispielsweise die Bestimmung der Eintrittswahrscheinlichkeit besonders grosser Verluste. Man weiss aus Erfahrung, dass derartige Verluste häufiger eintreten als von Standardmodellen, die auf der Normalverteilung basieren, vorhergesagt. Zur Bestimmung der Wahrscheinlichkeit derartiger Ereignisse bedienen sich die RiskLab-Forscher beispielsweise Methoden der Ext-



Die Abbildung zeigt die täglichen relativen Wertänderungen des Deutschen Aktien-Indexes (DAX), wobei Verluste positives Vorzeichen haben. Die untere Linie zeigt die jeweils für den nächsten Tag prognostizierte Schranke (Value at Risk), die der Verlust mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% nicht überschreiten sollte; die obere Linie ist die entsprechende 99%-Schranke. Diese Schranken werden mit einer an der ETH Zürich entwickelten Methode berechnet, in die Zeitreihenmodellierung und Extremwerttheorie wesentlich eingehen. Überschreitungen der Schranken (was an 5% bzw. 1% aller Handelstage passieren sollte, sind durch Kreise bzw. Dreiecke markiert; dies dient zur Verifikation der Methode Backtesting.

Aktuelle Vorhersagen dieser Schranken für den DAX, den Dow Jones, den S&P-Index sowie historische Volatilitätsdaten und statistische Auswertungen durch das «Riskometer» sind online unter <http://www.math.ethz.ch/~mcneil/risksum.html> verfügbar.

remwerttheorie, wie sie bereits erfolgreich zur Bestimmung von Hochwasserständen beim Deichbau eingesetzt wurden. Ein weiteres Kerngebiet der Zürcher Risikomanagement-Forschung ist die Modellierung und das Schätzen von Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Risikofaktoren. Da das Portefeuille einer Bank oder Versicherung dem Einfluss vieler verschiedener Risikofaktoren gleichzeitig ausgesetzt ist, bereitet dieser Problemkreis den Praktikern im Risikomanagement grosses Kopfzerbrechen. Als Beispiel für derartige Abhängigkeiten seien hier die Beziehung zwischen Markt- und Kreditrisiko genannt. In Zeiten schlechter wirtschaftlicher Entwicklung steigt die Anzahl der Konkurse und somit das Kreditrisiko von Banken; gleichzeitig hat die wirtschaftliche Entwicklung natürlich auch Auswirkungen auf den Wert des Aktienportefeuilles einer Bank.

Ein weiteres spannendes Problemfeld sind Fragen der Marktliquidität. Die heutigen Risikomanagementsysteme basieren vielfach auf der Annahme liquider Märkte, das heisst, man geht zumindest implizit davon aus,

dass Banken relativ grosse Posten risikobehafteter Wertschriften in kurzer Zeit auf den Markt bringen können, ohne dadurch den Marktpreis dieser Wertschriften stark zu beeinflussen. Wie die Erfahrung gelehrt hat, ist dies gerade in Zeiten starker Turbulenzen an den Finanzmärkten häufig nicht möglich. Banken sind sich dieses Problems natürlich bewusst und haben im Lauf der Zeit pragmatische Vorgehensweisen entwickelt, um sich gegen Verluste durch Marktliquidität zu schützen. Gleichwohl ist eine systematische Analyse von Ursachen und Auswirkungen von Marktliquiditäten von grosser Bedeutung, insbesondere für die Optionsbewertung. Eine exakte mathematische Modellierung ist natürlich sehr schwierig, da vor allem auch ökonomische und psychologische Elemente eine Rolle für die Liquidität auf wichtigen Märkten spielen. Trotzdem wird in RiskLab versucht, die Auswirkungen fehlender Marktliquidität für das Funktionieren von Risikomanagementsystemen zumindest näherungsweise zu erfassen.

#### **RiskLab-Projekt: Modellierung langfristiger Finanzrisiken**

Das in der Schweiz von institutionellen Anlegern verwaltete Vermögen ist beträchtlich und hat die Billionen-Franken-Grenze weit überschritten. 1999 betrug das allein von den Banken verwaltete Vermögen 3,4 Millionen Franken. Für Vermögensverwalter und ihre Kunden ist es wichtig, zuverlässige, mit Wahrscheinlichkeiten gewichtete Prognosen für die (möglicherweise negative) Wertentwicklung ihrer Fonds oder Portefeuilles zu haben. Diese können international diversifiziert sein und aus Tausenden von Aktien, Anleihen, Derivaten und sonstigen Finanzinstrumenten bestehen. Die Entwicklung von praktikablen, mathematisch konsistenten Methoden zum Prognostizieren der langfristigen Wertentwicklung und zum Abschätzen der finanziellen Risiken dieser

**RiskLab:  
Finanzkompetenzzentrum  
an der ETH Zürich**

RiskLab ist als universitätsübergreifendes Forschungsinstitut konzipiert, das sich auf vorwettbewerbliche, angewandte Forschung auf dem Gebiet des integrierten Risikomanagements im Finanz- und Versicherungsbereich konzentriert. Das 1994 gegründete Institut wird zurzeit finanziell getragen von der ETH Zürich, den beiden Schweizer Grossbanken (Credit Suisse Group und UBS AG) sowie der Schweizerischen Rückversicherungsgesellschaft. Im RiskLab arbeitet ein international zusammengesetztes Team von jungen, erstklassigen, zum Teil promovierten Akademikern. Die angewandte wissenschaftliche Forschung im Bereich der Finanz- und Versicherungsmathematik, insbesondere des Risikomanagements, wird grösstenteils in Projektform in enger Zusammenarbeit mit den Industriepartnern aus dem Finanzsektor und weiteren Forschern an wissenschaftlichen Hochschulen (Universität Zürich, Universität Lausanne, Hochschule St. Gallen, Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique in Sophia Antipolis, Frankreich) durchgeführt. Hierbei werden akademische Methoden auf praxisrelevante Fragestellungen angewandt, die sich aus der engen Kooperation mit den Finanzindustriepartnern ergeben.

Informationen:

Finanz- und Versicherungsmathematik, ETH Zürich:  
<http://www.math.ethz.ch/finance/>

RiskLab:  
<http://www.risklab.ch/>

Institut für Schweizerisches Bankwesen:  
<http://www.isb.unizh.ch/>

Portefeuilles ist folglich eine wichtige Aufgabe. Existierende Modellierungsansätze wie zum Beispiel «RiskMetrics» erlauben relativ gute Schätzungen von kurzfristigen Marktrisiken während der nächsten ein bis zwei Wochen – hierfür wurden sie entwickelt. Diese Modelle haben jedoch einige schwer wiegende Mängel,

wenn sie auf längere zukünftige Zeiträume von typischerweise einem Jahr angewendet werden, wie es für strategische Investitionen institutioneller Anleger nötig ist. So kann beispielsweise bei Modellen für kurze Zeitspannen davon ausgegangen werden, dass sich die Zusammensetzung des betrachteten Portefeuilles nicht verändert. Für langfristige Prognosen ist diese Annahme jedoch aus mehreren Gründen unrealistisch: Anleihen werden zurückgezahlt, Optionen verfallen, und Portefeuilles werden aufgrund der Marktentwicklung unter Beachtung der Anlagerichtlinien umgeschichtet.

Das Ziel dieses RiskLab-Projekts ist die Entwicklung eines theoretisch gut verstandenen und empirisch begründeten Konzeptes zum Schätzen der langfristigen finanziellen Risiken der strategisch ausgerichteten Portefeuilles.

Da sich keine der in der Literatur beschriebenen Methoden als augenscheinlich besser erweist als alle übrigen, ist es notwendig, dass geeignete Modellvorschläge für verschiedene Anwendungsgebiete genauer untersucht werden. Um beurteilen zu können, wie gut sich welche Modelle zum Prognostizieren der langfristigen Wertentwicklung eignen, gehen die RiskLab-Forscher wie folgt vor: Zuerst betrachten sie die strukturellen Komponenten von Anlageportefeuilles wie Aktienkurse und Wechselkurse einzeln und ermitteln mit Hilfe historischer Daten das jeweils beste Modell und dessen beste Kalibrierung. Anschliessend modellieren sie das gesamte Portefeuille, indem sie die einzelnen Komponenten zusammenfügen und dabei möglichst Abhängigkeitsstrukturen berücksichtigen. Hierbei wollen sie Synergien mit einem weiteren RiskLab-Forschungsgebiet nutzen, bei dem die Modellierung von Abhängigkeiten im allgemeinen Rahmen näher untersucht wird. Ein wesentlicher Teil des Projektes besteht darin, den Einfluss der Anlagestrategien auf die

Zusammensetzung der Portefeuilles – und damit auch auf die Wertentwicklung und das finanzielle Risiko – geeignet zu prognostizieren.

**Ökonomische Aspekte**

RiskLab beschäftigt sich vor allem mit mathematischen Aspekten des finanziellen Risikomanagements. Natürlich wirkt die Verbesserung von Risikomanagementsystemen auch viele wichtige ökonomische Fragen auf. Als Beispiele seien hier die Fragen der Kapitalallokation, der Leistungsmessung und der Bonussysteme erwähnt. Es ist bekannt, dass Händler, Versicherungsagenten und Manager durch ungeeignete Bonussysteme dazu verleitet werden können, aus Sicht des Finanzinstituts zu hohe Risiken einzugehen. Auch bei der Untersuchung von Ursachen und Folgen fehlender Marktliquidität oder bei der Frage, wie Finanz- und Versicherungsmärkte organisiert sein sollten, müssen ökonomische Überlegungen im Zentrum stehen. Deshalb werden Wissenschaftler aus RiskLab, der Finanzindustrie, dem Departement Mathematik der ETH, der wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Universität Zürich und des Schweizerischen Instituts für Banken und Finanzen an der Universität St. Gallen in Zukunft bei der Erforschung von Finanz- und Versicherungsrisiken noch stärker zusammenarbeiten.

# Wie sind Wirtschaftsrisiken beherrschbar?

**Jede wirtschaftliche Tätigkeit ist mit Risiken verbunden. Dies wird vor allem am Beispiel des Investierens deutlich, da dieses auf die Erzielung zukünftiger Erträge gerichtet ist. Weil risikoreiche wirtschaftliche Tätigkeiten einerseits gesellschaftlich sinnvoll sein können, andererseits aber die individuellen Entscheidungsträger Risiken scheuen, gilt es Methoden zu entwickeln, um Risiken beherrschbar zu machen.**

VON THORSTEN HENS

Den einfachsten Einstieg in diese Forschungsrichtung mag ein kurzer historischer Abriss geben: In der vorindustriellen Gesellschaft bestanden Wirtschaftsrisiken im Wesentlichen in den Schwankungen des Ernteertrages. Die älteste Methode zur Verminderung solcher Risiken ist die Lagerhaltung. So konnten zum Beispiel im alten Ägypten die Erträge aus sieben guten Jahren dazu benutzt werden, um sieben schlechte Jahre zu überbrücken. In weniger zentralistisch organisierten Agrargesellschaften wie etwa dem vorindustriellen England bestellte jeder Bauer seine eigenen Felder, sodass der wirtschaftliche Erfolg jedes Einzelnen unterschiedlich ausfallen konnte. Nun hat, in begrenztem Umfang natürlich, jeder Bauer Lagerhaltung betrieben, aber wie die Abbildung auf Seite 61 zeigt, gab es auch eine andere effiziente Methode, die Wirtschaftsrisiken dieser Gesellschaft in den Griff zu bekommen.

Dr. Thorsten Hens ist ordentlicher Professor für Finanzmarktökonomie und Monetäre Makroökonomie an der Universität Zürich.

Die Abbildung stellt die Aufteilung von Land auf einzelne Bauern dar. Jeder, manchmal recht kleine Streifen zeigt ein eigenständiges Feld. Die Felder wurden so aufgeteilt, dass jeder Bauer etwas von jedem Typ Land (Land am Hang, am Fluss usw.) hatte. Somit war sichergestellt, dass, egal ob in einem Jahr das Land am Hang und im anderen Jahr das Land am Fluss ertragreicher war, jeder Bauer einen etwa ähnlichen Ertrag wie im Jahr zuvor hatte. Dieselbe Methode zur Beherrschung von Wirtschaftsrisiken wird heute beispielsweise noch in Thailand angewandt. Der Nachteil liegt darin, dass eine effiziente Bewirtschaftung des Landes mit moderner Technologie unmöglich ist.

## Effiziente Allokation von Risiken

Finanzmärkte helfen dieses Problem zu lösen – sie ermöglichen eine technologisch sinnvolle Produktionsweise bei individuell tragbaren Risiken. Ein schönes Beispiel hierfür liefert die Kolonialzeit, in der Erkundungsschiffe aus Europa in die Neue Welt geschickt wurden. Die Gefahren des Meeres erforderten, dass man Schiffe mit einer gewissen Mindestgrösse losschickte. Diese waren jedoch für einzelne Financiers so teuer, dass jeder höchstens ein Schiff hätte aussenden können. Sein gesamtes Geld in ein einzelnes Schiff zu investieren, war aber eine sehr riskante Angelegenheit. Die Lösung dieses Problems wurde im 15. und 16. Jahrhundert mit der so genannten «financial revolution» erreicht, welche, von Venedig ausgehend, Amsterdam und London erfasste.

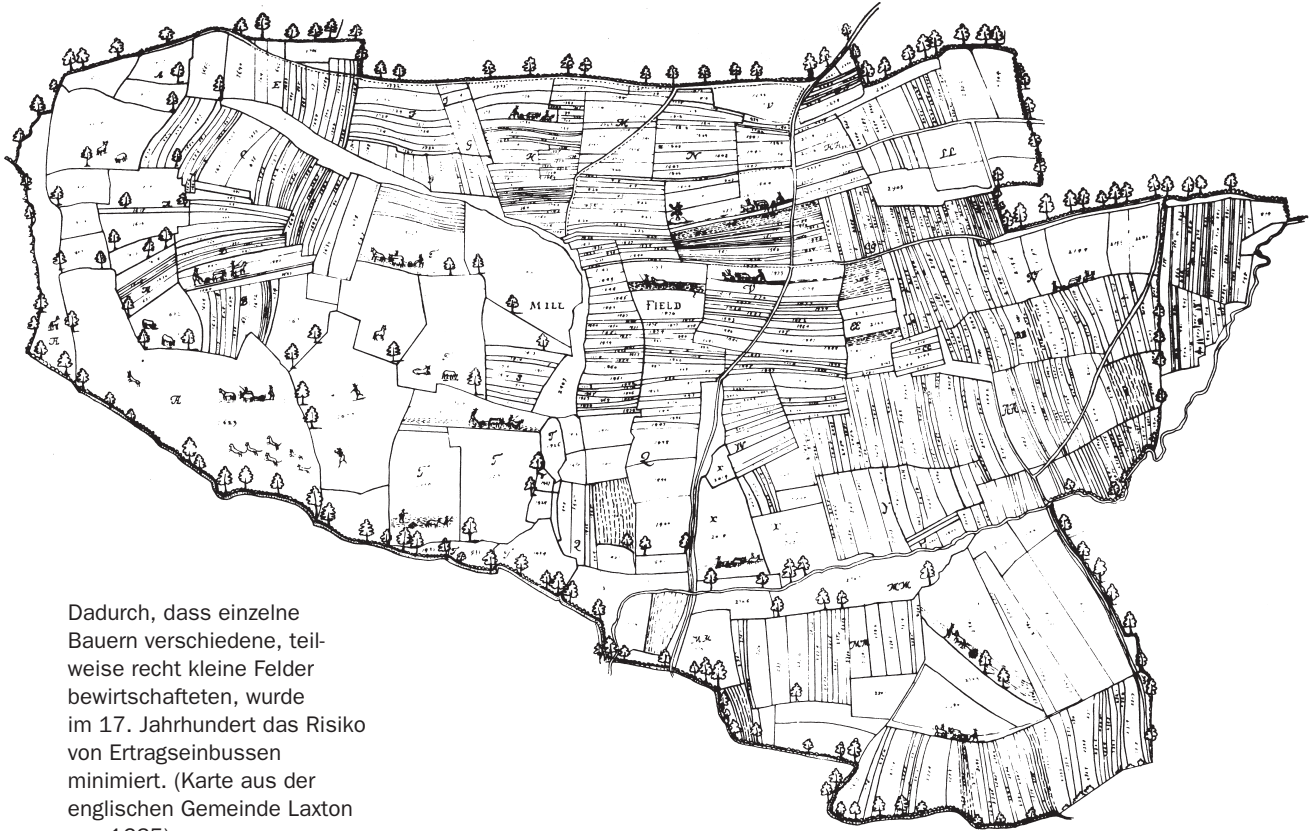
Die neue Idee war das Prinzip des «spread ownership», nach dem jeder Financier seine Investi-

tion auf mehrere Schiffe verteilen konnte. Nach dem gleichen Prinzip sind später auch die notwendigen finanziellen Mittel für die industrielle Revolution aufgebracht worden. Eine wesentliche Neuerung jener Zeit war, dass man «secondary markets», etwa Aktienmärkte, eröffnete, an denen die Anteile an den Industrieunternehmen jederzeit gehandelt werden konnten. Der wiederholte Aktienhandel ermöglicht es, die effiziente Risikoallokation an das jeweilige Eintreffen neuer Informationen anzupassen. Eine berühmte, aber nicht unumstrittene These der Finanzmarktökonomie geht davon aus, dass deshalb die Kurse von Aktien eine effiziente Verarbeitung aller relevanten Informationen widerspiegeln.

## Prinzip der Diversifikation

In unserer modernen Informationsgesellschaft wird die oben skizzierte Beherrschung von Wirtschaftsrisiken in Form von Lagerhaltung und effizienter Risikoallokation durch Kredit- und Aktienmärkte erreicht, auf denen jeder jederzeit handeln kann. Das klassische Modell zur Analyse solcher Finanzmärkte ist das Capital Asset Pricing Modell (CAPM). Dieses recht einfache Modell, das in der Praxis noch immer ein unumstrittenes Hilfsmittel für Investitionsentscheidungen ist, beruht auf dem Prinzip der Diversifikation. Nach diesem einleuchtenden Prinzip sollte man keine Einzeltitel kaufen, sondern durch geschickte Mischung von Einzeltiteln in einem Portfolio von Wertschriften das Risiko vermindern.

Eine Hauptaussage des CAPM ist, dass jeder Investor eine Kombination aus einem wohl diversifizierten Portfolio, dem Marktportfolio und einer risikolosen



Dadurch, dass einzelne Bauern verschiedene, teilweise recht kleine Felder bewirtschafteten, wurde im 17. Jahrhundert das Risiko von Ertragsseinbussen minimiert. (Karte aus der englischen Gemeinde Laxton von 1635)

Anlage (einem Sparvertrag oder einem Staatspapier) wählt. Hierin widerspiegeln sich die beiden oben skizzierten Grundmethoden zur Beherrschung von Wirtschaftsrisiken. Mit diesem Modell kann man beispielsweise so umwälzende Entwicklungen wie die Globalisierung von Finanzmärkten verdeutlichen, welche derzeit durch die neuen Informationstechnologien ermöglicht werden. Denn die Antriebskraft dieses Prozesses besteht darin, dass jedes Hinzufügen weiterer Anlagemöglichkeiten die Diversifikation des Risikos weiter verbessert.

#### **Fundierte Zweifel**

Hat unsere Gesellschaft also schlussendlich eine perfekte Methode entwickelt, um alle ihre wirtschaftlichen Risiken zu beherrschen? Vertreter des klassischen Finance würden diese Frage mit Nachdruck bejahen. Die moderne Finanzmarktforschung hat jedoch einige fundierte Zweifel aufgezeigt. Der amerikani-

schen Ökonom Robert J. Shiller von der Yale University machte schon 1981 die Beobachtung der «excess volatility», nämlich dass die Volatilität von Kursen auf Aktienmärkten weitaus grösser ist als die zugrunde liegenden Schwankungen des wirtschaftlichen Erfolges der Unternehmen. Deshalb muss man sich fragen, ob nicht der Aktienhandel als Methode der Beherrschung von Wirtschaftsrisiken riskanter ist als die zu beherrschenden Risiken selbst. Auch wohl diversifizierte Aktienmarktindizes wie Dow Jones, DAX und SMI schwanken täglich um mehrere Prozent, und von Zeit zu Zeit gibt es so genannte «crashes», bei denen innerhalb weniger Stunden das Vermögen von Anlegern halbiert werden kann.

Bemerkenswert an der «excess volatility» ist auch, dass mit einer neuen Generation von Wertpapieren, den so genannten Derivaten, in den letzten 20 Jahren eigentlich Instrumente geschaffen wurden, um sich gegen extreme

Kursbewegungen abzusichern. Die Auszahlungen von Derivaten beruhen nicht direkt auf dem wirtschaftlichen Erfolg eines Unternehmens, sondern auf den Kursbewegungen der Aktien («underlying») dieses Unternehmens. So kann man etwa durch den Kauf von Put-Options den Wert seines Portfolios nach unten absichern. An einigen Tagen übertrifft sogar das Handelsvolumen der Derivate das der «underlyings». Jedoch scheinen diese Instrumente eher zu einer Verstärkung der Volatilität der Aktienkurse geführt zu haben.

#### **«Behavioral finance»**

Ein möglicher Erklärungsansatz für die «excess volatility» ist es, an der im klassischen Finance unterstellten kollektiven Rationalität der Wirtschaftssubjekte zu zweifeln. Diese kollektive Rationalität tritt in den klassischen Finanzmarktmodellen in Form der Hypothese rationaler Erwartungen auf, nach der jeder Entschei-

dungsträger korrekte Kurserwartungen bilden kann. Dies ist der Ansatzpunkt des so genannten «behavioral finance», welches vor allem die eingeschränkten Fähigkeiten zur rationalen Informationsverarbeitung sowie den Hang zu gleichartigem Handeln, «herding» genannt, betont. «Behavioral finance» ist ein sehr spannendes Forschungsgebiet, worüber die Bücher von Shleifer und Shiller (siehe Literaturangaben) einen aktuellen Überblick geben.

Am Institut für Empirische Wirtschaftsforschung der Universität Zürich werden die Grundprinzipien des «behavioral finance» durch Laborexperimente erforscht. Der enorme Vorteil von Laborexperimenten ist, dass man nur im Labor die volle Kontrolle über alle relevanten Informationen und deren Verarbeitung hat. Das abschliessende Beispiel soll einen kleinen Einblick in diese Forschung geben.

#### **Experimenteller Wertschriftenhandel**

In einem Experiment können mehrere Teilnehmer beispielsweise eine fiktive Wertschrift über mehrere Perioden gegen Laborgeld handeln. Es wird vor dem Experiment jedem Teilnehmer klargemacht, dass die gehandelte Wertschrift in der letzten Periode eine heute allen bekannte feste Auszahlung an Laborgeld liefert. Darüber hinaus ist jedem Teilnehmer bekannt, dass am Ende des Experiments Laborgeld in Schweizer Franken ausbezahlt

wird und dass man durch geschicktes Handeln durchaus eine beachtliche Summe Geld mit nach Hause nehmen kann. Dennoch ist es ein Phänomen dieses Experiments, dass der Kurs der Wertschrift im Laufe der Perioden zum Teil bis auf das doppelte dieser Endauszahlung hochgetrieben wird und dass erst ganz am Ende des Experimentes diese spekulative Blase platzt. Robert J. Shiller argumentiert übrigens sehr überzeugend, dass das gegenwärtige «all time high» der Aktienkurse genau solch eine spekulative Blase ist!

Bemerkenswert ist auch, dass im Experiment spekulative Blasen auftreten, obwohl keine Derivate gehandelt werden können. Es ist noch zu untersuchen, welchen Einfluss auf die spekulativen Blasen die Einführung von Derivaten hätte.

#### **Massnahmen überprüfen**

Dieses interessante Experiment liefert Ansatzpunkte, um Auswirkungen von koordinierenden Massnahmen zu untersuchen. Eine häufig angewandte makroökonomische Massnahme gegen spekulative Blasen ist etwa die Reduzierung der Liquidität an Finanzmärkten durch Erhöhung der Leitzinsen.

Reale Experimente dieser Art können sehr gefährlich sein. Viele Ökonomen beschuldigen gerade die Zentralbanken, durch unangemessene Zinserhöhungen 1929 und 1987 das Platzen der spekulativen Blasen und, was das Jahr 1929 anbelangt, die verhee-

renden Folgen verursacht zu haben. Ein enormer Vorteil von Experimenten ist, dass in diesen die Kunst des «soft landings» viel gefahrloser erprobt werden kann.

Eine andere immer wieder vorgeschlagene Massnahme ist die so genannte Tobinsteuer einzuführen, welche in der Schweiz Stempelsteuer genannt wird. Ob die Tobinsteuer zum Verhindern von spekulativen Blasen überhaupt geeignet ist, kann wiederum in Experimenten sehr gut untersucht werden.

Die experimentelle Forschung im Bereich «behavioral finance» ist zurzeit «leading edge». Das letztendliche Ziel wird es sein, hieraus bessere Methoden zur Beherrschung von Wirtschaftsrisiken zu entwickeln. Gesucht werden Methoden, die die Vorteile moderner Finanzmärkte gegenüber ihren historischen Vorläufern behalten, ohne die derzeit realisierten Nachteile zu haben.

#### **LITERATUR**

- Robert J. Shiller: *Irrational Exuberance*, Princeton 2000
- Andrei Shleifer: *Inefficient Markets. An Introduction to Behavioral Finance*, Oxford 2000
- Robert Townsend: *The Medieval Village Economy: A Study of the Pareto-mapping in General Equilibrium Models*, Princeton 1993



# Irrationale Angst vor Kriminalität?

**Ist die Angst vieler Menschen, Opfer krimineller Handlungen zu werden, oft unbegründet, wie dies in der Kriminologie immer wieder behauptet wird? Gesamtschweizerische und den Raum Zürich betreffende Untersuchungen haben gezeigt, dass dem nicht so ist. Im Allgemeinen schätzen die Schweizerinnen und Schweizer die Risiken der Kriminalität ziemlich realistisch ein.**

VON MARTIN KILLIAS

Kriminalität gehört zu den alltäglichen Risiken des Lebens in allen modernen Gesellschaften. Dabei ist die Vermeidung solcher Risiken weitgehend Sache des Einzelnen: jeder soll selbst aufpassen, dass ihm seine Tasche und seine Wertgegenstände nicht abhanden kommen. Jeder Einzelne soll darauf achten, dass Wohnung und Auto zugesperrt sind, oder sich überlegen, welche Gegenden er zu welchem Zeitpunkt aufsuchen will.

Angst vor Kriminalität hat in solchen Gesellschaften zunächst einmal eine Steuerungsfunktion, indem sie an bestimmten Orten und zu bestimmten Zeitpunkten zur Vorsicht mahnt, also nahelegt, wo und wann was zu tun oder zu unterlassen sei. Übersteigt nun aber diese Angst ein gewisses Mass, dann wirkt sie nicht mehr selektiv im Sinne der Vermeidung von Risikosituationen, sondern führt zu einer radikalen Einschränkung der alltäglichen Bewegungsfreiheit. Es gilt dann das Sprichwort «my home is my castle», wobei das Heim als Fes-

tung erlebt wird, in der man sich vor der gefährlichen Aussenwelt einigermassen geschützt wähnt.

## Angst im Quartier als zentraler Indikator

Seit über dreissig Jahren wird in westlichen Ländern die Angst vor Kriminalität mittels einer Frage erhoben, die ungefähr so lautet: «Wie sicher fühlen Sie sich, wenn Sie abends in Ihrem Wohnviertel zu Fuss unterwegs sind? – Sehr sicher, ziemlich sicher, ziemlich unsicher, sehr unsicher?» Diese Frage wurde oft als reduktionistisch kritisiert. Die Angst, sich auf den Strassen des eigenen Quartiers zu bewegen, hat sich aber in zahlreichen Studien als ausserordentlich eng mit anderen Aspekten von Angst und Vermeidungsverhalten im öffentlichen Raum korreliert erwiesen – so etwa mit der Angst in öffentlichen Verkehrsmitteln oder mit der Angst auf dem Weg von diesen nach Hause sowie mit der Wahl verschiedener Vorbeugungsstrategien (etwa dem Vermeiden bestimmter Leute oder Orte, wenn man zu Fuss unterwegs ist). Sie hängt aber nur beschränkt mit der Angst um Dritte – etwa Frauen oder ältere Menschen – sowie mit vermuteten Einbruchrisiken zusammen. Dies belegt, dass die Befragten sehr wohl zwischen sich und anderen sowie zwischen verschiedenen Gefahrenquellen zu unterscheiden wissen.

Die Frage nach dem Sicherheitsgefühl auf den Strassen des eigenen Wohnviertels erhebt so letztlich genau das, was man als problematisch ansehen muss, nämlich ein Bedrohungsgefühl an einem Ort, den man nicht meiden kann. Niemand ist gezwungen, zu später Stunde ein Vergnügungsviertel oder den dunklen Wald aufzusuchen – aber alle müssen durch die Strassen ihres Quartiers gehen und öffentliche Verkehrs-

mittel benützen. Werden solche Alltagssituationen als bedrohlich erlebt, dann stellt dies eine deutliche Einschränkung der Lebensqualität dar, auch wenn es nicht bis zu einer selbst auferlegten «Ausgangssperre» kommt.

## «Paradoxe» Verteilung?

Seit den ersten Befragungen zur Kriminalitätsangst zeigte sich, dass sich Frauen und ältere Menschen im eigenen Quartier häufig unsicher fühlen. Da jedoch junge Männer am häufigsten von Straftaten gegen die Person betroffen zu sein schienen, wurde schnell auf ein «Paradox» geschlossen. Nur wurde dabei kaum berücksichtigt, dass Frauen in Form sexuell motivierter Anpöbeleien einer Belastung ausgesetzt sind, die – obwohl in der Regel nicht eigentlich strafbar und oft nicht einmal erfasst – das Sicherheitsgefühl im öffentlichen Raum erheblich beeinträchtigt. Berücksichtigt man weiter ihre anderen Lebensgewohnheiten und die damit verbundene geringere Risikexposition, so sind Frauen in der Schweiz durchaus nicht seltener Opfer von Straftaten gegen die Person als Männer.

Trotzdem hält die europäische Kriminologie weitgehend an der Einschätzung fest, Angst vor Kriminalität sei letztlich irrational – ein ziemlich sexistisches Urteil, da es unterstellt, Männer seien eben rationaler. In Wirklichkeit erklärt sich die höhere Angst vor Kriminalität im öffentlichen Raum bei Frauen und älteren Personen weitgehend aus ihrer höheren Verwundbarkeit, also ihrer geringeren Fähigkeit, sich bei Angriffen zu wehren oder zu flüchten, sowie der – nicht unbegründeten – Befürchtung, schlimmere Folgen gewärtigen zu müssen.

Zum Vorurteil beigetragen hat die Vorstellung, die Angst vor Kriminalität habe nichts mit objektiven Risiken zu tun und sei ir-

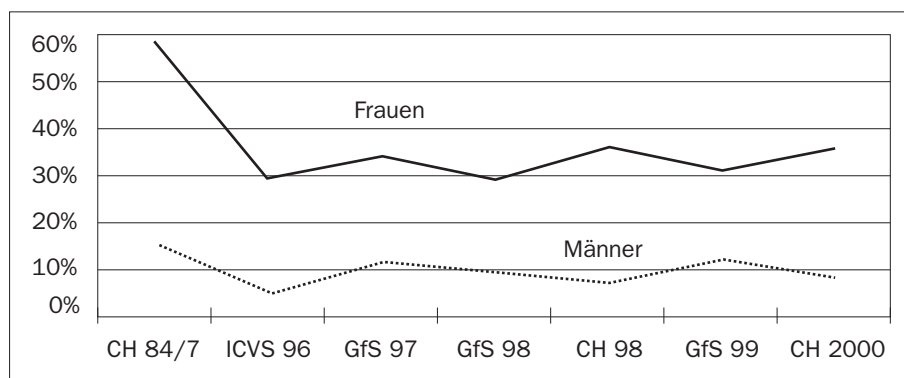
Dr. iur. und lic. phil. Martin Killias ist ordentlicher Professor am Institut de Police Scientifique et de Criminologie (IPSC) der Universität Lausanne und Lehrbeauftragter an der Rechtswissenschaftlichen Fakultät der Universität Zürich.

rational, weil die Entwicklung im Zeitverlauf oft nicht mit dem realen Kriminalitätstrend einhergeht. In der Schweiz finden seit 1984 auf nationaler Ebene Befragungen zum Sicherheitsgefühl statt. Finanziell unterstützt wurden sie freundlicherweise vom Schweizerischen Nationalfonds (1984, 1987, 1998) sowie von den Bundesämtern für Justiz, Polizei und Statistik (1989, 1996, 2000), während die UNIVOX-Analysen vom GfS-Forschungsinstitut finanziert und durchgeführt wurden (1997, 1998, 1999). Diese Befragungen haben weitgehend dieselben Indikatoren verwendet und erlauben daher die in den Grafiken 1 bis 3 erfolgte Darstellung der Trends.

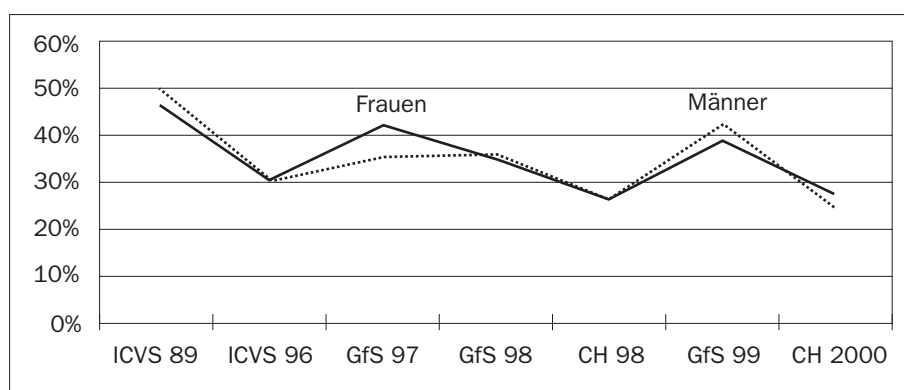
#### Kleineres Unsicherheitsgefühl

Wie aus den drei Grafiken zu ersehen ist, hat das Unsicherheitsgefühl bei nächtlichen Ausgängen auf den Strassen des eigenen Quartiers seit den Achtzigerjahren deutlich abgenommen, und zwar bei Männern und Frauen. (Gewisse Fluktuationen zwischen den einzelnen Befragungen könnten auch mit den unterschiedlichen Befragungsmethoden zusammenhängen.) Ebenso ist die Anzahl der Befragten, die einen Einbruch für wahrscheinlich halten, seit den Achtzigerjahren rückläufig. Beides entspricht durchaus nicht den ständigen Beteuerungen, das Unsicherheitsgefühl habe stark zugenommen. Der Trend mag auch paradox erscheinen, wenn man berücksichtigt, dass in demselben Zeitraum laut Statistiken und Befragungsergebnissen das Einbruchsrisiko und die Anzahl körperlicher Angriffe sich ungefähr verdoppelt haben. Umgekehrt scheint das Vermeidungsverhalten ziemlich genau der Entwicklung der objektiven Risiken zu folgen, wie sich auch die Anzahl Haushalte mit Einbruchssicherungsanlagen verdoppelt hat.

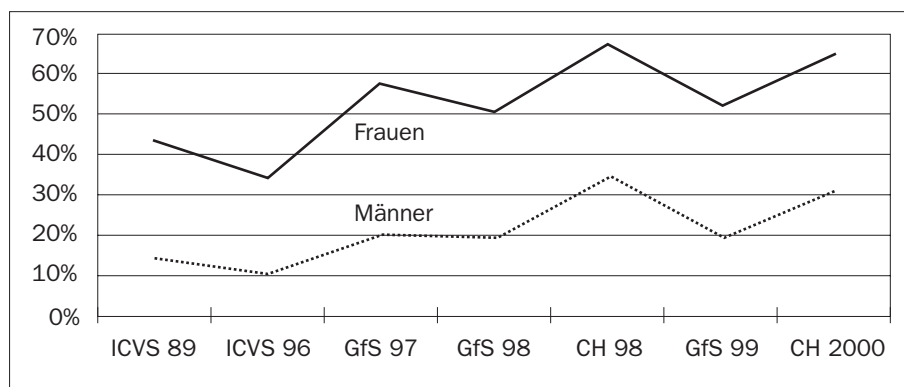
Wie lässt sich nun erklären, dass zwar das Vermeidungsverhalten der objektiven Entwick-



Grafik 1: Anzahl Befragte (in %), die sich bei abendlichen Ausgängen (zu Fuss) im eigenen Quartier unsicher fühlen.



Grafik 2: Anzahl Befragte (in %), die einen Einbruch in ihre Wohnung im nächsten Jahr für wahrscheinlich halten.



Grafik 3: Anzahl Befragte (in %), die abends zu Fuss bestimmte Strassenzüge oder Leute meiden.

lung folgt, nicht aber das diffuse Unsicherheitsgefühl und die subjektive Einschätzung von Risiken? Der Grund mag in einem Gewöhnungseffekt liegen. Bei neuen Themen und Bedrohungen – etwa AIDS in den Achtzigerjahren und BSE im letzten Jahrzehnt – vermögen Befragte das Ausmass der Risiken oft nicht richtig einzuschätzen. Nach einer anfänglichen Panik nähern sich die Einschätzungen schnell realistischen Grössenordnungen. Vieles

Grafiken 1–3:  
Zeitliche Entwicklung (getrennt nach Geschlechtern) von drei Indikatoren zum Sicherheitsgefühl bei gesamtschweizerischen Befragungen.  
Quellen: Nationale Opferbefragungen 1984/87, 1998, 2000 (N = 6500, 3000, 4200; IPSC-UNIL); UNIVOX-Studien von 1997, 1998, 1999 (N = ca. 700; GfS/IPSC-UNIL); International Crime Victimization Surveys (ICVS) von 1989 und 1996 (schweizerische Stichproben, N = 1000; IPSC-UNIL).

spricht dafür, dass die seit ungefähr 1980 thematisierte Kriminalität zunächst einmal überschätzt wurde, bis man sich durch die vielen Medienberichte daran gewöhnt hat. Umgekehrt sind die persönlich getroffenen Vorsichtsmassnahmen stärker von Erfahrungen beeinflusst, die man selber erlebt oder im eigenen Umfeld beobachtet hat.

### **Zürich – eine Stadt von Realisten**

Dass das Ausmass der Kriminalität für das Sicherheitsgefühl nicht einfach irrelevant ist, hat sich auch im Vergleich verschiedener Zürcher Stadtquartiere gezeigt. Zwei Befragungen erlauben einerseits den Vergleich zwischen der Stadt Zürich und der übrigen Schweiz, andererseits denjenigen verschiedener Zürcher Stadtquartiere untereinander. Dabei zeigt sich, dass die Stadtbevölkerung insgesamt einem nur wenig höheren Kriminalitätsrisiko ausgesetzt ist als die übrigen Bewohnerinnen und Bewohner der Schweiz oder des Kantons.

Viel bedeutender sind die Unterschiede innerhalb der Stadt Zürich. Berücksichtigt man ausschliesslich Straftaten gegen die Person (Raub, Körperverletzungen, sonstige Angriffe gegen die Person), die sich im eigenen Quartier und im öffentlichen Raum ereignet haben, so tragen Bewohnerinnen und Bewohner der stark belasteten Stadtkreise 3, 4 und 5 ein rund doppelt so grosses Risiko wie alle Zürcherinnen und Zürcher im Durchschnitt und ein rund zehnmal grösseres Risiko wie Bewohnerinnen und Bewohner der «sicheren» Quartiere (Kreis 7 inklusive Oberstrass und Höngg). Wie sich zeigt, nimmt die Zahl der «ängstlichen» Befragten ziemlich linear mit der objektiven Kriminalitätsbelastung des Quartiers zu. Es kann dabei offen bleiben, ob in den «gefährlichen» Quartieren besonders viele Befragte selber schon Opfer geworden sind oder ob die tägliche Kommunikation im lokalen Um-

feld die relevanten Informationen vermittelt.

Ein weiterer deutlicher Zusammenhang zeigt sich zwischen der objektiven Häufigkeit im Quartier erlittener Gewaltdelikte und der Wahrnehmung von Personen, die sich dort aufhalten und beunruhigend wirken. Die als bedrohlich empfundene Wahrnehmung herumstehender junger Leute ist im Übrigen nicht unrealistisch. Wie sich bei einer vor kurzem veröffentlichten nationalen Jugenddelinquenz-Studie in England gezeigt hat, begehen Jugendliche, die von sich sagen, sie würden einen grossen Teil ihrer Freizeit auf der Strasse verbringen, eine weit überdurchschnittliche Anzahl von Delikten.

Zusammenfassend lässt sich also kaum sagen, dass die befragten Zürcherinnen und Zürcher ihre Lage «irrational» einschätzen. Dass in Europa und insbesondere im deutschen Sprachraum diese anderenorts längst überholte Sichtweise weiter gepflegt wird, liegt vermutlich am Fehlen grösserer Befragungsstichproben. Um etwa Aussagen über das Sicherheitsgefühl in einzelnen Stadtvierteln machen zu können, sind sehr grosse Stichproben erforderlich, wie sie auf Gemeindeebene in Europa nur in Ausnahmefällen zur Verfügung stehen. Für Politiker aller Schattierungen mag es im Übrigen bequem sein, die Kriminalitätsangst für irrational zu erklären, da dies von der Suche nach Lösungen für dieses Problem weitgehend entbindet.

### **Massnahmen gegen die Angst**

Eine blinde Angstbekämpfung würde wenig Sinn machen, wenn sie lediglich zur Folge hätte, dass verwundbare Personen sich vermehrt unkontrollierbaren Risiken aussetzen. Insofern kann eine gewisse präventive Wirkung von Angst durchaus positiv wirken. Andererseits kann selbstverständlich die Einschränkung der Bewegungsfreiheit breiter Bevölkerungskreise (namentlich von Frauen) nicht einfach hingenom-

men werden. Abhilfemassnahmen hätten bei einer Verringerung der Verwundbarkeit anzusetzen, die sich insbesondere aus situativen Umständen ergibt. Gut geplante Experimente etwa in England haben gezeigt, dass Verbesserungen der Strassenbeleuchtung und bauliche Massnahmen den öffentlichen Raum nicht nur subjektiv – aus Sicht der Betroffenen – sicherer machen, sondern als Nebeneffekt auch die Kriminalität reduzieren – im Sinne eines «Overspill-Effekts» sogar in benachbarten Quartieren, in denen nichts geändert wurde.

In Quartieren mit starker Präsenz nicht dort wohnender Problemgruppen wäre im Übrigen eine gezielte Vertreibungstaktik zu erwägen. Das hat die Zürcher Polizei im Zusammenhang mit der Ansammlung von Drogenkonsumentenden seit mehreren Jahren mit einigem Erfolg versucht. Dies ist wohl auch der Grund, weshalb die Polizei in der Stadt Zürich von ihrer Bevölkerung signifikant günstiger beurteilt wird als die Polizei im Landesdurchschnitt – trotz des schwierigen Umfeldes, in welchem sie zu wirken hat.

### **LITERATUR**

- Christian Clerici, Martin Killias: Sind wir alle gleich vor dem Risiko eines Gewaltdelikts?, *Crimiscope* 2/1999
- Martin Killias, Christian Clerici: Different Measures of Vulnerability in their Relation to Different Dimensions of Fear of Crime, *British Journal of Criminology* 40/3 (2000)
- Martin Killias, Christian Clerici, Thierry Beruex: L'évolution de la criminalité en Suisse depuis les années 1980: Stagnation, recul ou augmentation?, *Kriminologisches Bulletin* 24/2 (1999)
- Christian Schwarzenegger: Die Einstellungen der Bevölkerung zur Kriminalität und Verbrechenskontrolle, Freiburg im Breisgau 1992

# Was lieben wir am Risiko?



Bild: Keystone

**Risiken gehören zum Leben. Wie wir mit dieser Tatsache umgehen, ist sehr unterschiedlich. Während die einen an den täglichen Katastrophenberichten erkranken, ist für andere riskantes Handeln eine Quelle der Lust. Sie suchen den Nervenkitzel im Glücksspiel oder loten beim Motorradfahren die physischen Grenzen aus. Im Erleben des vermeintlich kalkulierbaren Risikos finden sie körperliche Erregung und die Erfahrung der eigenen Kompetenz.**

VON FRANÇOIS STOLL

Die Zeitung «24 heures» berichtete am 10. August 2000 unter dem ganzseitigen Titel «34 catastrophes à choix» über die Arbeit einer Schweizer Kommission, die von 1992 bis 1999 vierund-

Dr. François Stoll ist ordentlicher Professor für angewandte Psychologie an der Universität Zürich.

dreissig Katastrophenszenarien erarbeitet hat. Bei der Lektüre dieses Zeitungsberichtes – er führt einen thematisch von Erdbeben über das Ozonloch, biologische und chemische Verseuchungen bis zu politischem Extremismus und regionalen militärischen Konflikten – läuft es uns kalt den Rücken hinunter. Über die Medien werden wir ja auch tagtäglich daran erinnert, dass solche Katastrophen nicht nur erfundene Szenarien, sondern brutale Tatsachen sind.

## Last und Lust

Es gibt Menschen, die an dieser Katastrophenstimmung erkranken. Sie sind wie gelähmt durch die zum Teil nicht wahrnehmbaren und kaum berechenbaren Gefahren. Sie rutschen in einen depressiven Immobilismus oder fliehen in Krankheit oder Sucht. Andere kennen diese Probleme nicht. Sie haben eine ganze Palette von Kontroll- und Abwehrstrategien

Risikolust: Das flüchtige Prickeln zwischen Einsatz und Spielende motiviert viele Menschen zum Glücksspiel.

entwickelt, die sie vor jeder Art von Weltuntergangsstimmung schützen. «Es gibt ja Versicherungen und der Staat oder die Staatengemeinschaft werden schon dafür sorgen, dass wir nicht direkt betroffen sind», mögen sie sich sagen. Wissenschaftler sollen ihrer Ansicht nach die Phänomene erforschen, die Verbreitungsmechanismen beschreiben, Risikofaktoren nennen und berechnen. Das beruhigt – auch wenn eine Wahrscheinlichkeit von einem Prozent nichts darüber aussagt, ob das gefährliche Ereignis schon morgen oder erst in 50 Jahren eintreffen wird. Auch die weitverbreitete Idee, dass Tüchtigkeit vor Unglück schützt, kann als nützliches Abwehrprinzip verstanden werden. Gedanken wie «ich nicht», «die anderen eher» oder «die sind ja selber schuld» können zu völlig irrationalen, aber

dennoch befreienden Schlussfolgerungen führen.

Bis jetzt war von kollektiven Risiken die Rede. Der Alltag birgt natürlich auch individuelle Risiken. Risiken, verstanden als Möglichkeiten etwas Schlechtes zu erleben, oft kombiniert mit der Hoffnung etwas zu gewinnen, wenn man heil davon kommt. Das individuelle Risiko wird sowohl als Last als auch als Lust erlebt. Immer wieder sind wir gezwungen, Entscheidungen zu treffen, ohne die ausgelösten Mechanismen und beteiligten Einflussgrößen zu kennen. Wir entscheiden uns für eine Vorgehensweise, eine Partnerschaft, eine Reise, deren Ausgang unsicher ist. Solche Risiken gehören zum Leben. Nicht selten können wir uns vor einem allzu negativen Ausgang retten. Wir erhalten meistens eine neue Chance – Schicksalsschläge, die später nicht als Chance umgedeutet werden können, sind relativ selten.

Trotz der Verbreitung der beschriebenen Situationen ist die Risikolust vieler Mitmenschen noch lange nicht befriedigt. Auch die Möglichkeiten beim Lesen, im Kino, im Theater oder im Spiel geschütztes Risiko zu erleben, genügen ihnen nicht. Sie brauchen mehr. Für risikofreudige Persönlichkeiten (so genannte «sensation seekers») braucht es die ganz konkrete physische Gefahr oder den finanziellen Einsatz, damit ihrer Risikofreudigkeit entsprochen wird.

Was macht denn diese Risiken so attraktiv? Im Folgenden sollen Aspekte des Geldspiels (finanzielle Risiken gehen ziemlich alle Schichten und Altersgruppen ein) und des Motorradfahrens (physisch-sportliche Risiken interessieren eher die junge, männliche Bevölkerung) diskutiert werden.

#### **Gefährliche Geldspiele**

Für die Mehrzahl der Spieler haben Geldspiele bloss einen Wert als Erholung und als soziales Ereignis. Geldspiele werden aber gefährlich, wenn die Lust zum

Zwang wird. Mancher Spieler und manche Spielerin haben damit schon Freunde und Familie ins Unglück gestossen.

Geldspiele basieren auf der Sequenz Einsatz–Zufallsereignis–Gewinn beziehungsweise Verlust. Auf das Ereignis hat der Spieler keinen oder nur einen fantasierten Einfluss. Solche Spiele findet man auf allen Kontinenten, in praktisch allen Kulturen. Sie werden vom Staat gefördert, wenn er selber daran verdienen kann, aber oft auch verboten, wenn das grosse Geld in «falsche Hände» zu fallen droht.

Wenn der Spieler sich seinem Spielbedürfnis unterworfen fühlt, wenn er immer öfters mit immer höheren Einsätzen spielen muss und dabei andere Aufgaben beruflicher, sozialer oder familiärer Art zu vernachlässigen beginnt, dann ist es angebracht von Spielsucht zu sprechen. Spielsucht führt zur sozialen Isolation, im schlimmsten Fall sogar bis zum Selbstmord.

#### **Spiele überschätzen sich**

Nicht alle Geldspieler sind in Gefahr spielsüchtig zu werden. Es gibt Spieler, die ihre Einsätze sehr gut kontrollieren und deren Spielverhalten weniger durch Verluste oder Gewinne dafür umso mehr durch das soziale Ambiente des Casinos oder das flüchtige Prickeln zwischen Einsatz und Spielende bestimmt ist. Kleine Lottospieler wie auch Kasinospieler mit grossen Einsätzen glauben aber, den Zufall durch Strategien und Vorwissen bezwingen zu können. Sie glauben gleichzeitig an ihre eigene Kompetenz und an ihre «Glücksfee» – sie sehen darin keinen Widerspruch.

Auf diesem Hintergrund ist es berechtigt zu fragen, ob es eine Spielerpersönlichkeit gibt oder ob es so etwas wie «Einstiegsdrogen» oder Einstiegssituationen gibt?

Persönlichkeitsuntersuchungen beschreiben den männlichen Spielsüchtigen als antisozial, narzisstisch, zwangsneurotisch, ag-

gressiv und «an Wunder glaubend», die weibliche Spielsüchtige als abhängig, unterwürfig und passiv-aggressiv. Beide überschätzen ihre Kontrollmacht, ihre Kompetenz. Sie scheinen zu glauben, Zufallsereignisse erraten oder beeinflussen zu können. Spielsüchtige hatten oft das «Pech», recht früh in ihrer Spielerkarriere grosse Gewinne zu erzielen.

#### **Faszination Motorrad**

Motorradfahren ist gefährlich. Verglichen mit dem Autofahren wird das Verletzungs- und Tötungsrisiko pro Kilometer etwa vierzigmal grösser geschätzt. Zudem ist das Motorradfahren unbequemer und im Fall schwerer Maschinen teurer als das Autofahren. Was finden also 700 000 Motorradfahrer in der Schweiz daran so attraktiv? Welche Gemeinsamkeiten, aber auch Unterschiede gibt es zwischen Motorradfahrern und Glücksspielern?

Motorradfahrer wurden schriftlich und mündlich danach befragt, was diese Tätigkeit für sie so faszinierend macht. Am häufigsten wurden fahrdynamische Anreize wie das Erleben von Schnelligkeit, die Beschleunigung und der Geschwindigkeitsrausch genannt. Diese körperlichen, sensorischen Empfindungen sind recht eng miteinander verbunden. Man findet sie auch in vielen anderen Sportarten wie dem Skifahren – insbesondere dem Carven – und verschiedenen Formen des Surfens und Skatens.

Weiter erwähnen die Befragten zwei Eigenschaften des Motorradfahrens, die sich unterscheiden, aber dennoch erlebnismässig eng miteinander verknüpft sind: eine Kompetenzkomponente einerseits und den Nervenkitzel andererseits. Letzterer wirkt ja wie beim Geldspiel nicht abschreckend, sondern anziehend. Nervenkitzel ist bei Jugendlichen eine verbreitete Zusatzmotivation – denken wir beispielsweise an Graffiti-Maler, die befürchten,

ertappt zu werden oder an Fans, die an einer Sportveranstaltung mit einer Schlägerei rechnen müssen.

Bei Motorradfahrern scheint die Herausforderung der physikalischen Gesetze wichtiger als die Verkehrsregeln, die viele von ihnen nur mit einer gewissen Verachtung zur Kenntnis nehmen. Natürlich gibt es auch noch weitere Anreize, aber die Dreierkombination Fahrdynamik (1), intensiviert durch die erregende Wahrnehmung einer Bedrohung (2), die durch die eigene Kompetenz (3) beherrschbar erscheint, findet sich im Motorradfahren wie in vielen anderen riskanten Sportarten. Auf der Achterbahn fehlt die dritte Komponente. Beim Motorradfahren dagegen sind die Verschmelzung von Körper und Maschine und der optimale Einsatz von Geschwindigkeit und Schräglage zentrale Elemente dieser Kompetenz.

#### **Erotisierende Panik**

An dieser Dreierkombination sind Kompetenzerleben (in der Motivationsforschung) und erregendes Risiko (in der Persönlichkeitsforschung zum Thema Risikofreudigkeit) schon lange identifiziert und erforscht worden. Weniger erforscht ist die Stimulanz ungewöhnlicher Körperbewegungen. Das Stürzen, Springen, Schweben sowie rapide Rotation, Gleiten und Beschleunigung gibt es in vielen modernen technischen Sportarten. All diese Bewegungen erzeugen eine Art Rausch, eine erotisierende Panik, die zur Wiederholung einlädt. Einige Autoren sehen in der Attraktivität ungewohnter Bewegungszustände ein allgemeines Prinzip der Ausweitung unseres Lebensbereiches. Danach sind viele Menschen darauf aus, ihren Erlebnisraum ständig weiter auszudehnen. Schräglagen, Sprünge, Rotationen sind lustvoll, solange die Kontrolle eine aufkommende Panik beherrscht.

Neben der isolierten Betrachtung der drei Anreizkomponenten lässt sich zwischen Kompetenz-



Bild: Ringier

erleben und Bedrohungserlebnis noch eine Wechselbeziehung rekonstruieren. So betont Falko Rheinberg in einer Studie über die «Freude an riskantem Sport und anderen «unvernünftigen» Motivationen»: «Erst bei hinreichender Kompetenz stellt sich Kontrollwahrnehmung ein, die solche Erregung genussfähig macht.» Ohne Kontrollwahrnehmung kommt es zu Panik, Angst oder Flucht. Die reale Bedrohung unterstreicht die Kompetenz des Erfolgreichen: In solchen Situationen ist es lebenswichtig, genug Fähigkeiten zu besitzen – andere Berufs- oder Freizeitaktivitäten kommen einem dann plötzlich belanglos vor. So gesehen, erscheint auch die Vorliebe für riskante, kompetenzabhängige Tätigkeiten verständlich: Ungewöhnliche Bewegungszustände sorgen für eine Erregungssteigerung und die eigene intensiv erlebte Kompetenz sorgt dafür, dass es nicht zu einem fatalen Ende kommt.

Haben wir nun Gemeinsamkeiten zwischen Geldspielern und

Motorradfahrer suchen das Gleichgewicht zwischen dem Nervenkitzel und einer intensiv wahrgenommenen Kompetenzerfahrung.

Motorradfahrern gefunden? Was lieben Menschen also am Risiko? Eine mögliche Antwort lautet: das mentale oder physische Kribbeln, die erlebte oder die fantasierte Kompetenz und die Möglichkeit, eigene Grenzen (oder auch Grenzen des Alltags) zu durchbrechen.

#### **LITERATUR**

- Hélène Joffe: Risk and «the Other», Cambridge 1999
- Falko Rheinberg: Flow-Erleben – Freude an riskantem Sport und andere «unvernünftige» Motivationen. In: Julius Kuhl und Heinz Heckhausen (Hg.): Motivation, Volition und Handlung, Göttingen 1996
- Michael B. Walker: The psychology of gambling, Oxford 1995

# Mehr Zeit zum Nachdenken

**Riskante Entwicklungen etwa an der Börse oder in der Gentechnologie verlangen nach einer Auszeit, die es erlaubt bedrohlich erscheinende Tendenzen zu überdenken, Entscheidungen zu reflektieren und allfällige Massnahmen einzuleiten. Genau dieses Time-out ist beim aktuellen Tempo des gesellschaftlichen und technologischen Wandels oft kaum mehr möglich.**

VON SANDRA GISIN

Am 27. Oktober 1997 wurde erstmals in der Geschichte der New Yorker Börse an der Wallstreet der Handel ausgesetzt. Die Ursache dieses Ereignisses ist rund zehn Jahre früher zu suchen. Am 19. Oktober 1987 sank der Dow-Jones-Index um 508 Punkte, was einem Betrag von 500 Milliarden Dollar entsprach. Verantwortlich für diesen Einbruch wurde damals unter anderem der neuartige elektronische Handel gemacht. Im Rahmen dieser Handelsform waren Hochleistungscomputer programmiert worden, Aktien in grossen Mengen abzustossen, sobald der Preis unter einen definierten Grenzwert fällt.

604 Millionen Papiere wurden so abgestossen, was der dreifachen Menge eines «normalen» Tages entspricht. Angelegt auf ein Maximum von 400 Millionen Wertschriften konnte das Computersystem seiner Aufgabe nicht nachkommen, was zu falschen Preissignalen führte und schliesslich einen Crash bewirkte. Als

---

Dr. Sandra Gisin ist Soziologin und bis Ende Oktober Leiterin des Bereichs Wirtschaftsbeziehungen und Wissenstransfer an der Universität Zürich. Nach ihrer Dissertation zum Thema «Der Finanzmarkt und sein Risiko» arbeitet sie zurzeit an ihrer Habilitation.

eine der Konsequenzen dieses Börseneinbruches wurden Sicherheitsbremsen eingebaut. Sinkt der Dow Jones um mehr als 350 Punkte, wird der Handel für dreissig Minuten unterbrochen, bei einem Verlust von 550 Punkten für eine Stunde. Genau dies war rund zehn Jahre später der Fall. Nachdem der Dow-Jones-Index um 550 Punkte gesunken war, wurde der Handel an der Wallstreet ausgesetzt.

## Gen-Forschende demonstrieren

Am 7. Juni 1998 drohte in der Schweiz ein ganzer Forschungsbereich mit einem Moratorium belegt zu werden. Die zur Abstimmung anstehende Genschutzinitiative verlangte die Schaffung eines neuen Verfassungsartikels zum Schutz von Leben und Umwelt vor der Genmanipulation. Im Zentrum der Initiative standen drei Verbote: das Verbot der Herstellung, des Erwerbs sowie der Weitergabe genetisch veränderter Tiere, das Verbot der Freisetzung von gentechnisch veränderten Organismen in die Umwelt und das Verbot der Erteilung von Patenten für genetisch veränderte Tiere und Pflanzen sowie für deren Bestandteile, für die dabei angewandten Verfahren und für deren Erzeugung. Bereits früh war in einer Botschaft des Bundesrates an das Parlament (vom 6. Juni 1995) auf die «gravierenden» Folgen für einige Bereiche der schweizerischen Forschung an Hochschulen, Spitälern und in der Industrie hingewiesen worden.

Während des Abstimmungskampfes traten daher auch Forscherinnen und Forscher als politische Akteure auf. Höhepunkt und Symbol dieses Engagements in eigener Sache war eine Demonstration gegen die Initiative. Dies war insofern etwas Besonderes, als dass sich die Forschenden direkt in die Kampagne einschal-

teten und eine klare politische Haltung bezogen. Denn es ging nicht zuletzt auch um die eigenen Forschungsbereiche und Arbeitsplätze, die Gefahr liefen, mit einem Verbot stillgelegt zu werden.

## «Rückgabe von Zeit»

Gewöhnlich haben die Wallstreet und Genschutzinitiativen wenig gemeinsam. Doch in diesem speziellen Fall liegt es anders. Bei beiden Ereignissen geht es um das Verhältnis von Risiko und Zeit. Unter Risiko wird hier ein negativ bewertetes Ereignis verstanden, das auf eine eigene Entscheidung – im Gegensatz zur Fremdentscheidung beim Begriff der Gefahr – rückführbar ist. Konkreter geht es in den genannten Fällen um die «Rückgabe von Zeit», einer Auszeit also, die es uns erlaubt, bedrohlich erscheinende Entwicklungen zu überdenken, Entscheidungen zu reflektieren sowie Zukunftsszenarien zu entwickeln, auf ihre Wünschbarkeit hin zu überprüfen und Massnahmen einzuleiten.

## Verändertes Zeitbewusstsein

Zeit ist ein zentraler und dennoch oftmals wenig beachteter Faktor in unserer heutigen «Risikogesellschaft». Um den Zusammenhang von Risiko und Zeit aufzuzeigen, muss einige Jahrhunderte zurückgeblendet werden. Das heutige Risikoverständnis hängt mit einer neuartigen Auffassung von Zeit zusammen, die erst mit Beginn der Neuzeit im 17. und 18. Jahrhundert erkennbar wird und sich markant vom Zeitverständnis des Mittelalters unterscheidet. Der Zeitbegriff vorindustrieller Kulturen ist ein Amalgam naturhafter, mythischer und religiöser Themen. Diese als «figural» bezeichnete Zeit kann als «Gestaltwerdung» verstanden werden und unterscheidet sich stark von unserer heutigen linearen Zeit. Das lineare Denken betrachtet Er-

eignisse als Funktion zur Zeit. Beim figuralen Denken hingegen bestimmen die Ereignisse und Rhythmen die zeitliche Dauer. So ist ein zeitlicher Abschnitt dann beendet, wenn sich ein Sinn- und Bedeutungsgehalt erfüllt hat, wenn ein Gestalterlebnis abgeschlossen ist.

Dieses figurale, zyklische Zeitbewusstsein wurde vom linearen Zeitbewusstsein sukzessive verdrängt, wobei in diesem Prozess zwei Phasen unterschieden werden können: In einer ersten Phase geht das lineare Zeitbewusstsein noch mit der Vorstellung einer festgelegten Zukunft einher. In diesem Verständnis strebt die gesellschaftliche Entwicklung kontinuierlich einer vorbestimmten, gottgewollten Ordnung entgegen. Die Möglichkeit alternativer, von Menschenhand geschaffener Zukunftsformen herrscht noch nicht vor. Erst in einer zweiten Phase – Mitte des 18. Jahrhunderts – wird der Zukunftshorizont dynamischer, und die Fortschrittsidee als positiv bewertete Zukunftsdimension erscheint auf der Bühne der Geschichte: Die Zukunft rückt in den Gestaltungsbereich des Menschen. «Geschichte», so die Soziologin Petra Hiller, «wird nicht mehr nur erlebt, Geschichte wird gemacht.»

#### **Glaube an Berechenbarkeit**

Diese neue Vorstellung von Zukunft als gestaltbarem Horizont verlangt nicht nur ein lineares Zeitbewusstsein, sondern auch eine Unterscheidung zwischen Wirklichkeit und Möglichkeit. Erst mit Hilfe dieser Unterscheidung kann die Zukunft gedanklich in einen abstrakten Raum von möglichen zukünftigen Ereignissen aufgelöst werden. Und erst diese Unterscheidung ermöglicht das Auseinandertreten von Gegenwart und Möglichkeitshorizont und erlaubt dadurch, die offenen Möglichkeiten kognitiv zu erfassen, zu typisieren, zu schematisieren und zu bewerten.

Zur Fähigkeit, Zukunft gleichsam zu virtualisieren, gesellt sich



Am 19. Oktober 1987 erlitt der Dow-Jones-Index an der New Yorker Börse einen Rekoreinbruch von 508 Punkten, was einem Betrag von 500 Milliarden Dollar entsprach.

eine zweite: die Berechenbarkeit. Nicht nur wird die Zukunft zur Projektionsfläche möglicher menschlicher Handlungsentwürfe, zukünftige Ereignisse werden auch mit Zahlen versehen, gewichtet und der Berechnung unterworfen. Frank H. Knight, der als einer der Väter der modernen Risikoforschung gilt, definiert Risiko denn auch als «measurable uncertainties». Nur die messbaren Unsicherheiten können Risiko genannt und damit einer Analyse zugänglich gemacht werden. Berechnung erlaubt es uns, die möglichen Zukunftsszenarien zu vergleichen und eine Entscheidung auf der Basis «objektiver» Kriterien und Kosten-Nutzen-Berechnungen zu treffen; die Zukunft verwandelt sich von der unkalkulierbaren Reproduktion kosmologischer Ordnung in das kalkulierbare Ergebnis menschlichen Handelns.

#### **Planbarkeit und Offenheit**

Die Vorstellung von Zukunftsoffenheit führt aber auch zu einem Paradoxon im neuzeitlichen Umgang mit Ungewissheit und Unsicherheit: Einerseits soll der offene Horizont bewahrt werden, sollen das Unvorhersehbare, der Zufall

wie die Innovation darin Platz finden. Andererseits sollen die positiven wie negativen Auswirkungen ebenso von vornherein bekannt und kontrollierbar sein. Planbarkeit tritt in Konkurrenz zu Innovation und Offenheit. Denn Planung und Festlegung vernichten die Zeitlichkeit der Zukunft. Sie grenzen das «alles ist möglich» auf eine Auswahl von Handlungsoptionen ein.

Lange Zeit wurden negative Ereignisse nicht menschlichem Handeln, sondern Göttern, dem Schicksal oder der Natur der Dinge zugeschrieben. Verglichen mit diesen Sicherungsformen ist das Konzept des mittels Kalkulation beherrschbaren Risikos eine späte Variante des Umgangs mit Unsicherheit. Die Kalkulation von Risiken verlangt mathematische Grundqualifikationen, die die Berechnung der Eintrittswahrscheinlichkeiten der verschiedenen Ereignisse ermöglicht. Sie verlangt eine verbesserte Beschaffung der «richtigen» Informationen, um Risiken richtig kalkulieren zu können. Je präziser das

Bild: Keystone



Bild: Keystone

Aufgrund der Erfahrungen von 1987 wurde am 27. Oktober 1997 nach einem Einbruch des Dow Jones um 550 Punkte der Handel an der Wallstreet erstmals in ihrer Geschichte ausgesetzt.

Wissen, desto geringer die Unsicherheit und desto eindeutiger die Empfehlung – ein präventiver Grundsatz, der heute noch eine zentrale Rolle in der mathematischen Handhabung verschiedenster Risiken spielt.

#### Risiko als Normalzustand

Nun kann aber der Mensch gar nicht ohne Risiko leben, weil er immerzu entscheiden und handeln muss. Dennoch setzt soziales Handeln die fiktive Herstellung von Sicherheit voraus oder zielt auf sie ab. Ein weiteres Paradoxon heutiger Gesellschaften zeigt sich denn auch in der Notwendigkeit sicherheitsgenerierender Verfahren und Strategien einerseits und dem Wissen andererseits, dass absolute Sicherheit letztlich nicht existiert. Sei es, dass wir über zu wenige Informationen verfügen beziehungsweise diese kognitiv gar nicht bewältigen können, oder sei es, dass unsere Handlungen und ihre Resultate auch von den Handlungen anderer Menschen abhängig sind: Die Zukunft ist und bleibt per Defini-

tion offen und unbestimmt. Um sich die Handlungsfähigkeit zu erhalten, besteht daher in jeder Gesellschaft der Zwang zur Ausschaltung, Neutralisierung oder Umdefinition gefährlicher Aspekte in irgendeine Form von «Sicherheit». Denn trotz der Unsicherheiten über die Zukunft stehen die gesellschaftlichen Akteure unter Handlungszwängen. Sie müssen auf eine unbestimmte, noch nicht zur Verfügung stehende Zukunft vorgreifen und pragmatische Wege finden, um wenigstens die absehbaren Gefahren zu bestimmen und Sicherungsformen zu entwickeln.

Aus dieser Perspektive stellt folglich das Risiko und nicht die Sicherheit den Normalzustand dar und der Augenmerk muss stärker auf die Entwicklung geeigneter Umgangsformen gerichtet werden, um die zwangsläufig verbleibenden Restrisiken aktiver handhaben zu können. Aktive Handhabung bedeutet, Entscheidungen auf dem Hintergrund von Unsicherheiten bewusster zu treffen. Dies fordert wiederum, dass das Wissen einer Gesellschaft über sich selbst erhöht sowie ihr Vermögen zu handeln und ihre Fähigkeit zur Autonomie verbessert werden muss. Es geht letztlich

darum, das «Prinzip der Gestaltbarkeit von Gesellschaft», wie es Adalbert Evers und Helga Nowotny nennen, in den Vordergrund zu rücken.

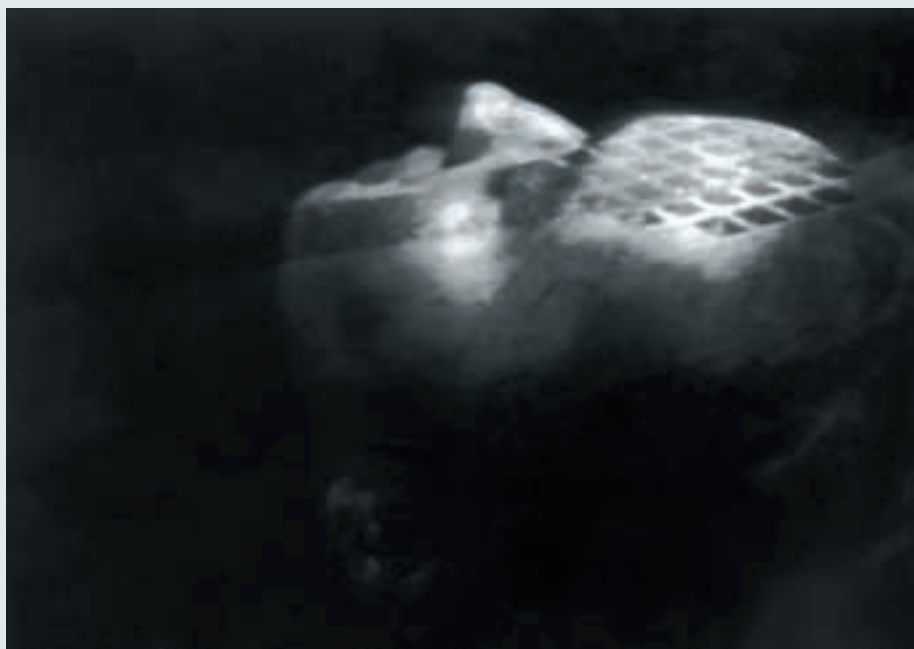
#### Bedenkzeit nötig

Doch die Mehrung von Wissen, das Entwickeln von Szenarien und das Abwägen von Wünschbarkeiten benötigt Zeit. Zeit, die im heutigen Kontext gesellschaftspolitischer Veränderungen, technologischer Entwicklungsschübe, innovationsbedingter Verkürzungen von (Lebens-) Zyklen und des erfolgreich durchgesetzten ökonomischen Imperativs «time is money» kaum mehr (kostenlos) zur Verfügung steht.

Gerade auf Finanzmärkten sind es oftmals die immer kleiner werdenden zeitlichen Unterschiede, die über Gewinn und Verlust entscheiden. Demgegenüber steht die eingangs erwähnte Sicherheitsbremse der Rückgabe von Zeit und Raum, um Entwicklungen zu überdenken und Risiken einzudämmen. Es ist dies eine Auszeit, die wir heutzutage benötigen, um nicht von den Ereignissen überrollt zu werden – eine Zeitspanne, in der wir unsere Welt aktiver und bewusster gestalten können. So betont der Philosoph Hans Saner: «Die Frage, welche Welt wir wollen, steht wieder zur Debatte. Es ist die Frage, welche kulturellen Risiken wir gegen die Risiken des Lebens eingehen wollen.»

#### LITERATUR

- Adalbert Evers/Helga Nowotny: Über den Umgang mit Unsicherheit, Frankfurt a.M. 1987
- Petra Hieber: Gentechnologie in der Schweiz, in: Heinz Bonfadelli (Hg.): Gentechnologie im Spannungsfeld von Politik, Medien und Öffentlichkeit, Zürich 1999
- Petra Hiller: Der Zeitkonflikt in der Risikogesellschaft, Berlin 1993
- Frank H. Knight: Risk, Uncertainty and Profit, Boston 1921
- Hans Saner: Formen des Risikos, in: Schweizerische Zeitschrift für Soziologie 3/1990



# Jugendgewalt als Lebensstatsache

**Der Umfang von Gewaltdelinquenz, der durch Jugendliche begangen wird, hat seit 1990 massiv zugenommen. In der bei Sauerländer herausgegebenen Studie «Gewalterfahrungen von Jugendlichen. Opfererfahrungen und selbstberichtete Gewalt bei Schülerinnen und Schülern im Kanton Zürich», wird eine repräsentative Auswahl von Jugendlichen des Kantons Zürich bezüglich ihrer Gewalterfahrungen befragt. Die Zürcher Befunde zu Umfang und Ursachen von Gewalt im Vergleich mit verschiedenen deutschen Städten.**

Jugendliche Gewalttätigkeit ist ein in den Medien und im Alltagsbewusstsein weltweit präsent Thema. Mit dem vorliegenden Band greift der Soziologe Manuel Eisner von der ETH Zürich, zusammen mit den Koautoren Patrik Manzoni und Denis Ribeaud, eine aus gesellschaftspolitischer Perspektive gesehen hochbrisante Problematik auf. Die vorliegende Untersuchung, wie die Autoren betonen, hatte nicht zum Ziel, detaillierte Massnahmen zur Verringerung von Jugendgewalt vorzuschlagen oder die Wirksamkeit bestehender Programme zu beurteilen. Vielmehr gibt sie einen beschreibenden Überblick über zentrale Aspekte von Jugendgewalt im Kanton Zürich, im Vergleich mit der Problemlage in einer Reihe deutscher Städte. Am Ende des Bandes werden jedoch zentrale Leitlinien skizziert, an denen sich eine integrierte Gewaltprävention und -intervention orientieren sollte.

## Drangsalieren an der Schule

Die Studie ist von der Professur für Soziologie der ETHZ durchgeführt und von der Bildungsdirektion des Kantons Zürich finanziell unterstützt worden: Sie wurde als Teil eines internationalen Forschungsprojektes vom Kriminologischen Forschungsinstitut Niedersachsen ins Leben gerufen. Während am Anfang des Buches auf Aspekte der Methodik und der Datenerhebung eingegangen wird, zeigen die Autoren darauffolgend die

Entwicklung der Jugenddelinquenz seit 1980 anhand der polizeilichen Kriminalstatistik des Kantons Zürich auf. Es folgen Befunde zu den Opfererfahrungen der Jugendlichen, erfasst für die fünf Delikte Raub, räuberische Erpressung, sexuelle Gewalt, Körperverletzung mit Waffen und schwere Körperverletzung. Dank einer Übersicht über selbstberichtete Gewalt, die von verschiedenen Faktoren wie beispielsweise von Persönlichkeitsmerkmalen, dem familiären Hintergrund, dem Freizeitbereich und Migrationserfahrungen ausländischer Jugendlicher abhängt, bleibt der Wissensdurst des Lesers in Bezug auf die psychosozialen Ursachen der Jugendgewalt doch nicht auf der Strecke.

Hier mag sich mancher fragen: Steht die drastische Zunahme der Jugendgewalt in engem Zusammenhang mit der Tatsache, dass unsere Gesellschaft immer mehr zu einer «Winner-Loser-Kultur» wird? Geraten zum Beispiel die jungen Migranten, die sozial nicht integriert sind, in ein gesellschaftliches Abseits? Die Autoren berichten: Jugendliche, die erst seit wenigen Jahren in der Schweiz sind, weisen ein unterdurchschnittliches Gewaltisiko auf, was eine hohe Bereitschaft zu konformem Verhalten andeute. Die Gewaltwahrscheinlichkeit sei am höchsten unter Jugendlichen, die seit etwa zehn Jahren in der Schweiz leben. Mit zunehmender Aufenthaltsdauer sinke das



Manuel Eisner, Patrik Manzoni, Denis Ribeaud  
Gewalterfahrungen von Jugendlichen  
Opfererfahrungen und selbstberichtete Gewalt bei Schülerinnen und Schülern im Kanton Zürich  
1. Auflage 2000, 116 Seiten  
55 x 225 mm,  
zweifarbige, broschiert  
CHF. 36.–  
ISBN 3-7941-4721-9

Gewaltisiko wieder und näherte sich demjenigen von Schweizer Jugendlichen an.

Die Gewalt im schulischen Kontext wird ebenfalls akzentuiert: Die Autoren untersuchen massive Schulgewalt, das sogenannte «school bullying» – das ständige Drangsalieren, Quälen und Terrorisieren von SchülerInnen, sowie Überlapung von Täterschaft und Opfererfahrungen bei schulischer Gewalt.

An der Untersuchung nahmen insgesamt 2653 Jugendliche im Kanton Zürich teil. Die Befragungen erfolgten mittels

eines schriftlichen Fragebogens und fanden im Juni 1999 statt. Die Studie zeigt spannende Fakten zur Jugendgewalt auf: Überraschend ist die Tatsache, dass im Vergleich mit grösseren deutschen Städten, wie beispielsweise Stuttgart, München, Hannover und Hamburg, die Limmatstadt die geringste Opferbelastung aufweist: Etwa 16,5% der Jugendlichen zwischen 15 und 17 Jahren gaben an, im Jahr 1998 Opfer eines Gewaltdelikt geworden zu sein.

## Gewalt in Zürich unter der Lupe

Die Autoren lassen auch junge Leute selber über ihre Taten berichten – sie sind nicht nur die Opfer, sie werden auch aus der Täterperspektive betrachtet: Etwa 14% der Jugendlichen im Kanton Zürich geben an, während eines Jahres mindestens einmal selbst aktiv körperliche Gewalt ausgeübt zu haben. Das Ergebnis, dass Stadtzürcher Jugendliche im Vergleich mit dem übrigen Kanton weder häufiger Opfer von Gewalt werden, noch häufiger gewalttätig sind, überraschte die Forscher selber.

Das Buch bietet eine spannende Lektüre nicht nur für diejenigen, die sich mit gewalttätigen Jugendlichen konfrontieren müssen. Es kann ebenfalls als Grundlage für den Umgang mit Jugendlichen im Alltag sowie für die Verminderung von Jugendgewalt dienen. Der Band ist mit zahlreichen Grafiken und Tabellen illustriert, anschaulich und leicht lesbar. *Vanja Cucak*

# Menschen und Affen im Spiegel

**Was tut eine Uni-Absolventin als Kollegiatin am Collegium Helveticum der ETH Zürich? Schlaglichter auf eine spannende Wanderung zwischen den Kulturen.**

In jedem Zoo sind sie Publikumsmagnet – kaum jemand, der sich nicht von ihnen fesseln liesse. «Wir sind unter anderem deshalb fasziniert von den Affen, weil wir über die Bilder, die wir uns von ihnen machen, eigentlich mehr über uns selbst erfahren wollen», vermutet Marianne Sommer. Auch die Primatenforschung war nicht immer davor gefeit, das Verhalten unserer nächsten Verwandten aufgrund menschlicher Analogien zu interpretieren. Dies ist ein Grund dafür, warum sich Marianne Sommer sprachwissenschaftlich mit der Frage befasste, wie Affen in Artikeln der Zeitschrift *National Geographic* dargestellt werden.

Marianne Sommer verbrachte als eine der ersten Uni-absolventInnen ein Jahr als Stipendiatin am Collegium Helveticum der ETH Zürich und arbeitete dort an ihrer Dissertation über Anthropomorphismen in der Sprache über Primaten. Nun tritt sie ein zweijähriges Postdoc-Stipendium am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte in Berlin an, wo sie sich mit der Geschichte der Paläoanthropologie befassen wird. Eine gelungene Fortsetzung für ein spannendes Jahr am Collegium Helveticum und eine schöne Aufgabe für eine Anglistin mit erweitertem Nebenfach Biologie.

## Disziplinen im Spagat

Den Spagat zwischen den Disziplinen hat Marianne Sommer fast von Anfang an gesucht: «Ich war nie nur in einer ganz bestimmten Richtung ausgesprochen begabt, sondern habe mich für vieles interessiert. So merkte ich auch ziemlich



Bild: Christoph Schumacher

bald, dass das Biologiestudium, das ich begonnen hatte, für mich etwas zu eng naturwissenschaftlich war.» Aus der Biologin wurde die Anglistin mit erweitertem Nebenfach Biologie. Inhaltliche Verknüpfungspunkte fand Marianne Sommer rasch: «Ein philologisches Studium sensibilisiert für den Umgang mit der Sprache. Und so ist mir in der Biologie, gerade auch in der Soziobiologie, aufgefallen, wie mit einer bestimmten Sprache auch ein theoretisches Konstrukt mitkommt. Es werden zum Beispiel bei der Darstellung der Fortpflanzung einfach automatisch bestimmte Annahmen über die Geschlechterbeziehungen transportiert.»

## Vom Monster zum Freund

Marianne Sommer stellt die Ergebnisse ihrer Sprachuntersuchungen auch in einen historischen Zusammenhang: «Frühe Begegnungen mit Affen waren von Angst und grosser Unwissenheit geprägt. Der Affe erscheint als Fabelwesen aus Tier und Mensch. Die Berichte der Seefahrer und Abenteurer des 16. Jahrhunderts erzählten von menschenähnlichen Monstern, die in Banden durch die Wälder streifen und zahlreiche

Marianne Sommer zieht mit vollgepacktem gedanklichem Rucksack von der ETH-Sternwarte nach Berlin.

Eingeborene töten sowie Elefanten angreifen. Die Expeditionen des 17. und 18. Jahrhunderts resultierten in Darstellungen von Affen, die an Stöcken gehen, die Menschen gefangen halten, oder gar von «Affenmännern», die Menschenfrauen vergewaltigen. Das sind anthropomorphe Bilder. Das bedeutet aber nicht, dass moderne Bilder weniger anthropomorph sind. Die ersten Langzeitstudien und Beobachtungen in den 60er- und 70er-Jahren (Jane Goodall, Dian Fossey, Shirley Strum und Biruté Galdikas), die unser Wissen über die nicht-menschlichen Primaten stark vertieften, zeichneten zwar ein anderes Bild; der Affe war nun Freund und Verwandter. Doch übertrug der empathische Ansatz, mit dem man mehr über das Tier und seine Gesellschaft zu erfahren suchte, menschliche Kategorien und Gefühle.»

## Der Blick in den Spiegel

Unsere Sicht sei unvermeidbar geprägt durch unsere sozialen und gesellschaftlichen Katego-

rien, und das drücke sich auch in der Sprache aus. Egal ob wir Jagdverhalten bei den Pavianen, den Werkzeuggebrauch der Schimpansen oder das Sozialverhalten der Bonobos beschreiben, immer fliessen unsere Wertungen mit ein. «Primatenforschung wird leicht zum Ort politischer Auseinandersetzung», meint Marianne Sommer. «Wenn wir beispielsweise Ungleichheiten zwischen männlichem und weiblichem Geschlecht, Vergewaltigung, Mord und Krieg bei unseren nächsten Verwandten beschreiben, so kann dies Anlass zur Behauptung sein, diese Merkmale und Verhaltensmuster seien beim Menschen natürlich und gar unvermeidlich.»

Die eigene Wahrnehmung kritisch zu hinterfragen und sich mit verschiedenen Wahrnehmungs- und Interpretationsmustern auseinanderzusetzen, dafür bietet ein Aufenthalt am Collegium Helveticum täglich Gelegenheit. «Ich war die einzige Phil-I-Vertreterin unter den Kollegiatinnen und Kollegiaten. Und obwohl ich mich selbst an einer Schnittstelle zwischen den Wissenschaften bewege, war dies eine Herausforderung. Ich habe unglaublich profitiert von diesen Auseinandersetzungen der unterschiedlichen Sichtweisen der verschiedensten Fachrichtungen, auch wenn es immer wieder Punkte gab, wo wir uns nicht fanden.» So zieht Marianne Sommer mit einem vollgepackten gedanklichen Rucksack nach Berlin. «Das Jahr am Collegium Helveticum der ETH Zürich hat mir enorm viele Anregungen vermittelt und neue Gebiete erschlossen.»

Martina Märki

# Eine Oase der Ruhe auf dem Höggerberg



**Seit dem Sommersemester ist an der ETH Höggerberg der «Raum der Stille» in Betrieb. Die Idee für den Andachts- und Meditationsraum wurde von religiösen Hochschulorganisationen angeregt und vom Tessiner Architekten und ETH-Architekturprofessoren Mario Campi realisiert. Ein ähnliches Projekt wird auch an der Universität diskutiert.**

Für einen Moment das faustische Streben unterbrechen und im Augenblick verweilen – seit diesem Sommer macht der neue «Raum der Stille» an der ETH Höggerberg den temporären Rückzug aus dem betriebsamen Studien-, Forschungs- und Büroalltag möglich. Der Meditationsraum im neu erstellten Dienstleistungsgebäude HPI ist im Rahmen der dritten ETH-Ausbauetappe durch den Tessiner Architekten und Architekturprofessor Mario Campi realisiert worden.

Der «Raum der Stille» ist als Gegenpol zur Welt der Hörsäle, Labors und Büros gedacht. «Mitten in der Betriebsamkeit gibt es jetzt diesen besonderen Ort, wo auch das Loslassen möglich ist», betont der reformierte Hochschulpfarrer Leonhard Suter, einer

der Initianten. Bereits vor zehn Jahren wurde die Idee für einen konfessionsunabhängigen Ort für Meditation und Gebet von den reformierten und katholischen Hochschulorganisationen wsg und aki sowie von der Studierendenbewegung CAMPUS live und der Vereinigten Bibelgruppe (VBG) angeregt. Mit dem Bau des Silentiumraumes wurde dem lange gehegten Wunsch nun entsprochen. «Ziel war es, einen kontemplativen Ort zu schaffen, der für alle ETH-Angehörigen, welcher religiösen Zugehörigkeit auch immer, leicht zugänglich ist», erklärt Suter. Der Raum soll auch Gruppen für Veranstaltungen – etwa Ausstellungen – zur Verfügung stehen, für welche Hörsäle und Seminarräume wenig geeignet sind. Zu den Benutzern gehört auch der Akademische Sportverband (ASVZ), der über Mittag regelmässig zu Yoga, Meditation oder Tai Chi einlädt.

## Vorbilder in Flughäfen

Kapellen an Schweizer Hochschulen sind kein Novum: Sie gibt es bereits etwa an der Universität Freiburg, der ETH Lausanne oder der Hochschule St.Gallen. Im Gegensatz zum «Raum der Stille» sind diese Räume aber auf einen gottesdienstlichen Betrieb hin



angelegt. Vorbilder für das Projekt am Höggerberg fanden die Verantwortlichen deshalb nicht an den Bildungs- und Forschungsstätten, sondern in Meditationsräumen, wie sie in letzter Zeit an Autobahnraststätten oder in Flughäfen entstanden sind. Sie haben den



Bild: Ralph Bensberg

Zweck, einen seelischen Ruhezustand zu ermöglichen, wo Menschen verschiedenster Herkunft unterwegs sind.

#### **Diskrete Lage**

Die neue Oase der Ruhe auf dem Hönggerberg drängt sich den Benutzerinnen und Benut-

zern nicht auf – lediglich eine diskrete Tafel beim Dienstleistungspavillon HPI, in dem unter anderem auch das neue Bistro und eine Buchhandlung untergebracht ist, weist auf den Raum hin. Durch ein modernes in Glas, Stahl und Beton gehaltenes Treppenhaus auf der

Rückseite des Gebäudes gelangt man zum «Raum der Stille», den man durch eine unscheinbare Tür betritt.

Mario Campis Meditationsraum besticht durch eine klare und ruhige Linienführung. Er strahlt eine gediegene und besinnliche Atmo-

Wie eine schützende Muschel: Die Rotunde im «Raum der Stille» sorgt für die für Meditation und Gebet notwendige Intimität.



Bild: Ralph Bensberg

sphäre aus, die durch den warmen Holzton von Boden und Wänden unterstützt wird. Amerikanische Kirsche hat Campi für die Auskleidung des Raums gewählt – ein Material, das übrigens auch bei der Gestaltung des neu entstandenen Auditoriums auf dem Höggerberg verwendet wurde.

#### **Eine schützende Muschel**

Der «Raum der Stille» besteht aus einem äusseren und einem inneren Raumteil. Letzterer ist das eigentliche Herzstück – in Form einer kleinen Rotunde grenzt er sich vom Gesamt- raum ab. «Wie eine Muschel soll er das Bedürfnis nach Ruhe, Andacht und Meditation schützen», erklärt Leonhard Suter. Tatsächlich vermitteln das dezente Oberlicht und die abschirmende, elegant geschwungene Holzwand ein Gefühl der Geborgenheit.

Während das Kirschholz am Boden der Rotunde in Rie-

Über Aktivitäten und Angebote im «Raum der Stille» informiert [www.stille.ethz.ch](http://www.stille.ethz.ch)

men und an der Wand in Platten abwechslungsreich verlegt ist, verlaufen die Holzbahnen an der Decke strahlenförmig. «Der strahlenförmige Verlauf ist ein Zitat des Auges Gottes, welches als Motiv in vielen sakralen Räumen anzutreffen ist», erklärt Architekt Mario Campi.

#### **Symbol der Leere**

Der äussere Raumteil ist wesentlich grösser und vor allem für Tagungen, Ausstellungen oder Workshops gedacht. Er führt auf einen abgesenkten, hellen Innenhof, der, wie Campi ausführt, «an einen mittelalterlichen Klosterhof erinnern soll». Für Hochschulpfarrer Suter steht der mit drei Sumpfpflanzen bepflanzte Kiesplatz symbolhaft für das ganze Projekt. «Gerade die Leere und die Funktionslosigkeit des Innenhofs symbolisiert als Bezugspunkt der Ruhe ein Gegengewicht zum Riesenbetrieb ETH.» Auch die von Mario Campi inszenierte Verborgenheit von Hof und Raum könne symbolisch verstanden werden. Man werde so auf eine dis-

krete Weise darauf aufmerksam gemacht, dass es neben der Welt des Studiums und der Forschung noch eine andere Seite des Lebens gibt – eine zerbrechliche und bedürftige.

Leonhard Suter macht ein zunehmendes Bedürfnis für solch kleine Orte der Stille in der Öffentlichkeit aus. Die Andacht, welcher Art auch immer, werde heute zunehmend zur individuellen Sache erklärt, deshalb brauche es neben den Kirchen auch immer mehr Räume, die diesem Bedürfnis nach einem individuellen Rückzug Rechnung tragen, meint er.

Auch an der Universität ist man sich über ein bestehendes Bedürfnis bewusst: Momentan wird deshalb darüber diskutiert, ob im Rahmen des Ausbaus des Kollegengebäudes die Möglichkeit besteht, einen Raum mit ähnlicher Funktion zu schaffen. Als möglicher Standort ist der «Turm» des Kollegengebäudes im Gespräch, der im Rahmen der 5. Ausbautetappe zwischen 2004 und 2006 umgebaut wird.

*Roger Nickl*

# Die wahren Gewinner schweigen

Die deutsche Boygroup «The New Generation» hat ein Ziel: «Alles wagen und alles gewinnen, denn wer nichts wagt, der nichts gewinnt.» Das auf jeden Fall verkünden die vier Jünglinge auf ihrer Homepage. Den Spruch haben sie geklaut: Zuvor hatte schon ein Mister Schweiz dieses Sätzchen, positiv formuliert zwar, in einem Interview von sich gegeben. Und wahrscheinlich abertausende von gescheiterten und weniger gescheiterten Köpfe vor ihm. Wer die Weisheit erfunden hat, wissen nicht einmal die Lexika. Meist steht dort einfach «deutsches Sprichwort». Und wenn nicht, ist es eben eine «Redensart». Sprichwort hin, Redensart her – man kann den Satz jedenfalls in unzähligen Abwandlungen und skurrilen Formen nachschlagen: «De net wagt, de net winnt, de net schitt, de net stinkt.» Das stimmt natürlich. Oder: «Wer nicht wagt, der nicht winnt, wer nicht hurt, der kriegt kein Kind.» Das stimmt auch. «Wagst du nichts, so gewinnst du nichts, verlorst auch nichts.» Das ist der Spruch der Vorsichtigen. Und der stimmt immer.

Die Rechnung des Satzes «Wer wagt, gewinnt» geht nie auf. Sonst wären wir nämlich alle Millionäre, gefragte Filmschauspielerinnen, erfolgreiche Unternehmer, umschwärmte Popstars, zufriedene Auswanderer oder glücklich Verheiratete. Zudem hört man diesen Satz meistens von denen, die bereits gewonnen haben. Der Mister Schweiz hat gut reden – er trägt das Krönchen ja schon auf dem Kopf. Seine Konkurrenten haben es auch versucht – und verloren. Man könnte jetzt sagen, die haben an Erfahrung gewonnen oder so. Das zählt jedoch letztlich nicht.

Ausser bei den Siegesgewissen hört man den Satz auch bei Menschen, die sich selber Mut machen müssen, die von ihrer Sache nicht so ganz überzeugt sind, sich aber denken, «wenn ich nur ganz fest an mich glaube, dann klappt das schon.» Hier sind wir wieder bei der deutschen Boygroup und ihrer Homepage. Oder kennt etwa jemand «The New Generation»?

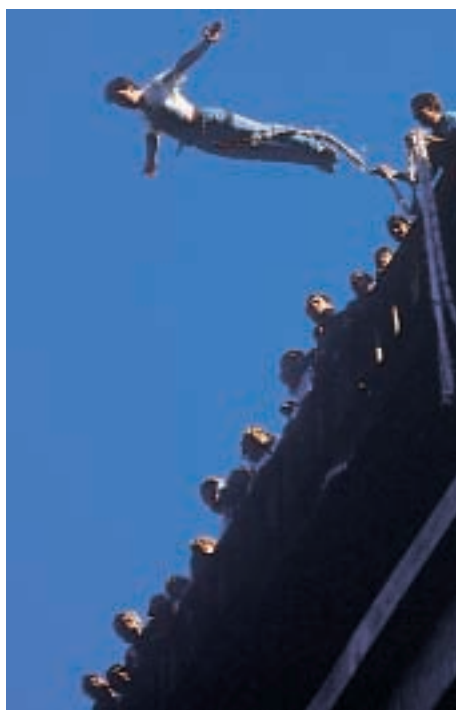


Bild: Keystone

Und dann gibt es noch die Leute, die andere mit dem Reizwort «Gewinn», zu Dingen zu verführen suchen, die sie eigentlich lieber lassen sollten. Ein aussichtsreiches Tummelfeld für Risikofreudige und Risikoanbieter ist das World Wide Web. Wer in einer Suchmaschine den Stichsatz «Wer wagt, gewinnt» eingibt, kann sich etwa folgende Rangliste zusammenstellen: An erster Stelle stehen Börsenspekulanten und Anlageberater. Dann kommen die Banken, Partnerschaftsinstitute und Blind Dater. Dass die angewählte Suchmaschine beim positiv formulierten Sprichwort zehnmal mehr Treffer landet als bei der Negativform, spricht für sich. Dass Geldsachen an oberster Stelle stehen wohl auch.

«Anwälte beraten Existenzgründer» heisst es beispielsweise auf einer Homepage. Eine andere Site wirbt mit dem Satz «Wie Sie Ihr Geld an der Börse richtig anlegen» um unsere Gunst. Etwas vorsichtiger präsentiert sich ein Anlageberater: Auf seiner Startseite weist er darauf hin, dass für alle Anlageformen eine Grundregel gilt: «Je höher die Ertragschance, desto grösser das Risiko.» Eine Formel, die wohl auf alle Gelddinge zutrifft. Sogar bei Be-

nissimo, jener Samstagabend-Sendung im Schweizer Fernsehen, für die man am Kiosk Lose kaufen kann, stimmt sie: Je näher ich dem potenziellen Millionengewinn komme, desto grösser wird die Chance, dass es mich eben nicht trifft.

Ich jedenfalls habe noch nie in einem Wettbewerb gewonnen. Und würde ich aus irgendeinem Grund einmal bei Beni Turnheer vor der Qual der Wahl stehen, mich für einen Preis entscheiden zu müssen oder um die Million zu spielen – ich würde sicher den Preis nehmen. Ich bin doch nicht blöd. Den «Thrill» hol ich mir lieber auf einer Achterbahn. Auf Chilbinervenkitzel steh ich nämlich.

Dem Thema Achterbahn war übrigens auch einer der prämierten Beiträge des letztjährigen Deutschen Studienpreises zum Thema «Risiko! – der Umgang mit Sicherheit, Chance und Wagnis» gewidmet. Ein Maschinenbaustudent hat 100 Jahre Geschichte und Konstruktion von Achterbahnen unter die Lupe genommen und ist dabei zum Schluss gekommen, dass die «bis heute anhaltende Achterbahneuphorie» ein Versuch sei, «der Zivilisationslangeweile zu entkommen».

Das Problem mit der Zivilisationslangeweile kennen Postiv-Denkerinnen und -Denker wiederum nicht. Sie gewinnen allem einen Sinn ab und würden sich deshalb nie in eine Achterbahn setzen oder an ein Bungee-Seil hängen. Auch sie aber findet man im World Wide Web. Wie Anlageberaterinnen, Börsenspekulanten und Verkuppler haben sie den Satz «Wer wagt, gewinnt» verkaufsträchtig zu ihrem Tantra gemacht. Mögen sie doch bitte aufhören, uns mit diesem faulen Spruch zu nerven. Wenn es irgendwo wirklich etwas zu holen gäbe, würden sie wie alle wahren Gewinner nämlich vor allem eines tun – schweigen. *Fiona Strebel*

Fiona Strebel hat Rechtswissenschaften an der Universität Zürich studiert und arbeitet heute als Journalistin für den «Tages-Anzeiger»

