

Wirtschaftliche Optimierung im vorbeugenden Brandschutz

Brandschutz rettet Menschenleben und begrenzt wirtschaftliche Schäden. Die Schweizer Brandschutzvorschriften verlangen deswegen Brandschutzmassnahmen für Gebäude. Die geforderten Investitionen müssen jedoch durch ihren Nutzen gerechtfertigt sein. Hohe Investitionen in wirtschaftlich nicht effiziente Massnahmen binden Mittel, die in anderen Bereichen Leben retten könnten. Umgekehrt sollte auf effiziente Massnahmen nicht verzichtet werden. Die Vereinigung kantonaler Feuerversicherungen hat deswegen gemeinsam mit der ETH Zürich ein Projekt initiiert, das im Hinblick auf eine Revision der Brandschutzvorschriften die Wirtschaftlichkeit von Massnahmen des vorbeugenden Brandschutzes untersucht.



Die Ergebnisse der Forschungsarbeit sollen als objektive Grundlage den Entscheidungsprozess bei der Revision der Schweizer Brandschutzvorschriften unterstützen. Ziel ist es, die gesellschaftlichen Investitionen in Brandschutzmassnahmen unter Berücksichtigung ihres Nutzens für den Personen- und Sachwertschutz zu optimieren.

Bild: AGV

Die Rolle der kantonalen Gebäudeversicherungen

Für den Brandschutz in der Schweiz spielen die kantonalen Gebäudeversicherungen eine besondere Rolle. Ursprünglich als reines Risikokollektiv gegründet, war ihre Hauptaufgabe zunächst die Bildung einer Solidargemeinschaft, um die Not der Geschädigten durch Zahlungen im Brandfall zu lindern. Mit einer Versicherungspflicht und einem Versicherungsmonopol sollte die Solidarität zwischen allen Gebäudeeigentümern gefördert werden. In 19 der 26 Schweizer Kantone

besteht eine öffentlich-rechtliche Kantonale Gebäudeversicherung (KGV), in drei weiteren eine Versicherungspflicht ohne Monopol.

Der Auftrag der kantonalen Gebäudeversicherer geht über die reine Versicherung von Schäden hinaus: So fördern sie über das Feuerwehrewesen nicht nur den abwehrenden Brandschutz, sondern haben durch die kantonale Feuerpolizei auch Einfluss auf den vorbeugenden Brandschutz in Gebäuden. Die Schweizer Brandschutzvorschriften werden von der Vereinigung der kantonalen Feuerversicherungen herausgegeben. Sie sind



Dr. Markus Fischer
Präsident der Präventionsstiftung der Kantonalen Gebäudeversicherer, Direktor der Gebäudeversicherung Graubünden (GVG), Chur



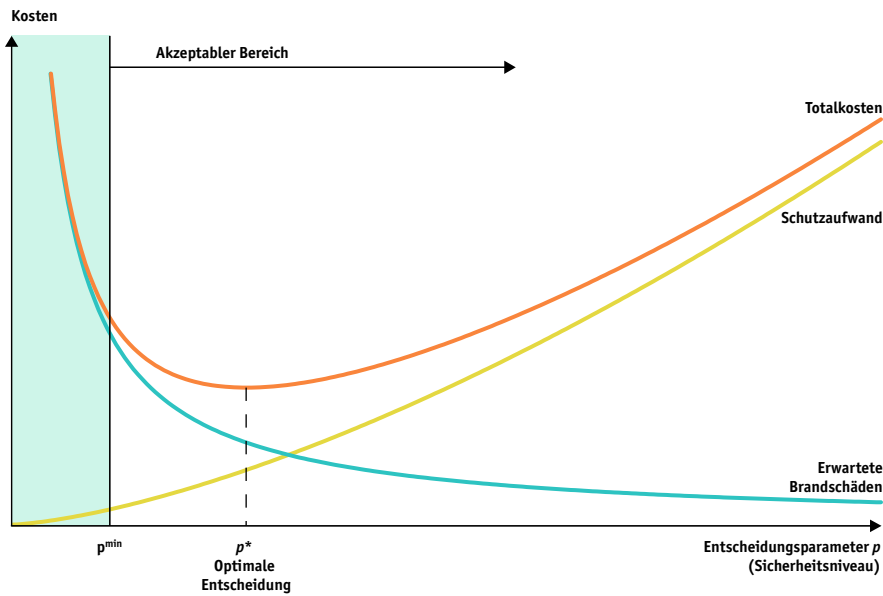
Prof. Dr. Mario Fontana
Professor für Stahl-, Holz- und Verbundbau, Institut für Baustatik und Konstruktion (IBK), ETH Zürich



Katharina Krämer
Diplom-Wirtschaftsingenieurin, Institut für Baustatik und Konstruktion (IBK) der ETH Zürich

Grafik 1

Optimierung des Sicherheitsniveaus



Quelle: Fischer, Fontana, Krämer / Die Volkswirtschaft

nach der Verbindlicherklärung durch das Interkantonale Organ Technischer Handelshemmnisse (IOTH) auch in den Kantonen ohne Versicherungsmonopol gültig.

Durch ihr Engagement in den drei Bereichen Schadensverhütung, Schadensbekämpfung und Versicherung sind die kantonalen Gebäudeversicherungen in der Position, Brandschutzmassnahmen festzulegen und ihre Umsetzung durchzusetzen. Diese Stellung verpflichtet die Gebäudeversicherer aber auch, einen effizienten Einsatz der für Brandschutzmassnahmen gebundenen Mittel zu gewährleisten. Um die Wirtschaftlichkeit des Brandschutzes zu garantieren, müssen neben dem Nutzen auch die Kosten der vorbeugenden Massnahmen berücksichtigt werden, die in der Regel von den Gebäudeeigentümern getragen werden.

Wirtschaftlichkeit von Brandschutzmassnahmen

Brandschutz ist im Interesse der Gesellschaft: Er hilft, Menschenleben zu retten und ökonomische Schäden zu verhindern oder zu begrenzen. Diese Vorteile haben allerdings ihren Preis, denn Brandschutz ist nicht kostenlos. Um die Investitionen in den vorbeugenden Brandschutz zu optimieren, müssen alle mit dem Brandschutz verbundenen Kosten berücksichtigt werden.

In einer freien Marktwirtschaft bleibt die wirtschaftliche Optimierung grundsätzlich dem Individuum überlassen. Die individuelle Entscheidungsfreiheit wird allerdings

durch Normen, Gesetze und Vorschriften eingeschränkt. Dies ist notwendig, um den gesellschaftlichen Rahmenbedingungen gerecht zu werden: Einige Aufgaben können nur im Kollektiv erfüllt werden und haben den Charakter eines öffentlichen Gutes (z.B. die Feuerwehr). Des Weiteren stehen gewisse Güter unter hoheitlichem Schutz, um ein reibungsloses Zusammenleben innerhalb der Gesellschaft zu gewährleisten (z.B. Leib und Leben, fremdes Eigentum). Diese Rahmenbedingungen machen es notwendig, Brandschutzinvestitionen auch auf gesellschaftlicher Ebene zu optimieren.

Die wirtschaftliche Optimierung vollständig den individuellen Gebäudeeigentümern zu überlassen, ist auch deswegen nicht sinnvoll, da sie zwar die Kosten des vorbeugenden Brandschutzes tragen, ein grosser Teil des Verlustes im Falle eines Brandes aber von der Versicherung erstattet wird. Private Sachversicherer können Gebäude mit mangelhafter Schadenprävention von der Versicherung ausschliessen oder mit hohen Prämien belasten. Diese Möglichkeiten zur Einflussnahme auf die Entscheidungen der Versicherungsnehmer bestehen für die kantonalen Gebäudeversicherer nicht, da die gesetzliche Versicherungspflicht beidseitig ist. Auch eine Einflussnahme über die Festlegung von Risikoprämien ist in vielen Kantonen nur begrenzt möglich. Lediglich über die Brandschutzvorschriften kann der vorbeugende Brandschutz in Neubauten oder bei grösseren Umbauten bestehender Gebäude effektiv beeinflusst werden.

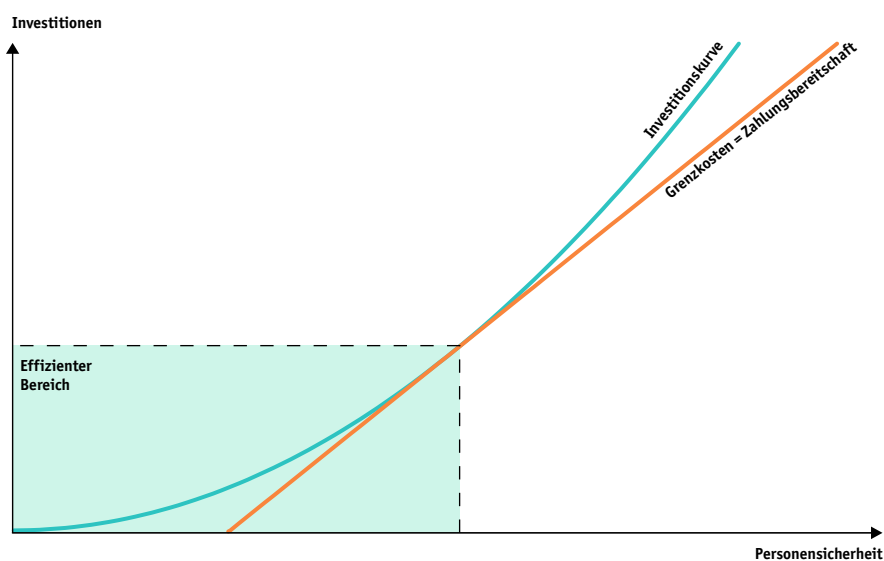
Der Aspekt der Wirtschaftlichkeit und Effizienz von Brandschutzmassnahmen muss somit bei der Festlegung der Brandschutzvorschriften berücksichtigt werden. Das Projekt «Wirtschaftliche Optimierung im vorbeugenden Brandschutz» soll hierzu wissenschaftlich fundierte Anhaltspunkte liefern. Im Fokus steht die Wirtschaftlichkeit von Brandschutzmassnahmen aus gesellschaftlicher Sicht. Diese berücksichtigt auch die Kosten, die nicht von der Versicherung getragen werden. Gesamtgesellschaftlich betrachtet sind die folgenden Kostenbestandteile relevant:

- Kosten für den vorbeugenden Brandschutz inklusive Folgekosten;
- Kosten für den abwehrenden Brandschutz (Feuerwehr);
- Kosten für die Behebung von Schäden aus Brandereignissen;
- Verwaltungskosten für Brandschutz und Feuerversicherung.

Das wirtschaftliche Optimum ist erreicht, wenn die Summe aller mit dem Brandschutz verbundenen Kosten minimiert wird. Es ist zu erwarten, dass Änderungen der Brand-

Grafik 2

Grenzkostenprinzip im Personenschutz



Quelle: Fischer, Fontana, Krämer / Die Volkswirtschaft

schutzvorschriften hauptsächlich die Kosten für den vorbeugenden Brandschutz sowie die Schäden aus Brandereignissen beeinflussen. In den folgenden Ausführungen wird deswegen der Fokus auf diese beiden Kostenbestandteile gelegt. Je nach betrachteter Massnahme können sich aber auch die Kosten für den abwehrenden Brandschutz oder die Verwaltungskosten verändern.

In *Grafik 1* ist die wirtschaftliche Optimierung schematisch dargestellt: Über einen Entscheidungsparameter p (z.B. die Wahl des Feuerwiderstandes von brandabschnittsbildenden Wänden) kann das Sicherheitsniveau eines Gebäudes beeinflusst werden. Je höher das Sicherheitsniveau gewählt wird, desto geringere Brandschäden sind zu erwarten. Gleichzeitig steigen aber auch die Kosten für den vorbeugenden Brandschutz (d.h. der Schutzaufwand). Das wirtschaftliche Optimum ist erreicht, wenn die Summe aller Kostenbeiträge (d.h. die Totalkosten) minimal ist. Das Sicherheitsniveau wird nach unten durch gesellschaftliche Akzeptanzkriterien begrenzt. Hierdurch wird insbesondere der Personenschutz angemessen berücksichtigt.

Personenschutz als Randbedingung

Da durch Brandereignisse nicht nur Sachwerte, sondern auch Menschen in Gefahr gebracht werden, verbietet sich eine rein wirtschaftliche Optimierung: Der Schutz von Leib und Leben muss stets als Randbedingung berücksichtigt werden. Für den Personenschutz muss ein minimales Sicherheitsniveau gefordert

werden (Entscheidungsparameter $p = p^{\min}$). Diese Minimalanforderung definiert den sogenannten akzeptablen Bereich, in dem eine wirtschaftliche Optimierung möglich ist. In *Grafik 1* liegt das wirtschaftliche Optimum im akzeptablen Bereich. Denkbar ist aber auch, dass das Minimum der Totalkosten bei einem Sicherheitsniveau erreicht wird, das in Bezug auf den Personenschutz nicht akzeptabel ist. In solchen Fällen muss das minimale Sicherheitsniveau p^{\min} gefordert werden, auch wenn es sich hierbei – rein wirtschaftlich betrachtet – nicht um die optimale Lösung handelt.

Die Definition des akzeptablen Bereichs ist keine einfache Aufgabe. Von einem ethischen Standpunkt aus gesehen ist es unmöglich, den Wert eines Menschenlebens zu bestimmen. Auch die Festlegung eines «akzeptablen» Personenrisikos ist problematisch. Akzeptieren wir zum Beispiel eine Sterbewahrscheinlichkeit durch Brandereignisse von 10^{-5} pro Person und Jahr, so ist das für die Schweiz mit 7,7 Mio. Einwohnern gleichzusetzen mit der Akzeptanz von jährlich 77 Brandtoten (der heutige Wert liegt ungefähr bei der Hälfte). Ob es Brandopfer gibt, ist dabei weniger wichtig als die Frage, ob diese vermeidbar sind. Auf den ersten Blick ist somit die «Nullvision», bei der angestrebt wird, die Sterbewahrscheinlichkeit so weit wie möglich zu reduzieren, aus ethischer Sicht die einzige vertretbare gesellschaftliche Strategie im Umgang mit Personenrisiken.

Von einem praktischen Standpunkt aus betrachtet, wird allerdings offensichtlich, dass es technisch und/oder wirtschaftlich unmöglich ist, die Sterbewahrscheinlichkeit auf null zu reduzieren. Die in der Gesellschaft verfügbaren Mittel zur Verbesserung der Personensicherheit sind begrenzt und sollten bestmöglich eingesetzt werden. Wie viel in Massnahmen des Personenschutzes investiert wird, muss auf Grund von Effizienzbetrachtungen entschieden werden. Verschiedene Brandschutzmassnahmen konkurrieren hier nicht nur untereinander, sondern auch mit lebensrettenden Massnahmen aus anderen Bereichen, wie zum Beispiel der Medizin, der Verkehrssicherheit oder dem Schutz vor Naturgefahren.

Eine konsistente Berücksichtigung der Effizienz von Personenschutzmassnahmen wird durch eine Betrachtung der Grenzkosten für eine marginale Erhöhung der Personensicherheit erreicht (siehe *Grafik 2*). Mit steigenden Investitionen nimmt die Personensicherheit zu. Die Investitionskurve ist zunächst flach, da es bei einem niedrigen Sicherheitsniveau in der Regel einfach ist, durch kleine Investitionen eine Verbesserung zu erwirken. Bei einem hohen Sicherheitsni-

Kasten 1

Life Quality Index

Der Life Quality Index (LQI) ist ein gesellschaftlicher Indikator ähnlich dem Human Development Index (HDI). Er wird aus der mittleren Lebenserwartung und dem Bruttoinlandsprodukt (BIP) pro Kopf einer Gesellschaft berechnet. Die Gewichtung dieser beiden Indikatoren ergibt sich aus dem beobachteten Verhältnis von Arbeits- und Freizeit in einer Gesellschaft. Hier wird die Annahme zu Grunde gelegt, dass Menschen ihre Zeiteinteilung so optimieren, dass ihr Nutzen maximal wird.

Versteht man den LQI als gesellschaftliche Nutzenfunktion, so erlaubt er eine Abwägung zwischen Wohlstand einerseits und der zum Geniessen dieses Wohlstands verfügbaren Lebenszeit andererseits. Durch Übertragung dieses Konzeptes auf Entscheidungen über Investitionen in Personenschutzmassnahmen kann aus dem LQI die gesellschaftliche Zahlungsbereitschaft für marginale Änderungen der Personensicherheit ermittelt werden.

Auf eine ausführliche Herleitung und Diskussion des LQI Konzeptes muss hier aus Platzgründen verzichtet werden. Ein guter Überblick über die Thematik kann in der angegebenen Literatur gewonnen werden.

veau sind dagegen grosse Investitionen notwendig, um die Sicherheit noch weiter zu erhöhen. Die Grenzkosten – also die Steigung der Kurve – nehmen zu.

Ist die gesellschaftliche Zahlungsbereitschaft (*Societal Willingness To Pay*) für eine marginale Erhöhung der Personensicherheit bekannt, so kann ein Kriterium festgelegt werden, bis zu welchem Schwellenwert investiert werden soll: Liegen die Grenzkosten unterhalb der gesellschaftlichen Zahlungsbereitschaft, so sind weitere Investitionen in die Personensicherheit sinnvoll. Die Sicherheit sollte jedoch nur bis zu dem Punkt erhöht werden, in dem die Grenzkosten gleich der gesellschaftlichen Zahlungsbereitschaft sind. Dies ist als Tangente an die Investitionskurve dargestellt, die Steigung der Tangente entspricht der (marginalen) Zahlungsbereitschaft. Eine weitere Erhöhung der Personensicherheit über den effizienten Bereich hinaus ist nicht sinnvoll. Durch zu hohe Sicherheitsinvestitionen in einem Bereich (z.B. spezifische Brandschutzmassnahme oder Brandschutz allgemein) würden sonst Mittel gebunden, die in anderen Bereichen effizienter für den Personenschutz eingesetzt werden könnten.

Eine gesellschaftliche Nutzenfunktion, die für Entscheidungen über Investitionen in Personenschutzmassnahmen verwendet werden kann, ist der Life Quality Index (LQI) von *Nathwani et al.* (siehe *Kasten 1*).

Mit Hilfe des Grenzkostenkriteriums kann je nach Effizienz der Brandschutzmassnahmen in Bezug auf den Personenschutz eine minimale Investition festgelegt werden, die den akzeptablen Bereich für die wirtschaftliche Optimierung definiert. In der Regel haben Brandschutzinvestitionen einen doppelten Nutzen, da sowohl die Personen- als auch die Sachschäden durch dieselbe Massnahme reduziert werden. Deswegen wird der Personenschutz als Randbedingung eingesetzt. Ist das Kriterium für den Personenschutz erfüllt, sind höhere Brandschutzinvestitionen (nur) dann begründbar, wenn ihr Nutzen durch die Reduktion der Sachschäden grösser ist als ihre Kosten.

Beurteilung der Wirtschaftlichkeit

Ziel der Untersuchung ist die Abschätzung der Wirtschaftlichkeit von Massnahmen des vorbeugenden Brandschutzes aus gesellschaftlicher Sicht. Die Grundlagen für eine Beurteilung der Massnahmen wurden in den vorherigen Abschnitten beschrieben. Bei der Betrachtung der Wirtschaftlichkeit darf die Frage des Personenschutzes nicht ausser Acht gelassen werden. Im vorherigen Abschnitt wurde beschrieben, wie der Perso-

nenschutz als Randbedingung in der Optimierung berücksichtigt werden kann.

Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit müssen sowohl die Kosten als auch der Nutzen der Brandschutzmassnahmen abgeschätzt werden. Letzterer ergibt sich aus dem Einfluss der Massnahmen auf die erwarteten Sach- und Personenschäden. Um diesen zu bestimmen, ist eine Risikomodellierung unter Rückgriff auf Ingenieurmethoden des Brandschutzes notwendig. Zu beachten ist allerdings, dass die Brandschutzvorschriften für eine Vielzahl von Gebäuden mit unterschiedlichen Eigenschaften gültig sind. Die Frage der Wirtschaftlichkeit muss also nicht objektspezifisch, sondern auf der Portfolioebene für die betroffenen Gebäudegruppen beantwortet werden. Mit Hilfe von Daten zum Gebäudebestand der kantonalen Gebäudeversicherer können die Eigenschaften des Gebäudeportfolios abgeschätzt werden. Ein Abgleich mit den beobachteten Schäden aus der Schadenstatistik der Vereinigung kantonalen Feuerversicherungen ermöglicht eine Validierung des Risikomodells.

Bestimmung des gesellschaftlich optimalen Brandschutzes

Das Risikomodell kann für die Bestimmung eines gesellschaftlich optimalen Brandschutzes verwendet werden. Gesucht wird der goldene Mittelweg: Ein nach heutigem Stand der Technik bestmöglicher Brandschutz minimiert zwar die Schäden, ist aber zu teuer. Umgekehrt führt eine einfache Minimierung des Schutzaufwandes ebenfalls nicht zum Optimum, da hierbei die Schäden vernachlässigt werden. Auch in Bezug auf den Personenschutz ist es offensichtlich, dass ein vollständiger Verzicht auf vorbeugende Brandschutzmassnahmen gesellschaftlich nicht erwünscht sein kann. Die Herausforderung bei der Untersuchung der Wirtschaftlichkeit im vorbeugenden Brandschutz besteht darin, all diese Aspekte angemessen zu berücksichtigen, um mit einem ganzheitlichen Ansatz das gesellschaftliche Optimum zu bestimmen. ■

Kasten 2

Literatur

- Nathwani, J. S., N. C. Lind et al. (1997): *Affordable Safety by Choice: The Life Quality Method*, University of Waterloo.
- Pandey, M. D., J. S. Nathwani et al. (2006): *The Derivation and Calibration of the Life Quality Index (LQI) from Economic Principles*, *Structural Safety*, Vol. 28, Nr. 4, S. 341–360.
- Lentz, A. (2007): *Acceptability of Civil Engineering Decisions Involving Human Consequences*, Doktorarbeit, TU München.
- Faber, M.H. (2008): *Risk Assessment in Engineering; Principles, System Representation & Risk Criteria*, A publication of the Joint Committee on Structural Safety (JCSS), www.jcss.ethz.ch.
- Rackwitz, R. (2008): *The Philosophy behind the Life Quality Index and Empirical Verifications*, JCSS Basic Documents on Risk Assessment in Engineering.
- Faber, M. H., and M. A. Maes (2009): *Sustainable Strategic and Operational Management of Life Safety*, 4th International Forum on Engineering Decision Making (IFED), Hakone, Japan.