

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 116 (1998)
Heft: 26

Artikel: Schäden bei Bauten und Anlagen: Ursachen und Verbesserungsmassnahmen
Autor: Matousek, Miroslav
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-79529>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

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

Download PDF: 21.02.2026

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

Miroslav Matousek, Schwerzenbach

Schäden bei Bauten und Anlagen

Ursachen und Verbesserungsmassnahmen

Schäden bei Bauten und Anlagen sind entweder auf bewusst akzeptierte Risiken oder auf Gefahren aus menschlichen Fehlleistungen zurückzuführen. Durch systematische Schadenuntersuchungen werden Schadenursachen analysiert, daraus Verbesserungsmassnahmen getroffen und diese mittels Qualitätsmanagement umgesetzt. Schadenuntersuchungen geben somit Impulse zu Weiterentwicklungen in der Technik, insbesondere in den Bereichen Forschung, Normenwesen, Informationsvermittlung und Qualitätsmanagement.

Trotz des heutigen hohen Stands der Technik kommt es bei Bauten und Anlagen zu Schäden. Warum? Diese Frage wurde bereits vor 24 Jahren im Rahmen einer Forschungsarbeit an der ETH Zürich gestellt. 800 Schadefälle wurden detailliert - EDV-unterstützt - untersucht [1]. Die Ergebnisse flossen in Forschungsberichte [2][3], anschliessend in das Normenwerk und das Qualitätsmanagement.

Ausgehend von diesen Erfahrungen wird im folgenden aufgezeigt, dass Schadenuntersuchungen nicht nur dazu dienen, die „Schuldigen“ zu finden und die Schadenbehebung festzulegen bzw. zu regeln, sondern dass sie zu Weiterentwicklungen in der Technik beitragen [3][4]. Schadenuntersuchungen, Verbesserungsmassnahmen und deren Umsetzung bei Bauten und Anlagen bilden einen Regelkreis (Bild 1).

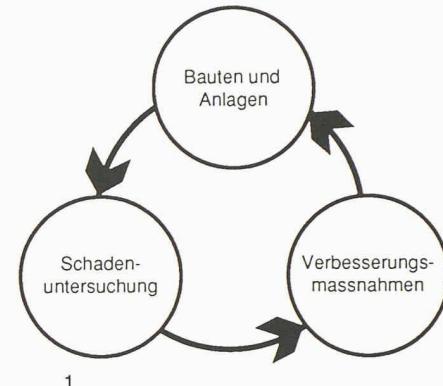
Schäden und deren Ursachen

Schäden sind systematisch zu untersuchen [1][4]. Grundsätzlich wird zwischen Personenschäden, Sachschäden, Folgeschäden (Betriebsunterbruch) und Umweltschäden unterschieden. In bezug auf den Zeitpunkt des Schadens kann es sich um einen sofortigen oder langfristigen Schaden und in bezug auf die Schadenbehebung um einen reparablen oder irreparablen Schaden handeln. Der Schadenbegriff ist umfassend und die Schadenermittlung nicht immer einfach. Trotzdem möchte man den Schaden mit wenigen Merkmalen bzw. Indikatoren erfassen. In den

Buwal-Richtlinien [5] sind z.B. folgende Schadenindikatoren definiert: Todesopfer, Verletzte, Sachschäden, verunreinigte oberirdische Gewässer, verunreinigte unterirdische Gewässer und Boden mit beeinträchtigter Bodenfruchtbarkeit. Durch die Zuordnung der Schadengrösse zu einem einheitlichen Schadenausmass (Störfallwert) lassen sich Schäden vergleichbar machen. So entspricht z.B. ein Ereignis mit 10 Todesopfern einem Ereignis mit 100 Verletzten bzw. einem Sachschaden von 50 Mio. Franken bzw. einem Volumen von 1 Mio. m³ oder 1 km² verunreinigter oberirdischer Gewässer bzw. einem Ausfall von 104 Personenmonaten infolge Verunreinigung unterirdischer Gewässer bzw. einem Boden mit beeinträchtigter Bodenfruchtbarkeit von 0,02 km² Flächenjahren [5].

Schäden und die dazu führenden schädigenden Ereignisse sind objektiv feststellbar und zweckmässigerweise als Tatsachen zu betrachten. Die eigentlichen Schadenursachen sind stets beim Menschen zu suchen, da er Bauten und Anlagen plant und realisiert. Bei ihm liegt die Entscheidung, ob - und gegebenenfalls wie - Gefahren berücksichtigt werden. Deshalb sind - abweichend vom normalen Sprachgebrauch - nicht die Gefahren und die daraus folgenden schädigenden Ereignisse als Ursache zu bezeichnen, sondern deren Berücksichtigung. Gefahren werden entweder bewusst als Risiken akzeptiert oder sie werden fehlerhaft berücksichtigt.

Die Auswertung von 800 Schadefällen bei Bauten und Anlagen zeigt dies deut-

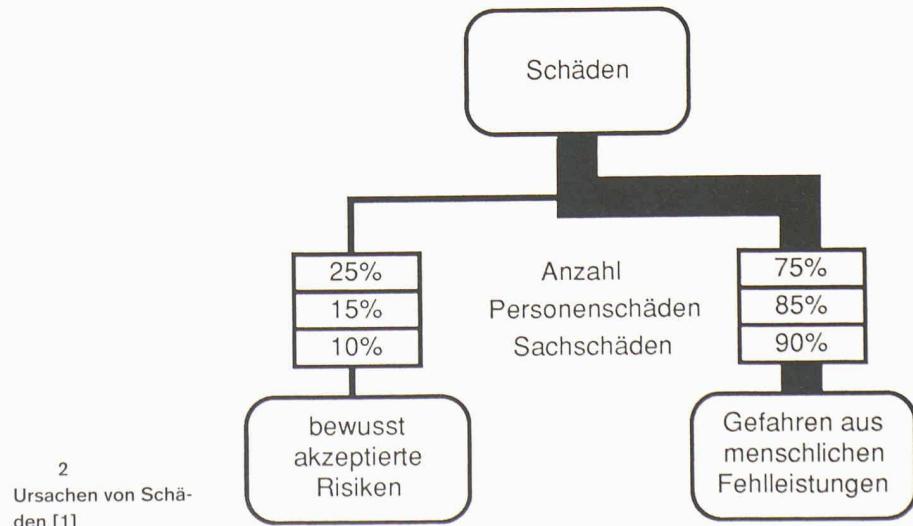


1 Schadenuntersuchung, Verbesserungsmassnahmen und deren Umsetzung bei Bauten und Anlagen

lich [1]. Rund 25% der Schadefälle bzw. 15% der Personen- bzw. 10% der Sachschäden sind auf bewusst akzeptierte Risiken und rund 75% bzw. 85% bzw. 90% auf Gefahren aus menschlichen Fehlleistungen zurückzuführen (Bild 2).

Zu den bewusst akzeptierten Risiken gehören Gefahren, deren vollständige Eliminierung nicht möglich oder im Vergleich mit anderen Risiken nicht zweckmässig ist (extremes Erdbeben, extreme Stürme, Explosionen, Terrorismus usw.). So versteht sich von selber, dass der Gefahr eines Flugzeugabsturzes bei einem Einfamilienhaus nicht durch Massnahmen begegnet wird, sondern dass diese Gefahr als Risiko bewusst akzeptiert wird.

Zu den aus menschlichen Fehlleistungen verbliebenen Gefahren gehören zunächst diejenigen, die von der Wissenschaft und der Technik noch nicht erkannt worden und demnach objektiv unbekannte Gefahren geblieben sind. Auf diese wird man durch Schadefälle überhaupt erst aufmerksam (z.B. Versagen von Brücken



Fehler im menschlichen Verhalten	%
Ignoranz, Sorglosigkeit, Fahrlässigkeit	35
Mangelhafte Kenntnisse	25
Unterschätzen von Einflüssen	13
Vergessen, Irrtum	9
Sich auf andere verlassen	6
Objektiv unbekannte Situation	4
Restliche	8
Total	100

3

Prozentuale Verteilung der Schadenfälle nach Art des Fehlers im menschlichen Verhalten [1]

wegen unvorgesehener, von Wind erzeugten Schwingungen). Im weiteren handelt es sich um Gefahren, die im Einzelfall von den Verantwortlichen nicht erkannt oder nicht berücksichtigt worden sind oder gegen die unzweckmäßig vorgegangen worden ist. Liegt die Ursache in einem solchen Fehler, ist dieser in der Kette «Phasen - Prozesse - Beteiligte - menschliches Verhalten» weiter zu verfolgen. Die Schadenanalyse [1] zeigte u.a. folgende Aufteilung der Schadenfälle nach den Fehlerquellen im zeitlichen Ablauf: Planung 45%, Ausführung 49% und Nutzung 6%. Die Fehlerquellen im menschlichen Verhalten sind in Bild 3 angegeben.

Der Zusammenhang zwischen den bewusst akzeptierten Risiken und Fehlern wird am folgenden Schadenfall (Auszug aus einer Schadenakte) verdeutlicht:

«Ein Unternehmer kaufte eine Lagerhalle und schloss eine Gebäudeversicherung ab, womit auch Schäden infolge Schneelast versichert wurden (bewusst akzeptiertes Risiko). Es kam zum Schneefall, und die Konstruktion versagte bereits bei 30 cm Schneehöhe, die rund 0,3 kN/m² entsprach. Die Versicherung zahlte den Schaden nicht, da die Einhaltung der Normen - und demnach des Normwerts von

0,9 kN/m² - nicht gegeben war. Wie sich bei der Schadenuntersuchung herausstellte, wurde die Konstruktion fehlerhaft berechnet und war demzufolge unterdimensioniert. Der Schaden war folglich nicht auf das akzeptierte Risiko, sondern auf einen Berechnungsfehler zurückzuführen. Der Unternehmer musste - wegen fehlender Regressmöglichkeit - für den Schaden selber aufkommen.»

Neben der eigentlichen Schadenbehebung ist man daran interessiert, eine Wiederholung ähnlicher Schadenfälle zu verhindern oder sie zumindest in ihrer Grösse zu beschränken. Die dafür nötigen Verbesserungsmassnahmen müssen gezielt gegen die Schadenursachen - die bewusst akzeptierten Risiken und die Gefahren aus menschlichen Fehlleistungen - eingesetzt werden (Bild 4). Dabei sind Überreaktionen durch Anordnung unverhältnismässiger Verbesserungsmassnahmen - wie in der Vergangenheit oft der Fall - zu verhindern. Verbesserungsmassnahmen sind stets ursachenorientiert unter Wahrung der Verhältnismässigkeit und deren Wirksamkeit festzulegen.

anhand statistischer Werte bzw. Wiederkehrperioden (Wind, Erdbeben, Schnee, Anprall usw.) festgelegt. Dabei zeigte sich, dass in den alten SIA-Normen z.B. Erdbebenrisiko und Anprallrisiko stark unterschätzt wurden, und heute viele bestehende Bauten und Anlagen einem erhöhten Risiko ausgesetzt sind. Ein wesentlicher Schritt in Richtung der Risikotransparenz wurde durch die Störfallverordnung erreicht. Für stationäre Bauten und Anlagen wurden konkrete Beurteilungskriterien mit zahlenmässigen Angaben für die Risikoakzeptanz festgelegt [5]. So werden drei Bereiche in einem Wahrscheinlichkeits-Ausmass-Diagramm unterschieden: Bereich der akzeptierten Risiken, Übergangsbereich und Bereich der nicht akzeptierten Risiken. An der Festlegung der Risikoakzeptanz für Transportwege wird gegenwärtig intensiv gearbeitet, nicht zuletzt im Zusammenhang mit der Neat bzw. den geplanten Basistunnels Gotthard und Lötschberg.

Um die Transparenz der Risikoakzeptanz zu verbessern, sind - neben dem Schadensausmass und der Wahrscheinlichkeit - weitere Faktoren mitzuberücksichtigen, z.B.:

Nutzen von Bauten und Anlagen sowie Freiwilligkeit von Aktivitäten; oft werden Risiken eingegangen, bei denen die diesem Risiko ausgesetzten Personen überhaupt keinen Nutzen haben wie z.B. beim Transport gefährlicher Güter durch eine Bergregion.

Bereitschaft der Gesellschaft, mehr Geld für Massnahmen gegen Risiken von Grossereignissen als von Kleinunfällen auszugeben.

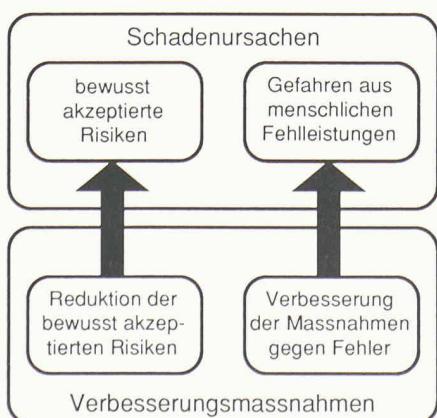
Schadenart; man ist eher bereit, Sachschäden als Personenschäden zu akzeptieren.

Verantwortlichkeiten; bei Bauten und Anlagen werden oft Risiken eingegangen, ohne dass die Verantwortlichen diese überhaupt kennen. Kommt es zu einem Schadenfall, ist für Überraschungen gesorgt. Es ist unerlässlich, für bewusst akzeptierte Risiken die Frage der Verantwortung sorgfältig zu klären [5], wobei Versicherungen eine wesentliche Rolle spielen. Die Wichtigkeit der Regelung der Verantwortung für Sicherheit hat nicht zuletzt zur SIA-Richtlinie 465 «Sicherheit von Bauten und Anlagen» geführt [6].

Möglichkeiten einer Minderung des Schadensausmasses wie Risikoüberwachung, Warnung, Rettung von Personen, Schadenminderung, Schadenbekämpfung und Schadenbehebung.

4

Einsatz der Verbesserungsmassnahmen



In der Schweiz hat sich seither der Begriff der Risikoakzeptanz - dank der neuen SIA-Normen und der Störfallverordnung - etabliert. Seit 1989 ist der Begriff «akzeptiertes Risiko» im SIA-Normenwerk eingeführt. Auch sind die Bemessungswerte

Wirksamkeit der Massnahmen und deren Verhältnismässigkeit; es wäre unzweckmässig und unwirtschaftlich, Geld für eine weitere Risikoreduktion auszugeben, wenn mit diesem Betrag bei einer anderen Aktivität bzw. anderen Bauten und Anlagen eine wesentlich höhere Risikoreduktion erzielt werden könnte.

Verbesserung der Massnahmen gegen Fehler

Bauten und Anlagen sind einem Lebenszyklus, bestehend aus Erstellungs-, Nutzungs- und Abbruchphase, unterworfen. Jede Phase ist von zwei grundsätzlichen Prozessen - den Planungs- und Umsetzungsprozessen - begleitet. Während dieser Prozesse kann es zu menschlichen Fehlleistungen und demzufolge zu Fehlern kommen. Als Fehler wird die toleranzübersteigende Abweichung zwischen dem Ziel und dem Ergebnis einer menschlichen Leistung bezeichnet.

Fehler werden grundsätzlich durch Massnahmen verhütet oder rechtzeitig entdeckt und korrigiert [2]. Liegt die Schadenursache in menschlichen Fehlleistungen, ist zu beurteilen, inwieweit die bereits vorhandenen Massnahmen gegen Fehler zu verbessern bzw. durch neue, wirksame Massnahmen zu ersetzen sind, um eine Wiederholung ähnlicher Fehler zu verhindern bzw. deren Auswirkungen zu mindern.

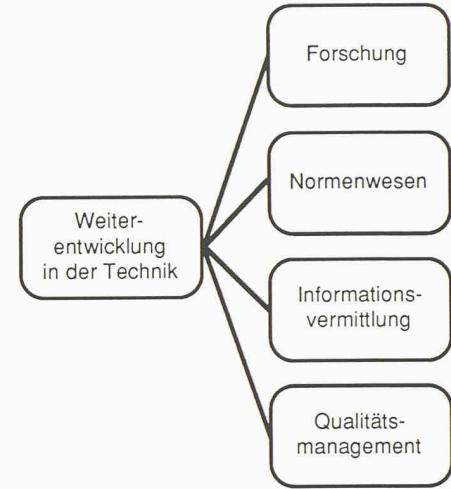
Die Verbesserung der Fehlerverhütung geht von den Fehlerquellen in den Planungs- und Umsetzungsprozessen der einzelnen Phasen des Lebenszyklus von Bauten und Anlagen aus und bezieht sich auf den technischen, organisatorischen und personellen Bereich. Zweckmässigerweise wird neben der Verbesserung der Fehlerverhütung auch die Verbesserung der Fehlerentdeckung und Korrektur angestrebt. Dadurch werden die eigentlichen Fehler nicht verhindert, jedoch rechtzeitig entdeckt und korrigiert. Grössere Schäden werden damit vermieden. Die Schadenuntersuchung [1] zeigt deutlich: 85% der Fälle mit Sachschäden und 90% der Fälle mit Personenschäden hätten durch eine rechtzeitige Prüfung vermieden werden können.

Umsetzung der Verbesserungsmaßnahmen

Einige, aufgrund Forschungsarbeiten [1] [2] entstandene Verbesserungsmaßnahmen wie Sicherheits- und Nutzungsplan, Kontrollplan, Bauwerksbuch u.a., die in das SIA-Normenwerk eingeflossen sind, werden bei Projekten bereits umgesetzt. Erfahrungen zeigen, dass, je systematischer ein Qualitätsmanagement aufgebaut ist,

desto schneller und effektiver sich Verbesserungsmassnahmen einführen und die erwünschten Verbesserungen erzielen lassen.

Im Gegensatz zur stationären Industrie handelt es sich im Bauwesen um dynamische, projektbezogene Prozesse. Neben dem firmenbezogenen Qualitätsmanagement (QM) hat das projektbezogene QM (PQM) eine zentrale Bedeutung. Das PQM hat bei den Projekten - neben anderem - dafür zu sorgen, dass die aus Schadenfällen gewonnenen Erkenntnisse bzw. die daraus folgenden Verbesserungsmassnahmen konkret umgesetzt werden. Dadurch werden die bewusst eingegangenen Risiken transparent und mögliche Fehler verhindert bzw. rechtzeitig entdeckt und korrigiert.



5
Impulse der Schadenuntersuchungen auf die Weiterentwicklung in der Technik

Folgerungen und Weiterentwicklung

Die Untersuchung von Vorfällen und Schadenfällen gibt Impulse für die Weiterentwicklung in der Technik, insbesondere in den folgenden vier Bereichen (Bild 5).

Forschung

Die Forschung dient zuerst zur Klärung von objektiv unbekannten Phänomenen, auf die man hauptsächlich durch Vorfälle und Schäden aufmerksam wird. Forschung ist aber auch dort erforderlich, wo der Erfahrungsbereich überschritten wird wie bei neuen Materialien, neuen Bauverfahren, bei grossen Bauwerksdimensionen usw. Wie Schadenuntersuchungen zeigten, hat die Extrapolation unserer Erkenntnisse über den Erfahrungsbereich hinaus oft zu unerwarteten Schäden geführt. Materialien und Einflüsse, die im vertrauten Bereich keine wesentliche Rolle spielen, können ausserhalb dieses Bereichs unproportional stark an Bedeutung gewinnen.

Neben diesen grundsätzlichen Aufgaben hat die Forschung auch wesentliche Aufgaben hinsichtlich der Risikoakzeptanz sowie der Massnahmen gegen Fehler. Leider stagnieren die Forschungsarbeiten. Das Polyprojekt «Risiko und Sicherheit technischer Systeme» der ETH Zürich wurde abgeschlossen, ohne vorgesehene Forschungsarbeiten fortzusetzen [7]. Die Folge ist, dass die Forschung hinter der technischen und gesellschaftlichen Entwicklung und den damit verbundenen Gefahren herhinkt. Die Fortsetzung der Forschungsarbeiten ist unerlässlich. Dies betrifft z.B. die Untersuchung von künftigen, mit der technischen Entwicklung sowie mit den Veränderungen des menschlichen Verhaltens verbundenen Gefahren (EDV, Gentechnologie, Böswilligkeit, Sabotage

u.a.), anlagebezogene und regionale Risiken, Risikoakzeptanz bezüglich Nutzen und Freiwilligkeit von Aktivitäten, Berücksichtigung der Grossunfälle und Katastrophen, Wirksamkeit und Verhältnismässigkeit von risikoreduzierenden Massnahmen, Auswirkung des Risikobegriffs auf rechtliche Grundlagen, rechtliche Konsequenzen der Risikoakzeptanz, Verantwortlichkeiten und deren Regelung zwischen Risikonutznissser und -träger, Wirtschaftlichkeit und Wirksamkeit der Massnahmen gegen Fehler, Aufbau von Qualitätsmanagementsystemen aufgrund der Beziehung zwischen Risikoreduktion und Kosten u.a.

Normenwesen

Die aus den Schadenuntersuchungen sowie aus Forschung und Wissenschaft gewonnenen Erkenntnisse sollen möglichst rasch in das rechtliche sowie technische Normenwesen einfließen, um die Verbesserungsmassnahmen in der Praxis zügig umsetzen zu können. Durch Gesetze, Verordnungen, Vorschriften, Normen, Richtlinien usw. sollen klare rechtliche Verhältnisse für Aufgaben und Verantwortung geschaffen werden. Insbesondere ist dafür zu sorgen, dass der Begriff «akzeptiertes Risiko» Eingang in die Rechtsprechung findet. Die in den technischen Normen, Richtlinien, Empfehlungen usw. festgelegten Massnahmen sollen auf deren Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit hin überprüft werden. Auch soll ersichtlich werden, welche Risiken mit der Anwendung des Normenwerks eingegangen werden und was diesbezüglich zu unternehmen bzw. zu regeln ist. Risikoakzeptanz sowie Massnahmen gegen Fehler - insbesondere im Hinblick auf die Schadenverhütung - sollen transparent sein.

Informationsvermittlung

Es ist dafür zu sorgen, dass den Verantwortlichen die aus Vorfällen, Schäden und Forschung gewonnenen Erkenntnisse sowie Informationen zu neuen rechtlichen und technischen Grundlagen gezielt und rasch vermittelt werden. Die Informationsvermittlung soll nicht nur der Schadenverhütung dienen, sondern auch die Entwicklung von neuen innovativen Lösungen unterstützen. Neben dem traditionellen Weg der Informationen via Zeitschriften und Fachliteratur sowie Aus- und Weiterbildung sollen systematische Datenbanken [4] erstellt und den Verantwortlichen z.B. via Internet zugänglich gemacht werden. Dies könnte u.U. die Aufgabe von EU-Normenkommissionen, Prüfinstituten, ETH, HTL u.a. sein. Dadurch könnten Daten systematisch ausgewertet und das Niveau der Risikoakzeptanz laufend überwacht werden.

Die systematische Auswertung von Schadenfällen sollte auch im Sinne eines Warnsystems genutzt werden [2][4]. Dadurch sollen die Häufung von Schadenfällen bei gewissen Bauten und Anlagen bzw. gewissen Materialien, Bauverfahren usw. ermittelt und die Verantwortlichen frühzeitig gewarnt werden können. Um bei bestehenden Bauten und Anlagen die zutreffenden Schadenfälle rasch ermitteln zu können, ist die Anwendung eines EDV-unterstützten Qualitätsmanagements, wie es z.B. für die Hochbauten des Kantons Aargau eingeführt wurde, von grossem Vorteil [8].

Qualitätsmanagement

Mit einem Qualitätsmanagement ist dafür zu sorgen, dass die verbleibenden, bewusst akzeptierten Risiken transparent sind, und die Massnahmen gegen Fehler umgesetzt werden. Leider muss festgestellt werden, dass in vielen Unternehmungen QM-Systeme nach den ISO-Qualitätsnormen eingeführt wurden, ohne die Eigen-

art des Bauwesens oder Risiken und Fehlerquellen in den Planungs- und Umsetzungsprozessen mit zu berücksichtigen. Dies ist nicht zuletzt auf die «blinde» Übertragung der QM-Systeme aus der stationären Industrie ins Bauwesen zurückzuführen. Eine formale Umsetzung der ISO-Qualitätsnormen kann für das Zertifikat reichen, jedoch nicht zu einem wirk samen QM-System führen; ganz abgesehen von der Papierflut und der Frustration der Mitarbeiter. Es ist deshalb unerlässlich, dass das QM-System von Risiken und Fehlerquellen ausgeht und prozess- und fehlerorientiert aufgebaut wird. Dabei sind die Massnahmen bzw. Verbesserungsmassnahmen stets nach der Beziehung Schadenreduktion/Kosten festzulegen.

Die Entwicklung des Qualitätsmanagements geht weiter. Neben dem QM-System und dem Umweltmanagementsystem ist gegenwärtig das Sicherheitsmanagementsystem aktuell. Die Entwicklung geht eindeutig in Richtung des totalen Qualitätsmanagements (TQM). Diese Entwicklung wird auch das Bauwesen betreffen. Dem projektbezogenen Qualitätsmanagement (PQM) kommt dabei eine zentrale Bedeutung zu. Das im SIA-Merkblatt 2007 vorgeschlagene PQM-Modell muss seine Tauglichkeit in der Praxis noch be weisen. Grundsätzlich muss das PQM prozess- und fehlerorientiert aufgebaut werden, um Leerläufe, Papierflut und Misserfolge zu verhindern. Erfahrungen sind zu sammeln, und entsprechende Verbesserungsmassnahmen sind zu treffen.

Schliesslich ist jeder am Bau Beteiligte im Rahmen seiner Aufgabe für die Qualität von Bauten und Anlagen, d.h. für Gebrauchstauglichkeit, Sicherheit, Umweltverträglichkeit und Dauerhaftigkeit, verantwortlich. Von ihm hängt es letztlich ab, ob die verbleibenden, bewusst akzeptierten Risiken transparent, und ob mögliche Fehler verhindert oder rechtzeitig entdeckt und korrigiert werden.

Literatur

- [1] Matousek M., Schneider J.: Untersuchungen zur Struktur des Sicherheitsproblems bei Bauwerken. ETH Zürich, IBK-Bericht 59, Birkhäuser-Verlag, Basel 1976
- [2] Matousek M.: Massnahmen gegen Fehler im Bau prozess. Dissertation 1981, ETH Zürich, IBK-Bericht 124, 1982 (vergriffen). Engl. Übersetzung: «Measures against Errors in the Building Process». Canada Institute for Scientific and Technical Information, Ottawa, 1983
- [3] Matousek M., Schneider J.: Gewährleistung der Sicherheit von Bauwerken - Ein alle Bereiche des Bauprozesses erfassendes Konzept. ETH Zürich, IBK-Bericht 140, Birkhäuser-Verlag, Basel 1983
- [4] Matousek M.: A System for a Detailed Analysis of Structural Failures. 3rd International Conference on Structural Safety and Reliability, Trondheim, 1981
- [5] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Buwal): Beurteilungskriterien I zur Störfallverordnung StFV, Richtlinien. September 1996
- [6] SIA-Richtlinie 465: Sicherheit von Bauten und Anlagen, bereinigter Entwurf, Februar 1998
- [7] Schneider J.: Risiko und Sicherheit technischer Systeme - Auf der Suche nach neuen Ansätzen. Birkhäuser Verlag, Basel 1991
- [8] Matousek M.: Qualitätssicherung bei bestehenden Bauten. VDI-Seminar über Qualitätssicherung im Bauwesen, 6. und 7. Juni 1994 in Berlin

Adresse des Verfassers:

Miroslav Matousek, dipl. Bauing. TH Prag, Dr. sc. techn. ETH, SIA USIC, Ingenieurbüro Dr. Matousek, Gartenweg 1, 8603 Schwerzenbach