

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 112 (1994)  
**Heft:** 21

**Artikel:** Vom Sicherheitsfaktor zu integralen Sicherheitsplänen  
**Autor:** Matousek, Miroslav  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-78445>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 05.02.2025

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

## Sicherheit und Risiko

# Vom Sicherheitsfaktor zu integralen Sicherheitsplänen

**Die nachfolgenden Ausführungen behandeln die Entwicklung in der Schweiz auf dem Gebiet der Sicherheit der letzten 20 Jahre. Durchgeführte Forschungsarbeiten, neue Normen und rechtliche Grundlagen sowie Erfordernisse einer integralen Sicherheitsbetrachtung werden erläutert. Der Aufbau der integralen Sicherheitspläne wird beschrieben, und gewärtigte Arbeiten werden aufgezeigt.**

### Schäden und Katastrophen trotz «Sicherheitsfaktor»

Durch die Einführung des Sicherheitsfaktors mussten mögliche Versagen von Tragwerken untersucht und entspre-

VON MIROSLAV MATOUSEK,  
SCHWERZENBACH

chende Sicherheitsnachweise durchgeführt werden. Trotzdem kam es zu Schäden und Bauwerksversagen. Dies zeigt deutlich, dass die auf Dimensionierung von Bauteilen und auf Sorgfalt der am Bau Beteiligten beschränkte Sicherheitsbetrachtung nicht ausreicht. Was nützt ein Sicherheitsnachweis, wenn z.B. massgebende Einwirkungen nicht berücksichtigt oder vorgesehene Massnahmen wirkungslos oder fehlerhaft sind? Sicherheit ist nicht das Produkt eines Sicherheitsfaktors allein, sondern das Ergebnis des gesamten Bauprozesses – von der *Bauabsicht bis zum Abbruch und der Entsorgung*.

Die unbefriedigende Situation auf dem Gebiet der Sicherheit führte zu Forschungsarbeiten im Ausland sowie in der Schweiz. Im Ausland konzentrierten sich die Forschungsarbeiten hauptsächlich auf die wahrscheinlichkeitsorientierte Sicherheitsbetrachtung. Für die Schweiz stellte sich die Frage: Wo und wie sollte die Sicherheitsforschung mit bescheidenen Mitteln durchgeführt werden? Man entschied sich für den pragmatischen Weg: «Zunächst müssen Schäden untersucht werden, um die Ursachen zu kennen. Dann können Prioritäten festgelegt und die weiteren Arbeiten gezielt durchgeführt werden.»

### Sicherheitsforschung

Im Jahre 1974 wurde am Institut für Baustatik und Konstruktion der ETH Zürich unter der Leitung von Herrn Prof. Jörg Schneider mit der Forschung auf dem Gebiet der Bauwerkssicherheit

begonnen. 800 Schadenfälle wurden detailliert untersucht und mittels EDV ausgewertet [1]. Es zeigte sich, dass das Sicherheitsproblem nicht nur in der Nutzungsphase (40% der Schadenfälle), sondern zu einem grossen Teil bereits in der Bauausführungsphase (60% der Schadenfälle) liegt. Die Sicherheit hängt dabei hauptsächlich von eigentlichen Fehlern der am Bau Beteiligten ab. Die Auswertung zeigte deutlich, dass rund 10% der Sach- bzw. 15% der Personenschäden auf akzeptierte Risiken und rund 90% bzw. 85% auf Fehler der am Bau Beteiligten zurückzuführen sind.

Aus den gewonnenen Erkenntnissen wurde ersichtlich, dass Sicherheit als Qualitätsmerkmal zu betrachten ist. Sie muss – wie die anderen Qualitätsmerkmale *Gebrauchstauglichkeit, Umweltverträglichkeit und Dauerhaftigkeit* – gefordert, geplant und realisiert werden. Sicherheit ist relativ und bezieht sich auf die eliminierten Gefahren, welche den Menschen und seinen Lebensraum gefährden. Sie bezieht sich demzufolge auf konkrete Gefahren aus natürlicher und technischer Umwelt wie Windsturm, Hochwasser, Erdbeben, Brand, Explosion, gesundheitsgefährdende Stoffe usw.

Da bei der Gefahrenermittlung sowie beim Massnahmeneinsatz Fehler unterlaufen können, darf sich das Sicherheitskonzept nicht auf die Bemessung von Bauteilen beschränken, sondern muss auf alle Bereiche des Bauprozesses erweitert werden. Ein solches Sicherheitskonzept wurde erarbeitet, die erforderlichen Grundlagen für die Festlegung von Bemessungswerten wurden bereitgestellt und gezielte Massnahmen gegen Fehler wurden entwickelt [2], [3].

Die darauf folgenden Arbeiten befassten sich mit Risiken bei verschiedenen Aktivitäten und dabei eingesetzten Sicherheitsmassnahmen. Aufgrund der Ergebnisse wurden Risikoakzeptanz, Zweckmässigkeit von Sicherheitsmassnahmen, Sicherheitskosten und Ret-

tungskosten (SFr./gerettetes Menschenleben) behandelt [4]. Durch zunehmende Schäden an der vorhandenen Bausubstanz wurde deutlich, dass Sicherheit nicht nur Neubauten, sondern auch bestehende Bauten betrifft. Die Unsicherheiten betreffend Materialeigenschaften, Einwirkungen, Modelle usw. mussten besser erfasst werden. Die vorhandenen wahrscheinlichkeitsorientierten Methoden wurden weiterentwickelt und mittels EDV sowie Personal Computer für die praktische Anwendung zugänglich gemacht [5].

### Neue Normengeneration und neue rechtliche Grundlagen

Kurz nach Inangriffnahme der Forschungsarbeiten wurde eine Kommission für die Erarbeitung der SIA-Weisung 260 «Sicherheit und Gebrauchsfähigkeit von Tragwerken» unter der Leitung von Herrn Prof. Jörg Schneider gegründet. Der erste Entwurf wurde bereits im Jahre 1977 erarbeitet. Der Widerstand gegen das neue risikoorientierte Sicherheitskonzept war aufgrund der traditionellen Sicherheitsbetrachtung jedoch sehr stark, und Kompromisse mussten eingegangen werden. Das Umdenken brauchte viel Zeit. Die 11. Fassung ist mit dem Jahr 1982 datiert. Eine Weiterarbeit an der SIA-Weisung 260 wurde im Jahre 1989 diskutiert und Vorschläge für die Weiterführung wurden unterbreitet.

Durch die Arbeiten wurde ein grosser Schritt in die richtige Richtung gemacht. Es wurde eine wichtige Grundlage für das SIA-Normenwerk geschaffen. Die neue Sicherheitsbetrachtung und insbesondere die Ordnungsmittel wie Nutzungs-, Sicherheits-, Kontroll-, Überwachungs- und Unterhaltsplan fanden bereits ihren Eingang in die neuen SIA-Ordnungen, SIA-Normen, SIA-Richtlinien und SIA-Empfehlungen. Seit dem Jahr 1989 werden diese Ordnungsmittel in der Praxis angewendet.

Auch Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz gewinnen immer mehr an Bedeutung und werden im SIA-Normenwerk (z.B. SIA 161, 162 und 190, SIA-Deklarationsraster) bereits berücksichtigt. In bezug auf Umweltgefährdung wurden neue Gesetze und Vorschriften wie Umweltschutzgesetz, Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung, Störfallverordnung u.a. verabschiedet. Neben rechtlichen Grundlagen in der Schweiz sind auch neue rechtliche Grundlagen im EG-

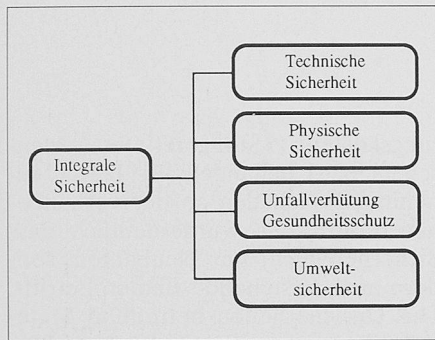


Bild 1. Integrale Sicherheit: Sicherheitsbereiche

Raum wie EG-Bauprodukterichtlinie, CEN-Normen, ISO-Qualitätssicherungsnormen und die EG-Baustellenrichtlinie entstanden.

Die EG-Baustellenrichtlinie geht auf die extrem hohe Unfallhäufigkeit auf Baustellen ein. Diese beträgt rund 33% pro Beschäftigten und Jahr, d.h. einer von drei Beschäftigten erleidet im Durchschnitt einen Unfall pro Jahr! Die EG-Baustellenrichtlinie fordert deshalb einen Sicherheitskoordinator für die Planung und Bauausführung sowie die Erarbeitung von Sicherheits- und Gesundheitsschutzplänen [6]. Die am Bau Beteiligten sind heute mit dieser Vielfalt von rechtlichen Grundlagen sowie der Komplexität der Sicherheitsprobleme konfrontiert und sind gezwungen, Sicherheit ganzheitlich bzw. integral zu betrachten.

### Integrale Sicherheitspläne im Bauwesen

Die integrale Sicherheitsbetrachtung bezieht sich zunächst auf vier Sicherheitsbereiche: Technische Sicherheit, physische Sicherheit (Kriminalität, Böswilligkeit usw.), Unfallverhütung und Gesundheitsschutz sowie Umweltsicherheit. Die ersten drei Bereiche beziehen sich auf die Gefährdung innerhalb der Anlage, der vierte Bereich auf die Gefährdung der Umwelt durch die Anlage.

Diese vier Sicherheitsbereiche sind während aller Phasen des Bauwerks zu betrachten. Zu diesen Phasen gehören Bauausführung, Nutzung und Betrieb, Überwachung und Instandhaltung, Sanierung und Umbau sowie Abbruch und Entsorgung.

Durchsetzung der integralen Sicherheit setzt das Konzept der integralen Sicherheit voraus. Dieses besteht aus: Sicherheitsmanagement, Sicherheitsplanung, Realisierung der Sicherheitsmassnahmen und Fachpersonal (Ausbildung, Schulung, Motivation). Dabei ist der integrale Sicherheitsplan von zentraler Bedeutung. Dieser soll den Verantwortlichen als Führungsmittel

dienen und ihnen ermöglichen, kritische Situationen rechtzeitig zu erkennen und notwendige Sicherheitsmassnahmen optimal festzulegen.

In den letzten zehn Jahren wurden einige Sicherheitspläne, insbesondere für die Nutzungsphase, erarbeitet. Die Palette reicht von Sicherheitsplänen für einzelne Gefahren (Anprall, Tunnelbrand) bis zu Sicherheitsplänen für komplexe Anlagen (chemische Anlagen, Wasserkraftwerk). Die Idee der Sicherheitspläne wird bereits auf Regionen ausgeweitet [7]. Die Sicherheitspläne haben sich gut bewährt und gewonnene Erfahrungen daraus liegen vor. Aufgrund der heutigen Anforderungen ist es unerlässlich, die Anwendung der Sicherheitspläne entsprechend der integralen Sicherheitsbetrachtung zu erweitern und die Erarbeitung der integralen Sicherheitspläne in der Praxis durchzusetzen. Die integralen Sicherheitspläne sind für die einzelnen Phasen des Bauwerks zu erarbeiten und im wesentlichen wie folgt aufzubauen [8]:

### Sicherheitsziele

Die Sicherheitsziele bestehen zunächst in der Erfüllung der Sicherheitsanforderungen der geltenden Normen, Vorschriften, Gesetze, Richtlinien usw. Im weiteren werden für spezifische Bauvorhaben bzw. für die Festlegung von Sicherheitsmassnahmen konkrete Sicherheitsziele anhand der Risikoakzeptanz und anhand der akzeptierten Sicherheitskosten bzw. Rettungskosten definiert.

### Bauwerk als System

Das Bauwerk ist in jeder Phase als System abzugrenzen und seine Komponenten sowie deren Funktionen sind zu beschreiben. Bei den Komponenten handelt es sich um *Bauwerkskomponente* (Tragwerk, Ausbau, Hausinstallationen usw.), *Baustellenkomponente* (Hilfskonstruktionen, Baustelleneinrichtungen usw.), *Vorgänge und Arbeiten* sowie *Komponente Mensch*. Im weiteren ist die *natürliche* und *gebaute Umwelt* zu erfassen.

### Gefahrenermittlung und Risikobewertung

In jeder Phase des Bauwerks können einzelne oder auch mehrere Gefahren gleichzeitig auftreten. Um diese Gefahrensituationen rational zu erfassen, werden sie mit sogenannten Gefährdungsbildern beschrieben. Jedes Gefährdungsbild setzt sich aus einer Leitgefahre und einem Begleitumstand zusammen. Die Leitgefahre wird dabei stets in extremer Wirkung, Form und Grösse angenommen. Der Begleitum-

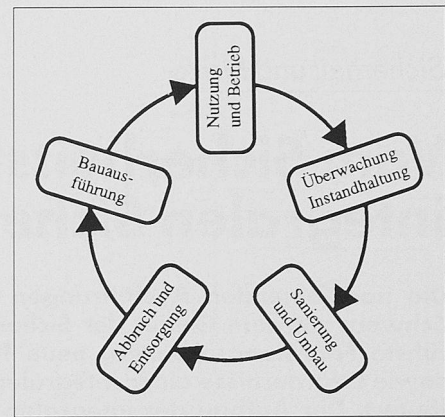


Bild 2. Integrale Sicherheit: Phasen des Bauwerks

stand charakterisiert die im gleichen Zeitabschnitt auftretenden, und damit die Leitgefahre begleitenden, Gefahren und Einflüsse.

Die Gefährdungsbilder werden grundsätzlich in bezug auf die vier Sicherheitsbereiche ermittelt und anschliessend als Risiken bewertet. Die Risikobewertung bezieht sich auf mögliche Schadensauswirkungen auf den Menschen und seine Umwelt sowie die Abschätzung der Eintretenswahrscheinlichkeit.

### Sicherheitsmassnahmen

Ermittelte Risiken sind bezüglich der Sicherheitsziele zu beurteilen und auf mögliche Sicherheitsmassnahmen – bauliche, technische, organisatorische und personelle Massnahmen – zu untersuchen. Die möglichen Massnahmen werden bezüglich Risikoreduktion und Kosten beurteilt und optimale Massnahmen werden ausgewählt.

### Eingegangene Risiken

Da nicht alle Risiken eliminiert werden können, müssen gewisse Risiken bewusst akzeptiert und eingegangen werden. Die eingegangenen Risiken sind zusammenzustellen und die Risikoträger (Bauherr, Unternehmer, Dritte usw.) sind anzugeben. Im weiteren ist festzulegen: Risikoüberwachung, Vorgehen im Bedrohungsfall und Schadenbehebung nach dem möglichen Ereignis.

### Sicherheitsorganisation

Für die Planung und Durchsetzung der Sicherheit ist eine Sicherheitsorganisation aufzubauen. Verantwortung sowie Zuständigkeiten für die Überwachung der eingegangenen Risiken sowie die Rettungsaufgaben bei Unfällen und Ereignissen sind eindeutig zu regeln.

Der Rettungsorganisation kommt dabei eine zentrale Bedeutung zu. Anhand der Risiken sind verschiedene Stufen von Ereignissen (Unfall, Grossunfall,

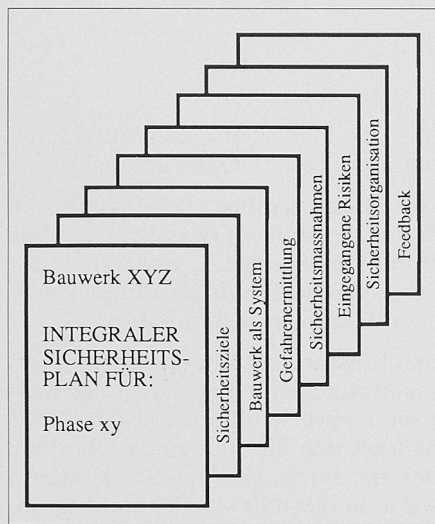


Bild 3. Elemente des integralen Sicherheitsplans

Katastrophe) festzulegen und der Einsatz der Rettungsorganisation sowie das Vorgehen im Ereignisfall sind in Notmassnahmenplänen festzuhalten. Dies betrifft Baustellen- bzw. Betriebssicherheitsorganisation, Einsatz der Wehrdienste (Feuer, Öl, Chemie), Einsatz des Ereignis- bzw. Katastrophendienstes, Rettung, Spitäler, Transport. Die örtlichen Verhältnisse sind dabei zu berücksichtigen.

### Feedback

Durch das Feedback ist sicherzustellen, dass Veränderungen der Gefahrenumwelt, der Bauwerkssubstanz, der Bauvorgänge usw. rechtzeitig erkannt und rasch berücksichtigt werden. Der Sicherheitsplan ist anzupassen und die Sicherheitsmassnahmen sind zu verbessern bzw. neue sind zu treffen. Unfälle und Vorfälle sind auszuwerten und die Sicherheitsmassnahmen sind auf dem neusten Stand der Technik zu halten.

### Entwicklung und Ausblick

Die Wichtigkeit der integralen Sicherheitspläne und die neue EG-Richtlinie «Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Baustellen» führten zum Projekt «Integrale Sicherheitspläne im Bauwesen», unter der Trägerschaft der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt (SUVA) [8]. Das Projekt wird von einer SIA/VSS/ETH/SBB/SUVA/PLANER-Arbeitsgruppe begleitet. Dem Projekt ist ein phasenorientiertes Vorgehen zugrunde gelegt. Die Phasen 1 und 2 sind bereits abgeschlossen.

Die 1. Phase befasste sich mit dem Grobkonzept sowie der Erarbeitung von entsprechenden allgemeinen Grundlagen. Aufgrund dieser Grundlagen wurde ein Arbeitsseminar durchgeführt, an welchem die Sachverhalte der integralen Sicherheitspläne, insbesondere deren Erstellung und Durchsetzung, mit Fachleuten aus Verwaltung, Fachverbänden, Hochschule, Ingenieur- und Architekturbüros, Verkehrsunternehmungen, Grossfirmen und Bauunternehmungen eingehend diskutiert wurden.

Die 2. Phase ging auf Hilfsmittel für die Erarbeitung der integralen Sicherheitspläne für die einzelnen Phasen sowie auf die Zusammenarbeit mit Fachverbänden im In- und Ausland ein.

In der 3. Phase sollen die Anwendung der integralen Sicherheitspläne bei ausgewählten Pilotprojekten unterstützt, Erfahrungen ausgewertet und im Herbst 1994 eine Tagung durchgeführt werden. Die 4. Phase soll sich mit der Schulung und Weiterbildung befassen.

Grossunfälle und Katastrophen der letzten Jahre zeigten, wie wichtig es ist, die Sicherheit technischer Anlagen zu verbessern und die Sicherheitsbetrachtung auf Regionen zu erweitern. Herr Professor *Jörg Schneider* ist auf diese Notwendigkeit eingegangen und hat das Polyprojekt «Risiko und Sicherheit technischer Systeme» ins Leben gerufen [9]. Hauptziel dieses Projektes ist die Weiterentwicklung einer fachübergreifenden Methodik für die Handhabung von Risiken im Rahmen regionaler Sicherheitspläne und die Bereitstellung der Ergebnisse in einer für die Praxis nützlichen Form [10].

Neben den laufenden Arbeiten auf dem Gebiet der Sicherheit kommt der Ausbildung eine besondere Bedeutung zu. Gegenwärtig werden z.B. Vorlesungen über «Sicherheit und Zuverlässigkeit von Tragwerken» an der ETH Zürich von Herrn Professor *Jörg Schneider* gehalten. Im Rahmen des Polyprojektes ist ein Fortbildungskurs vorgesehen, und z.B. am Zentralschweiz. Technikum, Ingenieurschule HTL, Horw, wird demnächst auch mit der Ausbildung «Integrale Sicherheit bei Anlagen» begonnen.

Adresse des Verfassers: Dr. sc. techn. *Miroslav Matousek*, Ing.-Büro Dr. Matousek, Sicherheit – Qualitätssicherung – Umweltverträglichkeit, Gartenweg 1, 8603 Schwerzenbach

### Literatur

- [1] *Matousek M., Schneider J.*: Untersuchungen zur Struktur des Sicherheitsproblems bei Bauwerken. Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich, Bericht Nr. 59, 1976.
- [2] *Matousek M., Schneider J.*: Gewährleistung der Sicherheit von Bauwerken, Ein alle Bereiche des Bauprozesses erfassendes Konzept. Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich, Bericht Nr. 140, 1983.
- [3] *Matousek M.*: Massnahmen gegen Fehler im Bauprozess. Dissertation Nr. 6941 ETH Zürich, 1981. Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich, Bericht Nr. 124, 1982 (vergriffen). Engl. Übersetzung: Univ. of Waterloo «Measures against Errors in the Building Process», Canada Institute for Scientific and Technical Information, Ottawa, 1983.
- [4] *Stiefel U., Schneider J.*: Was kostet Sicherheit? Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft 47/1985.
- [5] *Petschacher M.*: Computerprogramm VaP sowie «Zuverlässigkeit technischer Systeme – Computerunterstützte Verarbeitung von stochastischen Grössen mit Programm VaP». Dissertation Nr. 10138 ETH Zürich 1993. Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich, Bericht Nr. 199 Birkhäuser Verlag Basel, 1993.
- [6] EG-Einzelrichtlinie 92/57/EWG des Rates vom 24.6.1992 über die Sicherheit und den Gesundheitsschutz auf Baustellen, gemäss Art. 16 der EG-Richtlinie 89/391/EWG.
- [7] *Matousek M.*: Regionale Sicherheitspläne – Neue Ausgangslage aufgrund der Störfallverordnung, Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft 8/1992.
- [8] SUVA-Projekt: Grundlagen, Rigi-Arbeitsseminar; Referate, Auswertung des Arbeitsseminars, SUVA-Bulletin Nr. 50/1992, Entwürfe von Grundlagen und Checklisten für einzelne Phasen des Bauwerks, Auszug aus rechtlichen Grundlagen, Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (SUVA), Abteilung Bau, Luzern, 1993.
- [9] *Schneider J.*: Risiko und Sicherheit technischer Systeme – Auf der Suche nach neuen Ansätzen. Birkhäuser Verlag Basel, 1991.
- [10] Polyprojekt «Risiko und Sicherheit technischer Systeme», Fachseminarien, Berichte und Newsletter, ETH-Zentrum, 8092 Zürich.