Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 117 (1999)
Heft: 37

Artikel: Wieviel Sicherheit müssen Geländer und Brüstungen bieten?
Autor: Schuler, Daniel
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-79788

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: 16.07.2025

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

Daniel Schuler, Winterthur

Wieviel Sicherheit müssen Geländer und Brüstungen bieten?

Artikelserie zur Norm SIA 358 «Geländer und Brüstungen» – Teil 2

Insgesamt sieben Beiträge werden in den kommenden Monaten Aspekte der Norm SIA 358 «Geländer und Brüstungen» aufzeigen. Die Artikel werden anschliessend als Dokumentation SIA D0158 erscheinen.

Die Norm SIA 358 [1] legt Schutzziele für Personen in Bezug auf den Absturz über Geländer und Brüstungen fest. Der folgende Beitrag beschreibt das damit verbundene Sicherheitsniveau und stellt es im Zusammenhang mit verschiedenen Risiken aus dem täglichen Leben dar. Für die risikogerechte Beurteilung von Geländern und Brüstungen bei aussergewöhnlichen Gefährdungen oder bei besonderen Anforderungen gibt er Akzeptanzkriterien an, die für eine differenzierte Beurteilung von Absturzrisiken zu berücksichtigen sind.

Gefahren für unsere Gesundheit oder sogar unser Leben sind wir ständig ausgesetzt – sie sind allgegenwärtig. Alles was wir tun, ist mit Gefahren verbunden. «Sicher» kann deshalb niemals «risikolos» bedeuten.

Sicherheit und Risiko: Definition

Die Norm SIA 160 [2] definiert Sicherheit wie folgt: «Sicherheit gegenüber einer Gefährdung besteht dann, wenn diese Gefährdung durch geeignete Massnahmen unter Kontrolle gehalten oder auf ein akzeptierbares Mass beschränkt wird. Eine absolute Sicherheit kann nicht erreicht werden.» In der für die Arbeit der Kommissionen des SIA massgebenden Weisung SIA 260 [3] steht ergänzend: «Absolute Sicherheit ist unmöglich. Sicherheit ist ein in der Öffentlichkeit vorhandener, durch Normen und Wertvorstellungen gestützter Konsens gegenüber bestimmten Gefahren. Ein unbeschränktes Streben nach Sicherheit würde Arbeitskräfte und Mittel binden, die an anderer Stelle eine viel grössere Sicherheitswirkung hätten.» Sicherheit ist demzufolge ein qualitativer Begriff. Sicherheit gilt als vorhanden, wenn das Risiko für Personenschäden ausreichend klein ist und akzeptiert wird. Risiken dagegen versucht man zu quantifizieren.

Das Risiko ist ein Mass für die Grösse einer Gefahr. Risiken werden quantifiziert und als Funktion der Eintretenshäufigkeit eines Ereignisses und des Erwartungswerts des Schadens beim Eintritt des Ereignisses dargestellt. Die Richtlinie SIA 465 [4] bezeichnet das Risiko als eine mit der Eintretenswahrscheinlichkeit und dem Schadenausmass bewertete Gefährdung. Die einfachste Form der Quantifizierung von Risiken (R) erfolgt als Produkt aus der Eintretenshäufigkeit (H) und dem Schadenausmass (A):

$$R = H \cdot A$$

Obwohl Risiken mathematisch einfach beschrieben werden können, zeigen Studien, dass sie meistens nicht nach ihrer tatsächlichen Grösse beurteilt werden. Vielmehr ist die Risikoempfindung massgebend. Risiken werden deshalb vielfach über- oder unterschätzt, selten aber richtig und einheitlich beurteilt. Das Messen von Risiken mit einer allgemein akzeptierten und jedermann vertrauten Masseinheit ist jedoch notwendig, wenn entschieden werden muss, wieviel Sicherheit man will, auf welche Annehmlichkeiten man zugunsten von Sicherheit zu verzichten gewillt ist und wieviel man für Sicherheit zu zahlen bereit ist.

Risikobemessung

Die Bemessung von Risiken mit der Eintretenshäufigkeit und dem Schadenausmass und ihre Darstellung in sogenannten Häufigkeits-Ausmass-Diagrammen ist eine Möglichkeit der Risikobemessung. Sie eignet sich für den Vergleich der Schwere von Ereignisarten. So können beispielsweise die in der gesamten Schweiz vorhandenen Risiken aus der natürlichen Umwelt (Überschwemmungen, Erdbeben usw.) mit den Risiken der Gefährdungen durch Tragwerksversagen von Bauten verglichen werden. Solche Angaben geben Auskunft über das kollektive Risiko. Dies ist ein Mass für die Grösse einer Gefährdung für die Gesellschaft.

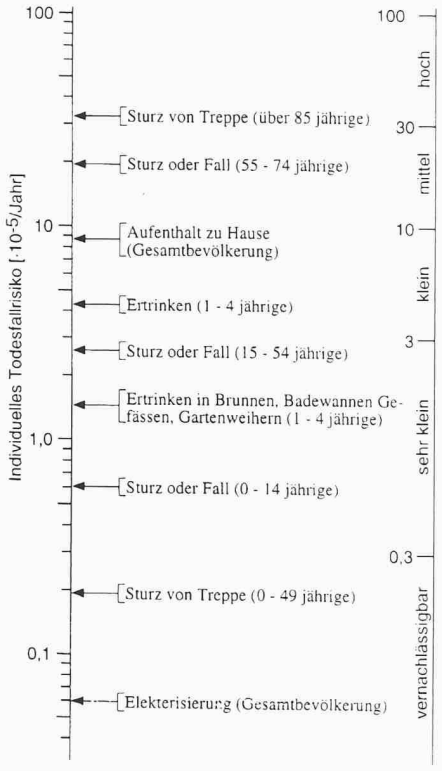
Bezüglich der Gefährdung durch Abstürze über Geländer oder Brüstungen interessiert das individuelle Risiko, dem eine Person in einer bestimmten Lebens- und damit Gefahrensituation ausgesetzt ist. Dieses Risiko kann zur Bewertung mit anderen individuellen Risiken verglichen werden. Beispielsweise starben in der Schweiz im Durchschnitt der Jahre 1982 bis 1988 pro Jahr rund 30 Personen durch Brände in Wohnungen und Gebäuden. Rechnet man mit der ganzen schweizerischen Wohnbevölkerung von rund 6 Millionen als Gefährdete, so erhält man ein individuelles Todesfallrisiko infolge Brand von 0,5 pro Jahr und 100 000 Einwohner ($0{,}5 \cdot 10^{-5}$/a). Dieses Risiko lässt sich mit anderen Risiken, beispielsweise mit dem rund 20-mal höheren Risiko, bei einem Verkehrsunfall zu sterben, oder mit dem Todesfallrisiko infolge Absturz über ein Geländer vergleichen. Bild 1 zeigt Beispiele für offensichtlich akzeptierte (da widerspruchslos hingenommene) mittlere Todesfallrisiken (runde Zahlen) [5].

Risiken im Alltagsleben

Die Werte in Bild 1 zeigen, dass sich verschiedene Risiken bezüglich ihrer Grösse wesentlich unterscheiden. Dabei sind Unterschiede von vier Grössenordnungen (Faktor 10 000) ohne weiteres möglich. Risiken werden darum von Vorteil auf logarithmischen, also komprimierten Massstäben eingetragen. Die offene logarithmische Skala bringt zudem zum Ausdruck, dass Risiken nicht Null werden können bzw. dass eine absolute Sicherheit nicht erreicht werden kann. Im Bild 2 sind

1
Mittlere Todesfallrisiken pro Jahr und pro 100 000 Personen (modifizierte Darstellung nach [5])

Risiken über alles	
100	35-Jährige
300	45-Jährige
800	55-Jährige
2000	65-Jährige
5000	75-Jährige
Berufsrisiken	
100	Holzfällen, Holztransport
50	Bauarbeiter auf Baustelle
15	Chemische Industrie
10	Mechanische Fabrik
5	Büroarbeiten
Vermischte Risiken	
400	20 Zigaretten pro Tag
150	sportl. Motorradfahren
20	Autofahren (20–24-Jährige)
10	Fussgänger, Haushalt
5	Bergwandern
1	Flugzeugabsturz pro Flug
1	10 000 Kilometer Bahnfahrt
0,5	Gebäudebrand
0,2	Erbeben (Kalifornien)
0,1	Blitzschlag



2
Verschiedene individuelle Todesfallrisiken aus dem Alltagsleben (Zahlenwerte nach [6])

Risiken aus dem Alltagsleben und speziell Kinder betreffende Risiken in einem solchen Massstab eingetragen. Die angegebenen Risiken können als Vergleichswerte verwendet werden, um das Risiko von Abstürzen über Geländer und Brüstungen zu beurteilen.

▪

Todesfallrisiko infolge Sturz: Sturzunfälle sind typische Gefahren für ältere Leute. Es ist bekannt, dass auch Kinder gelegentlich durch einen Sturz ihr Leben verlieren. Dies ist aber eher selten. Das Ausmass des Risikounterschieds für die verschiedenen Alterskategorien ist jedoch erstaunlich. Während für Kinder (0–14 Jahre) ein globales Todesfallrisiko (alle Arten Stürze) von $0{,}6 \cdot 10^{-5}$ pro Jahr besteht, beträgt dieses Risiko für über 85-jährige Personen $730 \cdot 10^{-5}$ pro Jahr – ist also über tausendmal grösser! Auch beim Todesfallrisiko infolge Sturz von Treppen sind die altersbedingten Unterschiede ausgeprägt.

▪

Andere Todesfallrisiken: Ein weiteres Risiko aus dem Alltagsleben, das als Vergleich verwendet werden kann, ist beispielsweise der Aufenthalt zu Hause (alle Gefährdung im Heimbereich) mit einem für die Gesamtbevölkerung geltenden Todesfallrisiko von $8{,}5 \cdot 10^{-5}$ pro Jahr. Für Kleinkinder speziell hoch ist das Risiko des Ertrinkens. Für 1- bis 4-jährige Kinder beträgt es $4{,}2 \cdot 10^{-5}$ pro Jahr. Erstaunlich klein ist das Todesfallrisiko infolge einer Elektrisierung. Für die Gesamtbevölkerung beträgt es lediglich $0{,}06 \cdot 10^{-5}$ pro Jahr.

Sicherheit von Geländern und Brüstungen

Das Normenwerk des SIA schreibt für die Projektierung sicherheitsrelevanter Bauwerke oder Bauteile die Erstellung eines Sicherheitsplans vor. In einem Sicherheitsplan werden Grundlagen festgelegt, Risiken beurteilt und die für die Gewährleistung eines ausgewogenen Sicherheitsniveaus notwendigen Massnahmen beschrieben.

Für häufige Einsatzbereiche von Geländern und Brüstungen sind in der Norm SIA 358 Gefährdungsbilder sowie auf die Gefährdungen ausgerichtete Ausführungsrichtlinien gegeben. Die spezielle Bearbeitung eines Sicherheitsplans ist in solchen Fällen nicht notwendig. Spezifische Sicherheitspläne sind bei aussergewöhnlichen Gefährdungsbildern und bei von der Norm abweichenden Schutzelementausführungen notwendig. Aspekte der Gefährdungsbilder sowie der Risikobeurteilung von Geländern und Brüstungen werden im Folgenden beschrieben.

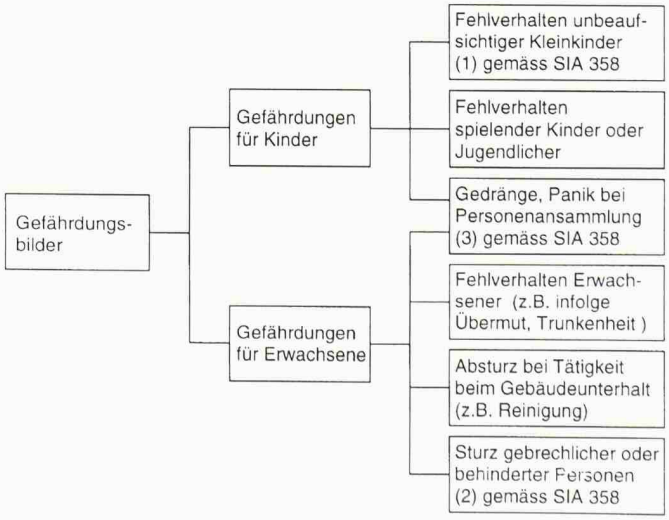
Gefährdungsbilder

Um die mit einem Absturz über ein Geländer oder eine Brüstung verbundenen Risiken quantifizieren zu können, müssen konkrete Vorstellungen zur Gefährdung vorhanden sein. Mit Gefährdungsbildern wird beschrieben, wie Situationen räumlich und zeitlich zusammenwirken und welche Gefahren dabei entstehen. Ein Gefährdungsbild ist ein Drehbuch, welches das Szenario beschreibt, das als Grundlage zur Darstellung der Gefährdung dient.

In Bezug auf das Überklettern oder das Durchbrechen von Geländern sind verschiedene Gefährdungsbilder denkbar. Sie betreffen speziell Kinder, die im Fall unbeaufsichtigter Kleinkinder das Schutzelement überklettern und dabei abstürzen, oder grössere Kinder, die Schutzeinrichtungen beim Spielen vorsätzlich besteigen und dabei abstürzen. Bezüglich der Gefährdung Erwachsener existiert ein analoges Gefährdungsbild mit grobem Unfug treibenden, eventuell betrunkenen Personen, die vorsätzlich über Geländer oder Brüstungen steigen. Ein weiteres Gefährdungsbild ergibt sich für den Fall von Unterhaltsarbeiten (z.B. Reinigung) und dem damit verbundenen Übersteigen oder Hinauslehnen über Schutzeinrichtungen. Ein Gefährdungsbild betrifft gebrechliche und behinderte Personen, bei denen eine nicht vorhandene oder ungenügende Schutzeinrichtung der Auslöser eines Sturz- oder Absturzunfalls sein kann. Bei Personenansammlungen – beispielsweise in Stadien – sind Gefährdungsbilder denkbar, bei denen Geländer unter dem Druck der Menschenmasse versagen. Im Gegensatz zu den anderen Gefährdungen, bei denen im Normalfall nur eine Person betroffen ist, ist bei diesem Gefährdungsbild das Schadenausmass besonders hoch, da eine ganze Personengruppe abstürzen kann.

Risikobeurteilung

Eine Risikobeurteilung umfasst eine Risikobemessung und eine Risikobewertung. Für die Bemessung des Absturzrisikos muss die Absturzhäufigkeit und die Anzahl Personen bekannt sein, für welche



3
Gefährdungsbilder für den Absturz von Personen bei Geländern und Brüstungen

die Gefährdung relevant ist. In Bezug auf die Häufigkeit von Absturzereignissen existieren kaum verlässliche statistische Angaben, so dass die Risikobemessung oft aufgrund von Abschätzungen vorgenommen werden muss. Wird für die Gefährdung unbeaufsichtigter Kleinkinder (Gefährdungsbild 1 nach SIA 358) beispielsweise von etwa 3 tödlichen Abstürzen pro Jahr ausgegangen [7] und wird diese Zahl durch die Anzahl 1- bis 4-jähriger Kinder in der Schweiz von rund 300 000 [6] dividiert, resultiert ein individuelles Todesfallrisiko von $1 \cdot 10^{-5}$ pro Jahr.

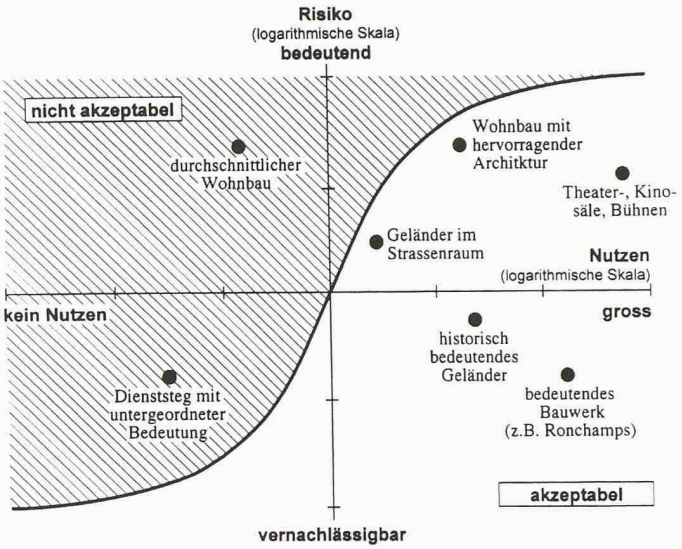
Die Bewertung von Risiken ist gegenüber der Bemessung noch mit wesentlich grösseren Unsicherheiten behaftet. Es ist bekannt, dass bei bestimmten Gefährdungen individuelle Todesfallrisiken von $1000 \cdot 10^{-5}$ pro Jahr akzeptiert werden, wogegen andere Gefahren mit einem Risiko von $0{,}001 \cdot 10^{-5}$ pro Jahr nicht akzeptiert sind [8]. Diese extremen Unterschiede zeigen, dass Risiken oft verzerrt wahrgenommen werden und dass allgemein gültige Kriterien zur Bewertung von Risiken nicht existieren. Zudem beeinflussen viele kaum quantifizierbare Faktoren wie der Freiwilligkeits- oder der Bekanntheitsgrad von Gefahren die Bewertung entscheidend.

Es existieren verschiedene Ansätze, um Risikogrenzen zu definieren. Als oberer Grenzwert kann beispielsweise das generelle Todesfallrisiko aller Gefährdungen von $1000 \cdot 10^{-5}$ pro Jahr angesehen werden. Auch bei einem enormen Nutzen darf auf keinen Fall ein höheres Risiko eingegangen werden. Als unterer Grenzwert kann ein Risiko von $0{,}1 \cdot 10^{-5}$ Tote pro Jahr betrachtet werden. Dieser Wert entspricht dem unfreiwillig eingegangenen Risiko in der Schweiz, infolge eines Tragwerkversagens zu Schaden zu kommen. Diese Abgrenzung ist sehr breit, weshalb in [8] vorgeschlagen wird, den akzeptablen Risikobereich mit den folgenden pragmatischen Regeln enger einzugrenzen:

- Alle Risiken, die keinen Nutzen bringen oder die ohne massgeblichen Aufwand beseitigt werden können, sind zu vermeiden.
- Risiken mit $1 \cdot 10^{-5} \ldots 10 \cdot 10^{-5}$ Todesfällen pro Jahr sind zu analysieren. Höhere Risiken sind zu vermeiden, wenn sie keinen grossen Nutzen aufweisen. Kleinere Risiken sind nicht relevant.

Risiko und Nutzen

Vergleicht man die oben angegebenen Bewertungskriterien mit den im Bild 2 eingetragenen Risiken, erkennt man, dass einige Risiken aus dem Alltagsbereich in einem Bereich liegen, in welchem sie noch relevant sind und deshalb genauer analysiert werden müssen. Da Risiken meistens nur wegen eines damit verbundenen Nutzens akzeptiert werden, ist es naheliegend, für die Analyse diesen Nutzen in die Bewertung miteinzubeziehen. Im Fall von Geländern und Brüstungen kann der Nutzen darin bestehen, dass ein Schutzelement nicht gemäss der Norm SIA 358 ausgeführt werden muss, was aus architektonischen, denkmalpflegerischen (vgl. [9]) oder ökonomischen Gründen vorteilhaft sein kann.



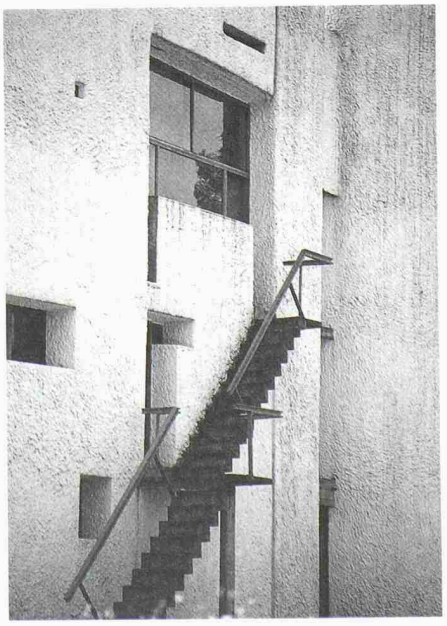
4
Beispiele für Risiken und Nutzen bei Geländern

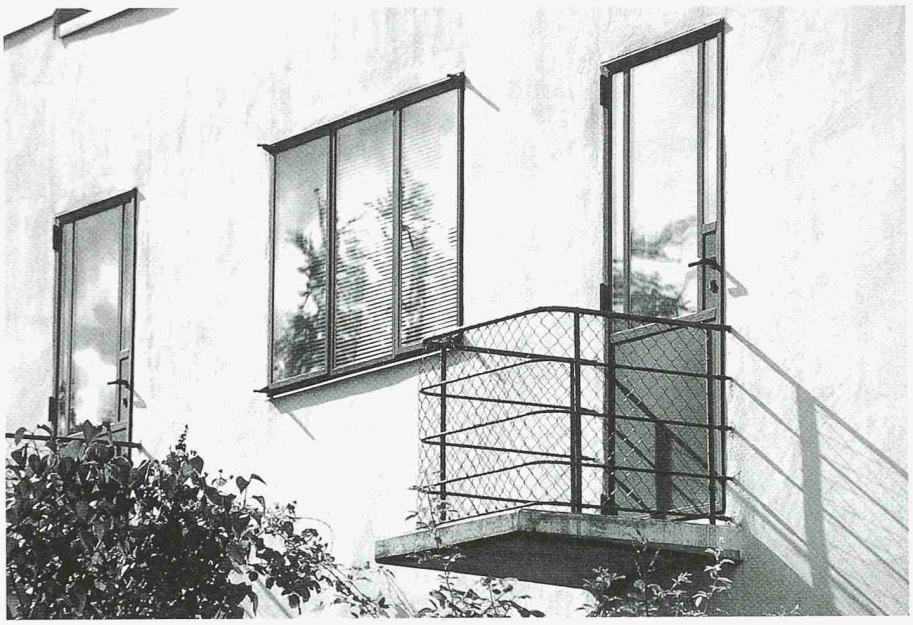
Im Diagramm im Bild 4 sind beispielhaft Situationen dargestellt, bei denen ein mehr oder weniger grosser Nutzen resultiert, wenn ein Geländer nicht nach den Bestimmungen der Norm SIA 358 ausgeführt ist. Da sich diese Nutzen - speziell wenn es sich um ästhetische Werte handelt - nicht quantifizieren lassen, sind die dargestellten Beispiele qualitativer Art. Das akzeptierte Risiko ist gemäss den erwähnten Kriterien bei einem vernachlässigbarem Nutzen sehr klein. Die Akzeptanzgrenze verläuft jedoch nicht linear, so dass auch bei einem grossen Nutzen eine obere Risikogrenze nicht überschritten werden darf.

Beispiele, bei denen das gänzliche Weglassen oder die zu geringe Höhe von Geländern einen sehr grossen Nutzen aufweisen, sind Theater- und Kinosäle sowie Bühnen. In solchen Fällen ist das Gewährleisten einer freien Sicht von so zentraler Bedeutung, dass ein gewisses Absturzrisiko akzeptiert werden muss [10]. Andere Beispiele, bei denen ein grosser ästhetischer Nutzen besteht, wenn die Geländer von den Ausführungsbestimmungen der Norm SIA 358 abweichen, sind in den Bildern 5 und 6 dargestellt. Bei dem im Bild 5 abgebildeten Geländer kann zudem das Absturzrisiko als sehr klein eingestuft werden, da die Treppe kaum benutzt wird und sich sicher keine unbeaufsichtigten Kinder in diesem Bereich aufhalten.

Nicht akzeptabel sind auf der anderen Seite leicht bekletterbare oder zu niedrige Geländer in üblichen Bauten. In solchen Fällen resultiert aus dem Umstand, dass die Geländer nicht normkonform ausgeführt sind, meistens kein Nutzen. Gemäss dem Grundsatz, nach welchem solche Risiken vermieden werden sollten, sind sie nicht akzeptabel. Sogar bei untergeordneten und nur beschränkt zugänglichen Bereichen wie Dienststegen sind Risiken zu vermeiden, falls die normkonforme Ausführung der Geländer keine Nachteile, z.B. Mehrkosten, verursachen.

5
Kapelle von Ronchamp (Architekt: Le Corbusier)





6
Reihenhaus in der Weissenhof-Siedlung, Stuttgart (Architekt: J. J. P. Oud)

Zusammenfassung

Das Absturzrisiko von Personen bei Geländern oder Brüstungen ist allgemein sehr klein, aber nicht vernachlässigbar. Mit einer konservativen Schätzung kann das individuelle Todesfallrisiko für diese Gefährdung auf 10^{-5} pro Jahr geschätzt werden. Für die Beurteilung von Risiken dieser Grössen ist eine rein statistische Beschreibung nicht ausreichend. Da die Risikoakzeptanz von vielen schwer quantifizierbaren Faktoren abhängt, sind differenziertere Betrachtungen notwendig, um die Absturzrisiken bewerten zu können.

Da das Akzeptieren von Risiken immer mit einem damit verbundenen Nutzen zusammenhängt, ist es letztlich auch eine Frage der Wertung dieses Nutzens, ob man das damit verbundene Risiko zu tragen bereit ist. Bei Geländern besteht der Nutzen, die Schutzelemente weniger sicher auszuführen, oftmals darin, dass damit gestalterische oder denkmalpflegerische Anforderungen erfüllt werden. Beispiele zeigen, dass es oft sinnvoll ist, beschränkte Risiken zu akzeptieren, wenn daraus ein Nutzen resultiert. Auf der anderen Seite müssen auch sehr kleine Risiken vermieden werden, wenn sie keinen Nutzen bringen oder wenn sie ohne Aufwand beseitigt werden können. Die Grenze zwischen dem akzeptablen und dem nicht akzeptablen Risikobereich verläuft nicht linear. Die qualitativ festgelegte Akzeptanzgrenze zeigt dies auf.

Adresse des Verfassers:
Daniel Schuler, dipl. Ing. HTL, Bürkel Baumann Schuler, Ingenieure + Planer AG, Gertrudstrasse 17, 8400 Winterthur

Literatur

[1]
Norm SIA 358: Geländer und Brüstungen. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich, 1996

[2]
Norm SIA 160: Einwirkungen auf Tragwerke. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich, 1989

[3]
Weisung SIA 260: Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit von Tragwerken. Weisung des SIA an seine Kommissionen für die Koordination des Normenwerks, 11. Fassung, September 1982

[4]
Richtlinie SIA 465: Sicherheit von Bauten und Anlagen. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich, 1998

[5]
Schneider, J.: Sicherheit und Zuverlässigkeit im Bauwesen. vdf Hochschulverlag an der ETH Zürich, B.G. Teubner Stuttgart, 1996

[6]
Fritzsche, A. F.: Wie gefährlich leben wir?: Der Risikokatalog. Verlag TÜV Rheinland, Köln, 1992

[7]
Hubacher, M., Engel, M.: Wozu sind Kinder fähig? Wie kann man sie schützen? SI+A (in Vorbereitung)

[8]
Pedroni, G., Zweifel, P.: Chance und Risiko, Messung, Bewertung Akzeptanz. Studien zur Gesundheitsökonomie, Pharma Information, Basel, 1988

[9]
Furrer, B.: Geländer und Brüstungen an bestehenden Bauten. SI+A (in Vorbereitung)

[10]
Rhally, G. M.: Geländer und Brüstungen in Kino- und Theaterbauten. SI+A (in Vorbereitung)