Zeitschrift: IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH Kongressbericht

Band: 11 (1980)

Artikel: Gefährdungsbilder und Sicherheitsplan

Autor: Hauser, Roger

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-11398

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: 02.07.2025

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

X

Gefährdungsbilder und Sicherheitsplan

Hazard scenarios and safety plan

Situations de danger potentiel et plan de sécurité

ROGER HAUSER
dipl. Bauing. ETH/MSc MIT
HAWAG, Bauingenieure
Bern, Switzerland

ZUSAMMENFASSUNG
Der Beitrag beleuchtet die Möglichkeiten, die sich mit den zwei neuen Begriffen für den praktisch tätigen Ingenieur ergeben. Die Gefährdungsbilder, die als Grundlage für die Massnahmeplanung im weitesten Sinne dienen und die im Sicherheitsplan Niederschlag finden, werden anhand eines praktischen Beispiels besprochen.

SUMMARY
The paper discusses the two new notions from the point of view of the practising engineer. The hazard scenarios, which serve as a basis for the planning of measures in the broadest sense and are reflected in a safety plan, are illustrated by an example, which shows the advantages of the hazard scenarios as a realistic way of describing the situation of a structure.

RESUME
L'article présente les possibilités qu'offrent les deux nouvelles notions à l'ingénieur projecteur. Les situations de danger potentiel, qui sont à la base de la planification des mesures et qui sont décrites dans le plan de sécurité, sont illustrées par un exemple.

1. EINLEITUNG

Die zwei Begriffe "Gefährdungsbilder" und "Sicherheitsplan" sind aus den Diskussionen über die Weisung 260 "Sicherheit und Gebrauchsfähigkeit von Tragwerken" des SIA (1) entstanden und im Vernehmlassungsentwurf verankert. Ferner wurden die Begriffe durch das "Joint Committee on Structural Safety" aufgenommen und werden in dessen Arbeit Eingang finden. Die zentrale Bedeutung, die den Begriffen in einem Sicherheitskonzept zukommt, soll im Folgenden vom praktischen Gesichtspunkt aus beleuchtet werden.

Seit über zwanzig Jahren haben sich mehr und mehr Wissenschafter darum bemüht, die Sicherheit von Tragwerken systematischer und rationaler zu betrachten. Dabei wurden Methoden und mathematische Modelle entwickelt, um der Unsicherheit in der Voraussage der Materialeigenschaften, der Bauwerkabmessungen und vor allem auch der Belastungen zu begegnen. Aus diesen Anstrengungen resultierte schliesslich der Begriff der Versagenswahrscheinlichkeit als Mass für die Sicherheit von Bauwerken, sozusagen als "messbare Grösse" der Sicherheit.

Neben all den Vorteilen der systematischen und rationalen Betrachtungsweise haben diese mathematischen Modelle Lücken und Grenzen. Die eine Grenze liegt in der Schwierigkeit, die Unsicherheit der Paramter zu quantifizieren; die andere liegt darin, dass die menschlichen Fehler in der Planung und der Ausführung sowie aussergewöhnliche Einwirkungen sehr schwierig zu erfassen sind. Diese Grenzen zeigen deutlich, wie gross die Lücke von der rein theoretischen Betrachtungsweise zur praktischen Anwendung ist.

Die folgenden Betrachtungen sollen eine Möglichkeit zur Ueberbrückung dieser Lücke aufzeigen.

2. GEFAEHRDUNGSBILDER UND SICHERHEITSPLAN

Vom Gesichtspunkt der Sicherheit beginnt die Existenz eines Bauwerkes in der Planungsphase und endet mit seinem Abbruch. Im Verlaufe dieser Zeitspanne ist das Bauwerk den verschiedensten Gefahren ausgesetzt. Diese Gefahren können in zwei Gruppen eingeteilt werden:

Gefahren menschlichen Ursprungs

- Irrtümer, Fehler, Nachlässigkeiten, etc. im Planungs-, Projektierungs- und Erstellungsprozess
- Ueberlastung durch ausser Kontrolle geratene Nutzung, Unfälle im Betrieb, Brand, Fahrzeuganprall etc.
- Ermüdung oder Zerstörung im Zusammenhang mit mangelhaftem Unterhalt
- Geotechnische Gefahren aus den Bauwerken der Umgebung

Gefahren aus der natürlichen Umwelt

- Wind, Wasser. Schnee, Eis, Temperaturänderungen
- Erdbeben, Erdrutsch, Lawinen, Ueberschwemmungen

In der Regel wirken eine Anzahl dieser Gefahren zur gleichen Zeit auf das Bauwerk ein, eine Tatsache, die als "Gefährdungsbild" bezeichnet werden kann.

Der Begriff "Gefährdungsbild" tritt dabei nicht anstelle der "Lastkombinationen", sondern soll ein wirklichkeitsnäheres Bild der Situation eines Bauwerkes vermitteln.

In (1) wird das Gefährdungsbild folgendermassen definiert:

Die Zuordnung einer ganz bestimmten Gefahr zu einem ganz bestimmten Zeitpunkt- oder -Abschnitt legt ein sog. Gefährdungsbild fest. Die betrachtete Gefahr wird Leitgefahr genannt. Zum gleichen Zeitpunkt mögliche, begleitende Gefahren werden als Begleitumstände bezeichnet und beschreiben mit der Leitgefahr zusammen ein Gefährdungsbild.

Die Leitgefahr wird in extremer Wirkung, Form und Grösse berücksichtigt. Bei der Festlegung der Begleitumstände muss die Dauer der Wirkung der Leitgefahr sowie der Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Auftretens berücksichtigt werden.

Die so charakterisierten Gefährdungsbilder sind die Grundlage für die Massnahmenplanung im weitesten Sinne. Einzelne Gefährdungsbilder dienen als Grundlage für die Bemessung des Tragwerkes oder für den Nachweis deren Tragsicherheit.

Den in den Gefährdungsbildern beschriebenen Gefahren muss durch adäquate Massnahmen begegnet werden. Einerseits müssen die Nutzungszustände vereinbart und klar umschrieben werden. Andererseits müssen für die wesentlichen Gefährdungsbilder in einem Sicherheitsplan die geeigneten Sicherheitsmassnahmen festgehalten werden.

Grundsätzlich bestehen folgende Möglichkeiten von Sicherheitsmassnahmen:

- Elimination der Gefahr durch Massnahmen am Gefahrenherd selbst
- Umgehen der Gefahr durch Aendern der Absicht oder der Tragwerkskonzeption
- Bewältigen der Gefahr durch Kontrollen, Ueberwachung oder Warnsysteme
- Ueberwältigen der Gefahr durch Vorhalten entsprechender Reserven, was bei der Bemessung geschieht
- Akzeptieren der Gefahr als unausweichlich

Anhand des folgenden, stark vereinfachten Beispiels lassen sich einige Aspekte die sich mit dem Begriff Gefährdungsbild zusammen mit dem Sicherheitsplan ergeben, aufzeigen:

Ein Bahnhof, (siehe Fig. 1) dessen Geleiseanlage in einer Kurve liegt, soll mit merhstöckigen Hochbauten verschiedenster Nutzung überdeckt werden. Dabei kommt der Tragkonstruktion, die die aus den Hochbauten resultierenden Lasten aufzunehmen hat, eine besondere Bedeutung zu. Sie wird einerseits aus Stützen bestehen, andererseits aus der Abfangkonstruktion, die die Geleiseanlage überspannen soll. Als Grundlage für eine allfällige Massnahmenplanung und für die Bemessung stehen u.a. sicher folgende Gefährdungsbilder im Vordergrund:

Gefährdungsbild 1:	Leitgefahr	= Anprall eines Zuges infolge Entgleisung
	Begleitgefahr	= Axialkräfte aus der Ueberkonstruktion
Gefährdungsbild 2:	Leitgefahr	= maximale Axialkräfte aus der Ueberkonstruktion
	Begleitgefahr	= ungewollte Exzentrizitäten an den Enden der Stützen und Anprall eines Perronfahrzeuges

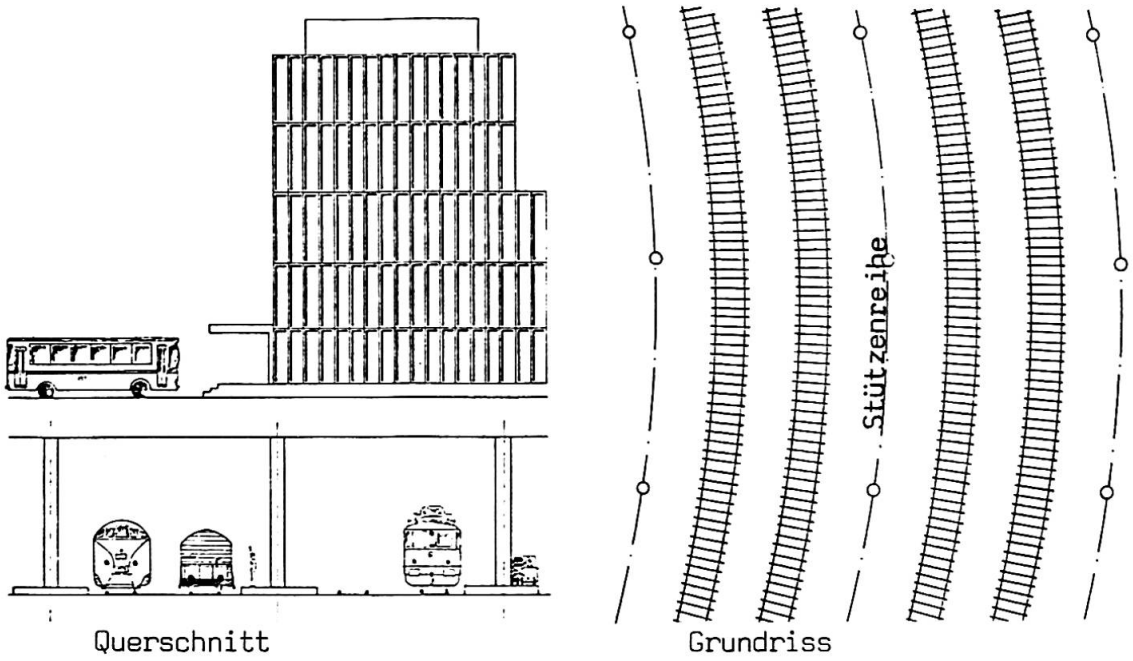

Fig. Ueberdeckter Bahnhof

Die zwei Gefährdungsbilder sind ganz grundsätzlich verschieden. Das Gefährdungsbild 1 wird durch die ausserordentliche Einwirkung als Leitgefahr geprägt, wobei

- die Anprallkraft des Zuges infolge Entgleisung kaum bestimmbar, jedoch mit Bestimmtheit enorm gross ist,
- die Entgleistungsgefahr wohl durch besondere Massnahmen wie Leitschienen, erhöhte Sorgfalt bei den Geleisekontrollen etc. verringert, jedoch nicht ganz eliminiert werden kann,
- die Anprallkraft dadurch verringert werden kann, dass die Stützen nicht zwischen zwei Geleisen, sondern auf den Perrons angeordnet werden, was sie jedoch kaum auf eine Grössenordnung reduziert, die mit Widerstand aufgenommen werden kann.

Dies zeigt, dass das Gefährdungsbild 1 kaum Grundlage der Bemessung sein kann, sondern, dass

- eine Massnahmenplanung für das ganze System vorgenommen werden muss,
- die Gefährdungsanalyse zu einem möglichst frühen Zeitpunkt vorgenommen werden muss, zu einem Zeitpunkt, da konzeptionelle Ueberlegungen noch sinnvoll sind.

Im Gegensatz dazu kann beim Gefährdungsbild 2

- die maximale Axialkraft aus der Ueberkonstruktion ziemlich genau bestimmt werden,
- die ungewollte Exzentrizität der Stütze durch entsprechende Kontrollen bei der Ausführung auf ein vorgeschriebenes Mass festgelegt werden,
- die Anprallkraft eines Perronfahrzeuges ohne grossen Aufwand theoretisch oder versuchsweise festgelegt werden.

Das Gefährdungsbild 2 stellt somit eine der Grundlagen zur Bemessung, konstruktiven Durchbildung und für die Kontrolle der Ausführung der Stützen dar.

Laut (1) soll in einem Sicherheitsplan festgelegt werden, mit welchen Massnahmen den Gefahren der wesentlichen Gefährdungsbilder begegnet werden soll. Dabei soll festgehalten werden

- welchen Gefahren durch Elimination derselben begegnet werden soll, z.B. durch Strecken der Geleiseanlage auf eine Gerade oder durch automatische, zwangsweise Beschränkung der Durchfahrtsgeschwindigkeit auf Schrittempo,
- welche Gefahren umgangen werden sollen, z.B. durch stützenfreies Ueberspannen der ganzen Anlage,
- welchen Gefahren das Tragwerk mit seinem Tragwiderstand widerstehen soll, z.B. dem Gefährdungsbild 2 (max. Axialkraft aus Ueberbau, begrenzte Exzentrizität, Anprall eines Perronfahrzeuges),
- welchen Gefahren durch Ueberwachung zu begegnen ist, z.B. durch hohe Anforderung an die Qualitätsüberwachung während der Bauausführung, vermehrte Kontrolle der Geleise und der Signalanlagen sowie der automatischen Zugssicherung,
- sofern bestimmte Gefahren als spezielles Risiko akzeptiert werden, mit welchen Massnahmen eine Gefährdung von Personen ausgeschlossen und das Sachschadenrisiko klein gehalten werden kann, z.B. durch Begrenzen des Schadens an der Abfangkonstruktion beim Wegfall von einer ganzen Stützenreihe.

Für das oben dargestellte Beispiel kann der Sicherheitsplan wie folgt gestaltet werden:

Allgemeine Anweisungen

- Der zentralen Bedeutung der Abfangkonstruktion, d.h. der Stützen und des Trägersystems ist vom Beginn der Planung an besonders Rechnung zu tragen. Insbesondere ist das Tragkonzept so auszulegen, dass es den Ausfall einer ganzen Stützenreihe ohne totalen Kollaps überleben kann, eine Anforderung mit höchster Priorität.
- Die auf die Abfangkonstruktion zu stehen kommenden Hochbauten müssen im Konzept sehr streng auf das oben erwähnte Tragsystem ausgerichtet sein.
- Im überdeckten Bereich dürfen die Geleiseanlagen keine Weichen aufweisen. Die Zugssicherung muss im Einfahrtsbereich eine automatische Geschwindigkeitsmessung und -begrenzung aufweisen.

Anweisungen für die Bemessung

- die Stützen sind u.a. auf die maximale Axialkraft aus der Ueberkonstruktion unter der Annahme einer beschränkten Exzentrizität und einer durch Versuche festzulegende Anprallkraft eines Perronfahrzeuges zu bemessen.
- Die Abfangkonstruktion soll neben den üblichen Lasten auf den Fall bemessen werden, dass eine ganze Stützenreihe ausfällt. Für diesen Fall ist eine reduzierte Last aus den abzufangenden Hochbauten einzusetzen und gewisse Schäden an der Abfangkonstruktion zuzulassen. Diese Schäden sollen so beschränkt werden, dass in den Hochbauten keine Menschenleben bedroht und Rettungsaktionen auf den Perrons nicht behindert werden. Ferner soll die Abfangkonstruktion ohne Totalabbruch wieder hergestellt werden können.

Anweisungen für die Ueberwachung während der Bauausführung

- Neben den üblichen Kontrollen während der Bauausführung sind insbesondere die Massgenauigkeit der Stützen und der Krafteinleitung an den Stützenenden zu überprüfen, sodass die ungewollten Exzentrizitäten auf ein bestimmtes Mass beschränkt bleiben.

Anweisung für die Ueberwachung der Nutzung

- Die Geleiseanlagen sowie die automatische Zugsicherung müssen einer strengen, periodischen Prüfung unterzogen werden.
- Die Nutzung der Hochbauten muss periodisch auf ihre Konformität mit der Nutzungsvorschrift überprüft werden.

Vereinbarungen über spezielle Risiken

- Die in den Anweisungen für die Bemessung vorausgesetzten, zulässigen Schäden im Falle der Zerstörung von Stützen sind allen Benützern der Abfangkonstruktion vertraglich bekannt zu geben.

3. ZUSAMMENFASSUNG

Die Begriffe "Gefährdungsbilder" und "Sicherheitsplan" stellen zwei praktisch anwendbare Mittel zum Erreichen gewisser Sicherheitsziele dar. Die Gefährdungsbilder bieten nicht nur bei der Beschreibung von zusammen wirkenden Lasten, Gefahren und aussergewöhnlichen Einflüssen Vorteile, sondern auch darin, dass sie den praktisch tätigen Ingenieur auf das ursprüngliche, ingenieurmässige Denken beim Bemessen und Konstruieren für alle möglichen Situationen zurückführen. Die Vorteile bestehen auch darin, dass der Projektierende auf die Gesamtheit der Gefahren aufmerksam wird, die nicht nur aus Lasten und Einflüssen, sondern auch aus Gefahren infolge menschlicher Unzulänglichkeiten besteht.

1. Sicherheit und Gebrauchsfähigkeit von Tragwerken, Weisung des SIA an seine Kommissionen für die Koordination des Normenwerkes, Mai 1980.