"Unendlich mal null" - hat das praktische Bedeutung?: Stellungnahme zum Beitrag von H.P. Schlatter

Autor(en): **Fritzsche, Andreas F.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **109 (1991)**

Heft 48

PDF erstellt am: **15.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-86062

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

«Unendlich mal null» – hat das praktische Bedeutung?

Stellungnahme zum Beitrag von H. P. Schlatter, «Schweizer Ingenieur und Architekt – SIA» 109, Heft 38/91 vom 19. September 1991, Seiten 891–892

VON ANDREAS F. FRITZSCHE, PONTRESINA

In seinem Beitrag stellt H.P. Schlatter Vergleiche zwischen der unbestimmten mathematischen Form ($\infty \cdot 0$) und einigen praktischen Themenbereichen an, in denen es um sehr grosse bzw. sehr kleine Grössen geht. Einen solchen Vergleich hört man in der Diskussion über Risiken immer wieder. Ohne dass dies immer ausdrücklich gesagt wird, soll dabei offenbar die (meist nur noch schwache) Erinnerung an die Mittelschulmathematik erweckt werden, wonach diese mathematische Form unbestimmt sei, um damit zu «beweisen», dass auch gewisse Risiken unbestimmt, wenn nicht unbestimmbar und damit jedenfalls unverantwortbar sein sollen. So behauptet auch Schlatter, solche Risiken könnten irgendwelche beliebigen Werte annehmen. Es war dies auch der Tenor mehrerer Voten an der von ihm zitierten Tagung in Ascona, wo allerdings die angesprochene Frage nicht, wie er schreibt, ein zentrales Thema darstellte und wo jedenfalls auch keine Klarstellung stattfand. Im folgenden seien deshalb einige klärende Bemerkungen zur Frage an sich wie zum Beitrag von Schlatter erlaubt.

Die sogenannte unbestimmte mathematische Form ($\infty \cdot 0$) hat in jedem konkreten Zusammenhang, also bei jeder stetigen Funktion, einen eindeutigen Grenzwert. Wie Schlatter an Beispielen gezeigt hat, kann dieser Grenzwert im Einzelfall irgendeinen, aber einen eindeutig bestimmbaren Wert zwischen unendlich und null annehmen.

Der Vergleich, ja die Gleichsetzung dieser mathematischen Tatsache mit praktischen Situationen basiert nun aber auf einer Scheinähnlichkeit, denn solche Situationen sind normalerweise nie durch eine stetige Funktion darstellbar. Auch in diesen Situationen kann jedoch immer ein Zahlenwert für das Produkt der zwei betrachteten Grössen angegeben werden. Diese Grössen selbst nehmen nie den Wert «unendlich» und im allgemeinen auch nicht den Wert «0» an. Unter Verwendung der Beispiele von Schlatter können weder die Zahl der Toten zufolge eines Flugzeugabsturzes noch der Maximalschaden bei einem KKW-Unfall unendlich gross sein, noch ist die Wahrscheinlichkeit eines solchen Absturzes bzw. eines KKW-Unfalles je null. Die jeweiligen Zahlenwerte können in beiden Fällen bestimmt oder abgeschätzt werden, und ihr Produkt ist damit – innerhalb praktisch gegebener und ebenfalls abschätzbaren Gewiss–heitsgrenzen – gegeben. Es ist nie «unendlich» und auch nie «null». Die abwegige Scheinanalogie mit dem mathematischen Grenzwert bringt nichts – ja sie kann höchstens verwirren.

Nun zur Produkteformel für das Risiko. Man muss leider dauernd bei Risikodiskussionen feststellen, dass in den seltensten Fällen definiert wird, was man unter «Risiko» verstehen will. So kann jeder Diskussionsteilnehmer seine eigene und durchaus nicht immer die gleiche Vorstellung vor Augen haben.

Mathematisch drückt man das Risiko R als Produkt aus dem Schadensausmass S und der Wahrscheinlichkeit W dieses Schadens aus:

$$R = S \cdot W$$

Es geht dabei nicht darum, ob dies richtig oder falsch ist; es ist dies einfach eine Definition! Sie ist insofern sinnvoll, als sie unserem allgemeinen Sicherheitsempfinden über weite Strecken entspricht. Ist das Schadensausmass oder die Wahrscheinlichkeit je für sich in einer Situation B doppelt so gross wie in einer Situation A, dann empfinden wir auch die Gefährlichkeit oder das Risiko im Fall B als doppelt so hoch wie im Fall A. Auf diesem Tatbestand und somit auf der Verwendung der multiplikativen Risikodefinition basiert das ganze Versicherungswesen, gegen das, nach Wissen des Schreibenden, kein Versicherungskunde opponiert.

Eine kleine Nebenbemerkung muss hier angebracht werden zum Hinweis Schlatters: «Die Zeiteinheit muss dabei so gewählt werden, dass W deutlich kleiner als 1 wird.» Es lässt aufhorchen, wenn eine mathematisch definierte Grösse (eben das Risiko R) nur unter Verwendung bestimmter Einheiten gültig sein soll. Dem ist natürlich nicht so. Streng genommen hat man es hier nicht mit dem mathematischen Begriff der Wahrscheinlichkeit zu tun – eine dimensionslose Grösse, die immer zwischen 0 und 1 liegt –, sondern mit einer Häufigkeit [1]. Eine Häufigkeit kann irgendeinen positiven Zahlenwert annehmen. In den obengenannten Beispielen waren es die Häufigkeit eines Flugzeugabsturzes (sogar bei Schlatter grösser als 1, nämlich 10 pro Jahr) bzw. die Häufigkeit eines KKW-Unfalles (sehr viel kleiner als 1, zB. 10^{-x} pro Jahr). Weil die Häufigkeit vieler Schäden, die in Risikodiskussionen angesprochen werden, klein ist, fällt es allerdings oft schwer, den streng richtigen Begriff «Häufigkeit» mit seiner Implikation von «häufig», «sich wiederholt ereignend» (nach Duden) zu verwenden.

Zurück zur Risikodefinition. Wie schon angedeutet wurde, befriedigt die Produkteformel nicht in jeder Situation. Wird nämlich ein möglicher Schaden sehr gross, dann können die Folgen überproportional, unter Umständen sogar sprunghaft ansteigen, so dass auch das, was man als Risiko verstehen wird, mehr als proportional zum erfassten Schaden anwächst. Im wirtschaftlichen Bereich tritt dies etwa dann ein, wenn ein möglicher Verlust so hoch ist, dass das Überleben der Organisation in Frage gestellt werden müsste, was neben dem finanziellen Verlust mit einem Verlust der Arbeitsplätze und vielem mehr verbunden wäre. Ein Beispiel im Gesundheitsbereich bildete der Absturz einer Caravelle der Swissair in den sechziger Jahren, als ein namhafter Teil der erwachsenen Bevölkerung von Humlikon verunglückte und damit zahlreiche Halb- und Vollwaisen in dieser Dorfgemeinschaft zurückliess.

Die multiplikative Risikodefinition gibt indessen – abgesehen von diesem Sonderfall – die objektiv messbare Grösse der Gefahr in einer Situation, unserem Empfinden entsprechend, wieder. Nun ist es allerdings viel zuwenig bekannt, dass in der weitaus überwiegenden Zahl der Fälle die verfügbaren Risikowerte nicht auf der multiplikativen Risikodefinition basieren, sondern unmittelbar aus Statistiken hervorgehen. Diese sagen uns beispielsweise, dass in der Schweiz im Jahre 1990 280 Personen zufolge des Konsums «harter» Drogen, 1074 Personen im Strassenverkehr und 4 beim Deltasegeln ihr Leben einbüssten (Kollektivrisiko). Unter Berücksichtigung der

bekannten oder abschätzbaren Zahl der jeweils gefährdeten Personen lässt sich dann aus solchen statistischen Daten auch das individuelle Todesfallrisiko berechnen. Zum Beispiel ist dieses für die schwer Drogenabhängigen zwischen 1200 und 1600 · 10^{-5} pro Jahr, für einen Deltaflieger rund 100 · 10^{-5} pro Jahr oder im Durchschnitt für alle männlichen Lenker eines Personenwagens 10 · 10^{-5} pro Jahr. Solche Risikoangaben können für die Gefahren in zahlreichen Lebenssituationen gemacht werden [2].

Selbst wenn die unbestimmte mathematische Form ($\infty \cdot 0$), wie erläutert wurde, entgegen der Feststellung von Schlatter als solche keine praktische Bedeutung hat, so kann jedoch seinem Grundargument dennoch nur zugestimmt werden. Danach wird beim Energiesparen und in anderen Bereichen des Umweltschutzes letztlich nur die Multiplikation zahlloser, wenn auch im einzelnen winziger Beiträge schliesslich zum Ziel führen. Hingegen muss der geäusserten Meinung, bei einem möglichen KKW-Unfall könnten Häufigkeit und Schadensausmass nicht genügend abgeschätzt werden und das Risiko könne deshalb «irgendwelche beliebigen Werte annehmen», klar widersprochen werden. Die soeben in Winterthur stattgefundene Fachtagung über «Fortgeschrittene Sicherheitsanalyse» [3] hat die heutige Leistungsfähigkeit wie auch die bestehenden Grenzen der probabilistischen Risikoanalyse gerade in diesem Bereich dargelegt.

Das hier angesprochene Thema war die objektive Erfassung der Grösse einer Gefahr und die Definition einer entsprechenden Messgrösse, das Risiko. Es ist bekannt, dass dieses objektive Mass in vielen Fällen der subjektiven Empfindung vieler Leute über die Gefährlichkeit einer Sache oder einer Tätigkeit oft bei weitem nicht entspricht. Hohe Risiken werden vielfach nicht beachtet, kleine bis kleinste Risiken wie etwa das von den Medien so gepflegte Thema von der «Chemie in unserer Nahrung» werden hingegen nicht selten als lebensbedrohend empfunden. Es stellt dies ein grundsätzlich anderes und für die Bewältigung von Gefahren sehr bedeutendes gesellschaftliches Problem dar, das man aber klar von der objektiven Messung der Grösse der Gefahr trennen muss. Man spricht dabei von der subjektiven Gefahrenwahrnehmung, auf die hier nicht weiter eingegangen werden kann. In [1] wird dieses Thema in allen seinen Aspekten behandelt.

Adresse des Verfassers: *A.F. Fritzsche*, Dr. sc. techn., Chesa Crast'ota, 7504 Pontresina.

Literatur

[1] *A.F. Fritzsche:* Wie sicher leben wir? Risikobeurteilung und -bewältigung in unserer Gesellschaft, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1986

[2] *A.F. Fritzsche:* Wie gefährlich leben wir? Der Risikokatalog, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1991

[3] Schweiz. Vereinigung für Atomenergie (SVA): Fortgeschrittene Sicherheitsanalyse, SVA-Vertiefungskurs, Winterthur, 4./5. November 1991, Proceedings, SVA, Bern 1991

Replik des Verfassers

Ich danke Herrn Dr. A.F. Fritzsche für seine klärenden Zeilen bezüglich Wahrscheinlichkeit und Häufigkeit.

Die grundsätzliche Form der Produktformel für «Normalrisiken» habe ich mit keinem Wort in Frage gestellt; Ausführungen darüber sind immer lesenswert.

Gespannt darf man auf die Resultate sein, welche die erwähnte Fachtagung bringt, die Anfang November stattfinden wird; sie dürften von grossem öffentlichem Interesse sein.

H.P. Schlatter

Wettbewerbe

Centre sportif régional et centre cantonal de protection civile, à Couvet NE

L'Etat de Neuchâtel, représenté par le Département des finances, et la commune de Couvet, représentée par son Conseil communal, ont ouvert un concours de projet pour la réalisation d'un centre cantonal de protection civile et d'un centre sportif régional à Couvet.

Ce concours public était ouvert aux architectes neuchâtelois ou domiciliés dans le canton, inscrits au Registre neuchâtelois des architectes avant le 1er janvier 1991. En outre, tout architecte originaire du canton de Neuchâtel, inscrit au REG A ou B avant le 1er janvier 1991, était habilité à participer au concours.

De plus, quatre bureaux d'architectes ont été invités à participer au concours; Jean-Baptiste Ferrari, Lausanne; R. + A. Gonthier, Berne; Philippe Joye & Associés, Genève; Andrea Roost, Berne.

Résultats:

1er prix (25 000 fr.): Jean-Baptiste Ferrari, Lausanne; collaborateurs: Eusebio Arias, Christophe Birraux, Alfio Genesoni, Caroline Peeters; conseil: Bureau Boss, ing. civils, Renens

2e prix (18 000 fr.): GMS-Architectes, Neuchâtel, Laurent Geninasca, Jean Muller, Pierre-Emmanuel Schmid, Robert Monnier; conseil: Roland Schnepp

3e prix (17 000 fr.): Edouard Weber, Neuchâtel; collaboratrice: Véronique Voisard

4e prix (9000 fr.): Ad'A Architecture, Saint-Blaise, Eric Ryser; conseils: BBA ing. civils, Saint-Blaise

5e prix (8000 fr.): Régina et Alain Gonthier, Berne; collaborateurs: Peter Feissli, Velimir Miksaij; conseil: Dr. Gustave E. Marchand, ing., Gumligen

6e prix (7000 fr.): Charles Feigel, Auvernier

7e prix (6000 fr.): Eric Musy, Lausanne, du bureau Musy et Vallotton; collaborateurs: Margarita Berton-Huser, Valentino Bruno, Pascal Falconnier, Claire Zumhofen

Constatant qu'il n'est pas possible de prononcer un jugement définitif avant que l'étude de certains projets ait été reprise, le jury recommande, à l'unanimité, aux maîtres de l'ouvrage d'inviter les auteurs des trois premiers projets classés à poursuivre leur étude au sens d'un mandat d'avant-projets.

Jury: M. Antoine Grandjean, secrétaire régional LIM du Val-de-Travers, Fleurier; M. Philippe Donner, architecte cantonal, Etat de Neuchâtel; Eric Bastardoz, maître d'éducation physique, Couvet; Pierre Benoit, architecte, Bienne; Pierre Blandenier, chef de l'Office cantonal de la protection civile, Neuchâtel; Patrick Mestelan, architecte, professeur EPFL, Lausanne; Max Schlup, architecte, Bienne; suppléants: Roger Miserez, chef du Service cantonal des sports, Neuchâtel; Alfred Riesen, architecte, Ittigen. Experts: MM. Werner Lanz, Office fédéral de la protection civile, Berne; Theo Fleischmann, architecte ETS, Macolin.

Färberei-Areal, Zofingen AG

Die Färberei AG Zofingen veranstaltete unter elf eingeladenen Architekten einen Projektwettbewerb für eine Überbauung des Färberei-Areals. Das Areal liegt etwa 300 m südlich der Altstadt. Es umfasst rund 27 000 Quadratmeter und ist von erheblicher städtebaulicher Bedeutung. Das Nutzungsprogramm sieht 60% Wohnungen, 30% Büros und 10% Gewerberäume vor. Ergebnis:

1. Preis (13 000 Fr.): Furter + Eppler + Partner, Wohlen; Mitarbeit: R. Eppler, H.R. Stirnemann, A. Marti, A. Steinegger

2. Preis (12 000 Fr.): Jeanpierre Dürig & Philippe Rämi, Zürich; Mitarbeit: Eugen Eisenhut, Wolfgang Maul, Jost Haberland

3. Preis (8000 Fr.): W. Kreis, U. Schaad, P. Schaad, Zürich; Mitarbeit: Christian Bühlmann, Teresa Costa Bischofberger

Das Preisgericht empfahl dem Veranstalter, die Verfasser der beiden erstprämiierten Pro-