Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 108 (1990)

Heft: 45

Artikel: Sicherheit im Schienenverkehr: zum Umgang mit Risiken am Beispiel der Eisenbahn

Autor: Brändli, Heinrich / Röttinger, Rudolf

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-77550

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: 13.07.2025

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

Literatur

[1] Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (BfU):Praktische Grundlagen für ein Sicherheitskonzept im Strassenverkehr, Dezember 1988.

[2] Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (BfU): Beurteilung des Unfallgeschehens aus der Sicht des individuellen und kollektiven Risikos, Mai 1985.

[3] *Krupp Rudolf/Hundhausen Gerd:* Volkswirtschaftliche Bewertung von Personenschäden im Strassenverkehr. Bundesanstalt für Strassenwesen, Februar 1984.

[4] *Stiefel Ulrich/Schneider Jörg:* Was kostet Sicherheit? Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft 47/1985, Zürich.

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

(z.B. Invalidität) werden nur in begrenzten Teilbereichen erhoben.

- Die Datenerhebungen sind auf das Unfallgeschehen ausgerichtet. Daten über die Wirksamkeit und die Kosten von Massnahmen werden nicht systematisch gesammelt (vgl. auch These 2).

Aus dieser Sicht heraus wird eine Förderung der Datenbeschaffung notwendig. Dabei sind insbesondere Daten zu den Verletztenrisiken systematisch zu erfassen. Der Datensatz der Nichtberufsunfälle (NBU) kann heute diese Lücke nur teilweise schliessen. Im weiteren sind Anstrengungen angezeigt, die Strassenverkehrsunfälle den definierten Risikokategorien zuzuteilen. Schliesslich ist eine bereits mehrfach erwähnte Datensammlung über Sicherheitsmassnahmen anzustreben.

Folgerungen

Zusammenfassend lassen sich nachstehende Folgerungen ziehen:

- Die Sicherheitskriterien für die Beurteilung von individuellen und kollektiven Risiken erlauben die Festlegung längerfristiger Zielsetzungen für einen zukünftigen Sicherheitsstandard im Strassenverkehr. Die Umsetzung der Forderung aus These 1 «Formulierung von expliziten Sicherheitszielen» in die Praxis wird damit ermöglicht.
- Durch die beispielhafte Anwendung von Nutzen-Kosten-Untersuchungen auf globale und lokale Sicherheitsmassnahmen ist die grundsätzliche Tauglichkeit dieses Sicherheitskonzeptes sowie die Realisierbarkeit der in These 3 «Konsequente Beurteilung von Massnahmen nach Nutzen und Kosten» enthaltenen Forderungen dargelegt worden. Für die konsequente Umsetzung in die Praxis wird die Ausarbeitung eines entsprechenden Leitfadens und die Festlegung von Richtlinien empfohlen.
- Aus der Feststellung, dass die zukünftige Sicherheitsarbeit im Strassenverkehr aus verschiedensten Gründen immer schwieriger wird, ergibt sich das Bedürfnis nach differenzierten Grundlagen. Die konsequente Realisierung eines Sicherheitskonzeptes im Strassenverkehr verlangt in Zukunft einerseits die in These 2 geforderte systematische Darstellung und Erfassung der Massnahmenstruktur und des Massnahmenspektrums. Anderseits ist eine in These 4 erläuterte qualitative Verbesserung der Daten notwendig. Besonders in diesem Bereich wird eine Verstärkung der Anstrengungen in Zukunft empfohlen.
- Eine allgemeine Anwendung der hier gezeigten Grundlagen in der Unfallverhütung ist möglich.

Adresse der Verfasser: *Hans Merz*, dipl. Ing. ETH/SIA; *Peter Christen*, dipl. Ing. ETH/SIA: Ernst Basler & Partner AG, 8702 Zollikon; *Peter Hehlen*, dipl. Ing. ETH; *Jörg Thoma*, dipl. Ing. TH: Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung BfU, 3008 Bern.

Sicherheit und Risiko

Sicherheit im Schienenverkehr

Zum Umgang mit Risiken am Beispiel der Eisenbahn

Dieser Artikel soll im Rahmen der Reihe «Sicherheit und Risiko» aufzeigen, mit welcher Philosophie Risiken im Umfeld von Eisenbahnen angegangen werden. Die Autoren sind sich bewusst, dass die Besonderheiten des Systems Eisenbahn nicht ohne weiteres Analogieschlüsse auf andere Technologiebereiche zulassen; dennoch wird versucht, am Schluss drei Thesen zur allgemeinen Diskussion um technische Risiken zu formulieren.

VON HEINRICH BRÄNDLI UND RUDOLF RÖTTINGER, ZÜRICH

Risiko und Risikobegrenzung

Zuerst sollen die Begriffe Risiko, individuelles Risiko und kollektives Risiko theoretisch behandelt werden, anschliessend wird auf die Festlegung des Sicherheitsgrades bei der Eisenbahn eingetreten.

Masseinheit für Risiko

In der Entscheidungstheorie ist ein Risiko als Produkt

$$R = r \cdot S$$

definiert, wobei S einen Ergebnisnutzen darstellt, der mit der Wahrscheinlichkeit r eintritt. Der Ergebnisnutzen kann positiv oder negativ sein. In der Sicherheitswissenschaft interessieren primär die negativen Ergebnisnutzen, die in Form von Schäden (Sachschäden, Verletzungen oder Tötungen) auftreten.

Die Eintretenswahrscheinlichkeit r ist von der Dimension her unproblematisch; sie ist dimensionslos und auf der absoluten Skala zwischen 0 und 1 darstellbar.

Bei der Wahl der Dimension des Schadens ist zwischen Sach- und Personenschäden zu unterscheiden. Sachschäden werden in monetären Einheiten auf Verhältnisskalen bewertet, die unten durch 0 begrenzt und oben offen sind, wobei die Einheit willkürlich gewählt ist. Bevor sich Personenschäden beschreiben lassen, ist zu klären, ob es ethisch vertretbar ist, Anzahlen von Leichtverletzten, Schwerverletzten oder Toten zu messen oder Personenschäden zu monetarisieren, damit Sach- und Personenrisiken die gleiche Dimension aufweisen.

Für die Monetarisierung sprechen zwei Argumente:

- In der Folge bereits entstandener Sach- und Personenschäden werden im Haftpflichtrecht monetäre Einheiten benützt, um mit materiellen

Mitteln einen gerechten Ausgleich zu schaffen.
- Mit der Monetarisierung von Personenschäden wird erreicht, dass die beschränkt vorhandenen Mittel für die Förderung der Sicherheit von Menschen und Sachwerten möglichst optimal eingesetzt werden; das heisst, die ethisch nicht begründbare Methode, inkommensurable Grössen zu monetarisieren, ist in Kauf zu nehmen, um das ethisch stichhaltige Ziel zu erreichen, möglichst viele Menschenleben möglichst lange zu erhalten.

Gegen das erste Argument besteht folgender Einwand: wenn die Monetarisierung zum Schadensausgleich nach einem bereits eingetretenen, irreversiblen Ereignis zugelassen wird, lässt sich daraus nicht schliessen, dass monetäre Werte auch für die Schadensprävention ethisch vertretbar sind [1].

Das zweite Argument lässt sich damit entkräften, dass die Optimierung des Mitteleinsatzes auch ohne Monetarisierung von Personenschäden erreichbar ist, indem die geschätzte Anzahl von mutmasslich verletzten oder getöteten Personen für verschiedene Massnahmebündel verglichen wird. Bei gleichberechtigender Behandlung der potentiell betroffenen Individuen besteht gar kein Bedürfnis, Personenschäden zu monetarisieren [2].

Personenschäden sind folglich auf einer Verhältnisskala 0, 1, 2... in Anzahl Verletzter oder Toter zu messen. Dass sich Sach- und Personenschäden wegen der abweichenden Dimension nicht superponieren lassen, ist höchstens ein darstellerisches Problem.

Individuelles und kollektives Risiko

Bei der Behandlung von Personenschäden sind zwei Optiken klar auseinanderzuhalten: der Standpunkt der Allgemeinheit und derjenige des betroffenen Individuums.

Aus der Sicht der Allgemeinheit ist der Todesfall ein wiederholbares Ereignis; offensichtlich ist jedermann innerhalb der menschlichen Gesellschaft ersetzbar. Folglich kann aus gesellschaftlicher Sicht für einen Todesfall ein (negativer) Ergebnisnutzen S und damit auch das Produkt $R = r \cdot S$ angegeben werden.

Für das betroffene Individuum ist der Tod ein nicht wiederholbares Ereignis. Folglich kann es daraus weder einen positiven noch einen negativen Nutzen ziehen; also lässt sich aus der Sicht des Betroffenen das Produkt $R = r \cdot S$ nicht bilden. Wenn im Glossar, das diese Artikelreihe begleitet, dennoch der Begriff des individuellen Risikos erscheint, so ist darunter der Quotient

$$R = r \cdot S_k / n_k$$

zu verstehen, wobei S_k den Schaden aus der Sicht des betrachteten Kollektivs und n_k die Anzahl der Individuen innerhalb dieses Kollektivs bedeutet.

Festlegung des erforderlichen Sicherheitsgrades

Beim Bau und Betrieb von Eisenbahnen wird der für erforderlich gehaltene Sicherheitsgrad durch den Staat festgelegt. Im Eisenbahngesetz, in der Eisenbahnverordnung und in den sie konkretisierenden Ausführungsbestimmungen ist festgehalten, welchen Sicherheitsstandard der Staat garantieren will [3]. Die Formulierung wird nicht über abstrakte Wahrscheinlichkeits- oder Risikowerte vorgenommen, sondern über konkrete Anforderungen an die Anlagen und die Betriebsführung.

Seit der Verbreitung der Eisenbahntechnologie vor anderthalb Jahrhunderten werden die Sicherheitsanforderungen mit physikalischen und später auch mit informationstheoretischen Grössen quantifiziert. Die Methode der Risikobegrenzung ist offenbar abhängig vom Stand der Sicherheitswissenschaft zum Zeitpunkt der ersten Anwendung sowie von der historischen Entwicklung einer Technologie.

Die Methode, den Sicherheitsgrad über konkrete Anforderungen an Infrastruktur und Betriebsablauf zu formulieren, bedingt, dass die Vorschriften dem Stand der technischen Entwicklung und veränderten betrieblichen Erfordernissen angepasst werden.

Eigenschaften des Systems Eisenbahn

Das System Eisenbahn wurde anfangs des neunzehnten Jahrhunderts von englischen Ingenieuren – ihr bekanntester Vertreter ist George Stephenson (1781–1848) – geschaffen. Sie kombinierten die Ende des achtzehnten Jahrhunderts fertig entwickelten Hardware-Komponenten Fahrbahn und Fahrzeug mit einem neuen Software-Paket, das festhält, wie der Betrieb geführt wird und welche Dienstleistungen von der Unternehmung angeboten werden. Das resultierende System Eisenbahn lässt sich folgendermassen umreissen [4]:

☐ Zusammenspiel von Fahrbahn und Fahrzeugen:
- Spurkranzrad und Schiene bewirken einen niedrigen Rollwiderstand sowie Vertikal- und Querführung; es muss nur noch ein Freiheitsgrad der Bewegung operativ beherrscht werden.

☐ Fahrzeuge:
- Die Umwandlung einer Primär- in die Bewegungsenergie erfolgt nicht ortsfest, sondern auf Lokomotiven oder Triebwagen, die wirtschaftlich und leistungsfähig sind.
- Das Bilden von Zügen erlaubt eine kostengünstigere Beförderung und steigert die Transportleistung je Spur.
- Die Reisezugwagen verfügen über verschiedene Preis- und Komfortklassen.
- Die Güterwagen sind auf die verschiedensten Transportgüter abstimmbar, sei es als Tragwagen von Normbehältern, sei es als Spezialwagen.

☐ Betriebsführung:
- Der Fahrplan beschreibt, zu welchem Zeitpunkt an welchem Ort eine Bewegung stattfindet.
- Betriebsreglemente und telekommunikative Hilfsmittel dienen zur Koordination der Betriebsabläufe und gewährleisten die Betriebssicherheit.
- Boden- und Fahrpersonal werden grundsätzlich durch die Eisenbahnunternehmung gestellt.

☐ Gegenstand des Angebotes:
- Die Eisenbahnunternehmung übernimmt die Rolle des Carriers für alle Transporte. Der öffentliche Linienverkehr wird jedermann angeboten und eignet sich nahezu für jedes Beförderungsgut.

Für das System Eisenbahn gelten die Ziele, die Pirath 1934 für alle Verkehrsmittel postuliert hat [5]:

- Sicherheit,
- Leistungsfähigkeit (Schnelligkeit, Regelmässigkeit, Häufigkeit, lange tägliche Betriebsdauer, Pünktlichkeit, Bequemlichkeit),
- Wirtschaftlichkeit.

Diese Aufstellung lässt Zielantinomien erkennen: Massnahmen zur Förderung vom ersten Ziel können auf das zweite negativ wirken. Aus Sicherheitsgründen ist es beispielsweise notwendig, die Schnelligkeit zu begrenzen (Geschwindigkeitsreduktion bei starken Gefällen, um die Bremsen nicht übermässig zu beanspruchen) oder auf die Pünktlichkeit zu verzichten (Abwarten des verspäteten Gegenzuges auf der Kreuzungsstation an einer Einspurstrecke).

Zwischen dem ersten und dem dritten Ziel bestehen ebenfalls Konflikte: Sicherheitsmassnahmen reduzieren die Produktivität. Die restriktiven Arbeitszeitvorschriften für das operativ tätige Personal zugunsten der Betriebssicherheit sind gerechtfertigt, sie senken aber die Wirtschaftlichkeit der Produktion.

Sicherheit bei der Eisenbahn

Es ist zu unterscheiden zwischen dem Oberbegriff Systemsicherheit und dem Unterbegriff Betriebssicherheit.

Die Systemsicherheit umfasst neben der Betriebssicherheit auch die Sicherheit von Fahrgästen, des Ladegutes, des Personals sowie Dritter, soweit diese Schutzkategorien mit dem System Eisenbahn irgendwie in Kontakt stehen. Bei der Systemsicherheit sind insbesondere auch Fehlhandlungen Dritter im Bereich der Bahnanlagen (Nichtbeachtung von Bahnübergängen, Sabotageakte) und Fehlverhalten von Fahrgästen gegenüber anderen Fahrgästen (Delikte gegen Leib und Leben) einzuordnen.

Die Betriebssicherheit umfasst lediglich die Abläufe beim Fahrdienst, beim Rangierdienst und bei den Transporten des Baudienstes – im weiteren Sinne kann auch die konstruktive Auslegung von Anlagen und Rollmaterial dazugerechnet werden. Die Betriebssicherheit wächst trotz Steigerung der Zugzahlen, wie dies Bild 1 am Beispiel der Deutschen Bundesbahn zeigt; [6] die Systemsicherheit ist eher stagnierend, da Schwierigkeiten bestehen, sie rationell zu beeinflussen.

Da die Vorkehrungen zugunsten der Betriebssicherheit das Spezifische der Eisenbahntechnologie ausmachen, sollen sie näher betrachtet werden. Die Betriebssicherheitsphilosophie der Eisenbahn beruht auf fünf Merkmalen:

- Zeitliche Programmsteuerung mit Folgeauslösung,
- Abstufung der Sicherheitsvorkehrungen nach verschiedenen Arten von Bewegungen,
- Hohe Funktionszuverlässigkeit und Fail-safe-Prinzip,
- Rückfallebenen und
- Sicherheitsreserven für Notfälle.

Zeitliche Programmsteuerung mit Folgeauslösung

Die Eisenbahn funktioniert nach dem Prinzip der Programmsteuerung mit Folgeauslösung. Das Programm kann die einzelnen Produktionsschritte abschliessend aufzählen, neben der Aufzählung die Reihenfolge festlegen oder zur Reihenfolge auch den Anfangszeitpunkt der einzelnen Schritte nennen.

Unter den Bedingungen, dass

- das Programm konfliktfrei ausgearbeitet ist,
- das Programm allen beteiligten Instanzen zeitgerecht, vollständig und korrekt bekanntgegeben worden ist,
- das Programm während der Produktion ohne Abweichung eingehalten wird und
- die Uhren der beteiligten Instanzen synchron laufen,

lässt sich eine Eisenbahn theoretisch mit rein zeitlicher Programmsteuerung konfliktfrei betreiben. Da Prozessabweichungen wegen Umwelteinflüssen und systeminternen Störungen unvermeidlich sind, arbeitet die Eisenbahn nach dem Prinzip der zeitlichen Programmsteuerung mit Folgeauslösung.

Bevor ein nach Programm fälliger Produktionsschritt freigegeben wird, erfolgt die Prüfung, ob er mit der vorliegenden Prozesslage verträglich ist. Die Fahrt über eine Weiche wird beispielsweise erst freigegeben, wenn

- die Zungen eine Endlage erreicht haben,
- die Endlage mit dem Fahrweg und der Fahrweg mit dem Gleisbelegungszustand vereinbar sind,
- die Weiche gegenüber Umstellen durch unzeitige Bedienungshandlungen verschlossen ist,
- die Weiche gegenüber Umstellen durch die befahrende Komposition verriegelt bzw. festgehalten ist [7].

Abstufung der Sicherheitsvorkehrungen

Das Verhältnis, nach dem die Verantwortung zwischen Mensch und Technik aufgeteilt wird, ist für die drei charakteristischen Bewegungen von Eisenbahnfahrzeugen

- Züge,
- Rangierbewegungen und
- Transporte des Baudienstes

verschieden, obwohl sie auf denselben Gleisen stattfinden und sich folglich gegenseitig gefährden können.

Bei der Sicherung von Zügen wird ein hoher technischer Aufwand getrieben:

- Der Streckenblock vermeidet Konflikte zwischen Folge- und/oder Gegenzügen.
- Die automatische Zugsicherung setzt die Bremsbetätigung bei Signalen mit Geschwindigkeitsreduktionen, auf Warnung oder Halt durch.
- Die Sicherheitssteuerung stellt einen Zug, wenn der Lokführer Kriterien verletzt, mit denen die Technik sein Bewusstsein prüft.

Beim Rangierdienst ruht das Hauptgewicht der Verantwortung auf dem Personal, das sich korrekt verständigen und Signale in alleiniger Verantwortung beachten muss. Analog liegen Transporte des Baudienstes voll im Verantwortungsbereich des Menschen.

Die Wahrscheinlichkeit, dass der Mensch einen Fehler macht, liegt pro Handlung um Zehnerpotenzen höher als die Wahrscheinlichkeit, dass eine

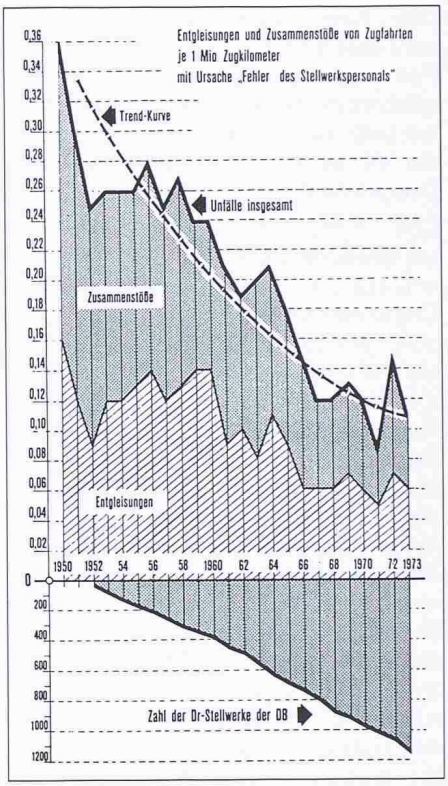

Bild 1. Zugunfälle und Drucktastenstellwerke (Gleisbildstellwerke) der Deutschen Bundesbahn 1950 bis 1973. Der markante Unfallrückgang rührt auch von der Zentralisierung des Rangiergeschäftes in eigenen Rangierbahnhöfen und den Stillegungen von Nebenstrecken her.

sicherungstechnische Komponente, ohne ihre Störung anzuzeigen, unerwünscht reagiert.

Die Abstufung bei der Veantwortungszuweisung ist der unterschiedlichen kinetischen Energie sowie den abweichenden Flexibilitätsanforderungen bei den drei Typen von Bewegungen angepasst:

- Reisezüge fahren gegenwärtig in der Schweiz mit Geschwindigkeiten bis zu 160 km/h und weisen Höchstmassen von ungefähr 650 t auf.
- Rangierbewegungen erfolgen mit maximal 40 km/h und sehr unterschiedlichen Massen.
- Die Flexibilitätsanforderungen bei Rangierbewegungen und Transporten sind bedeutend höher als bei Zügen; Rangierbewegungen wechseln häufig Spur und Fahrrichtung, Transporte können gar auf der Strecke ein- und ausgesetzt werden, d.h. auf das oder vom Gleis gehoben werden.

Funktionszuverlässigkeit und Fail-safe-Prinzip

Je mehr die Sicherheitsverantwortung auf technische Komponenten verlegt wird, um so wesentlicher ist deren Funktionstüchtigkeit für die Betriebssicherheit und den Betriebsfluss.

Die hohe Funktionszuverlässigkeit wird durch Materialqualität, sorgfältige Fertigung, präventiven Unterhalt (beispielsweise bei Relaissätzen von Stellwerken) und redundante Anordnung der Elemente (z.B. Signallampen mit Doppelglühfaden) erreicht.

Das Fail-safe-Prinzip (Prinzip der schützenden Zurückweisung) geht davon aus, dass der sicherste Zustand im Eisenbahnbetrieb der Haltzustand einer Bewegung sei. Fällt ein Element mit Sicherheitsverantwortung aus (beispielsweise Defekt eines Bremsschlauches), wird der Produktionsprozess in einem bestimmten Umkreis abgebrochen (das Entweichen der Druckluft stellt den betroffenen Zug, nicht aber seinen Folgezug). Die Hypothese des sicheren Haltzustandes wäre streng genommen nur dann richtig, wenn der Prozess bei Störung eines Elementes nicht nur in einem bestimmten Umfeld, sondern netzweit unterbrochen würde. Da bei einem unvorhergesehenen Halt einer Bewegung mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit damit gerechnet werden darf, dass gefährdende Folge- und Gegenzüge korrekt angehalten werden, ist die Hypothese des sicheren Haltzustandes dennoch zweckmässig.

Rückfallebenen

Da der Prozess bei Ausfällen von sicherheitsorientierten Elementen oder infolge nicht programmgemässer Bedienungen nicht unverhältnismässig lange unterbrochen werden soll, arbeitet die Eisenbahnsicherungstechnik mit Rückfallebenen, bei denen das Verhältnis zwischen technischer und menschlicher Sicherheitsverantwortung verändert wird, indem der Bedienstete zusätzliche Prüfschritte in eigener Kompetenz ausführen muss (beispielsweise Gleisfreiheitsprüfung von Auge statt über Achskurzschluss zwischen leitenden, voneinander isolierten Schienen).

Wesentlich ist, dass dem Verantwortlichen bewusst ist, dass ein Prüfschritt von der Technik an ihn delegiert worden ist (der Bedienstete quittiert dies durch eine spezielle, rekonstruierbare Handlung wie Entfernen einer Plombe und/oder Bedienung einer Taste, die an ein Zählwerk oder einen Drucker angeschlossen ist). In der Rückfallebene vollzogene Prüfschritte unterliegen einer vergrösserten Fehlerwahrscheinlichkeit.

Sicherheitsreserven

Um die Auswirkung gefährlicher Prozessentwicklungen zu reduzieren, wird bei der Eisenbahn eine Reihe von präventiven Massnahmen vorgesehen. Die folgenden Beispiele illustrieren solche Sicherheitsreserven:

☐ Die Bewegungen werden räumlich voneinander isoliert durch Flankenschutz: die einer eingestellten Fahrstrasse benachbarten Weichen nehmen soweit möglich die abweisende Stellung ein.

☐ Ebenfalls zur räumlichen Isolierung dient der Durchrutschweg. Er schafft die Toleranz zwischen einem Signal und dem von ihm gedeckten Gefahrenpunkt, mit der die Streuung bei der Bremsbedienung, Bremswirkung und den Adhäsionsverhältnissen zwischen Rad und Schiene abgedeckt werden.

☐ Konflikte werden umgelagert: ein weniger folgenträchtiger Konflikt wird bewusst in Kauf genommen, um ein schwerwiegenderes Schadenereignis zu vermeiden. Eine auf einem Abstellgleis ungenügend gesicherte Wagengruppe lässt man bewusst auf einen Entgleisungsschuh auflaufen, statt sie in ein Hauptgleis vorrücken zu lassen, wo sie einen schnell fahrenden Zug und sich selbst gefährdet.

☐ Bei tatsächlich eingetretenen Schadenereignissen werden die schädlichen Auswirkungen nach Möglichkeit mit passiven Sicherheitsmassnahmen reduziert, beispielsweise mit Knautschzonen an Fahrzeugen, energieverzehrenden Zerstörungsgliedern in der Zug- und Stossvorrichtung oder mit splitterarmem Sicherheitsglas bei Fensterscheiben.

Sicherheitsbewusstsein in der Öffentlichkeit

Es ist zu unterscheiden zwischen dem Bewusstsein bezüglich Betriebssicherheit und jenem betreffend Systemsicherheit der Eisenbahn.

Die *Betriebssicherheit* der Eisenbahn ist sprichwörtlich geworden. Dies ist auf drei Umstände zurückzuführen:

☐ Die Häufigkeit von Unfällen mit ernsthaften Schadenfolgen für Reisende oder Güterkunden ist statistisch sehr gering.

☐ Seltene spektakuläre Unfallereignisse werden von den Verwaltungen und der staatlichen Aufsichtsbehörde streng untersucht und ziehen oft umfangreiche Sanierungsmassnahmen nach sich, die über die Medien publik gemacht werden, was das Sicherheitsimage in der Öffentlichkeit bekräftigt.

☐ Die Produktionsmittel und die Tätigkeiten der Bediensteten sind von Benützern und Dritten leicht einzusehen. Die hauptsächlichen Betriebsabläufe sind dem Publikum derart geläufig, dass der Volksmund beispielsweise vom «Weichenstellen» spricht, wenn wichtige Entscheidungen für das Leben zu treffen sind. Der Nachvollzug der Eisenbahntechnologie reicht bis in den häuslichen Bereich, wo sich Amateure Eisenbahnanlagen halten. Zum Vergleich: Wer hat schon ein betriebsfähiges Modell eines Kernkraftwerkes zuhause?

An der Betriebssicherheit der Eisenbahn wird kaum gezweifelt.

Anders liegen die Verhältnisse bei der *Systemsicherheit:* Die unter wirtschaftlichem Druck abnehmende Präsenz von Zugbegleitpersonal und eine gleichzeitig fortschreitende Verrohung der Sitten gewisser Fahrgastkategorien im Agglomerationsverkehr lenken die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit auf das Thema Fahrgastsicherheit. Sie bedeutet ein gesellschaftliches Problem, das von den Eisenbahnunternehmungen im Alleingang nicht lösbar ist.

Drei Thesen als Beitrag zur Grunddiskussion der Artikelreihe «Sicherheit und Risiko»

Um Thesen zum Umgang mit technologischen Risiken zu gewinnen, soll der Versuch einer Bildung von Risikokategorien gewagt werden.

Risikokategorien

Risiken im Zusammenhang mit technischen Erzeugnissen lassen sich den vier folgenden Kategorien zuordnen:

☐ Erkannte Risiken, denen mit inhärenten Sicherheitsmassnahmen begegnet worden ist,

☐ Erkannte Risiken, die mit operativen Sicherheitsmassnahmen angegangen werden,

☐ Erkannte Risiken, gegen die keine Massnahmen ergriffen worden sind,

☐ Unerkannte Risiken.

Der zentrale Unterschied zwischen den Kategorien liegt darin, wie sich der Fachmann verhält und wie die Öffentlichkeit auf die Fachleute reagiert.

Inhärente («in das Erzeugnis hineingehängte», bei der Konstruktion getroffene) Sicherheitsmassnahmen gemäss der ersten Kategorie sind vergleichbar mit den Unterputzinstallationen in der Haustechnik. Sie sind nur den Fachleuten bewusst, so dass weitschweifige Diskussionen in der Öffentlichkeit ausgeschlossen sind.

Operative Sicherheitsmassnahmen gemäss der zweiten Kategorie, die während des Betriebes laufend getroffen werden müssen, sind Aufputzinstallationen vergleichbar. Sie sind nicht nur den Fachleuten, sondern auch der Öf-

Literatur

[1] *Marburger, Peter:* Die Regeln der Technik im Recht. Köln u.a.: Heymann, [1979].

[2] *Rapoport, Anatol:* Risiko und Sicherheit beim Menschen. Vortrag, gehalten am 7. Juli 1987 an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich.

[3] Kommentare zur Eisenbahnverordnung Nr. 1. Erläuterung der Eisenbahnverordnung, [Bern], Bundesamt für Verkehr, Februar 1984.

[4] *Weigelt, Horst* [Hrsg.]: Fünf Jahrhunderte Bahntechnik. Darmstadt: Hestra, 1986.

[5] *Pirath, Carl:* Die Grundlagen der Verkehrswirtschaft. Berlin: Springer, 1934.

[6] *Pottgiesser, Hans:* Sicher auf den Schienen. Fragen zur Sicherheitsstrategie der Eisenbahn von 1825 bis heute. Basel u.a.: Birkhäuser, 1988.

[7] *Röttinger, Rudolf:* Zur Bewertung der Wirkung sicherheitsorientierter Massnahmen im Eisenbahnbetrieb. Schriftenreihe des IVT Nr. 78. Zürich: Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau (IVT), ETH Zürich, 1989.

fentlichkeit bekannt, so dass die Fachleute bei Gelegenheit dem Publikum Rechenschaft ablegen müssen, ob die getroffenen Massnahmen hinreichend sind.

Einen schwereren Stand gegenüber der Öffentlichkeit – vertreten durch die Medien – haben die Fachleute bei den Risiken gemäss der dritten Kategorie, gegen die aus technischen oder ökonomischen Gründen keine Massnahmen getroffen werden. Für den Fachmann bestehen zwei Wege zu handeln: entweder findet er nachträglich geeignete Sicherheitsmassnahmen, so dass die Diskussion mangels Gegenstand abbricht, oder er wendet seine Arbeitskraft Analysen zu, mit denen sich das Publikum beruhigen lassen will.

Die vierte Kategorie ist mit Abstand die gefährlichste; sie gibt bemerkenswerterweise zu keinen Diskussionen Anlass, da die grundlegende Erkenntnis fehlt.

Thesen

Aufgrund der Erfahrungen mit der Eisenbahntechnologie und der obigen Kategorienbildung lassen sich drei Thesen bilden:

☐ Diejenigen Risiken, die in der Öffentlichkeit am heftigsten diskutiert werden, sind nicht notwendigerweise die gefährlichsten.

☐ Beim Erkennen der Risiken gemäss der vierten Kategorie tragen wir Fachleute nach wie vor die alleinige Verantwortung.

☐ Für uns In*genie*ure ist es lohnend, über die Buchstaben 3 bis 7 unserer Berufsbezeichnung nachzudenken: Sollten wir unsere Fantasie und Schaffenskraft nicht wieder vermehrt auf die Synthese von wirtschaftlich tragbaren Sicherheitsmassnahmen ansetzen, statt wiederholte Expertenanalysen zu bereits erkannten Risiken zu erstellen? Die Generation von George Stephenson war stark in der Synthese – wir profitieren noch anderthalb Jahrhunderte später davon.

Adresse der Verfasser: Prof. *H. Brändli*, Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau (IVT), ETH-Hönggerberg, 8093 Zürich und Dr. sc. techn. *R. Röttinger*, dipl. Ing. ETH/SIA/SVI, Oetenbachgasse 13, 8001 Zürich.

Männliche und weibliche Raumwahrnehmung in der Architektur

Über Unterschiede beim Entwerfen als Ergebnis von Sozialisationsprozessen

Einleitung

Ich möchte zunächst zu meiner Ausbildung eine Bemerkung machen, um den sozialwissenschaftlichen Ansatz in mei-

VON KATHARINA WERESCH, HANNOVER

ner Arbeit zu erklären. Ich habe Architektur studiert und nach dem Studium in Süddeutschland in einem Büro gearbeitet und gebaut. Danach folgte die Tätigkeit als Assistentin am Lehrstuhl für Wohnungsbau an der Universität Hannover, während der ich ein zweites Studium der Sozialwissenschaften abgeschlossen habe, weil mir viele Prozesse in der Architektur nicht erklärbar schienen, ohne die Betrachtung der Menschen in ihren Beziehungen zueinander oder – sozialwissenschaftlich ausgedrückt – ohne Analyse der Machtverhältnisse, in denen Menschen handeln.

Im Verlauf meiner Betreuungstätigkeit am Lehrstuhl begann ich zunächst mit der Erarbeitung von Wohnbiographien in der Absicht, den Zusammenhang von persönlich erfahrener räumlicher Umgebung und Architekturvorstellung darzustellen.

Nachdem mir die Unterschiede von Männern und Frauen im Raumverhalten klargeworden waren, schloss ich daraus, dass die Architektur von Männern und Frauen als Folge davon unterschiedlich sein müsste. Ich verglich die gebaute Architektur von Männern und Frauen in der Hoffnung, diese unterschiedliche Struktur zu erkennen. In der gebauten räumlichen Umwelt

«Wenn der Planer eine Frau ist»

lautete das Thema des Rapperswiler-Tages im Dezember 1989, den das Interkantonale Technikum Rapperswil und die Vereinigung schweizerischer Landschaftsplaner und Landschaftsarchitekten veranstalteten. Architektinnen und Landschaftsplanerinnen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz sprachen über ihre Erfahrungen in einer von Männern dominierten Arbeitswelt, über ihre beruflichen und gesellschaftlichen Möglichkeiten und Grenzen.

Von den Fachreferaten stiess besonders der Vortrag der deutschen Architektin und Sozialwissenschaftlerin *Katharina Weresch* über die unterschiedliche Raumwahrnehmung von angehenden Architektinnen und Architekten auf grosses Interesse, konfrontierte er doch mit Fakten, die kaum bekannt sind, und mit Einsichten, die zum grundsätzlichen Nachdenken auffordern.

Das Referat wurde leicht überarbeitet.

Red.