

Zeitschrift:	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses
Herausgeber:	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
Band:	90 (1999)
Heft:	23
Artikel:	Menschliche Fehler und Arbeitssicherheit : der menschliche Faktor in Technik und Organisation
Autor:	Semmer, Norbert
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-902011

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: 20.01.2026

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

Menschliche Fehler und Arbeitssicherheit

Der menschliche Faktor in Technik und Organisation

Menschliche Fehlhandlungen sind nicht einfach das Gegenteil von erfolgreichem menschlichem Handeln, sondern folgen denselben Prinzipien. Kognitive, soziale und motivationale Aspekte beeinflussen die Art und Weise, wie Menschen Informationen aufnehmen und verarbeiten. Darüber hinaus ist menschliches Versagen meist als Versagen des Gesamtsystems Mensch/Technik/Organisation zu sehen. Um zu vermeiden, dass Fehler gravierende Folgen haben, muss man sie in ihrer Logik und im Zusammenspiel dieses Gesamtsystems analysieren und auch die Ausbildung auf Fehlermanagement, nicht einfach Fehlervermeidung ausrichten.

Wenn es um Sicherheit technischer Anlagen geht, geht es immer auch um menschliche Fehlhandlungen. Sie sind zu einem erheblichen Anteil an Störfällen und Unfällen beteiligt. Es ist deshalb oft versucht worden, den Menschen aus dem System herauszunehmen. Erfolgreich wird dieser technokratische Ansatz letzt-

genau ist geschehen?» Das komplexe Zusammenspiel von Mensch, Technik und Organisation wird zuwenig berücksichtigt. Es wird daher zuviel und zu schnell monokausal mit menschlichem Fehlverhalten argumentiert, wo eigentlich ein «Mismatch», eine fehlende Passung von Mensch, Technik und Organisation, analysiert werden müsste.

Die Suche nach dem Ursachengefüge eines Unfalls wird ersetzt durch die Suche nach Entlastung: Im konkreten Fall gibt man sich häufig zufrieden, wenn es gelungen ist, einen Schuldigen zu finden. Die Benennung des Schuldigen «erklärt» den Unfall, weitere Nachforschungen werden überflüssig. Die Zuweisung der Schuld soll psychologisch – und juristisch – entlastend wirken. Aus der Sicht der Psychologie ist die Diagnose «menschlicher Fehler» nicht das Ende der Analyse, sondern in vieler Hinsicht erst der Anfang. Denn menschliche Fehler unterliegen Gesetzmässigkeiten, und es ist von erheblicher praktischer Bedeutung herauszufinden, welche Mechanismen hinter einem speziellen Fehler stehen.

Ausgangspunkt der folgenden Darstellung ist die Überlegung, dass menschliche Fehlhandlungen nicht etwas ganz anderes sind als erfolgreiches menschliches Handeln, sondern denselben Prinzipien folgen: Dieselben Faktoren, die die Effizienz menschlichen Handelns ermöglichen, sind häufig auch für dessen Versagen verantwortlich. Im folgenden geht es vor allem darum, wie Menschen Informa-

tionen aufnehmen und verarbeiten und welche Fehlerquellen dabei entstehen.

Zu betonen ist dabei: Für Fehlhandlungen ist nicht wesentlich, ob sie gravierende Konsequenzen haben. Gerade in Anlagen mit hohem Sicherheitsstandard werden ja Fehlhandlungen – ebenso wie technisches Versagen – meist durch technische Vorrichtungen oder durch menschliche Eingriffe aufgefangen. Die Mechanismen aber sind dieselben – egal, ob ein Fehler zu einem Unfall führt oder ohne Folgen bleibt.

Fehler und ihre Logik

Es ist nützlich, zwischen zwei Arten von Fehlverhalten zu unterscheiden: Auf der einen Seite stehen die *Irrtümer*, auf der anderen Seite die *Fehler* im engeren Sinn.

Irrtümer sind dadurch gekennzeichnet, dass man die Lage falsch einschätzt. Man tut daher etwas Falsches, denkt aber, es sei richtig. Die Handlung ist bewusst gesteuert und erfolgt absichtlich. Nicht beabsichtigt ist die Konsequenz dieser Handlung.

Ein Mann arbeitete in einem Raum mit einer Hochspannungsanlage. Niemand durfte in dem Raum sein, solange die Anlage in Betrieb war. Ein technisches Sicherheitssystem sorgte dafür, dass die Tür blockiert wurde, wenn die Anlage Spannung führte. Für die Arbeiten war die Spannung abgeschaltet worden. Nun ging der Mann einmal hinaus, und als er zurückkehrte, fand er sich vor einer geschlossenen Tür. Er «wusste» aber, dass die Anlage in dem Raum spannungsfrei war – schliesslich hatte er bis vor ein paar Minuten dort gearbeitet! Er war der festen Überzeugung, dass das Sicherheitssystem versagt hatte und die Tür irrtümlich versperrt war. Er brach die Tür auf. Weil seine Überzeugung so stark war, kam er anscheinend gar nie auf den Gedanken, er könnte sich im Raum geirrt haben und vor der falschen Tür stehen – es gab nämlich in diesem Gebäude noch eine Reihe von praktisch identischen Räumen mit gleichartigen Türen.

Fehler im engeren Sinn hingegen sind Handlungen, die nicht beabsichtigt sind, die unter Umständen sogar gegen den eigenen bewussten Willen ablaufen können. Beim Irrtum führt man also mit Absicht etwas aus, was man fälschlicher-

Prof. Dr. Norbert Semmer, Universität Bern
Institut für Psychologie, Unitobler
3000 Bern 9, norbert.semmer@psy.unibe.ch

lich nie sein. Selbst wenn es gelingen sollte, technische Anlagen so weit zu automatisieren, dass im Normalfall kaum mehr ein Mensch in ihnen tätig ist – der Mensch bleibt der einzige, auf den es ankommt, wenn die technischen Systeme irgendwann einmal versagen. Und bei aller Fehleranfälligkeit, die Menschen haben – wir haben vor der Technik einen unschlagbaren Vorteil: Wir sind die einzigen, die selbst dann noch reagieren können, wenn ein Störfall eintritt, den niemand vorhergesehen hat und auf den daher die Technik allein nicht angemessen reagieren kann.

Wir müssen uns also wohl oder übel mit dem «menschlichen Faktor» im Sicherheitsgeschehen auseinandersetzen. In dieser Auseinandersetzung trifft man auf weitreichende Missverständnisse und Vorurteile. Es wird zuviel moralisch geurteilt, anstatt den Fehlermechanismen nachzuspüren. «Wie konnten Sie das bloss tun?» ersetzt die Frage: «Was

weise für richtig hält, beim Fehler weiss man, dass etwas falsch ist, aber es passtert einem trotzdem.

Dieselbe Handlung kann somit – je nach Umständen – einen Fehler oder einen Irrtum darstellen: Nehmen wir an, man möchte jemanden anrufen, dessen Telefonnummer mit 22 beginnt. Wenn man fälschlicherweise denkt, die Nummer beginne mit 23, dann wählt man mit voller Absicht die 23 – und befindet sich damit im Irrtum. Wenn man hingegen – korrekterweise – glaubt, der Anfang sei 22, sich aber «verwählt» und versehentlich 23 einstellt, dann begeht man einen Fehler.

Im folgenden soll zunächst von Fehlern im engeren Sinn und anschliessend von Irrtümern die Rede sein.

Fehler im engeren Sinne

Fehler im engeren Sinn sind dadurch gekennzeichnet, dass man etwas tut, was man gar nicht will. Solche Fehler hängen sehr oft mit Routine zusammen. Routine ist ein sehr allgemeines, verbreitetes und wichtiges Merkmal menschlichen Handelns. Sie entwickelt sich mit zunehmender Übung und zeichnet sich durch folgende Merkmale aus:

Routinehandlungen verlangen weniger bewusste Aufmerksamkeit: Wenn wir das Autofahren lernen, müssen wir uns zum Beispiel voll auf das Schalten konzentrieren; währenddessen können wir kein Gespräch führen, unsere Aufmerksamkeit ist voll in Anspruch genommen. Mit ausreichend Übung schalten wir quasi «automatisch», wir müssen uns nicht mehr darauf konzentrieren, unsere Aufmerksamkeit ist frei für andere Aufgaben. Diese Automatisierung bedeutet allerdings auch, dass wir unsere Handlungen weniger unter bewusster Kontrolle haben.

Wer schon einmal eine Datei fälschlicherweise gelöscht hat, obwohl das Programm vor dem endgültigen Löschen fragt, ob man wirklich löschen will, weiss, wovon die Rede ist: Die Sequenz Löschen – Bestätigen – Enter ist schon so oft ausgeführt worden, dass sie automatisch erfolgt. Und dann nützt es unter Umständen nicht mehr viel, wenn man im gleichen Moment merkt, dass man dabei ist, die falsche Datei zu löschen. Die Handlung ist so automatisiert, dass man sie nicht mehr rechtzeitig stoppen kann.

Routinen lassen sich nur sehr schwer umlernen: Bekanntermassen ist es leichter, etwas neu zu lernen als es umzulernen. Früh erworbene schlechte Gewohnheiten wird man nur schwer los. Deshalb ist eine gute Ausbildung wichtig, in der

von Anfang an die richtigen Routinen eingeübt werden.

Routinen werden in «passenden» Situationen fast automatisch ausgelöst: Wenn nun eine Situation auftritt, die der «passenden» Situation ähnlich ist, kann das – fälschlicherweise – eine Routinehandlung auslösen. Besonders gefährlich wird es, wenn wir eine Handlungssequenz ausführen, deren Anfang mit unserer Routinehandlung übereinstimmt. Oft «übernimmt» dann das Routineprogramm.

Da ist die Geschichte von dem Mann, der im zweiten Stock wohnt und ausnahmsweise das Haus über den Keller betritt, weil er dort etwas versorgen will. Anschliessend geht er wie gewohnt zwei Stockwerke hinauf und versucht vergeblich, die Wohnungstür im ersten Stock zu öffnen...

Alte Routinen sterben langsam: Sie warten geradezu auf ihre Chance. Unter speziellen Bedingungen können sie noch nach langer Zeit auftreten: Wenn unsere Aufmerksamkeit auf andere Dinge gerichtet ist und zugleich die richtigen Auslösebedingungen vorliegen, können alte Routinen wieder auftauchen.

In einem Stahlwerk gab es die Position des Konverterdrehers. Er musste den Konverter drehen, so dass z.B. Roheisen oder Schrott zugegeben oder der Abstich vorgenommen werden konnte. Den entsprechenden Hebel zu betätigen erforderte viel Kraft. Man beschloss daher eines Tages, eine Hydraulik einzubauen, um die körperliche Belastung zu reduzieren. Es wurde sehr wohl erkannt, dass nun die Gefahr bestand, dass der Arbeiter «aus alter Gewohnheit» zuviel Kraft aufwenden und den Konverter zu weit drehen könnte. Man wies ihn daher auf diese Gefahr hin. Das Ganze ging mehrere Wochen gut. Aber eines Tages tauchten bei einer Charge Probleme auf, Hektik entsteht, er hört die Kollegen laut und geizt rufen, versucht zu verstehen, was sie

schreien. In dem Moment kommt die Aufforderung, den Konverter zu drehen – und er überdreht ihn, flüssiger Stahl schwappt heraus. Die Vorgesetzten sind fassungslos, sie hatten den Mann schliesslich auf diese Gefahr hingewiesen.

Natürlich war er «schuld» an dem Vorfall, denn er hatte – trotz diesen Ermahnungen – nicht aufgepasst. Tatsächlich waren in diesem Fall geradezu ideale Bedingungen gegeben, um die alte Routine wieder zum Vorschein kommen zu lassen:

- Die neue Handlungsweise war schon ein kleines bisschen eingeschliffen und hatte ihren Neuigkeitswert verloren. Unter diesen Umständen lässt die Aufmerksamkeit nach.
- Die Situation war hektisch.
- Der Mann wurde durch Rufe der Kollegen abgelenkt.

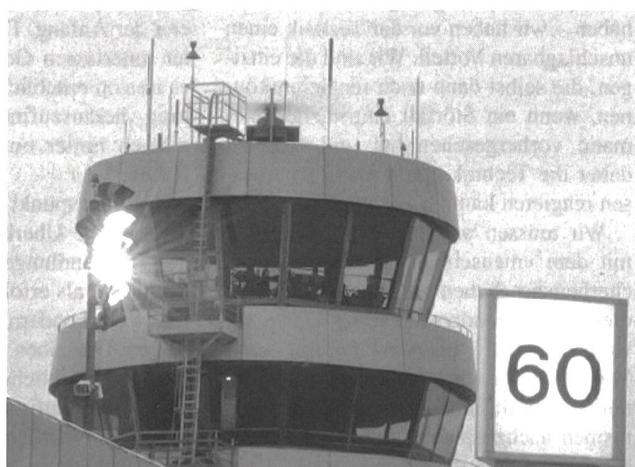
Aus diesem Beispiel können wir folgende Faustregel ableiten: Da sich Routinen nicht abschaffen lassen (ohne sie sind wir handlungsunfähig), muss darauf geachtet werden, dass zwei Situationen, die unterschiedliches Handeln erfordern, so unähnlich wie möglich gestaltet werden, um eine Fehlauslösung der alten Routine zu vermeiden.

Im konkreten Fall läge zum Beispiel nahe, die Bewegungsrichtung des Hebels zu ändern (beispielsweise neu von links nach rechts anstatt wie vorher von hinten nach vorne).

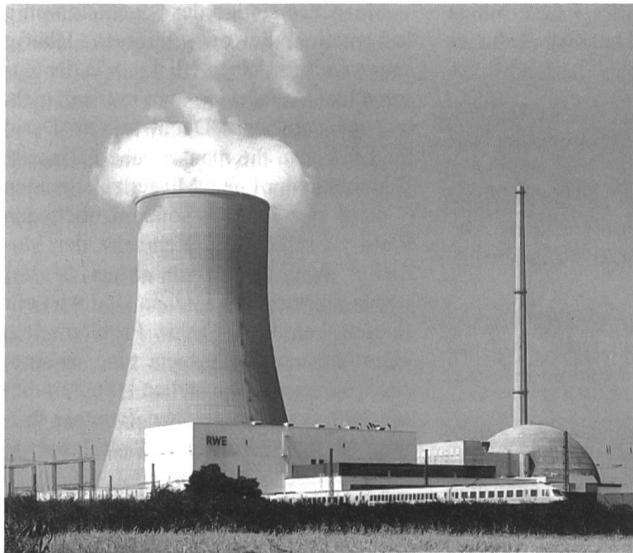
Das Problem der Aufmerksamkeit

Routinefehler, Verwechslungen, Auslassen von notwendigen Schritten – all das hat viel mit Aufmerksamkeit zu tun. Und so findet man häufig die Meinung: «Wenn die besser aufgepasst hätten, dann wäre das nicht passiert.» So einfach ist das mit dem «Aufpassen» aber nicht.

In der Regel können wir uns auf das konzentrieren, was wir beachten wollen:



Arbeit im Flughafen-Tower: mangelnde Aufmerksamkeit kann fatale Folgen haben.
(Bild: Flughafen Düsseldorf)



Risikoverminderung
durch funktionierendes
Gesamtsystem Mensch/
Technik/Organisation
(Bild: RWE)

da hinschauen, wo wir wollen, die Anzeigen ablesen, die wir wollen; wir können sogar aus verschiedenen Geräuschen diejenigen herausfiltern, die uns wichtig sind (z.B. Maschinengeräusche). Aber diese Konzentrationsfähigkeit ist nicht unbegrenzt, sie unterliegt bestimmten Einschränkungen. Dazu gehört zunächst einmal, dass wir sie nur begrenzte Zeit aufrechterhalten können. Dauerkonzentration ist nicht möglich. Wie lange man sich konzentrieren kann, hängt von verschiedenen inneren und äusseren Bedingungen ab:

Ermüdung

Wenn wir müde sind, können wir uns zwar eine Weile lang «zusammennehmen», aber nach einiger Zeit verordnet uns unser Organismus Zwangspausen – kurzfristige Wahrnehmungsblockaden, die bis zu einer halben Sekunde dauern können («Sekundenschlaf»). Anfangs sind sie sehr kurz, und wir bemerken sie kaum, aber sie werden zunehmend länger – und zunehmend häufiger. Bei Arbeiten, bei denen jeder Handgriff sitzen muss oder bei denen man jederzeit reagieren müssen muss, sind daher ausreichend Pausen vorzusehen. Dabei gilt: Viele kurze Pausen beugen der Ermüdung besser vor als wenige lange.

Innere Ablenkung

Innere Ablenkung kann z.B. durch Gedanken und Vorstellungen entstehen, die wir nicht verscheuchen können, auch wenn wir uns kurzfristig gegen sie wehren können. Starke Emotionen – Sorgen, Traurigkeit, Wut und Ärger, aber auch Verliebtheit oder überschäumende Freude – drängen sich uns geradezu auf. Das passiert nicht unbedingt häufig, aber wenn es vorkommt, sollte man die Finger

von Arbeiten lassen, die gefährlich sind, bei denen jeder Handgriff sitzen muss.

Ergonomische Gestaltung

Unsere Wahrnehmung hängt mit davon ab, wie unsere Umgebung gestaltet ist. Da geht es einmal um die Frage, ob Anzeigen gut lesbar und eindeutig sind, genügend Kontrast bieten usw. Außerdem müssen wichtige Anzeigen so angebracht sein, dass man sie gut sieht – auch unter Stress, wenn sich das Gesichtsfeld einengt. Das Londoner Eisenbahnunglück im Oktober dieses Jahres ist dafür ein trauriges Beispiel: Offenbar wurde ein Signal überfahren, das so angebracht war, dass es schwer zu sehen war. Das Problem liegt hier nicht unbedingt beim Lokführer, sondern primär bei der Arbeitsgestaltung.

Äussere Ablenkung: störende Umgebungsreize

Besonders störanfällig für solche Ablenkungen sind Tätigkeiten, die volle Konzentration verlangen. Oft können wir noch so sehr versuchen, uns zu konzentrieren – gegen manche Umgebungsreize sind wir machtlos. Man versucht beispielsweise einmal, nicht hinzuhören, wenn jemand den eigenen Namen ruft! Laute, plötzliche Geräusche erzwingen unsere Aufmerksamkeit und lenken von dem, womit wir gerade beschäftigt waren, ab. Und genau in solchen Momenten können die falschen Routineprogramme ausgelöst werden.

Das war so im Fall des Konverterdrehers: Er war durch die Rufe und die Hektik der Kollegen abgelenkt – und hat genau in dem Moment sein altes Programm ausgeführt anstatt des neuen. Bei genauerem Hinsehen wird also aus «Der hat nicht aufgepasst» häufig: «Der wurde

abgelenkt» – ein für die Frage nach der Schuld nicht unerheblicher Unterschied.

Fehlende Umgebungsreize

Unsere Umgebung kann aber nicht nur zuviel, sondern auch zuwenig Stimulation bieten. Unter eintönigen, gleichförmigen Bedingungen erhält der Organismus nicht genügend Reize, um aktiv zu bleiben. Bei Überwachungstätigkeiten, bei denen normalerweise nichts passiert, oder bei Nachfahrten auf leeren, schnurgeraden Autobahnen können wir daher die Konzentration weniger lang aufrechterhalten. Auch hier sind häufige Pausen vorzusehen.

Aufmerksamkeit ist gerichtet

Fast alle kennen die Situation, in der man etwas sucht – z.B. ein Buch – und nicht findet, obwohl man es sozusagen direkt vor der Nase hatte. Der Grund: Man war überzeugt, dass es dick und rot sei, tatsächlich aber war es dünn und blau. Man findet es nicht, weil man etwas Dickes und Rotes sucht und andere Informationen ausblendet.

Das Beispiel zeigt sehr gut, dass unsere Aufmerksamkeit nicht einfach eine Frage von «mehr» oder «weniger» ist. Sie ist gerichtet – auf das, was wir für wichtig und für wahrscheinlich halten. Wenn wir das Falsche suchen, dann nützt es gar nichts, «mehr aufzupassen» – die wichtigen Informationen würden wir trotzdem nicht mitbekommen.

Gut ausgebildete und erfahrene Arbeitskräfte nehmen nicht unbedingt mehr Informationen auf als schlecht ausgebildete, oft sogar weniger – aber die wichtigeren, während sich Neulinge von allem möglichen verwirren lassen. Erstere haben also den besseren Filter, um aus den vielen Informationen, die auf uns einströmen, die wichtigen herauszufiltern. Filtern ist demzufolge nicht negativ, sondern unvermeidlich und nötig für effizientes Handeln. Aber zugleich ist unvermeidlich, dass wir Informationen immer weniger beachten, die unverändert bleiben und deshalb keinen Informationswert für unser Handeln besitzen.

Und so, wie wir Routineinformationen oft nicht mehr aufnehmen, so achten wir bei Routinehandlungen nicht voll konzentriert auf das, was wir tun. Hier liegt ja gerade der Vorteil von Routinehandlungen: Sie verlangen nicht mehr ständige Aufmerksamkeit. Mit einem Ergebnis kann aber sein, dass wir plötzlich nicht mehr sicher sind, ob wir einen bestimmten Handgriff, eine bestimmte Prüfung usw. auch wirklich ausgeführt haben. Die Weisheit von Checklisten liegt denn auch gerade darin, dass deren stures Abarbei-

ten das Übersehen eines Handgriffs verhindert.

Irrtümer

Ich habe schon darauf hingewiesen, dass viele riskante Verhaltensweisen mehr mit der Einschätzung von Wahrscheinlichkeiten zu tun haben als mit einer Geringschätzung der Sicherheit. Im folgenden soll zunächst allgemein die Problematik der Risikoeinschätzung angesprochen und anschliessend das Problem von Fehldiagnosen untersucht werden.

Die Unterschätzung des Risikos

Gerade wenn viel unternommen wurde, um die Sicherheit zu erhöhen, ist die Wahrscheinlichkeit, dass wirklich etwas passiert, enorm klein. Nun sind Menschen aber offenbar nicht dazu geschaffen, mit kleinen Wahrscheinlichkeiten zu hantieren. Manchmal werden sie weit übertrieben (so etwa die Einschätzung von Verbrechenswahrscheinlichkeiten in der Schweiz), andere werden praktisch gleich Null gesetzt.

Systematisch unterschätzt werden Risiken vor allem dann, wenn die Gefahr nicht anschaulich ist: wenn sie nicht durch Geräusche, durch einen bedrohlichen Anblick usw. signalisiert wird und – und das ist besonders wichtig – wenn man sie schon oft bewältigt hat. Ereignisse, bei denen Mannschaften in Kernkraftwerken ein Sicherheitssystem nach dem anderen abschalten (Tschernobyl) oder bei denen warnende Hinweise ignoriert oder verharmlost werden (Challenger), sind schwerlich anders erklärbare: Man hat nicht ernsthaft damit gerechnet, dass etwas passieren würde, weil man das Gesamtsystem für enorm sicher hielt.

Besonders wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass allgemeine Risikoeinschätzungen und persönliche Risikoeinschätzungen nicht dasselbe sind. Häufig sehen wir ein Risiko, gehen aber davon aus, dass es uns nicht trifft: So wissen viele Raucher, dass Rauchen das Risiko von Krebs erhöht, glauben aber zugleich, dass sie selbst davon nicht betroffen sind.

Fehldiagnosen

Neben der Unterschätzung von Wahrscheinlichkeiten stellen Fehldiagnosen bzw. Fehlbeurteilungen der aktuellen Situation eine weitere Quelle von Irrtümern dar. Der Grund für solche Fehldiagnosen liegt häufig darin, dass Menschen nur über eine begrenzte Kapazität zur gleichzeitigen Verarbeitung von Informationen verfügen. Wir können nicht die vollständige Information beachten, wir müssen

selektiv vorgehen. In der Regel bilden wir uns dabei ein Urteil auf Grund einiger weniger Informationen:

- Wir achten bevorzugt auf Auffälliges, auch wenn es nicht unbedingt das wichtigste ist.
- Wir achten bevorzugt auf die Informationen, die zuerst eintreffen; später eintreffende Informationen werden weniger stark beachtet.
- Wir verwenden die Information, die gerade vorhanden ist. Dabei fällt uns oft nicht auf, wenn wichtige Informationen fehlen.
- Wir halten jene Diagnosen für glaubhafter, die uns leichter einfallen, die wir uns besser vorstellen können und die unmittelbar plausibel sind: Wenn beispielsweise die Anzeige für ein Ventil schon mehrfach angezeigt hat, das Ventil sei offen, obwohl es geschlossen war, dann gehen wir sehr schnell davon aus, dass das Ventil zu ist, auch wenn die Anzeige das Gegen teil meldet (so etwa 1987 in Biblis).
- Wir hören meist mit der Suche nach alternativen Möglichkeiten auf, wenn wir eine gefunden haben, die plausibel ist.
- Mehr noch: Wenn wir uns einmal eine Meinung gebildet haben, neigen wir dazu, sie zu bestätigen («Confirmation Bias»): Information wird so interpretiert, dass sie passt, andere Informationen werden nicht beachtet oder «weg erklärt».

So waren die Operateure im KKW Oyster Creek (1979) davon überzeugt, dass der Wasserstand im Ring ein verlässlicher Indikator für den Wasserstand in der Brennkammer sei. Normalerweise trifft das auch zu, nur in diesem Fall war es wegen einer Fehlschaltung nicht so. Weil die Wasserstandsanzeige des Rings die Wasserhöhe als ausreichend anzeigte, schloss man daraus, dass auch genügend Wasser in der Brennkammer vorhanden sei. Diese Überzeugung war so stark, dass ein Alarm, der auf das unzulässig niedrige Niveau hinwies, eine volle halbe Stunde ignoriert wurde – wahrscheinlich wurde er als Fehlalarm interpretiert.

Beim «Three Mile Island»-Unfall hätten die Operateure aus einem Temperaturanstieg schliessen können, dass ein vermeintlich geschlossenes Druckventil in Wahrheit offen war. Sie erinnerten sich aber daran, dass dieses Ventil schon öfter undichte Stellen aufgewiesen hatte; diesen – weniger gravierenden – Mangel machten sie dann für den Temperaturanstieg verantwortlich, und sie unterliessen es, weitere Prüfungen vorzunehmen.

Menschen sind in der Lage, aus wenig Information viel zu schliessen. Häufig sehen wir «auf einen Blick», wie der Zustand der Anlage ist, wir müssen nicht erst mühsam jedes Detail prüfen. Darin liegt ja genau die menschliche Effizienz: Wir sind in der Lage, Muster zu erkennen – nicht nur Bäume, sondern eben den Wald zu sehen. Die Kehrseite der Medaille: Wenn etwas zu einem Muster passt, das wir kennen, dann sind wir sehr schnell bereit, das neue Problem dem alten Muster zuzuordnen, eine entsprechende Diagnose zu stellen – und an dieser dann festzuhalten, ohne weitere Prüfung oder gar entgegen anderen Informationen.

All diese Tendenzen der Informationsverzerrung werden verstärkt durch starke Belastung, Stress und Ermüdung. Unter Belastung

- verengt sich unser Gesichtsfeld: Wir nehmen weniger wahr, konzentrieren uns auf wenige Informationen;
- vereinfacht sich unsere Denk- und Handlungsstruktur. Oft zeigt sich ein vermehrtes Auftreten von risikanteren Handlungsstrategien in der Art, dass zugunsten einer schnelleren Entscheidung oder Handlungsausführung die Genauigkeit verringert wird;
- konzentrieren wir alle Entscheide auf uns, delegieren weniger, sammeln alle Informationen – obwohl wir schlechter in der Lage sind, sie zu verarbeiten.

Gute Ausbildung ist unverzichtbar

Die obigen Ausführungen zeigen auch, wie wichtig eine gute Ausbildung ist: Sie kann dazu beitragen, dass wir eine möglichst präzise Vorstellung von unserem Arbeitsprozess haben und somit in der Lage sind, auch unter Stress die wichtigsten und nicht einfach die auffälligsten Informationen zu beachten.

Die Ausbildung muss aber auch Information über Fehler im menschlichen Urteilen beinhalten. Daraus können Regeln formuliert werden, die erstaunlich viel Nutzen bringen. So kann eine Regel wie «Lesen Sie erst den gesamten Bildschirm, bevor Sie sich eine Meinung bilden» oder «Gibt es irgendwo eine Anzeige, die Ihrer Diagnose widerspricht?» schon ausreichen, um Urteilsfehler abzuschwächen. Denn sobald man an das Risiko denkt, ist es bereits verringert: Man sucht dann aktiv Informationen, die die eigene Schlussfolgerung in Frage stellen. Entscheidend ist darum nicht nur das Wissen um mögliche Probleme – man muss auch im richtigen Moment daran denken!

Schliesslich muss Ausbildung nicht nur die «guten» Handlungsweisen ver-

mitteln, mit denen Fehler und Irrtümer vermieden werden, sondern auch Fehler-suchstrategien und Strategien der Fehlerdiagnose. Ausserdem muss sie die Fähigkeit fördern, mit einer problematischen Situation umzugehen, d.h. Fehlermanagement, nicht nur Fehlervermeidung zu betreiben.

Interpretation der Wirklichkeit

Mechanismen der beschriebenen Art gelten nicht nur für Individuen. Auch Gruppen und Organisationen bilden im Laufe ihrer Erfahrung gemeinsame Überzeugungen darüber aus, welche Ereignisse was bedeuten. Mit der Zeit werden daraus oft tiefverwurzelte soziale Selbstverständlichkeiten, die kaum noch hinterfragt werden, wie zum Beispiel:

- die Annahme, dass man bestimmte Sicherheitsvorschriften gefahrlos umgehen kann oder nicht;
- die Annahme, dass das Melden von Fehlern honoriert wird oder nicht – unabhängig von den jeweiligen offiziellen Beteuerungen;
- die Annahme, dass ein bestimmter Vorgesetzter «sauer» reagiert, wenn man ihn aus dem Bett holt und sich nachher herausstellt, dass alles in Ordnung war;
- die Annahme, dass einer bestimmten Anzeige weniger (oder mehr) zu trauen ist als dem eigenen Gefühl.

Häufig beruhen solche Annahmen auf konkreten Erfahrungen; mit der Zeit können sie sich aber verselbständigen. Ihre Gültigkeit wird dann als selbstverständlich vorausgesetzt, im Extremfall auch dann, wenn die Voraussetzungen für ihre Entstehung längst entfallen sind (z.B. ein Chef, der bei einem falschen Alarm ärgerlich reagiert hat, der aber längst in Pension ist) oder nie getestet wurden (man hat den Chef gar nie angerufen, ging aber immer davon aus, er würde ärgerlich reagieren), manchmal sogar dann, wenn es gegenteilige Erfahrungen gibt, die aber im Sinne einer Selbstüberschätzung «wegerklärt» werden («uns wäre das nie passiert»).

Erfahrungen können also auch trügerische Sicherheit vermitteln – wie die erwähnte Unterschätzung der Gefährlichkeit von Handlungen, die man schon oft erfolgreich ausgeführt hat. Solche Selbstverständlichkeiten können dann auch dazu führen, dass man die Frage, ob denn nun die Sicherheit gefährdet sei, in Situationen, die als sicher gelten, gar nicht mehr stellt. Eine schwierige Situation wird dann vielleicht eher als Problem der Wirtschaftlichkeit definiert, als lästiger Zusatzaufwand, als Möglichkeit, die

eigene Überlegenheit zu beweisen, als Herausforderung oder auch als Gefahr, sich lächerlich zu machen. Erst im nachhinein – wenn etwas vorgefallen ist – wird diese Situation von Aussenstehenden dann als Sicherheitsproblem definiert. Aus dieser Sicht – von aussen und im nachhinein – erscheint dann das Handeln der Beteiligten als unverständlich.

Informationsverarbeitung und Sicherheitsmotivation

Die Betrachtung der menschlichen Informationsverarbeitung (der kognitive Aspekt) hat natürlich auch grosse Bedeutung für die Motivation. Häufig wird ja mangelnde Motivation für fehlerhaftes Handeln verantwortlich gemacht.

Nehmen wir als Beispiel die Entscheidung, vor dem Anfahren einer grossen Anlage eine bestimmte Sicherheitsprüfung durchzuführen oder zu unterlassen. Was sind die Folgen, wenn die Prüfung durchgeführt wird? Das Risiko einer Störung wird noch einmal verringert. Aber die Anlage steht länger unproduktiv still.

Folgende Überlegung tönt nun sehr plausibel: Wenn der für das Anfahren der Anlage zuständigen Person die Sicherheit wichtiger ist, wird sie die Prüfung vornehmen, wenn ihr der Anlagenstillstand wichtiger ist, wird sie den Test unterlassen. So plausibel das erscheint, so falsch kann es sein. Wenn die Person nämlich gar keine Gefahr wahrnimmt, wenn sie davon ausgeht, dass sowieso nichts passieren kann – dann wird sie auch dann die Prüfung unterlassen, wenn ihr die Sicherheit außerordentlich wichtig ist.

Die erwähnten sozialen Selbstverständlichkeiten können das verstärken: Wenn sich im Team die Überzeugung herausgebildet hat, dass diese Prüfung sowieso nutzlos sei, dass die Vorschrift eher einem bürokratischen Denken entspringe als echtem Sicherheitsdenken – dann wird ein Unterlassen der Prüfung wahrscheinlicher. Vielleicht kommt sogar noch die Befürchtung dazu, von den anderen als ängstlich angesehen zu werden. Denn häufig gilt es als Zeichen der Schwäche, Hilfe in Anspruch zu nehmen oder «übergewichtig» zu sein. Vor allem in stark maskulin geprägten Kulturen ist dieses Phänomen verbreitet (man spricht daher auch vom «John-Wayne-Syndrom»). Und wer wird schon eine Prüfung ausführen, die sicherheitstechnisch nichts bringt, nur die Stillstandszeit verlängert und auch noch die Gefahr beinhaltet, dass man als Angsthase dasteht?

Hinter einem scheinbaren Mangel an Sicherheitsmotivation können also sehr

plausible Überlegungen und Erfahrungen stehen (s. ausführlicher zum *motivationalen* Aspekt menschlicher Fehler [5]). Es ist wichtig, nicht moralisch zu reagieren und Schuld zuzuweisen, sondern die dahinterstehenden Mechanismen zu kennen und aufzudecken.

Schlussfolgerungen

Was sind nun Schlussfolgerungen aus solchen Überlegungen? Es dürfte klar geworden sein, dass weder technische Lösungen allein noch ausschliesslich das blinde Vertrauen auf Vorschriften die Probleme bewältigen können – so wichtig beide sind.

Eine optimale Gestaltung der Technik, etwa im Hinblick auf ergonomische Probleme wie Lesbarkeit von Anzeigen usw., sowie generell eine Arbeitsgestaltung nach den bekannten Humankriterien [6] sind wesentliche Voraussetzungen für Sicherheit.

Insbesondere im Hinblick auf Anlagen, die technisch sehr weit entwickelt und äußerst sicher gestaltet sind, sind aber aus psychologischer Sicht die Schulung des Personals und der tägliche Umgang mit Problemen der Sicherheitskultur sicherlich sehr wesentlich. Nicht zufällig wissen höher qualifizierte Arbeitnehmer über mehr Gefahrenquellen zu berichten, insbesondere solche, die nicht offensichtlich sind, sondern unter Umständen erst durch eigene Prüfprozesse ermittelt werden müssen.

Nebst der allgemeinen Ausbildung ist aber noch eine spezielle Sicherheitsausbildung unabdingbar. Sie muss neben fachlichen Kenntnissen auch Ausbildunganteile über Fehlertendenzen im Wahrnehmen und Entscheiden enthalten. Wir müssen wissen, dass wir Routineinformation leicht übersehen, dass wir vertraute Diagnosen manchmal vorschnell auf neue Situationen übertragen, dass wir vor allem nach bestätigenden Informationen suchen, wenn wir uns einmal ein Urteil gebildet haben – bis hin zur Uminterpretation von Warnhinweisen im Sinne unserer Überzeugung. Ebenso gehört dazu ein Training in der Diagnose von Fehlern – verbunden mit dem Üben von Regeln, die unseren Fehlertendenzen entgegenwirken – z.B. «Brich die Suche nicht zu schnell ab, suche das ganze Feld ab!» Derartige Trainings haben nachweislich Erfolg. Wir müssen wissen, dass wir Gefahren leicht unterschätzen – und zwar vor allem Gefahren, mit denen wir routinemässig umgehen, die wir schon oft gemeistert hatten. Und wir müssen wissen, dass wir leicht einer Illusion der Unverletzlichkeit unterliegen: «Für die

anderen ist das gefährlich, ich habe das im Griff!»

Darüber hinaus sollte die Ausbildung nicht nur darauf abzielen, Fehler zu vermeiden. Vielmehr gilt es auch zu trainieren, wie man einmal begangene Fehler wieder korrigieren kann, wie man aus einer kritischen Situation wieder herausfindet. All das erfordert eine offene Kommunikation über Fehler – und eine solche offene Kommunikation zu etablieren ist alles andere als einfach.

Bei alledem muss man immer im Auge behalten, dass wir es mit einem Gesamtsystem zu tun haben, bei dem Mensch, Technik und Organisation zusammenwir-

ken. Zu manchen Fehlern verleitet eine Arbeitsgestaltung, die menschlichen Eigenheiten zuwenig entspricht. Und nicht selten passieren Fehler bei dem Versuch von Menschen, technisches Versagen auszugleichen. Aber ohne den offenen Umgang mit Fehlern wird der organisationale Rahmen zuwenig Unterstützung bieten, um eigene Fehler offen zuzugeben, zu diskutieren, zu analysieren und wirklich als Lernchance zu begreifen.

Das berühmte «menschliche Versagen» ist also meist ein Versagen des Gesamtsystems. Wenn wir Fehler vermeiden und Fehler beherrschen wollen, dann darf es nicht darum gehen, Schuldige zu su-

chen, sondern darum, Fehler in ihrer Logik und im Zusammenspiel von Mensch, Technik und Organisation zu analysieren.

Schliesslich ist die eingangs getroffene Feststellung, dass menschliche Fehlhandlungen häufig an Störfällen beteiligt sind, nur die eine Seite der Medaille. Die andere wird dann oft vergessen: Auch technische Systeme können versagen – und dass dieses Versagen meist nicht zu gravierenden Folgen führt, liegt oft daran, dass Menschen korrigierend eingreifen. Menschen produzieren nicht nur Störfälle, sie verhindern sie auch.

Literatur

- [1] G. Grote, C. Künzler (Hrsg.): Theorie und Praxis der Sicherheitskultur. Zürich: Verlag der Fachvereine, 1996.
- [2] J. Misumi, B. Wilpert, R. Miller (Eds.): Nuclear safety: A human factors perspective. London: Taylor & Francis, 1999.
- [3] J. T. Reason: Human error. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- [4] C. G. Hoyos: Psychologische Unfall- und Sicherheitsforschung. Stuttgart: Kohlhammer, 1980.
- [5] N. Semmer, A. Regenass: Der menschliche Faktor in der Arbeitssicherheit. Mechanismen, Verhütung und Korrektur von menschlichen Fehlhandlungen. In G. Grote & S. Künzler (Hrsg.): Theorie und Praxis der Sicherheitskultur, Zürich: Verlag der Fachvereine, 1996, S. 53–81.
- [6] E. Ulich: Arbeitspsychologie. Stuttgart: Poeschel, und Zürich: Verlag der Fachvereine, 1994.
- [7] G. Wenninger: Arbeitssicherheit und Gesundheit. Psychologisches Grundwissen für betriebliche Sicherheitsexperten und Führungskräfte. Heidelberg: Asanger 1991.

Erreurs humaines et sécurité au travail

Le facteur humain dans la technique et l'organisation

Les actes humains erronés ne sont pas simplement le contraire de l'action humaine réussie mais obéissent aux mêmes principes. Les aspects cognitifs, sociaux et motivationnels influencent la manière dont les humains perçoivent et assimilent les informations. En outre, la défaillance humaine doit d'ordinaire être considérée comme une défaillance de tout le système homme/technique/organisation. Afin d'éviter que les erreurs aient de graves conséquences, il faut les analyser dans leur logique et dans l'action globale de ce système d'ensemble, et orienter l'instruction en fonction de la gestion des erreurs et non simplement de leur évitement.

