

# Risiken und Nebenwirkungen

Am 9. Februar 2016 kollidierten um 06.47 Uhr auf der Bahnstrecke Holzkirchen–Rosenheim in Deutschland nahe dem Bahnhof Bad Aibling zwei Züge der Bayerischen Oberlandbahn. Dabei wurden elf Personen getötet, 27 schwer und 63 Personen leicht verletzt. Beide Triebfahrzeuge, der Oberbau der Strecke und die Fahrleitung wurden stark beschädigt; der Sachschaden belief sich insgesamt auf ca. 20 Millionen Euro.

**Katrin Fischer**

Im Untersuchungsbericht zum Zugunglück in Bad Aibling heisst es unter anderem: «Die Zugkollision der beiden Regionalzüge ist auf mehrere betriebliche Fehlhandlungen des Fahrdienstleiters (Fdl) Bad Aibling zurückzuführen. [...] Der Fdl hat während der Dienstschrift ein privates Mobilfunkgerät benutzt, um ein Onlinespiel zu spielen. [...] Die Nutzung eines privaten Mobiltelefons ist für Fdl nach Ril 408.0111 Abschnitt 4 während der Arbeitszeit verboten. [...]» Ein Sachverständiger führte im anschliessenden Gerichtsverfahren aus, dass «zwischen 06:09:42 Uhr und 06:40:47 eine aktive Spielzeit von 21,53 Minuten vorlag (d.h., der Anteil der Spielzeit an der Arbeitszeit betrug 72%) [...] und dass mit hoher Wahrscheinlichkeit davon auszugehen ist, dass die gleichzeitige Beschäftigung mit dem Computerspiel zu einer verminderten kognitiven Ressourcenzuteilung für die betrieblichen Aufgaben führte [...]» Mit anderen Worten: Zu der Katastrophe kam es auch deshalb, weil der verantwortliche Fahrdienstleiter auf dem Handy gespielt hatte und dadurch offenbar so abgelenkt war, dass er mehrere Fehlhandlungen beging. So weit – so einfach. Logische Konsequenz aus einer solchen Annahme wäre: «Ersetzt den Fahrdienstleiter durch einen zuverlässigeren Kollegen, und das System ist wieder sicher!»

Nun, in dieser Rhetorik wird bereits deutlich, dass es nicht so einfach ist. Was wäre gewesen, hätte der Mann nicht gespielt, sondern diese 70 Prozent seiner Arbeitszeit aus dem Fenster geschaut?



© R. Strässle

**Zunehmende Automatisierung kann zu einem Verlust von Fertigkeiten bei den Operateuren führen.**

Vermutlich wäre er nicht zu derselben hohen Freiheitsstrafe verurteilt worden – aber wäre das System damit sicherer gewesen? Die Fragen, die das zugegebene extreme Beispiel nahelegt, sind: Was hat das System so unsicher gemacht? Wieso konnte der Fahrdienstleiter 70 Prozent seiner Arbeitszeit Handyspiele spielen? Und warum hat er es getan? War seine Arbeitsaufgabe so langweilig, so monoton? Und warum hat die Technik die Fehler des Menschen zugelassen und sie nicht verhindert oder korrigiert? Es soll hier nicht um die Analyse dieses konkreten Falls gehen, aber er macht doch einige zentrale Aspekte von Automatisierung und ihren möglichen «Risiken und Nebenwirkungen» deutlich.

## Automatisierung schafft häufig neue Probleme

Komplexe technische Systeme sind in immer stärkerem Masse automatisiert – unter anderem mit dem Ziel der Erhöhung ihrer Sicherheit und Zuverlässigkeit. Aber die Annahme «Mehr Sicherheit durch mehr Automatisierung» geht nicht zwangsläufig auf, wie das Beispiel Bad Aibling zeigt. Automatisierung soll im Allgemeinen Fehler vermeiden; häufig schafft sie jedoch neue. Man spricht von sogenannten «Ironien der Automatisierung» (Bainbridge, 1983).

Derzeit gängige automatische Systeme, zum Beispiel im Langstreckenflug oder bei der Zugverkehrsleitung im Re-

gelbetrieb, entlasten Operateure vor allem in Phasen mit ohnehin geringer Arbeitslast: Die Konsequenz davon ist, dass Monotonie und Langeweile entstehen und die Operateure beginnen, sich «irgendwie» zu beschäftigen (im schlimmsten Fall mit Handyspielen), um wach zu bleiben. Dafür wird in kritischen Phasen mit ohnehin hohen Anforderungen die Belastung zusätzlich erhöht, da die Überwachung der Automatik als weitere Aufgabe hinzukommt. Es kommt dann nicht selten zu Zusammenbrüchen der Mensch-Maschine-Interaktion, weil der Operateur nicht mehr nachvollziehen kann, was das System tut.

Vier hauptsächliche unerwünschte Effekte lassen sich als negative Folgen von Automatisierung ausmachen:

**Verlust von Situationsbewusstsein:** Der Begriff «Situationsbewusstsein» bezieht sich auf das Wissen eines Operateurs (z.B. eines Fahrdienstleiters) über den Zustand des Systems, das er zu kontrollieren hat, mit all den dazugehörigen Elementen (z.B. der zu überwachende Sektor mit Zügen, Gleisbelegung, Fahrplänen usw.). Situationsbewusstsein beinhaltet nicht Wissen per se, sondern aufgabenrelevantes Wissen, und die Fähigkeit, aus diesem Wissen künftige Systemzustände vorherzusagen (Endsley, 1995). Ungünstige Bedingungen, wie Monotonie, eine schlechte Interface-Gestaltung, zu hohe Komplexität des Systems oder mangelnde Transparenz der Prozesse, können zu einem Verlust von Situationsbewusstsein führen und in der

Folge Fehlhandlungen bis hin zu technischen (und menschlichen) Katastrophen nach sich ziehen (Reason, 1990; Badke & Schaub, 2008).

**Verlust von Fertigkeiten («de-skilling»):** Zunehmende Automatisierung kann zu einem Verlust von Fertigkeiten bei den Operateuren führen, wenn diese nie oder nur noch selten die Gelegenheit haben, das System manuell zu bedienen (Manzey, 2008). Viele Operateure verzichten aus diesem Grund auf die Aktivierung bestimmter Assistenzsysteme, um selbst «nicht aus der Übung zu kommen», um ihre individuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten nicht zu verlieren und im Notfall handlungsfähig zu sein.

**Zu viel oder zu wenig Vertrauen in die Automation:** Eine hohe wahrgenommene Zuverlässigkeit der Automation, hohe Beanspruchung der Operateure durch gleichzeitige Aufgaben, Müdigkeit oder geringes Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit können zu einem übersteigerten, «blinden» Vertrauen in die Automation führen: Nutzer verlassen sich zu sehr auf die Technik und übersehen unter Umständen Automations- und Eingabefehler, oder sie entwickeln ein übersteigertes Vertrauen in die Assistenzsysteme, was Unterlassungs- oder Handlungsfehler zur Folge haben kann. Unterlassungen sind beispielsweise mangelndes Reagieren auf Systemfehler, wenn die Automation sie nicht entdeckt oder anzeigt; Handlungsfehler sind zum Beispiel ein fehlerhaftes Befolgen eines automa-

tisch generierten Hinweisreizes, ohne diesen zu verifizieren oder obwohl andere Informationen dagegen sprechen (Bahner, Hüper & Manzey, 2008; Parasuraman & Manzey, 2010).

Mangelndes Vertrauen in die Automation ist ebenfalls problematisch, wenn es zur Unterschätzung der «wahren» Systemzuverlässigkeit führt und dann automatisierte Systeme nicht genutzt werden. Dies ist besonders bei Alarm- und Warnsystemen kritisch (Parasuraman & Riley, 1997), wenn Alarme nicht mehr hinreichend beachtet oder sogar ignoriert werden. Mangelndes Vertrauen in die Automation resultiert beispielsweise aus der Erfahrung von Automationsfehlern, insbesondere bei leichten, aber nicht nachvollziehbaren Fehlern. Einem Taschenrechner, der bei der Addition von 1 und 2 als Ergebnis 4 ausgibt, wird der Nutzer sicher und mit gutem Grund nicht mehr vertrauen.

**Interaktionsprobleme zwischen Mensch und Maschine:** Ursachen für Automatisierungsprobleme sind nicht immer ausschließlich in den automatischen Systemen selbst zu suchen. Häufig liegen Ursachen in den Wechselwirkungen zwischen Mensch und Maschine:

- Die Automatik ändert selbstständig ihre Arbeitsweise, ohne dass die Operateure dies bemerken, bzw. die Automatik ändert ihre Arbeitsweise nicht, obwohl die Operateure es erwarten.
- Die Operateure sind sich nicht über die Funktionsweise der Automatik im Klaren.
- Die Automatik ist falsch programmiert.
- Ein Operateur ändert eine Einstellung, ohne dass die anderen Operateure dies bemerken.

Eine mögliche Ursache für derlei Probleme: Je komplexer die automatischen Systeme werden, umso höher ist die Anzahl möglicher Systemzustände und umso schneller kann der Mensch den Überblick über diese Systemzustände verlieren.

### Kooperatives System

Um die «Ironien der Automatisierung» möglichst zu vermeiden, sollte Automatisierung mit einem menschenzentrierten Ansatz erfolgen: Mensch und Maschine



Illustrationsbild: R. Strässle

**Automatische Systeme können dazu führen, dass Monotonie und Langeweile entstehen und die Operateure beginnen, sich «irgendwie» zu beschäftigen.**

bilden dabei ein kooperatives System, dessen Gesamtleistung optimiert werden muss. Die Leistungsfähigkeiten von Mensch und Maschine werden als komplementär, nicht konkurrierend und gegenseitig austauschbar betrachtet. Aber was bedeutet das, und wie kann man diese Forderungen in konkreten Systemgestaltungen umsetzen?

Zunächst einmal bedeutet es, dass die technische Zuverlässigkeit eines Systems eine notwendige, aber allein keine hinreichende Bedingung für die Verlässlichkeit

des gesamten sozio-technischen Systems ist. Es braucht übergeordnete Kriterien für die Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen (MMS), die arbeitspsychologische und Human-Factors-Aspekte mitberücksichtigen. Solche Kriterien sind beispielsweise:

- der Erhalt vollständiger Tätigkeiten, die a) den Operateuren das selbstständige Setzen von Zielen ermöglichen, b) Handlungsvorbereitungen und Planungsfunktionen erlauben, c) eine Auswahl der Mittel zur Ziel-

erreichung ermöglichen, d) Ausführungsfunktionen mit Feedback (ggf. zur Handlungskorrektur) beinhalten, e) eine Kontrolle mit Resultat-Feedback ermöglichen;

- der Erhalt von Gestaltungs- und Handlungsspielräumen;
- die Nutzung vorhandener Qualifikationen sowie der Aufbau neuen Erfahrungswissens;
- und die Gewährleistung von Prozesstransparenz (Grote, Wäfler, Ryser, Weik, Zölch & Windischer, 1999).

## LITERATUR

- Badke-Schaub, P., Hofinger, G., & Lauche, K. (2008). Human Factors. Psychologie sicheren Handelns in Risikobranchen. Heidelberg: Springer.
- Bahner, J. E., Hüper, A.-D. & Manzey, D. (2008). Misuse of automated decision aids: Complacency, automation bias and the impact of training experiences. *International Journal of Human-Computer Studies*, 66, 688–699.
- Bainbridge, L. (1983). Ironies of Automation. *Automatica*, 19, 775–779.
- Endsley, M. R. (1995). Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Human Factors Journal* 37 (1), 32–64.
- Grote, G., Wäfler, T., Ryser, C., Weik, S., Zölch, M. & Windischer, A. (1999). KOMPASS – Komplementäre Analyse und Gestaltung von Produktionsaufgaben in soziotechnischen Systemen. Zürich: vdf Hochschulverlag.
- Manzey, D. (2012). Systemgestaltung und Automatisierung. In Badke-Schaub, P., Hofinger, G., & Lauche, K. (Hrsg.), *Human Factors. Psychologie sicheren Handelns in Risikobranchen* (S. 333–352). Berlin: Springer.
- Parasuraman, R. & Riley, V. (1997). Humans and Automation: Use, Misuse, Disuse, Abuse. *Human Factors*, 39 (2), 230–253.
- Parasuraman, R. & Manzey, D. (2010). Complacency and bias in human use of automation: An attentional integration. *Human Factors*, 52 (3), 381–410.
- Reason, J. (1990). *Menschliches Versagen*. Berlin: Spektrum Akademischer Verlag.
- [https://www.eisenbahn-unfalluntersuchung.de/SharedDocs/Downloads/EUB/Untersuchungsberichte/2016/114\\_Bad\\_Aibling\\_-\\_Kolbermoor1.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.eisenbahn-unfalluntersuchung.de/SharedDocs/Downloads/EUB/Untersuchungsberichte/2016/114_Bad_Aibling_-_Kolbermoor1.pdf?__blob=publicationFile&v=1)

ANZEIGE



## AMSTEIN + WALTHERT SICHERHEIT AG

### Ingenieure SSI, Berater und Planer für:

- |                          |                            |
|--------------------------|----------------------------|
| ▷ Sicherheits-Konzepte   | ▷ Projekt-Leitung          |
| ▷ Massnahmen-Planung     | ▷ System-Evaluation        |
| ▷ Ausführungs-Begleitung | ▷ Expertisen               |
| ▷ Tür-Management         | ▷ Sicherheits-Organisation |

**... umfassende Dienstleistung aus einer Hand!**

**Amstein+Walthert Sicherheit AG**, Bresteneggstrasse 5, CH-5033 Buchs, Tel. 062 723 05 10  
SSI-Mitglied, Schweiz. Vereinigung unabhängiger Sicherheits-Ingenieure

Für jedes sozio-technische System muss bestimmt werden, wie sich diese Kriterien konkret umsetzen lassen und was sie im Einzelfall bedeuten. Wie viele Zielsetzungs-, Planungs-, Ausführungs- und Kontrollmöglichkeiten hatte der Fahrdienstleiter in Bad Aibling? Und wie viele solcher unterschiedlichen Tätigkeitsmerkmale hätte es gebraucht, um Monotonie und Langeweile vorzubeugen? Wie viel Prozesstransparenz braucht der Operateur, um ein System zu verstehen und gut bedienen zu können? Welche der Systemprozesse müssen auf welche Art und Weise für den Menschen transparent gemacht werden? Wie viel Automatisierung unterstützt den Operateur, und wann entmündigt sie ihn? All diese Fragen müssen bei der Gestaltung komplexer Mensch-Technik-Systeme gestellt – und beantwortet – werden.

### Fazit

Arbeitspsychologische Kriterien werden heute meist erst bei der Evaluation bereits bestehender sozio-technischer Systeme herangezogen – mit dem Nach-

teil, dass dann nur noch kleinere Korrekturen realisierbar sind, oft verbunden mit hohen Kosten. Wenn dagegen alle Perspektiven – betriebliche, ökonomische, sicherheitsbezogene und psychologische – bereits bei der Gestaltung künftiger Mensch-Maschine-Systeme Berücksichtigung finden, können von Beginn an die «Ironien der Automatisierung» antizipiert und minimiert und so die Potenziale guter Automatisierung viel gezielter ausgeschöpft werden. Ein hoher Automatisierungsgrad führt nicht zwangsläufig zu Problemen. Eine gute Automatisierung unter Berücksichtigung der genannten Kriterien und mit einer angemessenen Funktionsteilung zwischen Mensch und Maschine kann den «Ironien der Automatisierung» vorbeugen.

Das (vorläufige) Fazit also heisst: Je mehr automatisiert wird, umso wichtiger wird der Mensch, der korrigierend eingreift, wenn die Automatik ihre Grenzen erreicht. Künftig wird deshalb eine neue Qualität der Automatisierung erforderlich sein, die nicht primär von den techni-

schen Möglichkeiten, sondern verstärkt von den Fähigkeiten und Bedürfnissen des Menschen ausgeht. Ein Ansatz, der das Unglück von Bad Aibling möglicherweise zu verhindern geholfen hätte. Aber natürlich – hinterher ist man immer klüger... ■



PROF. DR.  
KARIN FISCHER

Diplom-Psychologin und Dozentin an der Hochschule für Angewandte Psychologie der Fachhochschule Nordwestschweiz.

Ihre Arbeitsschwerpunkte sind die Analyse menschlichen (Fehl)Verhaltens in komplexen sozio-technischen Systemen, menschliche Handlungszuverlässigkeit im Umgang mit technischen Systemen sowie die Gestaltung von Automatisierung.

ANZEIGE

 **interflex.**

Zukunftsorientierte  
Komplettlösungen  
für Zutrittskontrolle  
und Zeitwirtschaft

Interflex bietet Hard- und Software-  
lösungen aus einer Hand –  
individuell auf Ihre Unternehmens-  
ziele ausgerichtet.

Weitere Informationen unter  
[www.interflex.ch](http://www.interflex.ch)

  
**ALLEGION**