Human Factors

VY Safety Letter Spezial II

DFS Deutsche Flugsicherung

member of FABEC

Vorwort

„Learning from failure“ ist eine der zentralen Aufgaben, der sich jede High-Reliability-Organisation – wie auch die DFS eine ist – stellt und stellen muss. Wir unterhalten in der DFS ein ausgebautes System zur Untersuchung von Vorfällen. Das umfasst den gesamten M-7-Prozess und reicht vom Unternehmenssicherheitsmanagement über die Bereichssicherheitsmanagements bis zu den Vorfalluntersuchungen an den Niederlassungen. Die DFS-interne Vorfalluntersuchung zielt darauf ab, aus Vorkommnissen zu lernen – nicht darauf, Fehler zu ahnden. Dieses Lernen aus den Vorkommnissen ist es, das letztlich unsere Sicherheit auf das bekannte hohe Niveau bringt und hält. Das bestätigen auch die Zahlen: Ohne an dieser Stelle über absolute Werte sprechen zu wollen, muss man feststellen, dass das Verhältnis der ohne Vorkommnis kontrollierten „movements“ zu den tatsächlichen Vorfällen 99,99% Erfolg zu 0,01% Vorfällen ist.

Dieter Kaden

Vorsitzender der Geschäftsführung

Auf diese Erfolgszahl dürfen wir mit Recht stolz sein. Sie darf uns aber nicht zu dem Schluss führen, dass wir Safety „als gegeben“ hinnehmen können. Das hohe Sicherheitsniveau zu halten ist eine anspruchsvolle Aufgabe, die mit sehr viel Arbeit verbunden ist.

Die insgesamt sehr positiven Safety-Zahlen sollten uns dennoch dazu animieren zu überlegen, wie wir diesen Erfolg unseres Unternehmens messbar und damit sichtbar machen. Ist es wirklich ausreichend, die Vorfälle einfach nur zu dokumentieren oder benötigen wir nicht vielmehr auch ein System, das mit sogenannten „leading indicators“ den Erfolg des Unternehmens und den Zustand des Gesamtsystems beschreiben kann? Ich bin gespannt, in welche Richtung Sie – die Safety-Experten – unser System entwickeln werden.

Neben den Zahlen und Systemen darf aber nicht vergessen werden, dass letztlich der Mensch der entscheidende Faktor für das Thema Safety in der DFS ist. „Human Factors“ wurde von meinen Kollegen in der Geschäftsführung und mir deshalb auch als wichtiges Thema erkannt. Wir werden es auch in Zukunft weiter fördern und voranbringen. Nicht zuletzt auch, um in einer Zukunft, die durch SESAR und FABEC beherrscht wird und in der in zunehmendem Maße die Wettbewerbsfähigkeit und das „learning from the best“ im Vordergrund stehen wird, bestehen zu können. Und auch, gerade im Hinblick auf Safety, um eine Spitzenposition unter den europäischen ANSPs einnehmen zu können.

Inhalt

Einleitung

„Ein Bild sagt mehr als Tausend Worte!“ Diesen Spruch haben wir bestimmt alle schon einmal gehört und der Aussage können die meisten Menschen zustimmen. In einigen Bereichen, wie zum Beispiel im Straßenverkehr, ist es sogar unerlässlich, daß man Bilder bzw. Symbole verwendet. Man stelle sich nur mal vor, wenn auf Verkehrsschildern in Deutschland nur Text stünde, der die Bedeutung des Schildes erklärte.

Wir wollen an dieser Stelle den Begriff „Bild“ als Metapher für Situationen verwenden – gleichsam im Sinne des „traffic pictures“, des Verkehrsbildes im Flugverkehrskontrolldienst. Wollen wir verstehen, was ein Fluglotse in einer gewissen Situation tut, so müssen wir in der Lage sein, das gleiche „Bild“ wie der Lotse/die Lotsin zu sehen. Hierbei hilft kein noch so schön geschriebener Text (Tausend Worte) sondern wir müssen in die Situation eintauchen und uns zudem auf die gleichen Informationen beschränken, die in diesem Kontext für den Lotsen/die Lotsin verfügbar bzw. nutzbar waren.

Dabei wird man feststellen, dass die Entscheidungen eines Lotsen immer im Spannungsfeld mehrerer konkurrierender Ziele und unter enormem Zeitdruck getroffen werden. Dies gilt nebenbei für Entscheidungsprozesse jeglicher Art, wobei man im täglichen Leben jedoch mehr Zeit hat, Auswirkungen und Konsequenzen eingehender zu bedenken. Der Artikel zu ETTO befasst sich mit diesem Thema.

Wenn es zu einem Vorfall kommt, hat derjenige, der den Vorfall untersuchen muss, den Luxus „unbegrenzter“ Ressourcen. Er kennt nicht nur das Ergebnis, sondern ihm steht auch ausreichend Zeit zur Verfügung, die Situation genau zu analysieren und über alternative Lösungsmöglichkeiten der Situation nachzudenken. Dies kann dazu führen, dass der Untersuchende, ohne dies zu wollen, gegenüber der Situation bzw. dem Vorfall voreingenommen ist. Im Englischen wird diese Voreingenommenheit als „Hindsight Bias“ bezeichnet. Dieser „Bias“ führt häufig dazu, dass simplifizierte Erklärungen wie „Die Lotsin hat das Luftfahrzeug zu spät und nur um 15° weggedreht“ oder „Der Supervisor hat zu spät gesteuert, weshalb der Sektor in eine Überlastsituation geriet“ als Ursache eines Vorfalls ermittelt werden.

Die meisten Abschlussberichte in der DFS folgen diesem Muster – und mit dem Zitat vom Anfang gesprochen sagen uns dann Tausend Worte mehr als das Bild.

Wir können es uns als Unternehmen nicht erlauben, am Status quo festzuhalten. Wenn wir den Anspruch haben, unser System auch bei steigenden Verkehrszahlen sicherer zu machen, und wenn wir den Anspruch haben, aus Fehlern zu lernen, müssen wir die Art und Weise der Vorfalluntersuchung in der DFS entrümpeln und auf ein besseres Fundament stellen. Denn immerhin ist mit SESAR eine Verdopplung der Verkehrsmenge bei gleichbleibender Sicherheit geplant.

Darüber hinaus ist es langfristig wertvoller, wenn wir beginnen, auch den Erfolg zu messen. Denn wenn wir lernen, was zum Erfolg beiträgt, könnte man diese Faktoren stärken und somit die Erfolgsquote steigern. Wir wären dann nicht auf das Negative fixiert.

Der vorliegende zweite Safety Letter Human-Factor-Spezial befasst sich aus diesen Gründen schwerpunktmäßig mit dem Thema Vorfalluntersuchung. Wie immer freuen wir uns über Anregungen, Kritik und einen regen Austausch.

Viel Spaß beim Lesen!

Andreas Conrad und Jörg Leonhardt

Machen uns Unfälle sicherer?

Von Christoph Weber und Oliver Christ

Am 3.6.1980 hielten die Offiziere des U.S. SAC (Strategic Air Command) wie gewohnt Ausschau nach Anzeichen für russische Raketenangriffe, als ein Computerbildschirm meldete, dass Russland gerade land- und unterseebootgestützte nukleare Raketen abgefeuert hatte. Diese Raketen würden innerhalb weniger Minuten die USA erreichen. Im ganzen Land wurden über hundert mit nuklearen Sprengköpfen bestückte B-52-Bomber in Alarm versetzt. Kommandeure von nuklearen Unterseebooten wurden alarmiert und Offiziere in unterirdischen Raketensilos bereiteten sich auf den Start ihrer Raketen vor. Die Vereinigten Staaten waren bereit für einen nuklearen Krieg. Drei Minuten nach der ersten Warnmeldung stellte sich heraus, dass es sich offensichtlich um falschen Alarm handeln musste. Die amerikanischen Streitkräfte wurden zügig demobilisiert und der Vorfall eingehend untersucht.

Nach einem zweiten falschen Alarm einige Tage später gab das Department of Defense bekannt, dass ein Computerchip für 0,46$ eine Fehlfunktion aufgewiesen hatte. (Plous, 1993, S.140)

Befürworter eines Systems bewerteten Zwischenfälle als Belege für Sicherheit, Gegner eines Systems für die Gefahr eines Unfalls.

Infolge des Zwischenfalls entbrannte eine öffentliche Debatte über die Sicherheit nuklearer Abschreckung. Gegner argumentierten, dass der Zwischenfall eine ernsthafte Bedrohung der nationalen Sicherheit darstellte, während Befürworter zu dem Schluss kamen, dass das Sicherheitssystem funktionierte (U.S. Congress, 1981, Mai 19-20, S. 131-133).

Ein Zwischenfall, zwei Beurteilungen

Plous (1993) zeigte in entscheidungspsychologischen Experimenten, dass die Einschätzung, ob ein Zwischenfall ein Beleg FÜR die Sicherheit eines Systems (z.B. des amerikanischen Atomprogramms) ist, nicht von den Merkmalen des Zwischenfalls abhängt. Die Urteile bzw. Einschätzungen der untersuchten Personen richteten sich zu über 80% nach ihrer Einstellung zum zu bewertenden System. Befürworter eines Systems bewerteten Zwischenfälle als Belege für Sicherheit, Gegner eines Systems für die Gefahr eines Unfalls. In allen von Plous durchgeführten Experimenten bildeten sich Befürworter und Gegner auf Basis der gleichen Informationstexte ihre Meinung und trotz der gleichen zugrunde liegenden Fakten kamen die beiden Gruppen zu unterschiedlichen Ergebnissen. Plous kam zu dem Ergebnis, dass Zwischenfälle so interpretiert werden, dass sie in das Bewertungsschema des Bewertenden passen und dadurch Risikoeinschätzungen verzerrt werden. Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten von Zwischenfällen und das mit ihnen verbundene Risiko werden somit ungenau, um nicht zu sagen falsch, eingeschätzt. Folglich leitet man daraus dann Maßnahmen ab, die nicht effektiv sind.

Risikoeinschätzung

Wovon wird man in den USA eher getötet? Von herabfallenden Flugzeugteilen oder einem Haiangriff? Die meisten Menschen halten Tod durch Haiangriffe für wahrscheinlicher als Tod durch Flugzeugteile. Die Chance, von herabfallenden Flugzeugteilen getroffen zu werden, ist jedoch 30-mal höher als die Wahrscheinlichkeit, einem Haiangriff zum Opfer zu fallen. Haiangriffe tauchen zwar öfter in den Medien auf und sind dank Hollywood leichter vorstellbar, doch die Verfügbarkeit von Bildern und Fakten führt zu Trugschlüssen.

***Christoph Weber** studierte bis 2008 Psychologie und Psychopathologie an der TU Darmstadt und ist dort seit 2009 Doktorand im Fach Arbeits- und Ingenieurpsychologie.*

Seine Forschungsschwerpunkte sind Behandlung und Prävention chronischer Schmerzen und CISM-Wirksamkeitsanalysen.

Je einfacher wir uns etwas vorstellen können -je einfacher es uns also fällt, Beispiele zu finden- und je leichter es für uns ist, die Konsequenzen von etwas zu antizipieren, desto wahrscheinlicher erachten wir die Möglichkeit, dass ein solches Ereignis auch eintritt.

Wir müssen uns also fragen, ob wir einer verzerrten Wahrnehmung erliegen, wenn wir annehmen, dass ein Zwischenfall umso unwahrscheinlicher ist, je komplexer er sich darstellt und je mehr Faktoren an seiner Entstehung beteiligt sind.

Zusammenhänge sehen…

In folgendem Beispiel geben 360 fiktive Personen an, ob sie zwischen 10 und 11 Uhr morgens Kaffee konsumieren und ob während dieser Zeit ihre Konzentrationsfähigkeit hoch oder niedrig ist. Sehen Sie sich die Tabelle gut an und urteilen Sie, ob sich Kaffeetrinker besser konzentrieren können als diejenigen, die keinen Kaffee trinken.

		Konzentrationsfähigkeit	
		Hoch	Niedrig
Koffeinkonsum	ja	250	50
	nein	50	10

Viele Menschen lesen aus einer solchen Tabelle Zusammenhänge ab, die nicht bestehen. Um zu bestimmen, ob Konzentrationsfähigkeit und Koffeinkonsum in unserem Beispiel zusammenhängen, müssen wir zwei Verhältnisse vergleichen:

1.) Das Verhältnis von Konzentrationsfähigkeit hoch versus niedrig mit Kaffeekonsum (250/50)
2.) Das Verhältnis von Konzentrationsfähigkeit hoch versus niedrig ohne Kaffeekonsum (50/10).

Das Verhältnis ist gleich.

…wo keine sind

Die wenigsten überprüfen, ob ihre Annahmen widerlegt werden könnten.

Durch die hohe Zahl an Kaffeekonsumenten in unserem Beispiel kann schnell der Eindruck eines Zusammenhangs entstehen. Die Illusion wird durchschaubar, wenn man die Zahlen in Verhältnisse übersetzt. Nur einer von fünf Kaffeetrinkern gibt an, eine niedrige Konzentrationsfähigkeit zu haben. Aber auch nur einer von fünf Nicht-Kaffeetrinkern gibt an, eine niedrige Konzentrationsfähigkeit zu haben. Die meisten Menschen achten nur darauf, ob ihre Annahmen bestätigt werden (Wie viele Kaffeetrinker können sich gut konzentrieren?). Die wenigsten überprüfen, ob ihre Annahmen widerlegt werden könnten. Für Entscheidungsträger folgt aus dieser Tendenz, dass sie sich nicht nur auf Zusammenhänge bestätigende Befunde konzentrieren sollten, sondern auch auf solche, die dem widersprechen.

Eindrücke über Zusammenhänge entstehen oft aus einfachen Beobachtungen oder Erwartungen und es ist notwendig, sie genau zu prüfen.

Können wir aus Unfällen lernen?

Unsere Einstellung, unsere Zusammenhangsannahmen und die Verfügbarkeit von Informationen beeinflussen wesentlich unsere Urteilsfähigkeit. Es handelt sich dabei aber bei weitem nicht um alle Faktoren, die unsere Wahrnehmung und Einschätzung verzerren. Die in diesem Artikel beschriebenen Phänomene stellen nur einen kleinen Teil der psychologischen Phänomene dar, die seit der Mitte des 20. Jahrhunderts identifiziert und untersucht wurden. Um aus Unfällen überhaupt lernen zu können, müssen wir unsere Schlussfolgerungen hinterfragen. Sehen wir Zusammenhänge, wo keine sind? Gibt es Zusammenhänge, die wir übersehen haben? Wie stehe ich zu dem Vorfall, den ich untersuche? Welchen Einfluss hat meine Einstellung auf meine Wahrnehmung? Welche Erklärungen gibt es noch und wie lassen sie sich belegen? Wie lassen sich meine Vermutungen widerlegen? „Es ist derjenige am weitesten von der Wahrheit entfernt, der auf alles eine Antwort hat." (Zhuangzi)

Referenzen

Plous, Scott: The Psychology of Judgement and Decision-Making. McGraw-Hill series in Social Psychology, 1993.

U.S. Congress: House, Subcommitee of the Committee on Government Operations. (1981, May 19–20). Failures of the North American Aerospace Defense Command's (NORAD) Attack Warning System. 97th Congress, First Session. US Government Printing Office, Washington, DC.

Oliver Christ *legte 2003 sein Diplom in Psychologie ab und promovierte 2009. Von 2003 bis 2009 war er wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fach Klinische Psychologie und Psychotherapie an der TU Darmstadt und ist dort seit 2009 Habilitand und wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fach Arbeits- und Ingenieurspsychologie. Seine Forschungsschwerpunkte sind u.a. Human Computer Interaction und E-Learning.*

Tony is Head of Safety Unit within Network Manager Directorate of EUROCONTROL. He leads the deployment of safety management and human factors projects and programmes of EUROCONTROL. He has extensive ATC operational and engineering background (master degree– alumni class 1992 of avionics section of Aerospace Engineering Faculty).
A key area of focus has been that of Just Culture, where Tony's aim is to clarify and promote the concept.
Tony is a member of Royal Aeronautical Society and a UK certified engineer.

Lessons not Learned

Zagreb and Überlingen Mid-Air Collisions

Von Toni Licu

The question is: Do we learn at all from accidents or incidents? If we do, how, and how often? A few years ago, EUROCONTROL undertook a study to identify to what extent safety recommendations published in accident and serious incident reports are implemented. The study had a very clear objective: to understand and verify if in the aviation industry, we actually do take all opportunities to learn from our mistakes. Not surprisingly, the result was that we do not. The results also showed several instances where recommendations were repeated time and time again for similar types of occurrences.

I firmly believe that nowadays in the aviation industry there are very few "isolated cases". In many instances, there is a history of precursors which tend to repeat themselves albeit sometimes in a slightly different form. It is a widely known industry phenomenon (and concern) that, following an accident or incident, similar or related events come to light (sometimes preceding the subject case by years), often through unofficial channels. As a result, safety initiatives have been developed throughout the world that have not yet reached their full potential in incident and accident prevention.

The EUROCONTROL study found similar instances of mid-air collisions, fuel-shortage situations, runway incursions and excursions, airspace infringements, amongst others. The outcomes were not all the same but this is just pure chance. So why do we keep seeing the same recommendations being given again and again? Why do we fail to systematically learn from our mistakes? Several reasons can be posited – one can accept that we are all fallible, and therefore not all recommendations are even thought of in an investigation. It could also be that any given recommendation may not address all of the issues in the aftermath of the incident and its investigation. What is needed is a better, more structured way of using the output from an investigation.

The following article gives a striking example of two mid-air collisions that occurred more than 25 years apart. Accidents are rare events and we should not wait for them to start learning. I will also briefly touch on the more modern "systemic" approach for identifying causal factors of accidents and incidents.

Understanding the Causes of Accidents and Incidents

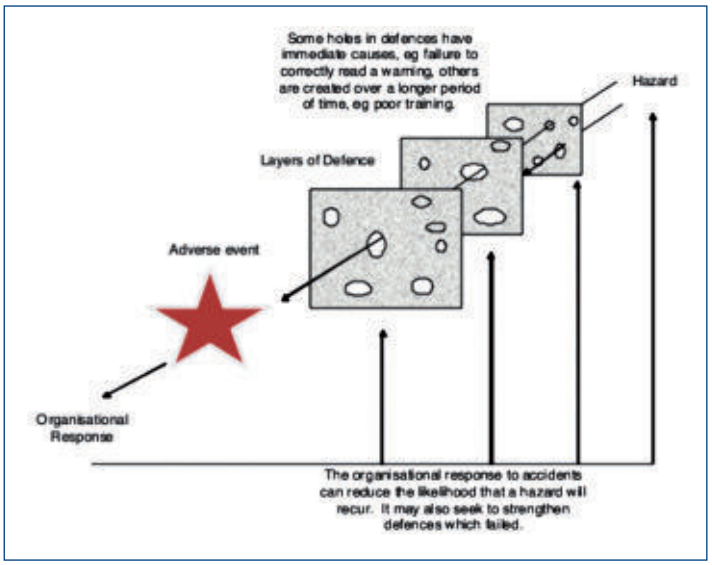
In the more recent past there has been a move away from the 'perfective' approach that focuses on inadequate operator training or indiscipline as the starting point for most adverse events [Johnson, 2003]. The work of Hollnagel [2004], Rasmussen [1997], Reason [1997], and others, have inspired a new perspective in which organisations must look for the longer term, 'systemic' causes of failure. Particular failures may indicate underlying weaknesses. For instance, a large number of human errors may indicate management problems in shift allocations or in team organisation, rather than unrelated instances of individual failure. A large number of technical faults may indicate underlying acquisitions and maintenance problems rather than specific deficiencies in particular equipment.

Hence, the work on accident investigation and analysis has been influenced by changes in our understanding of organisational decision-making.

The 'systemic' view of accidents also includes the idea that there are catalytic and latent causes of an occurrence. Latent causes are deficiencies in systems that do not lead directly to an occurrence. For example, the lack of a reliable backup system is a latent failure. It need have no direct impact upon the ability to operate until the primary system fails. This failure is the trigger or catalyst that exposes the latent deficiency.

A 'Systems' View of Organisational Decision-Making after Accidents and Incidents

A 'systemic' view of accidents also helps to answer the question: When does an accident or incident really begin? A number of different stages can be identified in the development of accidents (Reason, 1997). Organisational and systemic factors create contexts in which adverse events are likely to occur. Inadequate strategic decision-making, weak line management and confused audit mechanisms can lead to insufficient training, poor communications, and unworkable procedures. These contextual factors help to create situations in which human involvement, through acts of commission or omission, can lead to adverse events. The diagram below extends the previous 'Swiss cheese' model of accident causation to illustrate this perspective. As can be seen, the 'lessons learned' from an accident include insights into the hazards that originally triggered an adverse event. Hence, the consequences of an accident will influence the context in which both immediate and long-term decisions are made by many public and commercial organisations. Just as a host of contextual factors influence the decisions of organisations involved in accidents, many of the same issues influence the scope for intervention by regulatory and investigatory agencies in the aftermath of an accident. There is pressure to act as soon as possible to prevent any recurrence of an adverse event. Often, public and political influences act on organisations to make decisions before all accident causal data can be determined. It can also be difficult to identify all of the contributory factors in more complex accidents. The time pressure and uncertainty that are key elements of the decision-making process must also be considered in any analysis of intervention following adverse events.



Organisational Responses to Adverse Events

The Überlingen Mid-Air Accident

The Überlingen accident occurred on 1 July 2002 when a Boeing 757-200 was involved in a mid-air collision with a Tupolev TU154M [SAAIB, 2002, BFU, 2004] north of the small town of Überlingen, near Lake Constance [SAAIB, 2002, BFU, 2004]. There were nine crew members and sixty passengers onboard the Tupolev. The B757 had a crew of two. There were no survivors. The immediate causes of the accident included the failure of ATM personnel to identify and resolve the separation infringement in a timely manner. In addition, the TU154M crew followed the ATM instruction to descend although TCAS instructed them to climb. The latent causes included problems in the safety management procedures that left ATM personnel with inadequate systems support, for instance the visual Short-Term Conflict Alert (STCA) was disabled; the automatic correlation of radar targets and flight plans was removed; and direct communication links with neighbouring centres had also been removed. There were also problems in the staffing procedures in operation at the time of the accident. The official BFU report was published in May 2004.

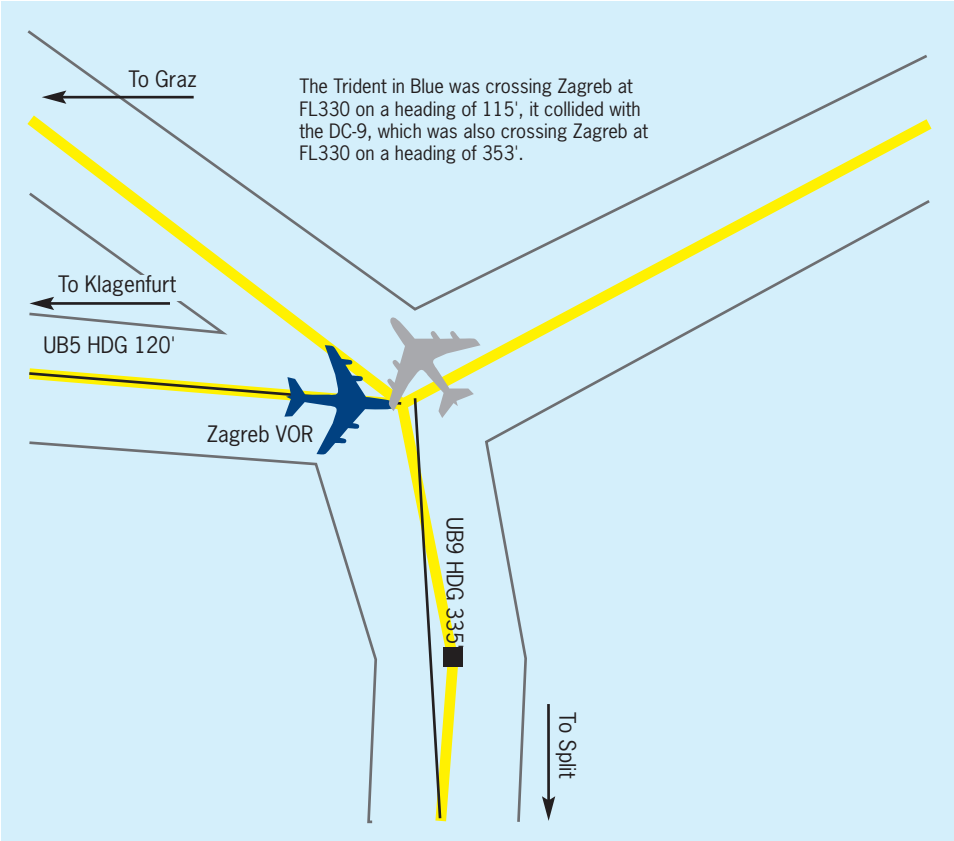
Überlingen in which pilots have followed the clearances given by controllers when they have (unknowingly) contradicted TCAS instructions.

The Überlingen collision has reawakened the debate between 'perfective' and 'systems' views of accidents outlined earlier. Immediately following the accident, it was argued that the pilots should have known the importance of following TCAS irrespective of controller intervention. This argument is based on the premise that TCAS is reliable and should be acted on even when it conflicts with the advice of a human controller. From this perspective, it seems unlikely that a similar accident would happen provided that pilots recognise the importance of complying with their on-board systems. However, there have been several incidents since Überlingen in which pilots have followed the clearances given by controllers when they have (unknowingly) contradicted TCAS instructions. The argument that pilots should always follow TCAS ignores many of the insights provided by naturalistic decision-making framework. In particular, it ignores the impact that conflicting contextual factors play in shaping our actions within complex real-world settings. It also ignores the fundamental observation that the TCAS system is fallible.

There are compelling reasons to look beyond the role of TCAS in the Überlingen accident. It may be unwise to focus narrowly on systems that influence decision-making in the last thirty seconds before a collision. Accidents such as the one in Überlingen allow us to consider the organisational factors that influence other barriers that improve overall system safety. We also need to look beyond the specific decisions made by the aircrew that led to the Überlingen collision. By adopting a systems view of the accident and by looking more widely at organisational decision-making, it is possible to consider the potential for future mid-air collisions.

At the same time as Federal agencies worked with the affected ANSP to improve safety management systems and to reform the governance of aviation safety, other agencies were working in response to political pressure (e.g. President Deiss' letter to President Putin). This response cannot be understood without first considering the political and social context. Across Europe and North America, there have been a number of recent initiatives to increase corporate responsibility for workplace accidents [Johnson, 2008]. Public pressure to increase accountability has been linked to the prosecution of four skyguide middle managers for negligent homicide leading to the Überlingen accident. The court sentenced three managers to 12-month suspended terms and one was fined. All the sentences were suspended for a two-year period. Four other technicians and controllers were acquitted by the court. Two of the four individuals convicted by the court have since retired from skyguide.

The two remaining in skyguide employment assumed new responsibilities within the organisation. The four that were acquitted were free to resume their previous roles.



The Zagreb Mid-Air Accident

In the mid-seventies, Zagreb was one of the busiest air traffic control centres in Europe. Its navigation beacon (VOR ZAG) formed a junction of airways heavily used by en-route traffic to and from south-eastern Europe, the Middle East, the Far East and beyond. Looking after all this traffic was a group of understaffed and overworked air traffic controllers using a test version of the radar system and radio transmitters that often failed to work.

On 10 September 1976, 176 lives were lost in a mid-air accident over Zagreb VOR involving an Inex Adria DC-9 and a BEA Trident. The BEA jet had been en-route from London to Istanbul, while the Inex-Adria aircraft was climbing out of Split airspace and was about to cross the altitude at which the BEA Trident was cruising. After attempting to resolve the situation (in English and using aviation phraseology), the controller asked the Inex-Adria pilots, in the Serbo-Croat language, to stop their climb at the level they were crossing at that moment (after the pilots asked “at which level?”). According to data given to the controller, the BEA jet appeared at FL335. It was actually at FL330. The Inex-Adria aircraft leveled off at exactly the same altitude. Three seconds later, Inex-Adria’s left wing smashed through the BEA’s cockpit and both aircraft plummeted to the ground.

“Improper ATC operation”, the accident investigation concluded. Officials from the aviation authority stated under oath that Zagreb ACC was understaffed; this would remain the case for many years af-

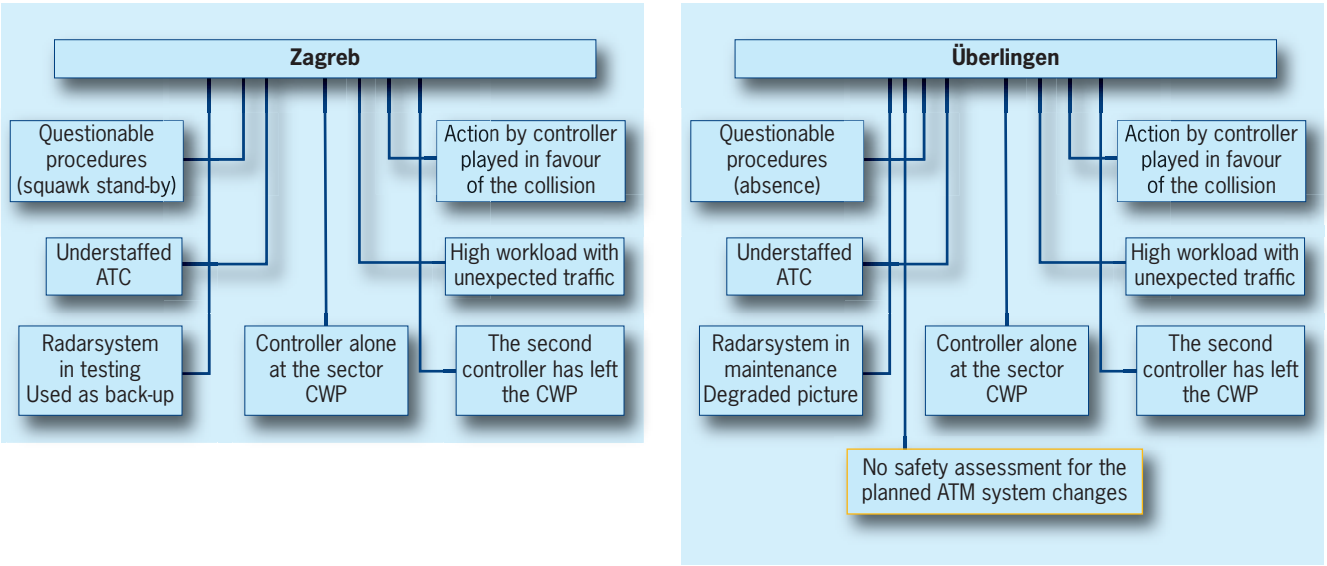
ter the crash. The judiciary, however, was to form its own opinion. The judge chairing the trial of controllers after the accident spent a significant amount of time in the Zagreb ACC, in an effort to understand the technology and working methods. One controller was sentenced to a prison term of seven years, despite officials from the aviation authority testifying that the Zagreb centre was understaffed by at least 30 controllers. Significantly, family members of one of the victims in this mid-air collision led a campaign to prevent the controller's jailing, and then joined with controllers to have him released after serving two years.[1]

It was not until the early 1990s that the whole air traffic control system around Zagreb was revamped. This is one reason why some victims doubt the efficacy of putting controllers on trial for their alleged errors. Victims often want to be assured something similar will not happen again, and criminal prosecutions of either controllers or managers may hinder this.

The similarities

If we leave aside for a moment the TCAS issue and we look at the two events in parallel, we see some very similar issues, such as: questionable procedures; understaffed ATC; major work on the radar system; a controller alone at a sector working position (or working different positions which are physically separated); sudden high workload with unexpected traffic.

Only one major difference can be found, as depicted below, i.e.the lack of safety assurance for the planned intervention over the ATM system, and this is probably influenced by a different regulatory regime being in place in 2002 than that of 1976.



A further parallel can be further explored on the judicial response. It can be argued that this response was guided by a different societal model which encouraged judicial bodies to look at the involvement of the front line operators as well as their managers who create the context in which operators are likely to make mistakes. Without specific corporate manslaughter legislation, legal action can be taken within the provisions of existing statutes for negligent homicide. It can be argued

[1] Thomas, G. (2002, September). Aviation on trial. Air Transport World, 9, 31-33

that the use of these measures in the aftermath of both Zagreb and Überlingen did not achieve their desired outcome of making European skies safer. Punishing people involved will not prevent reoccurrence of similar events. However, working on latent failures and acting on systemic safety recommendations will improve safety. Just Culture is a complex topic and is not the main thrust of this article.

Conclusions

This article does not pin-point at any individuals, organisations or states. It merely serves to raise awareness that there are different sources of valuable material. We have no formal "system(s)" yet in place to formally track safety recommendations. Nor do we have "formal procedure(s)" to collate lessons at a collective level.

Finally, one should not underestimate the importance of the quality and depth of investigations. But without a proper systemic view, we miss the potential opportunity for 'Learning'.

"To have an accident is unfortunate. To have an accident and learn nothing from it is unforgivable." (Flight Safety Foundation)

References

Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung (BFU: German Federal Bureau of Aircraft Accidents Investigation): Accident on 1 July 2002, Near Überlingen/Lake Constance, Germany Involving Boeing B757-200 and Tupolev TU154M. Investigation Report AX001-1-2/02, May 2004.

E. Hollnagel: Barriers and Accident Prevention. Ashgate Publishing, Aldershot/UK, 2004.

C.W. Johnson: Failure in Safety-Critical Systems: A Handbook of Accident and Incident Reporting. University of Glasgow Press, Glasgow/Scotland. ISBN 0-85261-784-4, 2003.

J. Reason: Managing the Risks of Organisational Accidents. Ashgate Publishing, Aldershot/UK, 1997.

J. Rasmussen: Risk Management in a Dynamic Society: A Modelling Problem. Safety Science, 27, 183–213, 1997.

Richard Weston and Ronald Hurst: Zagreb One Four: Cleared to Collide? ISBN 0-246-11185-2, 1982.

AAIB, British Airways Trident G-AWZT, Inex-Adria DC-9 YU-AJR: Report on the collision in the Zagreb area, Yugoslavia, on 10 September 1976 (Reprint of the report produced by The Yugoslav Federal Civil Aviation Administration Aircraft Accident Investigation Commission). Aircraft Accident Report 5/77.

AAIB, British Airways Trident G-AWZT, Inex-Adria DC-9 YU-AJR: Report on the collision in the Zagreb area, Yugoslavia, on 10 September 1976 (Reprint of the report produced by The Yugoslav Federal Committee for Transportation and Communications – Second Commission of Inquiry with United Kingdom Addendum). Aircraft Accident Report 9/82.

Vorbemerkung

Aus aktuellem Anlass und kurz vor Redaktionsschluss möchten wir den Safety Letter Spezial II um einen Beitrag erweitern.

Im März 2011 kam es vor der Küste Japans zu einem Erdbeben gefolgt von einem Tsunami. Mit der schrecklichen Konsequenz der Kernschmelze in mindestens drei Blöcken des Kernkraftwerks Fukushima Daiichi. Professor Masaharu Kitamura von der Universität Tokyo hat uns freundlicherweise seinen Vortrag, den er beim 4. Resilience Engineering Symposium im Juni 2011 gehalten hat, zur Verfügung gestellt.

Kurzfristige Maßnahmen und Anpassungen führen nicht zwangsläufig zu mehr wirklicher Sicherheit, sondern wiegen lediglich die Organisation in Sicherheit.

Er zeigt darin auf, wie „shortsighted learning from a previous accident" zu einer erneuten Katastrophe führen kann. Passend zu dem Artikel von Toni Licu erhalten wir hiermit ein weiteres Beispiel, wie Lernen aus Vorfällen anders gestaltet werden muss. Kurzfristige Maßnahmen und Anpassungen führen nicht zwangsläufig zu mehr wirklicher Sicherheit, sondern wiegen lediglich die Organisation in Sicherheit, die sich dann leider oftmals als falsche Sicherheit herausstellt.

Wir danken Professor Hollnagel und der Universität Mines ParisTech für die Erlaubnis, den Artikel für den Safety Letter nutzen zu dürfen.

Lessons learned from the Fukushima Daiichi Accident based on a Resilience Engineering Perspective

Masaharu Kitamura1 1 New Industry Creation Hatchery Center, Tohoku University, 6-6-10 Aramaki-Aza-Aoba, Aoba-ku, Sendai, 980-8579 Japan kitamura@niche.tohoku.ac.jp

Lessons learned from the Fukushima Daiichi Accident based on a Resilience Engineering Perspective Masaharu Kitamura1 1 New Industry Creation Hatchery Center, Tohoku University, 6-6-10 Aramaki-Aza-Aoba, Aoba-ku, Sendai, 980-8579 Japan kitamura@niche.tohoku.ac.jp

Abstract. Learning lessons from experiences with past accidents is an issue of crucial importance for improving the safety of nuclear facilities. Previous efforts to learn lessons from accident experiences did not prevent the disaster of March 11, 2011 at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant. This fact clearly indicates that the learning process adopted so far was inadequate. It was presumed that the failure to prevent future accidents was caused by a superficial learning from previous accidents. This article tries to provide an improved method of learning lessons based on a perspective of resilience engineering. Particular attention was paid to categorize unforeseen (i.e. unanticipated) events according to reasons of disregard and/or neglect of possible trigger events. A guideline was proposed to reduce the amount of unforeseen events and thus improve nuclear safety by installing appropriate safety measures. Additional guidelines were also proposed to evaluate the effectiveness of safety measures in terms of their diversity in application. These guidelines can be employed to learn lessons from accident

experiences in a more systematic and effective manner, and to improve resilience of nuclear power plants and other complex artifacts with low-probability, high-hazard consequence technology.

Introduction

The combined effects of the massive earthquake and tsunami of March 11, 2011 have had severe consequences on the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant (NPP). As of April 19, 2011, thanks to lots of dedicated support from overseas and within Japan, compared to a month ago the situation has become less tense due to the reduced risk of large-scale release of radioactive materials. Nevertheless, there is a long way to go to establish the target state of the NPP, namely a stable cold shutdown. Frequent large magnitude aftershocks pose a serious threat to on-site workers. Unexpected obstacles, such as equipment malfunctions, sporadic minor fires, flooding of contaminated water, and spillage of radioactivity into the ocean, also hinder and endanger the recovery effort. Since the status of the NPP remains unstable, it may seem too early to review the accident scenario and find lessons for the future. Even at this stage, however, it is possible to learn valuable lessons from the accident. Historically, it is obvious that nuclear safety has been greatly improved by applying the lessons learned from past experiences. In particular, the lessons from the accident at Three Mile Island (TMI) Unit 2 and at Chernobyl Unit 4 have influenced the nuclear industry worldwide. Outcomes of the lessons have been incorporated in design, operation, maintenance and regulatory activities. Nevertheless, it was not enough to prevent the disaster at the Fukushima Daiichi NPP. The reasons for this insufficiency must be carefully reviewed and resolved, regardless of future nuclear policy in Japan as well as in other countries. We must fully utilize the harsh experience of this disaster to ensure a better future. This article reviews this issue from a perspective of resilience engineering to make the best use of the lessons learned from this appalling disaster for the benefit of future generations.

Nevertheless, the outcomes of the lessons from the TMI and Chernobyl accidents were not enough to prevent the disaster at the Fukushima Daiichi NPP.

Past lessons

The lessons learned from the TMI accident include the necessity for wide-ranging improvement in areas such as human-interface design, personnel training, and accident management. However, the knowledge gained was not sufficient to prevent the Chernobyl accident. After the overwhelming events at Chernobyl, the international nuclear community, led by the IAEA, made tremendous efforts to learn from the accident that had threatened world safety. The results revealed that a safety culture is of paramount importance, and this led to a greatly strengthened regulatory policy and international mutual support program, including peer review by the World Association of Nuclear Operators (WANO). Nevertheless, even this was not sufficient to prevent the JCO accident. All the studies on past nuclear accidents and the experiences gained did not prevent the March 11 disaster, which was designated as a Level 7 disaster, conceptually comparable to Chernobyl. The way in which we learn post-accident lessons requires a more critical review. A careful revisit of the TMI accident reveals that the issue of safety culture could have been detected if properly studied. The TMI Unit 2 reactor was operating with several mechanical failures unattended. Also, a status tag tentatively attached to the main control panel might have made it difficult for operators to detect that the auxiliary feedwater valve was not open. Several warning reports about the risk of the relief valve being stuck in the open position had been issued prior to the accident. The potential danger of a small-scale leakage, rather than a large-scale pipe fracture, had also been pointed out, but unfortunately these warnings were ignored. These observations, if accurately interpreted, could be related to a poor safety culture. After the Chernobyl accident, nuclear experts in Japan learned the importance

of safety culture, but what they learned turned out to be superficial. They simply believed that the accident was mainly due to the faulty design of the reactor (e.g., no containment vessel and positive reactivity coefficient at low power operation), and the poor discipline of the operators and managers. Although this understanding was not totally wrong, it did not include one key lesson of the crucial importance of observing regulations, and self-made rules and guidelines. This lack of recognition, together with complacency, eventually resulted in the criticality accident at JCO Company, and the falsification of information at NPPs owned by Tokyo Electric Power Company (TEPCO). These experiences clearly indicate that the learning process here is inadequate. The failure to prevent future accidents may be caused by the shortsighted identification of causes of accidents. In other words, the impact of hindsight (Hollnagel 2005; Dekker 2008) of an examined accident dominated the observation of broader cause-consequence relationships. It would have been more productive if the lessons were learned with a wider viewpoint (Kitamura 2009). Lesson learning based on hindsight is reasonable to a certain extent, but the bias effect of highlighting only the shortsighted view must be avoided.

Direct lessons

Three weeks after the accident, the Nuclear and Industrial Safety Agency (NISA) issued a request to utilities in Japan to modify their safety measures to manage or mitigate the effects of a huge tsunami. The utilities promptly responded and announced various measures, such as providing auxiliary power supply cars, fire engines with high-power water injection, the installation of watertight doors for buildings containing important equipment, and alternative cooling systems for spent fuel pools. These new safety measures will undoubtedly enhance NPP safety. We can also learn additional lessons from historical records of the disaster reported in public documents. Timely decision-making for venting (i.e. a controlled release of vapor from the containment vessel) to reduce the chance of a hydrogen explosion may be the most important lesson. Timely injection of sea water to supplement fresh water for cooling the reactor core is another important lesson. Although these lessons are certainly useful for managing future nuclear accidents, they are still based on shortsighted hindsight. Can these lessons be used to prevent other types of accidents? Further elaboration of measures based on in-depth analysis of the accident is imperative for enhancing the intrinsic safety of NPPs to withstand severe events that are presently unknown, but likely to happen in the future.

The word "unknown" should be replaced by "unforeseen", since most events identified a posteriori are not unknown.

Typologie of "unknown" events

It is commonly accepted that an unknown event is unidentifiable by definition and therefore that accidents caused by such events cannot be prevented. However, this is a typical shortsighted view. The word "unknown" should be replaced by "unforeseen", since most events identified a posteriori are not unknown. Such events were simply disregarded or rejected from serious consideration. It may be useful to categorise unforeseen events in terms of the reason for disregarding or rejecting them. In categorizing unforeseen events, it would also be helpful to consider categorisation of human errors known in the area of human factors (Swain & Guttman 1983, Reason 1990) since disregard and rejection are clearly human errors. A preliminary list of categories is given below.

- (C1) Simple neglect. An unforeseen event in this category can be introduced by ignorance or by fault. Obviously, this type of neglect is equivalent to an "error of omission". In order to reduce the risk of such events, human redundancy may be an efficient method. Extensive review of previous accident scenarios is another useful option.

The studies were based on historical survey and geological inspection and it is obvious that the warning reports were neglected by nuclear community.

- (C2) Underestimation of the risk of a single event. This event is recognised, but falls into the category of unforeseen events due to faulty evaluation of risk or through subjective screening. This type of neglect is analogous to an “error of commission”. Similar to C1 event reduction, employment of human redundancy and extensive review may be effective for reducing C2 events as well.
- (C3) Combinatorial events caused by a “common cause”. This is well-known terminology in the area of PRA. Typical examples of an event in this category are earthquakes, floods, fires, etc. At Fukushima, the combined earthquake and tsunami disaster, which had a low probability, actually happened. Note that Units 1 to 4 of the Fukushima NPP would have survived either the earthquake or tsunami alone. Based on these lessons, we can expand our scope to cover a wider class of common causes that may lead to the simultaneous occurrence of severe events. The failure to prevent the Fukushima disaster was caused by incorrectly estimating the probability of the combined occurrence of an earthquake and tsunami. In hindsight, it is clear that the two events were not independent at all.
- (C4). Poor sensitivity to warnings. This category differs somewhat from the previous ones. In conjunction with the Fukushima accident, reports on the possibility of a gigantic tsunami have been published in recent years. The studies were based on a historical survey and geological inspection and the reports paid maximum attention to an ancient tsunami in the year 869, more than 1,100 years ago. Warnings about the possibility of tsunami recurrence are indeed significant when it has been 1,100 years since the previous one. The reports were issued by researchers at the National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) and by civil engineering professors at Tohoku University. It is obvious that the warning reports were neglected by nuclear community. It is easy to argue that these reports gave such short notice that it was impossible to take effective measures, such as modifying the seawall height and improving the watertightness of the reactor building.

This argument has some validity, but it does not justify neglecting to employ other faster measures such as preparing auxiliary power supply cars and high-performance fire engines. In fact, these measures were implemented within three weeks of the request from NISA. The events in this category, i.e., failing to see early warnings, were experienced at the TMI and Chernobyl accidents, and

so are not new to safety engineers. The Fukushima accident should be the last accident characterised by neglecting to heed early warnings. These categories are not mutually exclusive. However, a systematic surveillance effort to identify unforeseen events can be conducted more extensively by taking this categorisation into consideration.

Assessment of countermeasures

In addition to systematic surveillance and evaluation of unforeseen events, it is necessary to provide guidelines to assess the usability of candidate safety measures to minimise the effect of the identified events. A standard practice is to evaluate the cost-effectiveness of the candidates, but the definition of cost-effectiveness should be carefully examined as described below. Also, the effectiveness of the measures must be evaluated taking into account diversity of possible uses.

- Cost-effectiveness. Recommendations by safety engineers may receive a negative or indifferent response from managers or even top management. This is understandable, since management is reluctant to accept a plan that will incur extra costs. However, the cost-effectiveness of safety measures should be evaluated in the long term. As mentioned in the introductory remarks (Woods & Hollnagel 2005) of resilience engineering, "This (= increased cost is undesirable for companies) is, however, not an inevitable consequence, especially if the company takes a longer time perspective." The lessons from the Fukushima disaster can be applied most fruitfully by seriously considering this statement.
- Diverse applicability to unforeseen events. The applicability of safety measures must be evaluated in terms of their diversity in application. This requirement is necessary to attain resilience of the system through usage of the safety measures across multiple events, including unforeseen ones. For example, the main mission of the high-performance fire engine is, of course, to spray water to extinguish a fire. In addition, the fire engines of the Tokyo Fire Department have been extensively used to inject water into the spent fuel pool located 40m above the ground level of Unit 4. This is an outstanding example of diverse applicability. Another measure can be the passive heat exchanger without using electricity called Isolation Condenser System (ICS). The ICS was implemented only in Unit 1, i.e. the oldest reactor. In the other units, the passive ICS has been replaced by an active cooling system because the latter was judged to have a higher performance. However, the ICS of Unit 1was confirmed to be useful under conditions, such as loss of power accidents. It worked for a while to cool the reactor core, but ceased to function because its heat exchange capability is limited. If the ICS is modified to have a higher performance, it can become a dependable countermeasure to be employed to replace failed heat exchangers in various cooling systems. This means that the ICS has diverse applicability and is thus desirable for improving the resilience of future NPPs.

In addition to claiming safety improvement of NPP by passive employment of countermeasures, it can also be claimed that the NPP has become more resilient to "unknown" events.

Lessons for safer NPPS

- Combine use of guidelines. An extensive survey of accident avoidance and/or mitigation can be conducted through the combined use of knowledge concerning unforeseen events and the assessment of countermeasures. In addition to claiming safety improvement of NPP by passive employment of countermeasures, it can also be claimed that the NPP has become more resilient to "unknown" events, which are now categorised as "previously unforeseen" events already identified and taken into consideration. It cannot be claimed that all the unknown events are covered, but the threat of unknown events is reduced, at least partly, by the present approach.
- Resilience implementation. The magnitude of nuclear accidents has increased with time from TMI to Chernobyl, and now to Fukushima. This description might be misleading in the sense that the

amount of radioactivity released and the number of casualties at Fukushima Daiichi are significantly smaller compared to the Chernobyl accident. However, the potential danger is much greater at Fukushima, since four out of six nuclear reactor units are in serious condition with fuel damage, considerable leakage from primary coolant circuits, loss of integrity of the containment vessel and hydrogen explosions in the reactor building. Ironically, this trend of increasing magnitude may indicate that nuclear safety is improved by incorporating lessons learned from preceding accidents. Since a single failure, and a combination of a small number of trigger events as well, has already been taken into consideration, the remaining risk is likely to come from a combination of more trigger events. Such a combination is less likely to happen, but carries a greater risk. The nuclear industry, and industries with low-probability, high-consequence technology as well, must consider such scenarios. The attempts described in this paper, focusing on systematic surveillance and reduction of unforeseen events, together with guidelines for assessing countermeasures, could improve the resilience of the target system against events possibly regarded as unknown.

Nuclear experts in Japan must admit that the risk recognition of people around the world has been significantly underestimated.

Concluding remarks

Nuclear experts in Japan must admit that the risk recognition of people around the world has been significantly underestimated. When challenged by the negative response of Japanese citizens to seemingly minor troubles in nuclear facilities, the general stereotypical excuse is “Japanese people are frantic when it comes to the risk of radioactivity because of memories of the atomic bomb”. This excuse has proven to be totally wrong, since such negative, often frantic, responses are found everywhere in the world. Therefore, for nuclear power to be accepted in many countries, it is crucial to avoid another major accident. The methodology of resilience engineering is a promising approach to meeting this need since it focuses on attaining safety in a proactive, rather than reactive, manner. This paper is a small first step toward the ultimate goal.

References

S. Dekker: Just Culture: Balancing Safety and Accountability. Ashgate Publishing, Aldershot/UK, 2008.

M. Kitamura: The Mihama-2 Accident from Today’s Perspective. *In* E. Hollnagel (Ed.): Safer Complex Industrial Environments (Chapter 2). CRC Press, 2010.

J.T. Reason: Human Error. Cambridge University Press, Cambridge/UK, 1990.

A.D. Swain, H.E. Guttman: Handbook of Human Reliability Analysis with Emphasis on Nuclear Power Plant Applications (NUREG CR-1278). NRC, Washington, DC, 1983.

D. Woods, E. Hollnagel: Prologue: Resilience Engineering Concepts. *In* E. Hollnagel, D. D. Woods, N. G. Leveson (Eds.): Resilience Engineering, Concepts and Precepts. Ashgate Publishing, Aldershot/UK, 2006.

What you want to find is what you look for!

Wie die Kollegen der TU Darmstadt am Anfang dieses Safety Letter aufgezeigt haben, hängt die Bewertung eines Vorfalls von den persönlichen Einstellungen zu dem Vorfall ab. Ist man beispielsweise der Überzeugung, dass alle Unfälle ausschließlich dem „Human Error“, also menschlichem Versagen, zuzuschreiben sind, dann wird man nur nach diesen Fehlern suchen und auch nur diese Fehler finden. Alle anderen Aspekte des Vorfalles bleiben dabei unberücksichtigt und das Lernpotenzial aus einem in dieser Weise untersuchten Unfall geht gegen Null. (siehe dazu auch den letzten Saftey-Letter-Spezial)

Ist man sich dessen allerdings bewusst und hinterfragt seine Herangehensweise in der Vorfalluntersuchung, dann läuft man weniger Gefahr, einseitige Feststellungen zu bekommen. Wenn man beispielsweise beobachtet, dass man sich auf irgendetwas „einschießt“, vermeidet man vorgefertigte Schlussfolgerungen und kann die Untersuchung auf Begleitumstände, Kontext und beitragende Faktoren erweitern, um dadurch zu geeigneteren Maßnahmen zu gelangen.

Diese Erkenntnis ist nicht neu. Es gibt seit über 30 Jahren herausragende Untersuchungsberichte zu Unfällen in der Luftfahrt, die wegweisend waren und von denen wir in der DFS mehr lernen sollten. Im folgenden Artikel stellen wir einen Fall vor, der die Vorfallsuntersuchung revolutioniert hat. Das Schöne dabei ist, dass es zu diesem Vorfall zwei Untersuchungsberichte gab, an denen man das unterschiedliche Vorgehen der Vorfalluntersucher sehr anschaulich aufzeigen kann. Es dauerte über 20 Jahre, bis einer der Unfallberichte von offizieller Seite als gültig und zutreffend anerkannt wurde.

***Andreas Conrad** ist seit 1994 in der DFS und arbeitet zu 50% als Lotse bei Frankfurt Approach im ACC Langen und zu 50% als Referent Human Factors im Unternehmenssicherheitsmanagement (VY/H).*

Impact Erebus

Von Andreas Conrad

Hintergrund:
In den 1970er Jahren bot die australische Fluggesellschaft Qantas Sightseeingflüge in die Antarktis an, die sehr erfolgreich waren und mit denen sich gutes Geld verdienen ließ.

Die neuseeländische Fluggesellschaft Air New Zealand beobachtete diesen Trend sehr genau, denn auch viele Neuseeländer reisten nach Australien, um an diesen Flügen teilzunehmen. Um den Markt nicht konkurrenzlos den Australiern zu überlassen, entschloss man sich, ebenfalls diese Flüge anzubieten. Der erste fand im Februar 1977 statt. Für 245 NZ$ war man bei der mit großem Aufwand geplanten und beworbenen „Antarctic Experience“ dabei. Ein Flug dauerte ca. 11 Stunden und führte in Auckland beginnend zu den Forschungsstationen McMurdo und Scott, um den Mt. Erebus herum und zurück nach Auckland. Bei gutem Essen, Wein und Champagner konnte man die grandiose Landschaft der Antarktis bewundern. Ein Teil der Besatzung waren Forscher, Abenteurer oder Extrembergsteiger wie z.B. Sir Edmund Hillary (Erstbesteiger des Mt. Everest), die sich alle in der Antarktis sehr gut auskannten und vom Cockpit aus die Aussichten kommentierten. Der wirtschaftliche Erfolg dieser Flüge war enorm.

Die Katastrophe

Am 28. November 1979 endete ein solcher Flug, ANZ901, tragisch, in dem das Flugzeug, eine DC10-30 (Registration ZK-NZP) bei guter Sicht (Visibility 40km) in 1500ft MSL an den Nordhängen des Mt. Erebus zerschellte. Alle 257 Menschen an Bord (237 Pax + 20 Crew) waren sofort tot. Die Frage, die nun die gesamte Öffentlichkeit in Neuseeland bewegte, war natürlich, wie es passieren konnte, dass eine sehr erfahrene Cockpitcrew, die noch dazu einen Antarktisexperten dabei hatte, bei guter Sicht gegen einen fast 4000m hohen Vulkan fliegen konnte.

Die offizielle Untersuchung

Die Untersuchung, die daraufhin einsetzte, wurde von Ron Chippendale, dem Chief Inspector of Air Accidents beim neuseeländischen Büro für Flugunfalluntersuchung (Office of Air Accidents Investigation) geleitet. Ron Chippendale galt zwar als sehr gewissenhafter Vorfalluntersucher bei Unfällen kleiner Sportflugzeuge, er hatte aber keine Erfahrung mit großen Luftfahrzeugen, wie sie Airlines betrieben. Er war daher nicht nur auf die Mitarbeit von Air New Zealand angewiesen, sondern musste mangels eigener Expertise den Aussagen seitens der Airline quasi blind vertrauen.

Er war daher nicht nur auf die Mitarbeit von Air New Zealand angewiesen, sondern musste mangels eigener Expertise den Aussagen seitens der Airline quasi blind vertrauen.

Für einen Vorfalluntersucher ist dies eine schlechte Voraussetzung, denn natürlich versucht eine Gesellschaft, die das Damoklesschwert von Schadensersatzklagen über sich hängen sieht, Einfluss auf die Untersuchung und den Untersuchungsbericht zu nehmen.

Nachdem ein technisches Versagen mit Hilfe der Daten des Flight Data Recorder ausgeschlossen werden konnte, blieb ja „eigentlich“ nur noch menschliches Versagen übrig. Und folglich gab Ron Chippendale bereits 14 Tage (!) nach dem Absturz vor Angehörigen der Opfer bekannt, dass er der Auffassung sei, die Ursache liege in einem Pilotenfehler („Flying-in-Cloud Pilot Error“). Er spezifizierte weiter, dass die Crew:

• ihren Flugweg nicht überwachte („Did not monitor position of aircraft“)

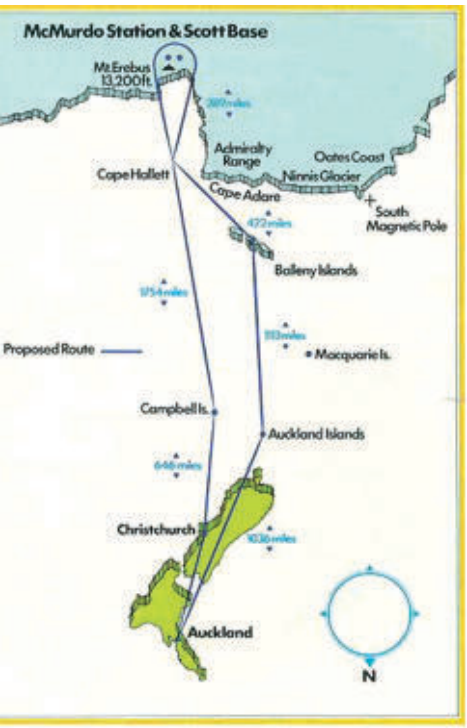
Probable Cause (Aircraft Accident Report 79–139; Section 3.37) [...] was the decision of the captain to continue the flight at low level toward an area of poor surface and horizon definition when the crew was not certain of their position and the subsequent inability to detect the rising terrain which intercepted the aircraft's flight path.

• sich über ihre Position nicht im Klaren war („was not certain of its position“)
• zu tief sank („Descended too low“)
• in ein Gebiet mit schlechten Sichtbedingungen einflog.

Es ist daher wenig überraschend, dass auch der Abschlussbericht, der am 31.05.1980 veröffentlicht wurde, die Schuld ausschließlich den Piloten zuschrieb. Ob dieser Feststellungen brachen heftige Diskussionen zuerst im Kollegenkreis der Cockpitcrew sowie in deren Familien und später dann in der Öffentlichkeit los. Galt doch Kapitän Jim Collins, der Flug 901 kommandierte, als einer der erfahrensten Interkontpiloten der Airline. Es war für diejenigen, die ihn kannten, einfach unvorstellbar, dass ein so ausgezeichneter und gewissenhafter Pilot solche offensichtlichen Fehler gemacht haben sollte.

An vorderster Front derer, die dem offiziellen Abschlussbericht misstrauten, stand Kapitän Gordon Vette, der in Fliegerkreisen einen legendären Ruf genoss. Er stand zu dieser Zeit kurz davor, Air New Zealands Senior-Pilot zu werden und galt als einer der erfahrensten Piloten des Landes. Gordon Vettes Ausgangspunkt war die Aussage, dass ihm dies genau so hätte passieren können:

„If this happened to a very experienced pilot of the calibre of Jim Collins, it could have happened to me.“



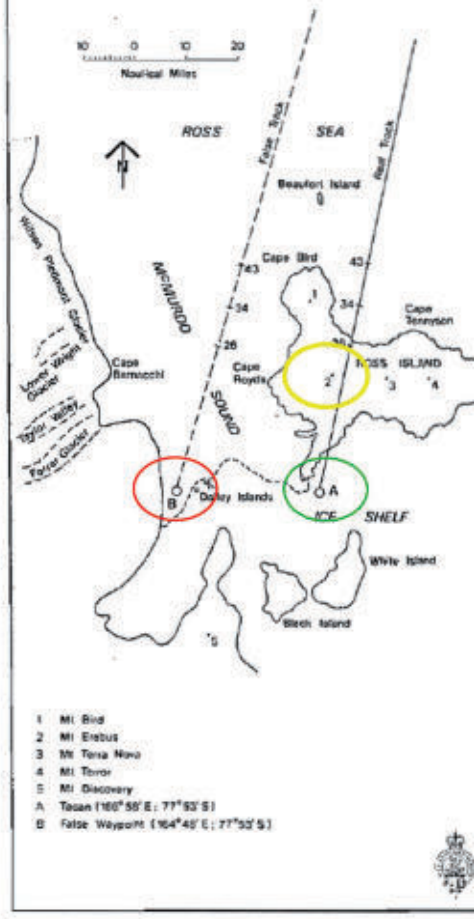
Vette stellte nun eigene Nachforschungen an und holte sich auch Rat bei international anerkannten Wissenschaftlern verschiedenster Fachgebiete. Er kam dabei zu dem Schluss, dass es sich eben nicht um einen Pilotenfehler handelte, sondern andere Faktoren die Ursache waren. Was er für maßgeblich hielt, veröffentlichte er in seinen „Vette-Hypothesen“:

1.) Durch das Briefing in Verbindung mit den Unterlagen, die die Crew von Air New Zealand bekommen hatte, musste sie davon ausgehen, dass eine bestimmte Route abgeflogen werden würde und die Navigationscomputer entsprechen programmiert waren. (Mental Set)
2.) Das Mental Set wurde durch das, was die Crew nach draußen sah, bestätigt und verstärkt (Wahrnehmung und optische Täuschung).
3.) Das Sektor-White-Out-Phänomen
4.) Systemische bzw. organisatorische Ursachen

Gordon Vette arbeitet seine Hypothese Punkt für Punkt ab und kam zu ganz anderen Ergebnissen als der offizielle Bericht. Es handelte sich dabei teilweise um Pionierarbeit und seine Erkenntnisse revolutionierten nicht nur die Flugunfalluntersuchung, sondern sie hatten auch maßgeblichen positiven Einfluss auf die Sicherheit im Luftverkehr.

Mental Set

19 Tage vor Flug 901 erhielten Jim Collins und der Rest der Crew das Briefing für die Antarktisflüge. Bestandteil des Briefings waren nicht nur Karten, Flugplan inkl. Koordinaten und Vorträge, sondern auch ein Simulatorflug. Aus den Unterlagen ging hervor, dass der Flugweg dem McMurdo Sound und dann via McMurdo Station einmal um den Mt. Erebus führen sollte. Dies war gleichzeitig die Route, die auch bei schlechterem Wetter ohne Gefahr fliegbar war, da es im McMurdo Sound keine Hindernisse gab. Das einzige Hindernis, dass es zu meiden galt, war eben der Mt. Erebus und dieser lag



weiter links von der Route. Als Cpt. Collins abends seinen Kindern im Atlas zeigte, wohin er fliegen würde, erklärte er ihnen, dass der Flug dem McMurdo Sound folgen würde und die Ehefrau erinnerte sich, dass er die Route in seinen Atlas einzeichnete und auch Kursangaben vermerkte. Aufgrund der Unterlagen und des Briefings war klar, wie der Flugweg verlaufen würde und die Crew erwartete dies auch so (Mental Set).

Die Geschichte der Flugroute

Obwohl ANZ dies später zu verschleiern suchte, wurde die Route ursprünglich direkt über den Mt. Erebus (gelber Kreis) zum Wegpunkt McMurdo (A; grüner Kreis) geplant. Diese Route stellte bei keinem der ersten Antarktisflüge ein Problem dar, denn das Wetter und die Sichten waren derart optimal, dass schon weit vor dem McMurdo Sound der geplante Flugweg verlassen wurde, um mit dem Sightseeing zu beginnen.

1978 führte ANZ ein neues, computergestütztes Flugplanungssystem ein. Beim Übertragen der Daten in das neue System wurden die Koordinaten für den McMurdo-Wegpunkt falsch eingegeben. Anstatt 166°48'0 E wurde 164°48'0 E als Koordinate eingegeben. Dies hatte zur Folge, dass der Wegpunkt an das Ende des McMurdo Sounds verlegt wurde (B, roter Kreis). Dies fiel zunächst nicht weiter auf. Denn dem McMurdo Sound zu folgen war die logische, da sichere Route nach Süden, denn es galt ja, dem höchsten Hindernis (Mt. Erebus) auszuweichen.

Der Flug direkt vor Cpt. Collins Antarktisflug war wegen des Wetters erstmals gezwungen, die komplette Route bis zum McMurdo-Wegpunkt abzufliegen. Der Kapitän dieses Fluges war dann überrascht, dass noch 30NM bis zur McMurdo-Forschungsstation zu fliegen waren. Er teilte dies der Flugplanungsabteilung nach seiner Rückkehr mit der Bitte um Überprüfung mit.

Letztendlich änderte ANZ am Abend vor Flug ANZ901 die Koordinaten wieder auf die ursprünglichen, was bedeutete, dass die Flugroute wieder über den Mt. Erebus hinwegführte. Allerdings versäumte man es, dies Cpt. Collins und dem Rest der Crew mitzuteilen.

Die Crew ging also davon aus, dass sie den McMurdo Sound abfliegen würde, wohingegen die geplante Flugroute tatsächlich direkt über Mt. Erebus führte. Beim Checken des NAV-Computers konnte dies nicht auffallen, da man in der Regel nur überprüft, ob die Koordinaten auf dem Flugplanausdruck mit denen im NAV-Computer des Fliegers übereinstimmen.

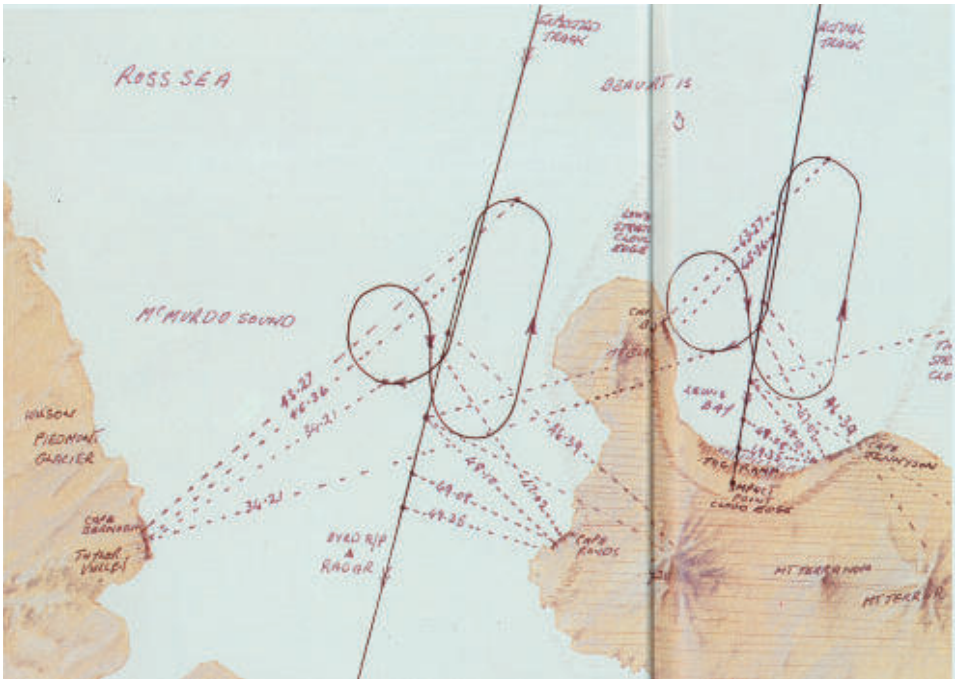
Bestätigung des „Mind Set"

Obwohl der Crash von ANZ901 wohl in einem der abgelegensten und unwirtlichsten Gebieten der Erde passierte, ist es einer der am besten dokumentierten. Denn fast jeder Passagier hatte einen Fotoapparat dabei und machte Bilder. So konnte Gordon Vette mit Hilfe dieser Fotos, den Flugverlaufsdaten und der Umschrift des Cockpit Voice Recorders (CVR) zeigen, dass die Crew sich nie unsicher über ihre Position war.

In der Erwartung, den McMurdo Sound abzufliegen, sah die Crew inklusive Peter Mulgrew (einem Antarktisforscher, der als Kommentator an Bord und ein exzellenter Kenner des Gebietes war) an verschiedenen Stellen genau die Formationen (Klippen, Täler), die sie erwarten musste. Denn auf

dem „falschen“ Routing über den Mt. Erebus war genau zu den gleichen Zeiten und an den gleichen Positionen eine ähnlich aussehende Landmarke zu erkennen. Um dies zu verdeutlichen, möge man sich die untenstehende Zeichnung von Gordon Vette anschauen. Die linke Flugspur ist die von der Crew erwartete durch den McMurdo Sound, die rechte die tatsächlich beflogene. Gleiche Uhrzeiten (in Minuten und Sekunden) und parallele Linien zeigen, was die Crew sah und was zu sehen war.

Hier nur ein Beispiel, um dies zu verdeutlichen: Um 45.36 (weitere Zeitangaben: siehe Zeichnung) sagt Peter Mulgrew laut CVR-Umschrift „Taylor on the right now!“ Betrachtet man sich die Zeichnung, so sieht man, dass die Crew das Taylor Valley sah. Auf dem tatsächlichen Flugweg konnte die Crew allerdings nur die Klippen und Täler am Cape Bird sehen. Das Tückische ist nun, dass diese zwar nur ein Drittel so hoch bzw. so groß sind, aber auch nur ein Drittel so weit weg, weshalb die Proportionen stimmten und die Crew darin bestätigt wurde, auf dem richtigen Weg zu sein.



Sector White-Out

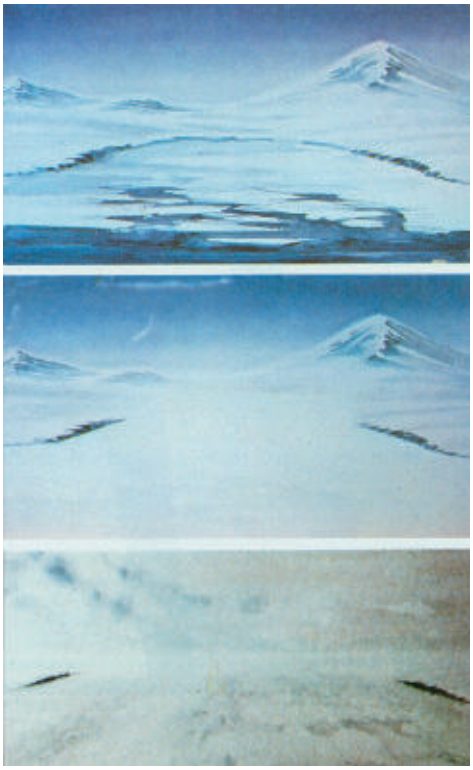
Abschließend und für diesen Artikel genügend bleibt noch die Frage zu klären, weshalb die Crew den fast 4000m hohen Vulkan nicht gesehen hat. Für Ron Chippendale war die Sache klar und offensichtlich: Cpt. Collins ist in ein Gebiet mit schlechter Sicht eingeflogen – ergo: Pilotenfehler.

Auch hier konnte Gordon Vette nachweisen, dass die Crew keinen Fehler gemacht hat, sondern Opfer einer optischen Täuschung wurde, die man unter Polarfliegern zwar kannte, die aber bei Air New Zealand niemandem bewusst war. Daher wurde auch die Crew nicht entsprechend auf das Phänomen vorbreitet.

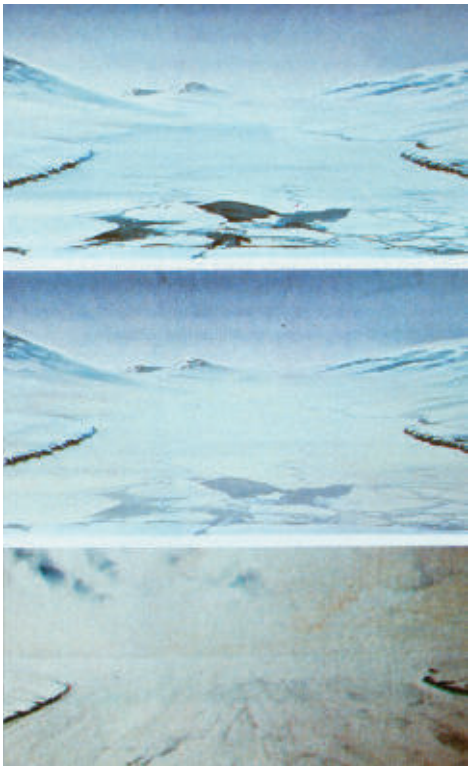
White-Out-Situationen entstehen normalerweise dann, wenn durch Schnee oder Staub sowohl die Sicht als auch der Kontrast erheblich reduziert werden. Eine Orientierung ist nicht mehr möglich.

In Polarregionen stellt sich dieses Phänomen, welches man dann Sector White-Out nennt, etwas anders dar. Befindet man sich bei klarer Luft (gute Sicht) über einer weißen Fläche (z.B. Nebel oder ein

Schneefeld) und entsteht durch eine hoch am Himmel liegende geschlossene Wolkendecke diffuses Licht, so verschwinden sofort alle Bodenkonturen für das Auge. Ganze Berge, obwohl noch vorhanden, sind dann nicht mehr sichtbar. In einigen Fällen wird dem Auge sogar eine weite Ebene mit Horizontlinie vorgegaukelt.



Lewis Bay (tatsächliche) Route



McMurdo Sound

Die Zeichnung zeigt, wie Konturen durch das Sector-White-Out-Phänomen verschwinden (unterste Reihe) und Hindernisse unsichtbar werden. Wegen dieses Phänomens hat die Crew des Fluges 901 Mt. Erebus nicht sehen können.

Das Nachspiel

Im angelsächsischen Rechtssystem wird in solchen Fällen immer eine Royal Commission einberufen, die feststellen soll, ob eine strafbare Handlung vorliegt. Während der Sitzungen der Royal Commission, der Richter Peter Mahon vorsaß, wurden viele Zeugen gehört. Neben Ron Chippendale, der den offiziellen Abschlussbericht und seine Schlussfolgerungen vortrug, sagte auch Gordon Vette als Zeuge aus. Diese widersprüchlichen Aussagen veranlassten Peter Mahon dazu, selber Nachforschungen anzustellen und er fand in allen Punkten die Vette-Hypothese bestätigt. In seinem heute legendären Abschlussbericht, dem Mahon-Report, schreibt er der Airline, also der Organisation, die Verantwortung zu und nicht menschlichem Versagen. Hier die Originalzitate:

[...], the single dominant and effective cause of the disaster was the mistake made by those airline officials who programmed the aircraft to fly directly at Mt. Erebus and omitted to tell the aircrew. That mistake is directly attributable, not so much to the person who made it, but to the incompetent administrative airline procedures which made the mistake possible.

(The cause of the disaster, 393)

[...], neither Captain Collins nor First Officer Cassin nor the flight engineers made any error which contributed to the disaster, and were not responsible for its occurrence.

(The cause of the disaster, 394)

Der Mahon-Bericht löste natürlich heftigste Diskussionen aus. Sowohl bei ANZ als auch anfänglich bei der Regierung schenkte man eher Chippendales Abschlussbericht Glauben. Dies war aus Sicht von Air New Zealand auch verständlich. Denn wenn es ein Pilotenfehler war, so war die Airline bei Schadensersatzansprüchen fein raus.

Letztendlich (wenn auch erst 20 Jahre später) wurde der Mahon-Report vom neuseeländischen Parlament als gültig und richtig verabschiedet.

Die Sicherheit wird erhöht.

Gordon Vette hat seine Forschungen in dem spannenden und interessanten Buch „Impact Erebus“ veröffentlicht, dessen Erlös er zur Verbesserung von Ground-Proximity-Warning-Systemen (GPWS) stiftete. Denn zur Zeit der Antarktisflüge konnten die Radarhöhenmesser- und -warnsysteme nur nach unten schauen. Ein Unglück wie das am Mt. Erebus war damit nicht zu verhindern. Durch die weitergehende Forschung konnte nun das „Enhanced Ground Proximity Warning System” (EGPWS/TAWS) entwickelt werden. Dieses System schaut nicht nur nach unten, sondern auch in Flugrichtung schräg nach vorne, erkennt so ansteigendes Terrain und alarmiert früher. Darüber hinaus ist das EGPWS mit einer weltweiten GPS-Datenbank verknüpft, in dem alle Hindernisse gespeichert sind. Die Piloten erhalten somit gleichzeitig Informationen über die Lage und die Höhe der Hindernisse in Relation zum Flugweg.

Man hätte sich dieser Chance allerdings komplett beraubt, wenn man bei „Human Error“ stehen geblieben wäre und nicht tiefer nachgeschaut hätte.

Die Verbesserung dieses Systems hat die Flugsicherheit nachhaltig erhöht. Man hätte sich dieser Chance allerdings komplett beraubt, wenn man bei „Human Error“ stehen geblieben wäre und nicht tiefer nachgeschaut hätte.

Dieser Vorfall zeigt neben dem Problem, eine schnelle Erklärung im Human Error finden zu wollen, auch die systemischen Zusammenhänge komplexer und interaktiver Organisationen auf. In diesem Beispiel spielen viele systemische Zusammenhänge, die sich manchmal zu Ursachen weiterentwickeln können, eine Rolle – nicht zuletzt auch der Wettbewerb zweier Airlines und die ökonomischen Aspekte. Eine Organisation, die sich ihrer Aufgabe und Verantwortung immer bewusst ist, ist eher in der Lage, mögliche Risiken zu antizipieren, einzuschätzen und eine größere Resilience (Widerstandsfähigkeit) zu entwickeln.

Die Tonbandumschrift

Von Andreas Conrad

Wie man im vorangegangenen Artikel sehen kann, hängen das Ergebnis und der „Erfolg“ einer Vorfalluntersuchung von der Anschauung und der Herangehensweise des Untersuchers ab. Eine Untersuchung wird, egal, wie offen man an sie herangeht, immer von der eigenen Persönlichkeit und Erfahrung geprägt und damit subjektiv sein. Dies sollte man sich immer vor Augen halten, um nicht Gefahr zu laufen, eher die eigene Erwartung zu befriedigen als den Vorfall zu untersuchen. Neben einer guten Ausbildung zum Vorfalluntersucher (inkl. einer ständigen Weiterbildung), die nicht nur Aspekte der „Human Factors“, sondern auch Interviewtechnik etc. umfasst, muss auch folgende Prämisse immer im Vordergrund stehen:

„Frage nicht danach, was falsch gelaufen ist. Frage danach, was nicht richtig gelaufen ist!“
(Erik Hollnagel)

Denn auch hier lauert die Gefahr, dass man nur nach dem sucht, was man wegen einer vorgefertigten Meinung finden will.

Zusätzlich muss man noch diverse Techniken der Datensammlung kennen und anwenden können. Denn auch hier lauert die Gefahr, dass man nur nach dem sucht, was man wegen einer vorgefertigten Meinung finden will. Ein Beispiel hierfür ist die sogenannte Tonbandumschrift, bei der entweder die Aufnahme des Cockpit Voice Recorder (CVR) oder im Falle der Flugsicherung die Aufnahme des Flugfunks, der Gegensprechanlage oder der Telefonkoordination umgeschrieben wird. Werden diese Umschriften einfach nur als Anhang an einen Abschlussbericht angefügt, so entbehren sie jeglichem Sinn, und man kann sich die Mühe sparen.

Ihre volle Kraft und ihren Sinn entfalten Tonbandumschriften erst, wenn sie im entsprechenden Kontext gelesen werden. Für die Flugsicherung heißt dies, dass man das Verkehrsbild, die Verkehrsmenge (Arbeitslast) etc. miteinbeziehen muss, um überhaupt einschätzen zu können, wie sich für den Lotsen/die Lotsin die Situation dargestellt und entwickelt hat. Hier wird man dann sehr schnell feststellen, dass es nicht genügt, nur die Funksprüche der beteiligten Luftfahrzeuge umzuschreiben. Vielmehr müsste man den kompletten Funk umschreiben. Ebenso müsste nicht nur der Inhalt („Was wurde gesagt?“) festgehalten werden, sondern viel interessanter, WIE etwas gesagt wurde. Wichtig wären insbesondere Sprechgeschwindigkeit, Pausen und Betonungen. Dies vermittelt erst einen Eindruck der Situation.

Für uns in der DFS bedeutet dies, dass wir eine Tonbandumschrift als Analysewerkzeug begreifen müssen, welches mehr ist als ein Anhang eines Berichts. Und für eine Analyse genügt es vollkommen, wenn man sich das Band anhört und speichert. Eine Umschrift ist dann eigentlich überflüssig. Sollte aber eine Umschrift von der DFS gefordert werden, so dient der nachfolgende Artikel von Cpt. Gary Parata als Leitfaden, wie man so etwas tun sollte. Gary Parata ist Flugkapitän und bei der neuseeländischen Pilotenvereinigung für Tonbandumschriften zuständig.

Der Artikel ist in Auszügen dem sehr interessanten und informativen Internetauftritt zur Erebuskatastrophe (The Erebus Story) der Neuseeländischen Pilotenvereinigung (NZALPA) entnommen.

The Process

Building an accurate and authentic transcript from a CVR, and then correctly interpreting the results, can be a painstakingly slow and tedious task. Specific protocols are followed in order to prevent dubious or unclear passages from being transcribed as definitive phrases. Dedicated audio equipment able to filter out extraneous noise and enhance other sounds must be employed in order to give reliable results where recordings give poorer-quality data.

Once transcription is complete, words and phrases must be read, first in isolation, and then from within a broader context, in order to either support or contradict any initial interpretation. A common trap is to ignore this broader context and assume that the first interpretation, made without contextual reference, is the correct and authentic representation. It is almost inevitable that this approach will lead to an erroneous conclusion. In fact, it is normal when constructing a transcript to state at the beginning of the transcript itself: Never draw conclusions, nor ascribe meaning to a phrase, using the CVR as the sole source of information.

To illustrate this, imagine recording a meeting with five people conducting two simultaneous conversations. This scenario is not unlike the environmental situation on the flight deck of a large 1970s-era aircraft with flight engineers and perhaps navigators present as well as the pilots. Then imagine asking five untrained people working independently to play back the tape on their own personal equipment and transcribe their results. They will tend to write what they think they hear, or worse, what they want to hear, rather than what is actually said. Moreover, it is likely there will be five widely differing results, any or all of which may be misleading. Without the services of an audio expert, it is quite easy, for instance, to blend two simultaneous conversations into one and thus reach a completely erroneous result.

Despite the poor quality, the lay person could be persuaded by eloquent argument that any (or indeed all) of these “transcripts” are correct, even if they contradict one another. This is a good example of the Rashomon Effect 2, in which one person’s truth conflicts with another person’s equally convincing truth, and is a well-known phenomenon in psychology.

For this reason, properly trained CVR analysts will do only two things when constructing a transcript: they will attempt to determine exactly what words were spoken, and will attempt to attribute those words to a particular person. It is absolutely critical that transcribers do not attempt to determine why something was said, nor attempt to interpret or infer any meaning, during the transcription process. That will come later, when the transcribed words are analysed and interpreted alongside any corroborating information.

Good rules and protocols for CVR transcription and interpretation are essential for forming strong defences against flawed results. They facilitate the production of a true and authentic record, and promote an accurate understanding of the events in question. However, even with these precautions in place, highly experienced air accident investigators are still not immune from hearing the things they want - or expect - to hear on a CVR. Nor are they immune from ascribing meaning to a phrase based only on supposition, or perhaps subtle pressures from vested interests.

They must therefore always remain vigilant, and flight recorder specialists are trained to understand this. In order to assist investigators further, it is axiomatic that transcribers and interpreters must be available that are in current flying practice with the same airline, and on the same type of aircraft, as was involved in the accident.

Moreover, they must not work alone or without the assistance of trained audio specialists. If there is significant disagreement among transcribers, or if none are able to determine what was said in relation to a particular passage, that particular passage must be deemed to be unintelligible, or not sufficiently intelligible to give a reliable result. In addition, anyone working on an investigation or a transcription should remain free of preconceived opinions or ideas as to possible causes of the accident. This will guard against the brain being fooled into hearing something that supports a pre-conceived theory, rather than what might actually have been said.

Bei Vorfalluntersuchungen stellt man immer wieder fest, dass die Sprache, dass Worte und Formulierungen entscheidend sind. Die Sprache in Wort und Schrift entscheidet darüber, wie ich verstanden werde. Hierbei muss man natürlich wissen, wie Sprache wirkt. Aus diesem Grund ist es notwendig, dass man über den Tellerrand schaut und nach Bereichen Ausschau hält, in denen die Sprache eine Rolle spielt.

In der Therapie und gerade auch in der Familientherapie spielt Sprache DIE entscheidende Rolle und man setzt sich schon lange damit auseinander, wie Sprache wirkt und funktioniert.

Es geht natürlich nicht darum, die DFS zu therapieren. Vielmehr sollten wir von den Erkenntnissen anderer Bereiche profitieren und sie für uns nutzbar machen. Denn im Hinblick auf Sprache und die Kommunikation gilt, dass der Hörer und nicht der Sprecher, die Bedeutung einer Aussage bestimmt.

Alice Müller-Leonhardt
ist Diplom-Pädagogin und CISM-Trainerin (ICISF) und erwarb 2000 die Qualifikation als Systemische Beraterin am Institut für Familientherapie Weinheim.
Bis 2009 arbeitete sie als Lehrbeauftragte an der Evangelischen FH Darmstadt und als Bildungsreferentin der Wissenschaftsstadt Darmstadt. Seitdem ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Psychologie, AG Arbeits- und Ingenieurpsychologie der TU Darmstadt.

…..Worte waren ursprünglich Zauber…. Konstruktiv(istisch)e Überlegungen zu Sprache in Hinblick auf Vorfalluntersuchungen

Von Alice Müller-Leonhardt

High-Reliability-Organisationen (HRO), wie z.B. die Deutsche Flugsicherung (DFS), zeichnen sich laut Weick und Sutcliffe durch ein Höchstmaß an Zuverlässigkeit aus. Sie sind in der Lage, „unerwartete Bedrohungen, die eskalieren und außer Kontrolle geraten können, erfolgreicher als andere Unternehmen zu bewältigen." Ein kollektiver Zustand der Achtsamkeit ist ein besonderes Merkmal für HRO.

Achtsam sein bedeutet hierbei, dass man über ein reiches Detailwissen über das System und ein differenziertes Urteilsvermögen verfügt. Daneben erfordert es die ausgeprägte Fähigkeit, Fehler nicht nur zu entdecken, sondern auch darüber zu berichten, ehe diese Fehler zu einer Krise eskalieren können. Aufgabe von Unfall- bzw. Vorfalluntersuchungen ist es, dieses Systemwissen zu analysieren. Ein anerkanntes Instrument hierzu ist ein Berichtswesen, welches unter Anderem darauf abzielt, die Vorgänge nachzuempfinden oder zu rekonstruieren, um damit „Fehler" und „Fehlerquellen" zu identifizieren.

In diesem Beitrag geht es darum, eine konstruktivistische Sichtweise auf dieses Berichtswesen anhand von Erfahrungen aus der lösungsorientierten Kurzzeittherapie von Steve de Shazer zu erörtern. Konstruktivistisch bedeutet in diesem Zusammenhang, dass unser Wissen grundsätzlich auf den eigenen Konstruktionen beruht und nicht von außen kommt.

Die Arbeiten von de Shazer sind für die Vorfalluntersuchung interessant, da zur Problemlösung die Aufmerksamkeit auf das „fehlerfreie" Funktionieren eines Systems gerichtet wird und nicht auf die Systemmängel. Worte und Sprache spielen sowohl in der therapeutischen Arbeit von de Shazer als auch bei

Vorfalluntersuchungen und den Berichten eine zentrale Rolle. Ziel dieses Beitrages ist es, die konstruktivistische Sicht und ihre Methoden zu erläutern und damit Denkanstöße für eine lösungsorientierte Anwendung von Worten und Sprache bei Vorfalluntersuchungen und der Berichterstellung zu geben.

Rückblickend war es Freud, der den Zauber der Worte 1915 für die Psychologie wiederentdeckte. „…Worte waren ursprünglich Zauber, und das Wort hat noch heute viel von seiner alten Zauberkraft bewahrt. […] Worte rufen Affekte hervor und sind das allgemeine Mittel zur Beeinflussung der Menschen untereinander." Die von ihm entwickelte Psychoanalyse basiert dementsprechend auf der Macht von Worten. Der Konstruktivist de Shazer greift dieses Zitat von Freud auf und führt dazu aus, dass Worte, genau wie Schweigen, Gestik, Mimik usw., Teile von Sprache seien. „Um den Zauber von Worten verstehen zu können, muss nach ihnen die Sprache betrachtet werden, der Kontext, in dem Worte ihre Magie entfalten."

In unserem Alltagsverständnis gehen wir davon aus, dass Sprache ein transparentes Medium sei, das bereits bestehende Sachverhalte ausdrückt. Wenn wir z.B. Begriffe wie „Baum", „Fluss", „Eheprobleme" oder „Fehler" benutzen, setzen wir voraus, dass das, was der Begriff bedeutet, bekannt und festgelegt ist. Dem Autor oder dem Sprecher wird die Fähigkeit zugeschrieben, die Wirklichkeit realistisch wahrzunehmen oder das Wahrgenommene durch Sprache auszudrücken. Nach de Shazer wird im traditionellen, westlichen Denken Sprache üblicherweise als etwas angesehen, das Wirklichkeit auf eine bestimmte Weise repräsentiert.

In unserem Alltagsverständnis gehen wir davon aus, dass Sprache ein transparentes Medium sei, das bereits bestehende Sachverhalte ausdrückt.

Auf wissenschaftlicher Ebene repräsentiert der Strukturalismus diese Sichtweise (de Saussure, Chomsky). Aber auch der Strukturalismus geht davon aus, dass „Sprache […] nie außerhalb dieser sozialen Gegebenheiten" existiert (de Saussure, Derrida).

Die konstruktivistische Sichtweise auf Worte und Sprache, welche auch als „post-strukturalistische" Sichtweise bezeichnet wird, wurde von de Shazer, Berg und Harland geprägt. Diese Sichtweise geht davon aus, dass Sprache selbst Realität sei. „Individuelle Probleme", „Eheprobleme" und „Fehler" sind demnach Konstruktionen derjenigen, die diese Begriffe verwenden.

Die Bedeutung der Begriffe variiert, je nachdem, wer den Begriff benutzt, und an wen er in einem spezifischen Kontext gerichtet ist.

Der Konstruktivismus befasst sich also weniger mit der Erkenntnisgewinnung durch Sprache als mit dem Nutzen von Sprache. Dies kommt in therapeutischen Ansätzen, die auf der Wirkung von Sprache basieren, zum Ausdruck. De Shazer entwickelt auf dieser Grundlage die lösungsorientierte Kurzzeittherapie. Nicht das Problem, sondern die Konstruktion, „wann und wie Dinge gut gehen", steht im Mittelpunkt seiner therapeutischen Arbeit. Bei ihm sind die Klienten die Experten ihrer Situation. Antworten geben sie, da sie ihre Situation und die damit verbundenen Lösungen am besten kennen. Eine ähnliche Position haben Lotsen in der Untersuchung von Vorfällen. Sie haben die Expertise über die Situation und ihren Kontext.

Worte und Sprache werden bei de Shazer als Instrumente der Veränderung gesehen. Er fragt in seinen Therapien deswegen nach Ausnahmen, Unterschieden, oder nach Fähigkeiten, sich im Kontext eines Problemmusters anders zu verhalten.

Insbesondere durch die Entwicklung der „Wunderfrage“ wurde de Shazer bekannt:

„Angenommen, während Sie schlafen, wird Ihr Problem wie durch ein Wunder gelöst. Woran merken Sie am nächsten Tag, dass das Wunder geschehen ist? Was würden Sie anders tun? Wie würden sich Ihre Umwelt, Partner, Kollegen, Vorgesetzte anders verhalten?“

Mit der Wunderfrage wird auf die Konstruktion einer neuen Realität durch Sprache gesetzt. In Vorfalluntersuchungen haben wir mit gesprochener (Interview) und geschriebener Sprache zu tun. Nach de Shazer ähneln sich Schreiben und Sprechen in Hinblick auf den Gebrauch von Worten und Sprache. Der Unterschied besteht darin, dass die Autoren nicht anwesend sind, wenn wir lesen und der Lesende nicht anwesend ist, wenn wir schreiben. Konstruktivisten gehen davon aus, dass die Bedeutungen beim Schreiben nicht zuverlässig gesendet werden können. Das, was empfangen wird, ist nicht notwendigerweise das, was gesendet wurde. Jedem Text wohnt die Möglichkeit potenziellen Verlesens durch Einlesen zusätzlicher Bedeutungen inne.

De Shazer zitiert hierzu Maturana, dass „das, was man für übertragbar hält, nämlich objektives Wissen, immer durch den Hörer (Leser) geschaffen werden muss, der für das Verstehen (vor)bereit(et) ist“.

Das gilt ebenso für die Untersuchung von Vorfällen (Hörende/Schreibende) wie für das Lesen von Berichten (Lesende).

Ein weiterer Punkt im Umgang mit Worten und Sprache ist der Umgang mit Macht und Widerstand.

Hierzu das Zitat eines Lotsen nach zwei kurz aufeinander folgenden Staffelungsunterschreitungen: „Eine vorausschauende Planung war mir seit längerer Zeit schon nicht mehr möglich.“ Welche Interpretationsmöglichkeiten birgt dieser Text? Hatte der Lotse ein persönliches Problem? Was genau heißt vorausschauende Planung? In welchem Zeitraum und in welchem Kontext spielte sich die Unmöglichkeit der Planung ab? Das Zitat eines Managers einer europäischen Flugsicherung verdeutlicht auf eine andere Weise die Wirkung von Worten: „Es ist die Verpflichtung einer Firma, dass sie einen Mitarbeiter, der einen Fehler gemacht hat, und zwar einen mit riesigen Konsequenzen, nicht einfach stehen lässt, sondern sich auch um ihn kümmert.“

Der Mitarbeiter hat einen schwerwiegenden Fehler gemacht, die Firma lässt ihn aber nicht im Stich. Ist das nicht ein Widerspruch in sich? Wurde der Mitarbeiter nicht allein durch diese Aussage im Stich gelassen?

Ein weiterer Punkt im Umgang mit Worten und Sprache ist der Umgang mit Macht und Widerstand. Nach Foucault ist Macht „omnipräsent“: Individuen befinden sich immer und überall in einem Netz systemischer Beziehungen, in einem Netz von Systemen, in einer Position, die gleichzeitig Macht erduldet, ausübt und ihr widersteht. Nach Emerson hängt der notwendige Grad der Macht vom Grad des Widerstandes ab, der überwunden werden muss. Die notwendige Macht verringert sich in dem Maße, wie Widerstand durch Kooperation ersetzt wird.

De Shazer geht von der Annahme aus, dass die Sinnbildung in einem Gespräch eine aufeinander aufbauende und kooperative Handlung ist. Allerdings ist ein Missverstehen zu jedem gegebenen Zeitpunkt wahrscheinlicher als ein Verstehen. Derartiges Missverstehen konstituiert Gespräche und

macht sie eigentlich erst möglich, da wir sonst keine Fragen stellen könnten. Die gesammelten Missverständnisse können dazu genutzt werden, gemeinsame Lösungen zu konstruieren. Er schlägt deswegen vor, darüber zu sprechen, was das Problem NICHT ist. Dies sei eine Möglichkeit, Missverständnisse kreativ zu nutzen.

Kann diese konstruktivistische Sicht und Fragetechnik aus dem Erfahrungsrepertoire der lösungsorientierten Kurzzeittherapie auf Vorfalluntersuchungen übertragen und kooperativ aus Missverständnissen neues Wissen geschöpft werden? Ist es möglich, über Worte und Sprache von den an einem Vorfall beteiligten Personen mehr über das Geschehene zu erfahren, als gesammelte Daten über das Ereignis hergeben?

Darüber zu sprechen, was das Problem NICHT ist, bedeutet auch, das Problem oder den Vorfall als Ereignis zu würdigen, welches die Möglichkeit eröffnet, mehr über das System und seine funktionalen Zusammenhänge zu erfahren. Hierzu könnten Fragen dienen, die auf den Kontext des Vorfalls abzielen. Fragen dieser Art empfiehlt auch Sidney Dekker in seinem Buch „The Field Guide to Human Error Investigations": „Warum war es zu diesem Zeitpunkt sinnvoll, dieses oder jenes zu tun?"

Selbst kleinste Veränderungen an der Formulierung in Fragestellungen bergen Potenziale.

De Shazers Fragen nach den Unterschieden könnten lauten: „Gesetzt den Fall, der Vorfall wäre nicht passiert, was wäre da anders gelaufen? Wo genau liegen die Unterschiede? Was genau wäre anders?" Mithilfe von Skalierungsfragen könnten die Unterschiede auf einer Skala von 1–10 eingetragen werden. Anhand weiterer Fragen könnte die Skalierung gezielt verändert werden, z.B. „Wenn wir dieses oder jenes ändern, wie würde sich das auf der Skala bemerkbar machen?" Oder die Frage nach Ausnahmen: „Wann genau geht dieselbe Handlung gut und es gibt keinen Vorfall? Wie müsste dann das Umfeld aussehen?"

Selbst kleinste Veränderungen an der Formulierung in Fragestellungen bergen Potenziale, um nach dem Kontext zu fragen. „Wenn Sie dies oder das in dieser Situation tun, was tun dann die anderen?" „Ist das immer so oder gibt es Ausnahmen?"

Für Investigatoren bedeutet dies, Fragestellungen zu entwickeln, die es ermöglichen, gemeinsam Lösungsstrategien für kritische Situationen zu entwickeln. Dabei sind mögliche Widerstände und Missverständnisse aus konstruktivistischer Sicht willkommene Partner im kooperativen Gespräch und bieten Möglichkeiten, mehr darüber zu konstruieren, wie das System in der Regel „fehlerfrei" funktioniert.

So verfasste Berichte könnten Antworten enthalten, die über die Beschreibung eines Vorfalls hinausgehen. Weiterhin sollten Investigatoren auf das „(Miss-)Verstehen" vorbereitet werden. Um ein Gespräch kooperativ initiieren zu können, ist es zwar von Vorteil, wenn Investigatoren sich auf dem Fachgebiet und in dem Kontext sehr gut auskennen bzw. selber operativ tätig waren/sind. Auf der anderen Seite birgt diese „Nähe" aber auch die Gefahr, die Situation und das Ereignis zu stark aus eigener Sicht zu interpretieren und zu wenig Distanz bewahren zu können, um unbefangen Fragen nach dem Kontext stellen zu können. Hier könnten Hypothesen zur Reflexion eigener Bedeutungsgebung als Hilfsmittel eingesetzt werden. Im Gespräch können diese Hypothesen gemeinsam reflektiert und gegebenenfalls verworfen werden. „Letztendlich stellen die Beschäftigten durch ihre ständige Interaktion Hypothesen auf über das, was gerade stattfindet, was man tun kann und worin die langfristigen, systemweiten Fol-

gen der vorgeschlagenen Handlungen bestehen können“, erklären Weick und Sutcliffe. Sie halten Hypothesenbildung (auch wenn diese unbewusst stattfindet) für die Bewältigungsstrategie für das Potenzial an Überraschungen, welches „in der ungeheuer komplexen Technologie steckt, die sie (die Beschäftigten) zu beherrschen suchen.“

Durch die gezielte, gemeinsame Reflexion dieser vorhandenen Hypothesen könnten Bewältigungsstrategien möglicherweise sichtbar gemacht werden.

Weiterhin halten Weick und Sutcliffe es auch für wichtig, dass die Personen, die miteinander kommunizieren, ungleiche Erwartungen haben. Erst die Vielfalt ermöglicht es, beim Betrachten desselben Ereignisses unterschiedliche Dinge zu bemerken. Es wäre also gut, möglichst unterschiedliche Personen in Vorfalluntersuchungen einzubeziehen. Hierzu schlägt die Soziologin und Unfallforscherin Diane Vaughan vor, sozial-psychologische Forschung in die Vorfalluntersuchung mit einzubeziehen, denn ihrer Meinung nach sind Organisationssysteme sowie kulturelle Verständigung und ihre Wirkung auf sozial-psychologischer Ebene noch unbekannt, weil unerforscht. Sie meint, dass Sozialwissenschaftler punktuell in Vorfalluntersuchungen integriert werden sollten, um die „Insider“-Informationen durch einen externen Blickwinkel zu ergänzen.

Soziotechnische Systeme können Erfahrungen zur Anwendung von Sprache aus der konstruktivistischen lösungsorientierten Kurzzeittherapie für sich nutzbar machen und ihre Analysen in Vorfalluntersuchungen mithilfe vom Wissen über Worte/Sprache optimieren. Hierzu bedarf es allerdings der Annahme, dass, wie de Shazer schließt, „Worte nichts von ihrem Zauber verloren haben“.

Referenzen

N. Chomsky: Regeln und Repräsentation. Suhrkamp, Frankfurt/Main, 1980.

S. Dekker: The Field Guide to Human Error Investigations. Ashgate Publishing, Aldershot/UK, 2002.

J. Derrida: Randgänge der Philosophie. Passagen, Wien, 1988.

F. de Saussure: Grundlagen der allgemeinen Sprachwissenschaft. De Gruyter, Berlin, 1967.

S. de Shazer: Words Were Originally Magic. W. W. Norton & Company, Inc., New York and London, 1994.

R. Emerson: Power-dependence relations. Am. Sociolo. Rev. 27:31-41, 1964.

M. Foucault: Power/Knowledge. Pantheon, New York, 1980.

S. Freud: Vorlesungen zur Einführung in die Psychoanalyse. Norton, New York, 1915.

A. Perret: Kollision aus heiterem Himmel. Die Flugzeugkatastrophe von Überlingen. Orell Füssli Verlag AG, Zürich, 2007.

D. Vaughan: Organizational Rituals of Risk and Error. *In* Hutter, Bridget and Power, Michael (Eds.): Organizational Encounters with Risk. Cambridge University Press, New York and Cambridge, 2004.

D. Vaughan: System Effects: On Slippery Slopes, Repeating Negative Patterns, and Learning from Mistake. *In* William Starbuck, Moshe Farjoun (Eds.): Organization at the Limit: NASA and the Columbia Disaster. Blackwell, Boston College, 2005.

K. Weick, K.M. Sutcliffe: Das Unerwartete Managen. Wie Unternehmen aus Extremsituationen lernen. Klett-Cotta, Stuttgart, 2003.

„What a long, strange trip it`s been“

(The Grateful Dead, Truckin`1970)

Von EDEGA bis LABCOL – ein Reisebericht unter Human-Factor-Gesichtspunkten.

Von Manfred Kohl

Inspiriert von den Erfahrungen einer Novizin im Safety Management, die Christiane Heuerding im letzten Safety Letter Spezial sehr anschaulich beschrieben hat, habe ich als „alter Hase“ im Safety Management (seit 2003) und kurz vor dem Eintritt in die Übergangsversorgung meine Zeit als Safety Manager der NL Karlsruhe reflektiert und möchte die Gelegenheit nutzen, eine erstaunliche Entwicklung in der Philosophie der Vorfalluntersuchung zu beschreiben.

Wenn man in früheren Jahren einen Job im Safety Management übernommen hatte, bestand in der Regel die Einweisung darin, dass man in die technischen Gerätschaften eingewiesen und der Hauptzweck vermittelt wurde. Dieser bestand darin, aufzuklären, wer wann was falsch gemacht hatte. Damit konnte man einem allgemeinen Bedürfnis nachkommen, einen Schuldigen zu benennen, auf den man die Verantwortung übertragen konnte. In der Regel folgte ein Kritikgespräch und alles war wieder gut. Das System an sich war sicher, nur das Individuum, meistens ein Lotse, hatte halt einen Fehler gemacht. Aber stimmt das wirklich?

Ich hatte das Pech, dass meine Einweisung zwar auch nur drei Tage dauerte, aber gleichzeitig das Glück, dass mein Vorgänger sich bereits mit den sogenannten Human Factors beschäftigt hatte. Auch erste Schritte in die jetzt allgemein angestrebte Richtung eines systemischen Ansatzes hatte er bereits umgesetzt.

Dieser Grundgedanke überzeugte mich und schon aus persönlichem Interesse versuchte ich einige dieser „neuen“ Themen tiefer zu durchdringen. Nebenbei gesagt konnte man wunderbar mit Schlagwörtern wie Complacency, Situational Awareness oder Fixation um sich werfen und pseudowissenschaftlichen Eindruck schinden, in etwa wissend, was man ausdrücken wollte.

Eine strukturierte, einheitliche Schulung für Mitarbeiter im Safety Management, die auch eine DFS-Philosophie der Vorfalluntersuchung umfasste, gab es allerdings nicht.

Den ersten, offiziellen DFS-Kontakt mit Human Factors knüpfte ich dann im Rahmen der TRM-Schulung und als TRM-Trainer. Aber auch hier wurde nur an der Oberfläche gekratzt. Eine neue Dynamik und Richtung bekam das Thema Human Factor erst mit der Einführung von HERA (Human Error in ATM). Ich traue zwar einem erfahrenen Investigator durchaus zu, in der Untersuchung Human Error, oder nennen wir es lieber Human Factors (klingt nicht so negativ wertend) zu identifizieren und mit seinen Worten zu beschreiben. Ein großer Vorteil von HERA ist aber das strukturierte Vorgehen und die Einheitlichkeit, auch im europäischen Kontext. Die Diskussion um HERA hat uns sicherlich ein Stück auf dem Weg einer systemischen Betrachtung weitergebracht. HERA führte dazu, dass die Idee einer ganzheitlichen Untersuchung des Systems Flugsicherung – bestehend aus Menschen, Systemen und Verfahren (Stichwort beitragende Faktoren) – im Rahmen einer Vorfalluntersuchung stärker berücksichtigt wurde.

***Manfred Kohl** begann seine Flugsicherungsausbildung 1975 an der FS-Schule in München und arbeitete bis 1978 bei TWR/APP Köln. Bis 1993 war er Fluglotse bei Rhein Control und wurde zuerst Supervisor, später COS in Karlsruhe. Seit 2003 ist er Safety Manager in Karlsruhe und geht in diesem Jahr in den wohlverdienten Vorruhestand.*

Mit der ersten Investigator-Schulung durch Sidney Dekker (2005), an der auch die Kollegen von skyguide teilnahmen, wurde das Startsignal gegeben, um Untersuchungstiefe und die Qualität der Vorfalluntersuchung auf eine neue Stufe zu heben.

Theorie ist die eine Sache, Umsetzung in der Praxis eine ganz andere.

Damals war ich überrascht, gleichzeitig aber auch sehr beeindruckt, mit welchen für die DFS geradezu revolutionären Ansätzen Sidney Dekker unsere Untersuchungsberichte auseinandernahm und versuchte, neue Ansätze aufzuzeigen. Gleichzeitig war ich auch ein bisschen stolz auf die DFS, dass diese sich traute, eingefahrene Bahnen zu verlassen, verkrustete Strukturen aufzubrechen und in unbequeme Richtungen zu denken. Geradezu euphorisiert kam ich nach Karlsruhe zurück, hatten doch der Inhalt und die Art und Weise, wie Dekker seine Argumente präsentierte, mich stark beeindruckt. Einziger Wermutstropfen war, dass alle eingeladenen Führungskräfte, denen die Philosophie Dekkers nähergebracht werden sollte, einhellig ihre Teilnahme an einer Informationsveranstaltung absagten.

Im Nachgang wurde das auf der Veranstaltung verteilte Buch „The Field Guide to Human Error Investigations“ geradezu verschlungen und immer mehr zur Bibel der Vorfalluntersuchung. In dem Buch werden die häufigsten Fehler in der Vorfalluntersuchung aufgezeigt und Begriffe wie Micromatching, Cherry-picking, Counterfactual, Judgmental etc. näher erläutert und anhand vieler Beispiele die negativen Effekte erklärt. Durch dieses Buch kam ich erstmals mit den Theorien anerkannter Wissenschaftler und mit den verschiedenen Untersuchungsmodellen in Berührung.

Theorie ist die eine Sache, Umsetzung in der Praxis eine ganz andere. Ansatzweise versuchte ich natürlich erstens die Fehler zu vermeiden (s.o.) und zweitens den Untersuchungsbericht „New-View-konform“ zu schreiben. Aber die Rahmenbedingungen (und wir) waren offensichtlich noch nicht reif für solch eine gravierende Veränderung. Im Zusammenhang mit der Unkenntnis der Adressaten (Lotsen wie auch Führungskräfte) hinsichtlich der neuen Philosophie gab es durchaus Akzeptanzprobleme. Zitat eines befreundeten Safety Managements dazu: „Wir können noch so viele Berichte unter New-View-Gesichtspunkten schreiben, wenn die, die die Berichte lesen, nicht wissen, worum es eigentlich geht.“

Positiv jedenfalls, dass diese Investigator-Schulung weitergeführt wurde, obwohl das nächste Treffen in Amsterdam (2007) von Inhalt und Durchführung seitens Dekker eher enttäuschend war. Durch unsere Kritik daran waren wir natürlich in der Pflicht, es beim nächsten Treffen 2008 in Langen (diesmal in großer Runde – die Kollegen der holländischen (LVNL) und der norwegischen (AVINOR) Flugsicherung hatten sich uns auch angeschlossen) mit einer anderen Konzeption besser zu machen. Der Plan war, mit den Rohdaten eines Vorfalls gemeinsam dieses Ereignis „from the scratch“ zu untersuchen und mit Unterstützung Dekkers einen, auch in Wort und Struktur, New-View-konformen Untersuchungsbericht zu erstellen und diesen dann mit dem bereits erstellten U-Bericht zu vergleichen. Da der an dem Vorfall beteiligte Lotse seine Zustimmung dazu gegeben hatte und auch persönlich anwesend war, stand einer interessanten Aufarbeitung nichts mehr im Weg. Dieser Vorfall wird als EDEGA-Fall in Safety-Managementkreisen bezeichnet.

Um die geneigten Leser ins Bild zu setzen:
Sektor A von ACC 1 soll normalerweise den Verkehr zu Sektor B im ACC 1 transferieren, dieser dann zum angrenzenden Sektor C von ACC 2.

In der Praxis transferiert aber Sektor A das Lfz direkt zum Sektor C, weil die Flugstrecke im Sektor B nur 15NM beträgt – ein mit der Zeit etabliertes, graues Verfahren, dass effizient ist, Sektor B entlastet und allgemein als sicher angesehen wird. Wirklich? Oder gibt es sicherheitsrelevante Aspekte, die bisher im Verborgenen geblieben sind, sogenannte „latent errors", die erst nach einiger Zeit offenbar werden?

Diese Flüge bergen im Falle von Vertikalbewegungen auf einer kreuzenden Luftstraße das Potenzial, von Sektor B übersehen zu werden, da man sie ja nicht aktiv identifiziert hat. Die Kontrollstreifen werden getrennt vom Hauptbrennpunkt dieses Sektors einsortiert und werden somit nicht bzw. nur teilweise im mentalen Bild der Situation berücksichtigt. Und just dies trat im EDEGA-Fall ein. Der Flug, der sich bereits bei ACC 2 bei Sektor C auf der Frequenz befand, wurde übersehen und ein kreuzender Flug von Sektor B durch die Flugfläche freigegeben. TCAS saved the day!

Diese Flüge bergen im Falle von Vertikalbewegungen auf einer kreuzenden Luftstraße das Potenzial, von Sektor B übersehen zu werden.

Dazu nun zwei Möglichkeiten der Betrachtung:
Old View: Der Lotse hat schuld. Er hat nicht hingeschaut, ergo es war sein Fehler. Die praktizierte Vorgehensweise (das Verfahren) ist in Ordnung, wir brauchen nichts zu ändern.

New View: Das Übersehen ist nur ein Symptom. Die Ursachen liegen woanders: in systemisch bedingten Defiziten, z.B. das „graue" Verfahren, die Arbeitsweisen, das Luftraumdesign etc.

Zurück zur Veranstaltung in Langen. Einen neuen Untersuchungsbericht zu diesem Fall konnten wir nicht erstellen, dazu war die Diskussion zu dynamisch. Wir beschränkten uns darauf, den existierenden U-Bericht kritisch zu analysieren. Überwiegend gab es wohlwollende Zustimmung, eine nette Bestätigung, noch nicht perfekt, aber auf dem richtigen Weg zu sein. Kritik allerdings hagelte es von Dekker für die aus dem Fall resultierenden Maßnahmen und Empfehlungen. Retrospektiv muss man selbstkritisch zugeben, dass man nicht konsequent den systemischen Ansatz weiterverfolgte, sondern sich aufgrund von Widerständen der Betriebsverantwortlichen, aber auch der Lotsen und sogar des Safety Panels auf einen (mit dem heutigen Wissen) inkonsequenten Kompromiss eingelassen hatte. Das Selbstvertrauen, eine gravierende Veränderung entsprechend zu verargumentieren und anzustoßen, war einfach noch nicht vorhanden.

Die involvierten Safety Managements erhielten in weiteren Recherchen Hinweise darauf, dass es in ihrem Bereich ähnliche Situationen gegeben hatte, die allerdings nie in einer Staffelungsunterschreitung endeten. Zwischen den Safety Managements bestand Einvernehmen darüber, dass nur durch eine großflächige Änderung der Sektorisierung dieser Bereich entschärft werden könnte. Dem sprachen aber politisch-strategische Überlegungen im Hinblick auf SES/FABEC entgegen. Außer einem Safety Reminder des Safety Panels wurde keine weitere Maßnahme veranlasst. Im Endeffekt wurde das praktizierte Verfahren sogar legalisiert und in ein offizielles Verfahren überführt.

Im Jahr 2009 wurde ein weiterer großer Schritt in Richtung Weiterentwicklung des Safety Managements getan. VY/H initiierte eine Reihe von acht Learning Labs mit Prof. Dekker, quasi ein Mini-Studium zu Human Factors und System Safety.

Erfreulich an der Fortbildung und dem Lernerfolg zuträglich war und ist, dass nicht nur DFS-Mitarbeiter, sondern auch die Arbeitspsychologische Fakultät der TU Darmstadt und Mitarbeiter des Safety Departments der TUlfly daran teilnahmen.

In den ersten Learning Labs wurde bereits klar, dass diese Weiterbildung hohe Anforderungen an die Teilnehmer stellen würde. Bei dem Stoff handelte es sich um wissenschaftliche Abhandlungen, die gleichzeitig komplexe Themen behandelten und intellektuell fordernd waren. Eine aktive Beteiligung der Teilnehmer würde eine Voraussetzung für den Erfolg der Learning Labs (LL) sein. Umfangreiches Lesematerial war durchzuarbeiten, Hausaufgaben, wie Ausarbeitungen zu bestimmten Themenkomplexen, Case Studies und Beiträge für den Safety Letter waren zu erstellen. Die ersten LL gestalteten sich daher auch schwierig und schleppend, denn die Gruppe musste sich zunächst finden und die unterschiedlichen Interessen und Vitae mussten unter einen Hut gebracht werden. Dazu kam, dass die intellektuelle Auseinandersetzung mit hochkomplexen wissenschaftlichen Papieren zum Teil sehr mühsam war, Diskussionen ausuferten und die Agenda so manches Mal sehr dynamisch war. Einen Mehrwert für die tägliche Arbeit war zunächst nicht zu erkennen.

Der anfängliche Frust wich mehr und mehr der Begeisterung für die vielschichtigen Themen. Das Themenspektrum reichte von Accident Models (Reason und Hollnagel) über die Aufarbeitung von Katastrophen und Unfällen (Snook, Vaughan) bis hin zu psychologischen und soziologischen Theorien über den Faktor Mensch in komplexen Systemen (Klein, Perrow, Weick und Sutcliffe).

Allmählich wurde klar, dass Dekker kein Patentrezept liefern wollte und konnte, wie man Vorfälle und Unfälle untersuchen sollte. Er spornte die Teilnehmer vielmehr an und forderte sie dazu auf, selber nachzudenken. Als Basis für dieses selbstständige Herausfinden dienten die mannigfaltigen Denkschulen und Ansätze, die er nicht nur vorstellte, sondern auch erläuterte sowie die zahlreichen Texte, die zu lesen waren.

Zwischen den LL lagen immer einige Monate und ich versuchte, die Punkte aus den LL, die mir für die tägliche Arbeit sinnvoll erschienen, in die Vorfalluntersuchungspraxis (und die Reports) mit einzubeziehen. Ein allmählicher Wandel vollzog sich nicht nur auf Safety-Managementseite, sondern auch graduell bei den Adressaten der Berichte. Zwar musste ich z.B. ab und an immer mal wieder erklären, wieso ich in zwei Seiten der Wertung die Rahmenbedingungen und den Kontext, in denen dem Lotsen ein Arbeitsfehler unterlaufen war, beschreibe, bevor ich zu der eigentlichen Fehlentscheidung bzw. Fehleinschätzung komme. Trotzdem wurden mit den entsprechenden Erläuterungen alle Untersuchungsberichte akzeptiert und ich hatte das Gefühl, dass langsam, aber allmählich, auch hier die New View ankommt. Natürlich gab es von Zeit zu Zeit auch Rückschläge. Es war irgendwie wie an der Börse. Es gab Höhen und Tiefen. Im Gesamtergebnis ging es aber aufwärts und erfreulicherweise ist der große Crash ausgeblieben.

Durch die Untersuchung eines weiteren Vorfalls bei EDEGA im letzten Jahr (2009) und den daraus abgeleiteten Empfehlungen konnte zumindest ein Teilerfolg erzielt werden. Ich konnte aufzeigen und

somit das Management davon überzeugen, dass die praktizierte, und seit dem EDEGA-Ereignis legalisierte, Verfahrensweise (Luftfahrzeuge von A nach C zu transferieren) zu verbessern bzw. sicherer zu machen, indem man das Verfahren für ein bestimmtes Höhenband modifizierte. Trotz vieler Widerstände im Lotsenbereich folgte das Management der Empfehlung des Safety Managements.

Der Turning Point kam im LL4. Im Wesentlichen war dies darauf zurückzuführen, dass man aus den Erfahrungen der vorangegangenen LLs (manche sagen dazu kreatives Chaos) gelernt hatte (lessons learned) und das LL4 neu konzipierte.

Klare Agenda, klare Aufgabenstellungen und disziplinierte Teilnehmer, in Verbindung mit einem Klassiker der Vorfalluntersuchung, Diane Vaughans „The Challenger Launch Decision", sorgten dafür, dass man das Gefühl hatte, viele Dinge klarer zu sehen und einen großen Schritt auf eine neue Ebene gemacht zu haben.

Zu Begriffen wie Structural Secrecy, Culture of Production, Normalization of Deviance, Efficency/Thorougness Trade-off (ETTO) etc. konnte plötzlich ein Bezug, auch im Zusammenhang mit der täglichen Arbeit, hergestellt werden.

Der Lotse ist schuld, er hat nicht hingeschaut, sein Fehler.

Die Probe aufs Exempel in der Praxis trat kurz danach ein. Denn im Vorfeld des LL fanden an meiner Niederlassung sicherheitsrelevante Ereignisse statt, die in der Untersuchung einen starken systemischen Beitrag vermuten ließen.

Um auch hier den geneigten Leser ins Bild zu setzen:
Eine vor einem Jahr eingeführte Systemfunktionalität (KARLDAP), mit der man optional nur den Verkehr hell anzeigen lassen konnte, der aktuell bzw. in Zukunft für den Sektor relevant ist -genannt LABCOL (Label Color)- wurde vom Safety Management bei drei Vorkommnissen in kurzer Zeit als beitragend eingestuft. Dies betrifft nicht die Funktionalität an sich, sondern Einschränkungen unter bestimmten Rahmenbedingungen, die z.B. dazu führen, dass ein Flugziel seine Darstellungsintensität von hellgelb auf blassgrün ändert, obwohl sich der Flug noch im Sektor befindet. Dies trug in drei Fällen mit dazu bei, dass Fluglotsen diesen Flug übersahen und Gegenverkehr durch die Flughöhe freigaben.

Nochmals, und hier schließt sich der Kreis mit dem anfangs beschriebenen EDEGA-Ereignis, seien alte und neue Philosophie für diesen Fall stark vereinfacht gegenübergestellt:

Old View: Der Lotse ist schuld, er hat nicht hingeschaut, sein Fehler. Die Systemfunktionalität (das System an sich) ist in Ordnung, wir brauchen nichts zu ändern.

New View: Das Übersehen ist nur ein Symptom. Die Ursachen sind ganz andere: Systemisch bedingte Defizite, z.B. im Design der Funktionalität. Diese Einschränkungen (Wechsel der Darstellungsintensität) begünstigen einen Arbeitsfehler des Lotsen. Maßnahme: Defizite beseitigen oder Funktionalität deaktivieren.

Überzeugt von den Erkenntnissen aus den LL, in dem Wissen, diese in der einsetzenden Diskussion vertreten zu können und, am wichtigsten, mit empirischen Daten belegbar, empfahl das Safety Ma-

nagement die Funktionalität zu deaktivieren. Natürlich gab es Widerstände gegen diese zugegebenermaßen radikale Empfehlung, nicht nur aus dem Managementkreis, sondern hauptsächlich aus dem Lotsenkreis. Die Lotsenargumente hatten mehrheitlich folgenden Tenor: „Wieso müssen alle darunter leiden, wenn einige zu blöd sind, hinzuschauen?“ Die Vorbehalte des Managements resultierten aus dem Unbehagen, eine Funktionalität abzuschalten, deren Einführung (auch im Hinblick auf zukünftige Systeme) man forciert hatte und verantwortete. Speziell in der Diskussion mit den Fluglotsen wurde bekannt, dass Lotsen bewusst diese Funktion nicht nutzten, weil sie die Schwachstellen erkannt und/oder ihre eigenen negativen Erfahrungen gemacht hatten. Dies blieb aber ihre einsame Entscheidung. Denn von den Meldestrukturen, um diese Schwachstellen öffentlich zu machen und ggf. Gegenmaßnahmen anzustoßen, machte keiner Gebrauch. Bei LABCOL handelt es sich um einen klassischer Fall von „latent error“, der im System vorhanden ist, der aber erst nach Monaten oder Jahren offenbar wird.

Der Autor überlässt es dem Leser, die beiden geschilderten Fälle unter den Aspekten von *Normalization of Deviance, Structural Secrecy und Culture of Production* zu beleuchten. Ich bin mir sicher, dass der eine oder andere Zusammenhang ins Auge fällt.

Der Fall EDEGA würde mit dem, auf der Weiterqualifizierung des Safety Managements basierenden Wissen, heute sicherlich anders bewertet werden. Die Empfehlungen würden stringenter ausfallen und qualifizierter und nachprüfbarer untermauert werden. Zusätzlich ist das Safety Management in der Lage, überzeugender in Richtung Management zu argumentieren.

Für den ersten Teil der Passagiere und besonders für mich persönlich endet diese Reise mit dem Ende der 1. LL Serie im April 2011 und dem anstehenden Eintritt in die Übergangsversorgung. Für alle anderen kann dies nur das Ende der ersten Etappe der Reise sein. Neueinsteiger und erfahrene Safety-Management-Passagiere haben noch ein gutes Stück des Wegs vor sich. Die Führungskräfte werden ermuntert, auf den Zug mit aufzuspringen, damit wir am Ende der Reise unser großes gemeinsames (Unternehmens)Ziel erreichen, nämlich größtmögliche Sicherheit als oberste Maxime unseres Handels zu gewährleisten.

Mit einem Zitat aus einem Song meiner Lieblingsband habe ich diesen Beitrag überschrieben, mit einem weiteren Zitat aus dem gleichen Song möchte ich enden:

Let`s keep truckin`on.

Wie im vorangegangen Artikel von Manfred Kohl zu lesen war, hat sich die DFS-Vorfalluntersuchung in den letzten Jahren langsam, aber stetig gewandelt. Nicht so sehr das tägliche Tun, sondern vielmehr die Anschauungen und Vorstellungen, wie es zu Vorfällen kommt, haben sich geändert. Der nächste Schritt und die Konsequenz aus diesen Veränderungen bedarf großen Mutes und Weitsicht der Führungskräfte. Diese Entwicklung wäre dann der Beginn eines „echten" Safety Managements. Hier reden wir dann nicht mehr über Vorfälle und Maßnahmen aus in der Regel singulären Ereignissen, sondern hier beginnt dann das alltägliche Abwägen zwischen Sicherheit und Effizienz. Man muss sich dann permanent bewusst machen, wo man sich gerade etwas von der Sicherheit borgt und überlegen, was man dafür in die andere Waagschale hineintut, damit das System ausbalanciert ist.

Dies wäre dann ein erster Schritt hin zu ETTO und zu Resilience Engineering. Der folgende Artikel befasst sich mit genau diesem Thema. Prof. Hollnagel hat bereits viele Dinge für uns vorgedacht und zeigt nochmals genau das ETTO-Prinzip auf. Für eine vertiefende Lektüre sei auf das Buch „The ETTO Principle: Efficiency Thoroughness Trade-Off" aus dem Asghate-Verlag hingewiesen.

The Efficiency-Thoroughness Trade-Off (ETTO) Principle or Why Things That Go Right Sometimes Go Wrong

Von Prof. Erik Hollnagel

Erik Hollnagel
Professor & Industrial Safety Chair
MINES ParisTech, Sophia Antipolis, France
Visiting Professor
Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway

Introduction

It is a fundamental characteristic of human performance, whether individual or collective, that the resources needed to do something very often are insufficient. In today's hectic workplace the most frequent shortcoming is probably a lack of time, but other resources – such as information, manpower, materials, and energy – may also be in short supply. We nevertheless usually manage to do what we should by adjusting how we do it to meet the current conditions - or in other words to balance demands and resources. The ability to adjust performance to match the conditions can be seen as a trade-off between efficiency and thoroughness and described by the Efficiency-Thoroughness Trade-Off (ETTO) principle.

The ETTO principle refers to the fact that people (and organisations) as part of what they do frequently – or always – have to make a trade-off between the resources (time and effort) they spend on preparing an activity and the resources (time and effort) they spend on doing it. The trade-off may favour thoroughness over efficiency if safety and quality are the dominant concerns, and efficiency over thoroughness if throughput and output are the dominant concerns. It follows from the ETTO principle that it is never possible to maximise efficiency and thoroughness at the same time. Nor can an activity expect to succeed, if there is not a minimum of either.

- Definition of Efficiency. Efficiency means that the level of investment or amount of resources used or needed to achieve a stated goal or objective are kept as low as possible. The resources may

be expressed in terms of time, materials, money, psychological effort (workload), physical effort (fatigue), manpower (number of people), etc. The appropriate level or amount is determined either by a subjective evaluation of what is sufficient to achieve the goal, i.e., good enough to be acceptable by whatever criterion is applied, or by external (company or authority) requirements and demands. For individuals, the decision about how much effort to spend is usually not explicit but rather a result of habits, social norms, and established practice. For organisations, the decision is more likely to be the result of a direct consideration – although this choice in itself will also be subject to the ETTO principle.

- Definition of Thoroughness. Thoroughness means that an activity is carried out only if the individual or the organisation has ensured that the necessary and sufficient conditions are in place, so that the activity will achieve its objective but not create any unwanted side-effects. More formally, thoroughness means that the pre-conditions for an activity are in place, that the execution conditions (resources, tools, and competence) can be ensured, and that the outcome(s) will be the intended one(s).

The most conspicuous ETTO rules are those found in the way we work individually.

Looking for ETTO in everyday work

The ubiquity of making efficiency-thoroughness trade-offs, also known as ETTOing, can be illustrated by describing a number of ETTO "rules". The rules listed here are based on a broad review of general human factors literature and of studies of work. The set of rules is representative of everyday work, but does not claim to be exhaustive.

The most conspicuous ETTO rules are those found in the way we work individually. They represent the reasoning or justifications we use when we make a trade-off – although this rarely is made clear unless we are required to provide an explanation for one reason or the other.

- **'It looks fine'** – so there is no need to do anything, meaning that an action can safely be skipped.
- **'It is normally OK, there is no need to check anything'** – it may look suspicious, but do not worry, it always works out in the end. A variation of that is 'I/we have done this millions of times before' – so trust me/us to do the right thing.
- **'It is good enough for now (or for 'government work')'** – meaning that it passes someone's minimal requirements.
- **'It is not my/our responsibility'** – so we do not need to concern ourselves with that.
- **'It will be checked, or done, by someone else later'** – so we can skip this test or action now and save some time.
- **'It has been checked, or done, by someone else before'** – so we can skip this test or action now and save some time. A combination of this rule and the preceding is clearly unhealthy, since it opens a path to failure. It happens every now and then, usually because different people are involved at different times.
- **'(Doing it) this way is much quicker'** – or more resource efficient – even though it does not follow the procedures in every detail.
- **'There is no time (or no resources) to do it now'** – so we postpone it and continue with something else instead. The obvious risk is, of course, that we forget whatever we postpone.
- **'I cannot remember how to do it'** (and I cannot be bothered to look it up) – but this looks like a reasonable way of going about it.
- **'It looks like Y, so it probably is Y.'** In this case, a mistaken or superficial recognition of someone or

something is taken as proof that someone was actually seen or that something did actually happen.

Since work always takes place in a social context, some of the ETTO rules are social rather than individual rules. The following are some examples:

- **'We always do it this way here'** – so follow the norm and do not be worried that the procedures say something else.
- **'We must get this done'** (before someone else beats us to it or before time runs out) – therefore we cannot afford to follow the procedures (or rules and regulations) in every detail.
- **'It must be ready in time'** – so let's get on with it. (The need to meet a deadline may be imposed by the company, the bosses, or by oneself).
- **'If you don't say anything, I won't either'** – in this situation one person has typically 'bent the rules' in order to make life easier for another person or to offer some kind of service.

The logical extension of looking at social ETTO rules is to consider organisational ETTO rules. This makes sense since people who work in administration or management, at the so-called "blunt end", have the same psychology and therefore reason in the same manner as the people who work at the 'coalface,' the so-called "sharp end". Some common organisational ETTO rules are:

- **'The negative reporting rule,'** which means that only deviations or things that go wrong should be reported. As a consequence, the absence of a report is interpreted as meaning that everything is well. The rule clearly improves efficiency, but may have consequences for safety.
- **'The prioritising dilemma'** or 'the visibility-effectiveness problem.' Many organisations realise that it is important for managers to be visible in the organisation, which means that they should spend time finding out what is going on and become known by the people they manage. On the other hand, managers are often under considerable pressure to be effective and to perform their administrative duties promptly, even when deadlines are short. They are therefore required by their bosses to be both efficient in accomplishing their administrative duties, and thorough in the sense that they are good managers – i.e. highly visible.
- **'Report and be good.'** Yet another example is in the relation between an organisation and a subcontractor or a supplier. Here the safety ethos prioritises openness and reporting of even minor mishaps. Subcontractors and suppliers thus often feel pressure to meet the organisation's standards for openness and reporting. However, at the same time they may suspect that they will suffer if they have too many things to report, while a competitor that reports less may be rewarded. In ETTO terms it is thorough to report everything and efficient to report enough to sound credible but not so much that one loses the contract.
- **'Reduce unnecessary costs.'** While this may sound plausible enough at first, the problem lies with the definition of 'unnecessary.' The rule is used to improve efficiency, at the cost of thoroughness.

It is important for managers to be visible in the organisation, which means that they should spend time finding out what is going on and become known.

What should be done about ETTOing?

Accident investigation and risk assessment have for decades focused on the human factor; countless books and papers have been written about how to identify, classify, eliminate, prevent and compensate for 'human error.' This bias towards the study of performance failures is based on the assumption that failures and successes have different origins, and that there therefore is little to be gained from studying them together.

The ETTO Principle looks at the common trait of people at work to adjust what they do to match the conditions – to what has happened, to what happens, and to what may happen. It proposes that this efficiency-thoroughness trade-off is both useful and normal. While the adjustments in some cases may lead to adverse outcomes, these are due to the very same processes that produce successes, rather than errors and malfunctions. The ETTO Principle thus removes the need for specialised theories and models of failure and 'human error' and offers a viable basis for effective and just approaches to both reactive and proactive safety management.

The ETTO Principle looks at the common trait of people at work to adjust what they do to match the conditions.

There are several practical benefits from studying how ETTOing affects the way work is done. Most importantly, by paying attention to what people actually do, instead of to what they should do, it becomes possible to detect the problems that people face in their everyday work as well as the "smart" solutions they create. As smart solutions overcome problems, neither can be seen from the traditional event reports or work analyses. Studying ETTOing can be used to identify potential flaws in the system, as well as more efficient ways of working. Another benefit is that it becomes unnecessary to look for someone to blame when things go wrong. This will not only be a benefit to learning from experience, but also create a better safety climate in the company. Finally, it helps us to avoid the ETTO fallacy, i.e. requiring people to be both efficient and thorough at the same time.

Warum können Gewerkschaften mit „Dienst nach Vorschrift“ drohen?

***Sebastian Allgaier** ist Check-Kapitän B737 bei TUIfly (HLF). Von 2001 bis 2011 war er Leiter des CRM-Trainings bei TUIfly und ist zur Zeit mit Evidence-Based Training (ATQP) beschäftigt.*

Von Sebastian Allgaier

Eine der mächtigsten Drohungen, die Gewerkschaften im einem Tarifkonflikt aussprechen können, ist der Aufruf an ihre Mitglieder, den Dienst nach Vorschrift durchzuführen. Diese Drohung mag in unserer Gesellschaft schon fast als normal angesehen werden, aber mit etwas Abstand betrachtet verwundert sie schon: Eigentlich sollte der Dienst nach Vorschrift die Norm sein, der Standard, nach dem eine Organisation strebt. Betrachtet man nun im Speziellen die Organisationen im Bereich der kommerziellen Luftfahrt, sprich Flugsicherer und Airlines, so mag dies um so mehr gelten.

Gerade unsere Industrie ist ja bezüglich der Sicherheitsstandards in einer Vorreiterrolle gegenüber anderen Industrien und wird häufig als Vorbild und Ziel betrachtet. Dieser Sicherheitsstandard beruht größtenteils auf einer sehr prozeduralen Definition von Arbeitsabläufen, einer strikten Einhaltung von Limits, die für fast alle Bereiche umfassend und akribisch aufgelistet sind und auf einer aufwendigen und sehr spezifischen Ausbildung von Menschen, die in diesem System arbeiten sollen. Darüber hinaus werden diese Akteure im sicherheitsgerichteten System fast pedantisch oft trainiert und geprüft, ob die Verfahren, Limits und Vorschriften auch eingehalten werden.

Eigentlich sollte dann der Aufruf, Dienst nach Vorschrift zu verrichten, eher eine Forderung des Arbeitgebers sein und nicht der tariflichen Arbeitnehmervertretung. Eventuell könnte für einen Außenstehenden der Aufruf als gewerkschaftliche Unterstützung der Geschäftsführung verstanden werden, eine eventuell etwas schlampig arbeitende Belegschaft wieder auf den rechten Pfad zu bringen. Kurz gesagt, eigentlich müsste die Geschäftsführung einer Airline oder einer Flugsicherung froh sein, wenn ihre Piloten und Lotsen „endlich einmal das machen, was in den Büchern steht“ – also Dienst nach Vorschrift.

Offensichtlich ist aber genau dieser Fall ein Schreckensszenario. Die Ironie liegt in der Tatsache, dass eine Belegschaft, die exakt nach den Verfahren, Limits und Vorschriften handelt, recht schnell die Produktion des Betriebes, hier also den flüssigen Luftverkehr, binnen kurzer Zeit zum Erliegen bringen kann. Aber wie kann das sein?

Zum einen gibt das Unternehmen Ziele vor, nach denen die Arbeit des Einzelnen erfolgen soll. In unserem Fall sind diese Ziele je nach Organisation abgewandelt: Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Pünktlichkeit (wobei dies ggf. auch mit geregeltem Verkehrsfluss oder Ähnlichem zu ersetzen ist). Das erste Problem zeigt sich schon hier: Diese Ziele sind nicht miteinander vereinbar. Man kann nicht alle drei Ziele gleichzeitig maximal erreichen – das Optimieren nach einem Ziel wird sich immer nachteilig auf die anderen Ziele auswirken. Jedem ist klar, dass erhöhte Sicherheit zu Lasten der Wirtschaftlichkeit und ggf. Pünktlichkeit geht; im Extremfall bleiben die Flugzeuge am Boden, was ziemlich sicher ist, womit aber kein Geld zu verdienen ist (ganz zu schweigen von der Pünktlichkeit). Dieser Widerspruch spiegelt sich auch auf einer unteren Ebene wider: Verfahren, Limits und Vorschriften sind immer dadurch entstanden, dass ein Ziel möglichst optimal erreicht werden soll.

5NM Staffelungsabstand dient der Sicherheit, bei entsprechendem Verkehrsaufkommen leiden die zwei anderen Ziele darunter. Die Reduzierung der vertikalen Staffelung im Zuge von RVSM dient der Wirtschaftlichkeit. Zugegeben, durch die extrem genauen Instrumente und der Einführung von TCAS und anderen Technologien konnte der vertikale Abstand von Flugzeugen ohne Sicherheitsverlust reduziert werden – aber man hätte ja auch mehr Sicherheit (bei gleichbleibender Wirtschaftlichkeit) produzieren können, wenn man die alte Regelung beibehalten hätte.

Diese Verfahren, Limits und Vorschriften müssen zudem alle erdenkbaren Situationen abdecken, also auch die extremen. Flugzeuge haben in ihren Handbüchern Crosswind Limits aufgeführt. Diese stellen sicher, dass unter widrigen Umständen (Bahn mit viel Gummiabrieb, Böen etc.) eine Landung noch sicher möglich ist. Findet man allerdings vorteilhaftere Umstände vor (breite Bahn, keine Böen, neue Bahn etc.) ist eine Landung mit höherer Seitenwindkomponente durchaus mit denselben Sicherheitsstandards möglich. Und dennoch werden sich alle Piloten an diese Limits halten – oder?

Im Spannungsfeld von nicht miteinander vereinbaren Zielen und sich widersprechenden Vorschriften muss der Pilot oder Lotse einen praktikablen Weg finden, seine täglich Arbeit zu verrichten.

Unter Umständen nicht. Im Spannungsfeld von nicht miteinander vereinbaren Zielen und sich widersprechenden Vorschriften muss der Pilot oder Lotse einen praktikablen Weg finden, seine täglich Arbeit zu verrichten. Er wägt permanent ab, welches der Ziele in der momentanen Situation Vorrang hat und richtet sein Handeln danach aus. Erik Hollnagel beschreibt dieses Abwägen als ETTO-Prinzip. Es geht um die Entscheidung, effektiv (hier wirtschaftlich) oder gründlich (hier sicher) zu agieren. Aber das ETTO-Prinzip ist noch viel weitreichender. Oft stehen Ressourcen (z.B. Zeit, freier Luftraum, aber auch Wissen, kognitive Fähigkeiten) nicht in dem Ausmaß zur Verfügung, um einen Prozess gründlich, also präzise und nach Vorschrift, durchzuführen. Dann muss einfach zu Ungunsten eines 100% sicheren Prozessablaufs mit den Ressourcen gearbeitet werden, die vorhanden sind. Würde man in dieser Situation dennoch versuchen, gründlich zu sein, bestünde die Gefahr, dass das Ziel (statt auf einfacherem Wege) gar nicht erreicht werden kann.

In dieser Zwickmühle stehen wir im Bereich der Luftfahrt permanent. Ein extremes Beispiel ist sicherlich Swissair 111, die mit Rauch im Cockpit konfrontiert war. Die Crew stand vor der Entscheidung, die entsprechenden Checklisten abzuarbeiten, die Quelle des Rauchs zu identifizieren und zu isolieren,Treibstoff abzulassen und mit dem maximal möglichen Landegewicht in Halifax zu landen. Oder: Die Checklisten wegzulegen und sich auf eine Landung weit über dem strukturellen Landegewicht auf der nächsten Landemöglichkeit zu konzentrieren. Die erste Möglichkeit wäre die gründliche Lösung, so wie sie auch regelmäßig im Simulator geübt wurde. Die zweite wäre die effiziente Lösung gewesen, allerdings mit der Gewissheit verbunden, zu einer Bruchlandung zu führen, da mit diesem Gewicht ein Stoppen auf der Bahn nicht möglich gewesen wäre. Wir wissen nun, dass die Ressource Zeit ihnen nicht ausreichend zur Verfügung stand, um überhaupt die gründliche Lösung durchzuführen. Und hier spitzt sich das Dilemma zu: Häufig wissen wir nicht einmal, ob wir genügend Ressourcen für die eine oder andere Variante haben.

Aber wir treffen auch in der normalen Routine häufig auf die Notwendigkeit, zwischen „efficiency“ und „thoroughness“ abwiegen zu müssen. Bereits bei den Flugvorbereitungen sind die Verfahren so vielfältig und umfangreich, dass kaum Zeit da ist, alle gründlich abzuarbeiten. Flugbegleiter müssen neben der Beaufsichtigung der Cleaner und Caterer Zeitschriften auslegen, Essensbeladung überprüfen, Notausrüstung überprüfen etc. Im Nachgang des 11. September kamen dann noch Sicherheitsüberprüfungen der Kabine hinzu, die erst durchgeführt werden dürfen, wenn das gesamte

Fremdpersonal von Bord gegangen ist und die Passagiere noch nicht einsteigen. Diese Überprüfung verlangt, alle Schränke, Staufächer und Nischen zu überprüfen und ein Viertel aller Schwimmwesten aus ihrem Staufach unter dem Sitz herauszunehmen und per Sichtkontrolle auf versteckte Bomben hin zu untersuchen. Im selben Zeitraum haben die Low Cost Airlines den Druck auf die anderen Airlines so erhöht, dass Flugzeugbodenzeiten auf ein extremes Minimum zurückgefahren werden. Sprich: Die Flugbegleiter müssen diese Tätigkeiten inklusive Einsteigen der Gäste teilweise in 30min erledigen. Es ist leicht, sich auszumalen, wie häufig eine individuelle Abwägung zwischen Gründlichkeit und Effizienz zugunsten letzterem ausgeht, wenn der Kapitän mit dem Hinweis auf einem engen Slot zur Eile mahnt.

Auch eine Form von ETTO-ing, dem Abwägen zwischen „efficiency“ und „thoroughness“, ist der Verstoß gegen so „nervige“ Vorschriften, die einem das Zeitunglesen im Cockpit oder am Board in Zeiten geringer Arbeitsbelastung verbieten. Häufig hört man in diesem Fall, das die Sicherheit marginal reduziert werden kann zugunsten eines „schonenden und rekreativen“ Umgangs mit den eigenen Ressourcen, sprich Konzentration. Hier steht im Hintergrund die Einstellung des Einzelnen, sehr wohl abschätzen zu können, in welchen Situationen wie viel Sicherheit notwendig ist, um das System am Laufen zu halten. Da ja noch andere Akteure in dem System für Sicherheit sorgen, kann man sich quasi einmal auf die verlassen! Voraussetzung für diesen Ansatz ist jedoch, dass „die anderen“ nicht genauso denken und handeln und sich wiederum auf „die anderen“ verlassen in ihrem Bestreben, Ressourcen zu schonen.

Was „nervig“ ist oder auch nicht, hängt dann sehr von der Situation und der individuellen Toleranzschwelle ab, sich wissentlich gegen die Befolgung einer Vorschrift zu entscheiden. Die meisten Airlines führten vor einiger Zeit eine Vorschrift ein, dass spätestens in 200ft vor der Landung die Landefreigabe erhalten sein, andernfalls durchgestartet werden muss. Jeder begrüßte diese eindeutige Aussage zunächst. „Nervig“ wurde diese Vorschrift erst, als in Europa überall die „reduced separation operation“ auf den Flugplätzen eingeführt wurde. Demnach kann die Landefreigabe erteilt werden, wenn das zuvor startende Flugzeug weiter als 2400m vom Threshold entfernt ist, obwohl es noch gar nicht abgehoben hat. Diese Regel produziert nun regelmäßig Situationen, in denen die Freigabe erst unter 200ft gegeben wird. Die Piloten müssen nun für sich abwägen, welches der Ziele optimiert und wie dies dann umgesetzt werden soll:

I. Man befolgt die Vorschrift, startet durch und „frisst“ den startenden Verkehr auf dem Missed Approach auf, der ziemlich gleich mit der Abflugroute des Vordermanns verläuft.
II. Man widersetzt sich der Vorschrift und landet.

In beiden Fällen kann Sicherheit als maßgebende Entscheidungsgröße unterstellt werden. Derjenige, der sich für 1. entscheidet, führt an, dass er sich an die Regel halte. Das für sich produziert Sicherheit, da ja nicht abgesehen werden kann, welche Sicherheitslücken entstehen, wenn man sich nicht an die Vorschrift hält. Eine drohende Staffelungsunterschreitung muss vom Lotsen aufgefangen werden.

Der andere landet und argumentiert, dass eine drohende Staffelungsunterschreitung die größere Gefahr bedeutet und schließlich die Bahn zum Landen ja frei war.

Diese Ambivalenz wird in einem Zitat von Ernst Mach von 1905 sehr schön beschrieben: „Erfolg und Misserfolg haben den gleichen Ursprung. Nur durch das Resultat kann man das Eine vom Anderen

unterscheiden.“ Demnach hat es gar keinen Sinn, grundsätzlich „gründlich“ zu agieren. Stattdessen müsste die permanente Abwägung zwischen Vorschriften, Limits und Verfahren auf der einen Seite und der individuellen, effizienten Situationsbewältigung zur alleinigen Vorschrift erhoben werden. Dies würde allerdings den Bruch mit all den Fehler- und Unfallmodellen bedeuten, die bisher im Umlauf waren und deren Kredo die strikte Einhaltung von Verfahren war.

Entscheidend ist wohl der Grund, warum von einem Verfahren abgewichen werden soll. Wie in den verschiedenen Beispielen klar wird, ist die Motivation dahinter recht unterschiedlich: Zum Teil steht eine gewisse „persönliche Adaption“ der Arbeitsabläufe zur Minimierung des eigenen Aufwands im Vordergrund, hauptsächlich aber der tägliche Kampf, mit knappen Ressourcen sich widersprechende Ziele möglichst optimal zu erfüllen. Ersteres kann schnell in die Kategorie unprofessionell einsortiert werden und jeder möge bei sich selbst den ersten Schritt tun.

„Erfolg und Misserfolg haben den gleichen Ursprung. Nur durch das Resultat kann man das Eine vom Anderen unterscheiden.“

Letzteres ist aber ein nicht vollständig zu lösender Konflikt. Natürlich kann man sich auf die Grundposition zurückziehen und sagen: Sicherheit hat immer die höchste Priorität. Aber auch dieser Ansatz führt letztendlich nicht weiter: Wie Sidney Dekker es formuliert, sind Systeme nicht dazu da, sicher zu sein, sondern Geld zu verdienen. Dies gilt auch für den zivilen Luftverkehr, denn einzig nach Sicherheit optimiert, würde das System Luftverkehr keinen Flug mehr vom Boden abheben lassen und damit kein Geld verdienen. Aber auch nach Wirtschaftlichkeit optimiert, würde das System schnell kollabieren, denn bei einer hinreichend schlechten Sicherheitsstatistik verlagert sich der Personen- und Güterverkehr auf andere Systeme.

Letztendlich besteht das System nur, wenn eine Balance zwischen Sicherheit und Wirtschaftlichkeit oder „efficieny and thoroughness“ gefunden werden kann. Für den einzelnen Akteur im System, also für Lotse oder Pilot, heißt das zu erkennen, in welchen Situationen die Vorschriften, Limits und Verfahren beachtet werden müssen und wann es Zeit ist, das Vorgehen anzupassen an die besonderen Umstände der jeweiligen Situation. Häufig weichen wir von Verfahren ab, weil wir zu schnell die besondere Situation meinen, erkannt zu haben und glauben, dass diesen speziellen Umständen kein Verfahren Rechnung tragen könnte. Dem möchte ich entgegenhalten, dass der oben beschriebene Dienst nach Vorschrift ja offensichtlich nicht gefährlich ist (die Sicherheit beeinträchtigt), sondern „nur“ die Wirtschaftlichkeit in die Knie zwingt – andernfalls würden sich Gewerkschaften diesbezüglich auf sehr dünnem Eis bewegen.

Für den Einzelnen kann dies bedeuten, die eigene Toleranzschwelle, von Verfahren, Limits und Verschriften abzuweichen, zu überprüfen. Zu flexibler oder zu starrer Umgang mit ihnen bringt jeweils Gefahren mit sich: die Zeitung am Board oder das Holding zum Fueldumpen, wenn Rauch im Cockpit ist.

Der Mensch zwischen Produkt und Sicherheit

***Marc Olaf Schlicht** arbeitete von 1995 bis 2004 als Flugbegleiter bei der Hapag-Lloyd Flug GmbH und ist seit 2004 Trainer und Ausbilder für das fliegende Personal in den Bereichen Safety, Emergency Procedures, Crew Resource Management und Security.*
Seit 2009 ist er zudem Chief Trainer Human Factors Development.

Von Marc Olaf Schlicht

Seit nunmehr fünfzehn Jahren bin ich in der Berufsfliegerei tätig. Viele Jahre davon als Flugbegleiter, heute als Trainer und Personalentwickler. Gehörten früher Aufenthalte mit der Crew über mehrere Tage an schneeweißen Stränden in Top-Hotels, ein entspannter und stabiler Flugplan mit vielen freien Tagen und sehr guten tariflichen Arbeitsbedingungen zum Alltag, hat sich seitdem einiges geändert. Spreche ich heute mit Kollegen über das Berufsleben in der Fliegerei, so höre ich selten etwas Positives. Vergleiche mit der Vergangenheit lassen die Gegenwart meist noch negativer erscheinen. Allerdings scheint da auch noch etwas zu sein, was nicht so richtig greifbar ist und den meisten Kollegen schwerfällt, genau und präzise zu benennen. Wenn es versucht wird, dann durch Verallgemeinerungen, Schlagworte sowie umständliches Umschreiben. Trotz vieler guter und moderner Errungenschaften der Arbeitnehmer in den letzten Jahren scheint eine große Unzufriedenheit bei dem fliegenden Personal vieler Fluggesellschaften vorhanden. Einbußen von „Motivation“ sowie Schwierigkeiten in der „Identifikation“ des Mitarbeiters mit dem Unternehmen sind die für mich auffälligsten Schlagworte.

Nachhaltigkeit von Schulungen

Eines ist unbestritten: Die steigende Arbeitsbelastung in den letzten Jahren für Flugzeug-Crews ist zweifelsfrei vorhanden. Management sowie Behörden wären gut beraten, sich den Aussagen und geäußerten Wahrnehmungen der Crews zu widmen und diese professionell analysieren zu lassen, um Gefahrenpotenziale im Bereich Safety für die Zukunft erkennbar zu machen sowie das Human- und Sozialkapital zukünftig besser zu nutzen und zu erhalten. Dies wäre meiner Meinung nach für einen so sensiblen und in der Vergangenheit so fortschrittlichen Bereich wie die Berufsfliegerei nur wünschenswert. Denkmuster im Bereich SEP, Security und CRM sind an einem bestimmten Punkt in der Vergangenheit stehengeblieben und haben sich kaum den Bedürfnissen der Praxis angepasst. Oft sind es nur noch Worthülsen (z.B. CRM), die meist nicht die Bedeutung und Aufmerksamkeit im Fliegerleben erleben, die sie eigentlich verdient hätten. Jeder Bereich arbeitet zu oft für sich und sieht somit auch das Gefahrenpotenzial nur durch die eigene Brille. Übergreifende Gefahrenanalysen sind zwischen den einzelnen Fachbereichen meist nicht vorhanden.

Hier sollen nicht die Errungenschaften der vergangenen Jahre geschmälert werden. Was an Schulungen gerade für das fliegende Personal gesetzlich vorgeschrieben ist, sucht in anderen Berufsgruppen ihresgleichen. Auch ist zu beobachten, dass das Bewusstsein gerade für den Bereich Safety and Emergency Procedures (SEP) heutzutage durchaus bei den Crews zu beobachten ist, aber reicht das? Ist es genug, Crews nur fachspezifisch nach ihrem Wissen abzufragen, ohne dabei den Veränderungen der beruflichen Umwelt des Mitarbeiters Rechnung zu tragen?

Gibt es nicht viele neue Fragen in der Fliegerei, die neuer Antworten bedürfen? Muss dadurch nicht auch das System der Schulungen und deren Themenauswahl überdacht werden?

Crews müssen in regelmäßigen Abständen theoretisch und praktisch ihr Wissen unter Beweis stellen. Sie werden abgefragt, ihr Verhalten wird getestet und spezifische Szenarien werden durchge-

spielt. Um den Anforderungen gerecht zu werden, muss man die Aufgaben im Sinne des Gesetzgebers beantworten und/oder dem Prüfer das gewünschte Verhalten zeigen. Die Aussagekraft des hierdurch gezeigten Ergebnisses wird dadurch in vielen Fällen verfälscht. Dadurch, dass es gesetzlich vorgeschrieben ist, wird es von den Crews meist als nötiges Übel empfunden. Nur schnell den Test schreiben, die Prüfung bestehen ist das Ziel. Es muss eben gemacht werden. Zeit für erforderliche Diskussionen und einen Wissensaustausch innerhalb der Crews ist aus Kostengründen meist kaum vorhanden. Für das Management stellt der gesetzliche Schulungsaufwand einen Kostenfaktor dar, der, wäre er nicht gesetzlich vorgeschrieben, niemals mit einem solchen Umfang betrieben werden würde. Und trotzdem sind sich alle einig, dass gut ausgebildete Crews wichtig sind.

Ein Dilemma.

Das Aufarbeiten der vom Gesetzgeber vorgegebenen Themen hängt von der Kreativität und dem Wissen Einzelner ab, jedoch ohne Berücksichtigung wirklich aller vorhandenen Beeinflussung für das im Mittelpunkt stehende Individuum.[2]

Über die Nachhaltigkeit des in der Schulung aufgenommenen Stoffes und die Umsetzung in die Praxis lässt sich, wie schon erwähnt, streiten. Es wird also geschult, ohne sich über die Nachhaltigkeit der Schulungen im Klaren zu sein. Fragen über die Qualität der Crewausbildungen werden meist nur gestellt, wenn es nach einem Vorfall (meist einem Crash) in der Öffentlichkeit Beachtung findet. Ist dies nicht der Fall, interessiert den Kunden in den meisten Fällen der Preis für den gebuchten Flug und nicht die Ausbildung der Crews.

Die Berufsfliegerei verändert sich

Seit ca. zehn Jahren, besonders nach dem 11.09.2001, hat sich die Airline-Branche weltweit extrem verändert. Die Entwicklung und die somit entstehende Beeinflussung durch das Low-Cost-Geschäft hat die gesamte Luftfahrt sowie Behörden und Zulieferer in allen Bereichen der Branche beeinflusst. Der Einbruch nach dem 11.09.2001 ließ viele Fluggesellschaften vom Markt verschwinden und stürzte die Branche und die Arbeitnehmer in eine Krise. Der anschließende Boom ließ die Luftfahrt wieder aufblühen, aber anders als zuvor. Bedürfnisse der Kunden nach günstigen Flügen wurden allem anderen überstellt. Das nahm so groteske Formen an, dass das Flugziel für den Kunden oft zweitrangig war, solange er nur für möglichst wenig Geld fliegen konnte. Das langfristige Planen und Kalkulieren war für Touristik- und Fluggesellschaften nach dem alten Modell so nicht mehr möglich. Die Anzahl der Fluggesellschaften, die nach dem 11.09.2001 überlebten oder neu entstanden, nahm zu. Auch immer mehr Personal wurde somit rekrutiert und ausgebildet. Diese Entwicklung hatte Auswirkungen auf das Selbstverständnis des fliegenden Personals. Wurde das Bild der Fliegerei bis in die letzten Jahre durch die großen staatlichen Fluggesellschaften und deren Mythos und Flair der 50er, 60er und 70er Jahre geformt, so ist es heute zum größten Teil der Normalität gewichen. War es früher etwas Besonderes, als Flugbegleiter[3] oder Pilot in der Öffentlichkeit wahrgenommen zu werden, so werden diese Berufe (besonders der des Flugbegleiters) heute nicht mehr als so exotisch empfunden. Durch den steigenden Bedarf an Arbeitskräften (diese möglichst günstig, passend zum Produkt) wurden später ganze Gegenden, wie z.B. der Frankfurter Raum, regelrecht abgegrast, um an Personal zu kommen. Die Fluggesellschaften warben sich das Personal regelrecht gegenseitig ab.

[2] Galten früher nicht berufliche Bereiche wie Familie und Freizeit einer Person oft als Refugien zur Erholung, so sind dieses ebenso Bereiche, die im Gegensatz zur Vergangenheit einen hohen Grad an Organisation und Planung bedürfen und sicherlich nicht der reinen Erholung dienen. Arbeitswissenschaftler vertreten die Meinung, dass Beruf und soziale Verpflichtungen im Leben eines Menschen nicht einfach voneinander getrennt werden können. Auftretende negative Auswirkungen werden in die verschiedenen Bereiche getragen, wie Überlastung und Stress, die dann unter Umständen bei der Arbeit oder im sozialen Bereich eskalieren.
[3] Meist nicht in den angloamerikanischen Ländern, da hier der Wandel schon früher begann.

Hinzu kam, dass Fluggesellschaften mehr und mehr von kurzfristigen betriebswirtschaftlichen Aspekten gelenkt wurden. Nicht mehr Airliner oder Touristiker, für die das Produkt am Kunden im Vordergrund stand, sondern Controller, die die reinen Zahlen auf dem Papier und die Quartalsergebnisse interessieren, lenkten die Geschehnisse der Unternehmen und Konzerne. Der Kunde und seine individuellen Bedürfnisse stehen nicht länger im Vordergrund, sondern die Kosten und der Shareholder Value. Wer als Gast etwas Besonderes möchte, soll es auch bezahlen. Beschwerden von Gästen und was ihnen an Unannehmlichkeiten zugemutet werden kann, werden in Kauf genommen, solange es dem Gesamtergebnis zugutekommt. Diese Art der Unternehmensführung ist keine böse Absicht, sondern eine einfach nachzuvollziehende Entwicklung des Marktes. Dieses musste sich aber zwangsläufig auf die Arbeitsbedingungen und die damit zusammenhängende Zufriedenheit der Crews (auch Cockpit, da auch sie sich in ihrer Arbeit zunehmend nicht mehr durch den Gast reflektiert sahen) auswirken, besonders, wenn es sich um Fluggesellschaften handelte, die schon vor dem 11.09.2001 agierten und somit ihre alte Identität verloren hatten und ihre neue erst noch finden mussten. Es ist eine Industrie entstanden, die kaum mehr etwas mit der altgekannten komfortablen Gästebeförderung zu tun hat, in der sich die Mitarbeiter, deren Leitung ein gewisses Empfinden und Organisationstalent bedurfte, mit dem Unternehmen identifizierten und stolz waren, für das Produkt zu stehen und in diesem Unternehmen zu arbeiten. Ähnliche Entwicklungen sind sicher nicht nur in der kommerziellen Luftfahrt zu beobachten.

Hinzu kam, dass Fluggesellschaften mehr und mehr von kurzfristigen betriebswirtschaftlichen Aspekten gelenkt wurden.

Die Auswirkung der Veränderungen auf die Prioritäten

Die beschriebene Entwicklung hat auf die Arbeitsbelastung der Crews erhebliche Auswirkungen. Zum einem musste durch die Ereignisse des 11.09.2001 dem Sicherheitsgefühl der Bevölkerung und der Staaten durch teils schwer nachvollziehbare Maßnahmen[4] (da niemand wusste, wie er auf diese Bedrohungen reagieren sollte), Rechnung getragen werden, zum anderen wurden die Crews durch neue Service-Konzepte am Kunden gefordert. Diese oft wechselnden Servicekonzepte, erdacht von den unterschiedlichsten Geschäftsführungen und deren Ideen von einer modernen Fluggesellschaft und den umzusetzenden gesetzlichen Vorschriften bei Security und SEP, kollidieren zwangsläufig miteinander. Unter dem Kostenfaktor Zeit muss einfach eine Abwägung zwischen Produktplacement und Safety stattfinden. Die Erfahrung zeigt, dass dies immer wieder ein Thema der Crews ist. Da die Themen aber nicht übergreifend gesteuert werden, sieht jeder Bereich sein Thema mit höherer Priorität. Dazwischen steht der Mensch. Galt bis dato das Motto „safety, reliability (time), costs“ wurde die Reihenfolge (vielleicht unbemerkt) in „costs, safety (as much as necessary), reliability“ geändert. Niemand würde sagen, dass das Fliegen nicht mehr sicher ist, aber die Airlinebranche folgt jetzt anderen Gesetzlichkeiten, die Auswirkungen auf die Prioritäten einer Fluggesellschaft haben.

Allem gleich gerecht zu werden ist kaum möglich. Also müssen Abstriche gemacht werden. Da die Firma eine höhere Kontrolle auf die Mitarbeiter ausübt als der Gesetzgeber in der Lage ist, ist verständlich, bei welchem Thema (automatisch und unbewusst) mehr Abstriche gemacht werden. Es findet also regelmäßig eine Abwägung zwischen Produkt und Safety statt. Wie hoch ist das Risiko? Wie sicher ist sicher genug?

Möchte ich die Frage beantworten, stehen mir hier zwei Betrachtungsweisen zur Verfügung:

1. Nach dem Produkt am Kunden oder
2. Nach dem Wunsch, absolute Sicherheit zu schaffen.

[4] Nach dem 11.09.2001 galten Crews plötzlich als Schwachstelle bei der Terrorbekämpfung: 4 Levels of threat, Security-Kontrolle für Crews etc.

Ich bin der Meinung, dass weder das Eine noch das Andere absolut zu betrachten ist. Sicherheit kann ebenso wenig durch die Kostenbrille betrachtet werden wie es nicht möglich ist, absolute Sicherheit zu gewährleisten.[5] Versucht werden sollte, möglichst einen hohen Grad an Sicherheit zu gewährleisten. Dies bedeutet, eine Kultur der Sicherheit durch Reflexion, Dialog und Lernen in einer Organisation entstehen zu lassen. In unserem Gesellschaftssystem ist Wirtschaften einer Organisation ein wesentlicher Faktor. Es besteht also die zukünftige Herausforderung darin, sich mit der Thematik Sicherheit in Organisationen unter wirtschaftlichen Gesetzlichkeiten zu beschäftigen.

Auswirkung auf die Organisation

Nach der von mir beschriebenen Situation steht der Mitarbeiter somit nicht zu 100% der Organisation zur Verfügung – für eine Organisation wie eine Fluggesellschaft, mit hoher Interaktivität und eng aufeinander abgestimmten Arbeitsabläufen, ein gefährlicher Zustand.

Schädigt eine Organisation (meist unbewusst) das natürliche Aufmerksamkeitsverhalten des Mitarbeiters, so sind Desinteresse, Leistungseinbußen sowie aktiv und passiv destruktives Verhalten gegenüber seiner Organisation die Folge. Hierdurch sind die besten Voraussetzungen geschaffen, sich als nicht verstandenes Individuum in der „Opferrolle“ suhlen zu können, sich der Unzufriedenheit voll hinzugeben und somit als wichtiger „Alarmgeber“ für die Sicherheit zu verstummen.

Wird sich mit den gesammelten Empfindungen und Erkenntnissen (mündlichen Meldungen und schriftlichen Reports) von Mitarbeitern in einer Organisation nicht auseinandergesetzt und werden diese nicht wertgeschätzt, ist eine nicht ersetzbare Ressource zur Schadensvermeidung in Organisationen verloren.

Der Organisation geht es in diesem Fall nicht mehr darum, Fehlern und Unstimmigkeiten gegenüber aufmerksam zu sein und sich mit ihnen verantwortungsbewusst im Interesse aller auseinanderzusetzen. Wenn Fehler und Unstimmigkeiten in Abläufen überhaupt noch wahrgenommen werden (wollen), dann häufig nur als Angriff auf die Organisationseinheit und/oder die persönliche Kompetenz. Die wirkliche Aufarbeitung von sicherheitsrelevanten Vorfällen ist unter diesen Umständen verständlicherweise verfälscht und präventive Maßnahmen sind für die Organisation somit nicht nachhaltig. Werden Vor- oder Unfälle in solchen Strukturen untersucht, geht es oft nur noch darum, zur Befriedigung Dritter Ursachen und Schuldige auszumachen. Ist dies nicht so einfach möglich, kann sich der Verantwortung mit Hilfe des „menschlichen Fehlers“ entzogen werden.

Eine Organisation ist also gut beraten, wachsam zu sein und genau hinzuhören, um für Eventualitäten gewappnet zu sein.

Sicher würden hierbei zusätzliche Erkenntnisse gewonnen werden, die noch in ganz anderer Hinsicht für eine am Markt operierende Organisation wertvoll wären.

Das mit Sicherheit…

[5] Zum einem wird Sicherheit vom Gesetzgeber zum Schutze der Bevölkerung verordnet, zum anderem fordert die Gesellschaft, dass Fluggesellschaften wirtschaftlich am Markt agieren, um Arbeitsplätze bereitzustellen und ein günstiges Produkt anzubieten. Hier sind Konflikte vorgezeichnet.

Drift and Normalization of Deviance

Am Beispiel von Reduced Runway Separation in Frankfurt

Von Sebastian Däunert und Torsten Przybyla

Im Rahmen einer Vorlesungsreihe bei Prof. Sidney Dekker haben wir uns mit dem Buch „Challenger Launch Decision“ von Diane Vaughan befasst.

In diesem Buch geht es um die Entscheidung, das Space Shuttle „Challenger“ trotz technischer Bedenken starten zu lassen. Die Autorin vertritt die These, dass, obwohl das Shuttle explodierte, sich alle Beteiligten an ihre Regeln und Vorschriften gehalten, also eigentlich alles richtig gemacht hatten. Einigen NASA- und Morton-Thiokol-Ingenieuren sagte aber ihr Bauchgefühl (gut feeling), dass irgendetwas nicht mehr stimmte.

Einigen Teilnehmern der Learning Labs fielen Parallelen zu unserer täglichen Arbeit auf. Grund genug, das Thema einmal anhand eines „ganz normalen Falles“ (Unterschreitung der reduzierten Pistenstaffelung) zu beleuchten. Der Vorfall hat an einem internationalen Verkehrsflughafen unter der Kontrolle der DFS stattgefunden.

Der Vorfall:
Luftfahrzeug A erhielt die Freigabe, nach dem landenden Luftfahrzeug B auf die Piste zu rollen und sich auf einen Sofort-Abflug vorzubereiten.

Luftfahrzeug B erhielt die Anweisung, die Piste nach der Landung zügig zu verlassen. Als B landete, befand sich Luftfahrzeug C im kurzen Endanflug. Das Luftfahrzeug war mit hoher Geschwindigkeit an Tower übergeben worden und musste bereits beim Erstanruf von 195 Knoten auf 160 Knoten reduziert werden.

Nach der Landung verließ Luftfahrzeug B nicht sofort die Betriebspiste.
Als Luftfahrzeug C aufsetzte, hatte Luftfahrzeug A bereits abgehoben. Die Entfernung der Luftfahrzeuge betrug 2050 Meter. Somit wurde die reduzierte Pistenstaffelung um 350 Meter unterschritten.

Wir alle kommen jeden Morgen zur Arbeit, um einen guten Job zu machen. Warum kommt es dann trotzdem zu Staffelungsunterschreitungen? Ist ein so komplexes System noch beherrschbar oder tragen nicht doch Abläufe, die wir selbst beeinflussen und abstellen könnten, zu Vorfällen bei?
Auf der einen Seite soll Sicherheit unser oberstes Gebot sein, wir wollen andererseits aber auch schnell und effizient arbeiten. Können diese scheinbar widersprüchlichen Ziele von einer Person überhaupt gleichzeitig bedient werden?

Wie man bereits an diesen Fragen erkennt, handelt es sich hierbei um ein vielschichtiges Problem mit vielen Faktoren, die sich über die Zeit etabliert haben. Immer, wenn man widersprüchliche Ziele bedienen muss, kommt es zu Abwägungsprozessen. Eine einfache Lösung scheint es dabei nicht zu geben. Man kauft sich mit einer Entscheidung, deren positive Aspekte einem wichtig sind, immer auch negative Faktoren ein, die man bei Arzneimitteln als Nebenwirkungen bezeichnen würde.

***Sebastian Däunert** arbeitete als Towerlotse auf dem Frankfurter Tower und ist dort für die Bereiche Safety Management und Ausbildung verantwortlich. Zudem leitet er das Local Runway Safety Team in Frankfurt und ist sowohl als Sprachkompetenz-Appraiser als auch in der Auswahlkommission FVK in Hamburg tätig.*

***Torsten Przybyla** ist Towerlotse auf dem Frankfurter Tower.
Seit 2007 arbeitet er zu 50% als Referent Safety Management und Investigations im Safety Management des GB TWR.*

Wie oben erwähnt, hatten wir Parallelen zum NASA-Fall erkannt. Um dies zu verdeutlichen, stellen wir den Fall unserer täglichen Arbeit gegenüber und vergleichen:

„Die Nasa konstruiert das Space Shuttle. Die Schubraketen sind aus mehreren Teilen zusammengesetzt. Um diese abzudichten, gibt es zwei Dichtringe (O-Rings): Einen inneren und einen äußeren, wobei der äußere nur als Redundanz dient."

Vor vielen Jahren wurde die reduzierte Pistenstaffelung eingeführt. Sie dient als Redundanz, für den Fall, dass die „normalen" Staffelungskriterien nicht erfüllt werden. Unter bestimmten Voraussetzungen reicht es aus, wenn das abfliegende Luftfahrzeug in der Luft ist und die nachfolgende Landung 2400m dahinter die Schwelle derselben Piste überfliegt.

„Bald bemerkte die NASA, dass die innere Dichtung dem Druck oft nicht standhielt. Da aber eine Redundanz vorhanden war, wurde das Problem nicht mit Nachdruck behoben."

Das häufige Ausbleiben negativer Folgen bestätigt den Glauben an diese Arbeitsweise.

Aus unserer persönlichen Erfahrung und durchaus auch der eigenen Arbeitsweise kann gesagt werden, dass aus der anfänglich seltenen Anwendung der reduzierten Pistenstaffelung sich inzwischen fast so etwas wie ein Standard-Arbeitsmittel entwickelt hat. Die Entscheidungspunkte in Bezug auf den Abstand des anfliegenden Luftfahrzeuges zur Schwelle, bei dem noch ein Abflug eine Aufrollfreigabe erhält, haben sich im Laufe der Jahre immer näher an die Landebahn verschoben. Hat man früher bei 3 ½ NM Endanflug noch einen Medium Type „auf die Bahn gestellt", passierte dies irgendwann regelmäßig bei 3 NM. Heute beobachtet man es auch schon mal bei 2 ½ NM.

In allen Fällen handelt es sich um legale und sichere Arbeitsweisen. Fast immer kommt es zu einem positiven Ergebnis: Effizienz und keine Staffelungsunterschreitung. Jedoch geht dies auf Kosten der Redundanz. Das häufige Ausbleiben negativer Folgen bestätigt den Glauben an diese Arbeitsweise.

„Das Re-Design der Booster-Raketen wurde erst einmal zurückgestellt, da es aufgrund der vorhandenen Redundanz als nicht dringend erforderlich erschien. Ronald Reagan erklärte das Shuttle für ‚operational einsetzbar'. Der Nebeneffekt: Die Weiterentwicklung wurde somit eingestellt."

In unserem Fall war das Bodenradar nach jahrelangen Problemen zu einem „Info-Tool" herabgestuft worden. Trotz hohen personellen und technischen Aufwands konnte eine Verbesserung der Situation in den letzten Jahren nicht erreicht werden. Während dies keinen unmittelbaren Einfluss auf den Vorfall hatte, sorgte es doch im Gesamtbild für mentale Kapazitätseinbußen. Ein gelandetes Luftfahrzeug ist erst dann von der Piste frei, wenn eine Sichtkontrolle durch den Lotsen erfolgt ist. Jedoch liegt dieser Abrollpunkt einige hundert Meter entfernt und man sieht das Luftfahrzeug nur von hinten. Aus dieser Perspektive dauert es länger und es ist schwieriger abzuschätzen, ob ein Luftfahrzeug die Betriebspiste verlassen hat, als wenn man es „von oben" auf dem Radar sieht.

„Bald zeichnete sich ab, dass auch die zweite Dichtung Brandspuren und Beschädigungen aufwies. Es kam jedoch zu keinen Verbesserungen am System, da das Ergebnis nicht zur Katastrophe führte."
In den letzten Jahren wurden die Unterschreitungen der reduzierten Pistenstaffelung häufiger. Die Werte lagen im Allgemeinen bei 2350–2250 Metern. Dies wurde zwar als Staffelungsunterschreitung angesehen, bei einem Abstand von dieser Größenordnung (unter 10%) jedoch als keine kriti-

sche. Die Redundanz der reduzierten Pistenstaffelung wurde dadurch jedoch weiter in Mitleidenschaft gezogen.

„Bei einer Mission brannte der zweite O-Ring, also auch die Redundanz, komplett durch. Es kam jedoch zu keiner Explosion."

Im letzten Jahr (2010) haben sich die Werte der Unterschreitungen unter 2000m eingependelt, in einem Fall bei 1700m. Bei diesem Fall (1700m) misslang ein vom Piloten eingeleiteter Fehlanflug und die Maschine setzte auf der Piste auf, während das startende Luftfahrzeug vor ihm rollte. Als Ursache nennen einige Lotsen die hohe Anzahl an Anflügen und die enge Staffelung im Endanflug.

Die Arbeitsweise in der Anflugkontrolle entspricht allen Vorgaben und Regeln. Diese wurden aber im Laufe der Jahre aufgrund der erhöhten Verkehrslast angepasst (z.B. 2-NM-Tool), was den Raum für „Ausrutscher" sowohl von Lotsen als auch Piloten einschränkte. Oft hört man als Begründung für eine Staffelungsunterschreitung: „Der Flieger ist nicht sofort losgerollt/die Landung rollte nicht schnell genug von der Bahn/Er kreuzte nicht schnell genug." Dies bedeutet jedoch im Umkehrschluss, dass, wenn das Luftfahrzeug nicht sofort losrollt oder die Piste nicht schnell frei ist, eine ungewollte Situation entstehen kann.

Bei einzelnen Vorfalluntersuchungen fiel die hohe Verkehrsdichte auf, die durchaus eine restriktivere Staffelung bzw. Steuerung gerechtfertigt hätte.

Das kann aber nur bedeuten, dass die Redundanz mittlerweile vollständig aufgebraucht ist.

„Am Vorabend der Mission STS51L kam es zu Diskussionen zwischen Ingenieuren und Management, da eine Umgebungstemperatur von -5°C vorhergesagt war. Man riet von einem Start ab, konnte jedoch nicht mit Fakten belegen, dass durch derartig tiefe Temperaturen die O-Ringe ihre Eigenschaft verlieren, abzudichten. Sollten die Regeln für Starts aufgrund eines Bauchgefühls am Vorabend verändert werden? Würde man diesen Start nicht durchführen, würde man dem Ansehen der NASA aus diversen Gründen schaden."

Bei einzelnen Vorfalluntersuchungen fiel die hohe Verkehrsdichte auf, die durchaus eine restriktivere Staffelung bzw. Steuerung gerechtfertigt hätte. Aber als Lotsen kennen wir unsere Arbeitsumgebung gut. Wir wissen, wie weit wir „gehen können", denn die meisten von uns haben über Jahre hinweg Erfahrungen gesammelt. Niemand nimmt dabei bewusst Risiken in Kauf, aber wir versuchen, unseren Job eben noch besser und noch effizienter zu gestalten.

Wir erinnern uns: Jeder kommt am Morgen zur Arbeit, um einen guten Job zu machen. Gerade als Lotsen haben wir einen sehr hohen Identifikationsfaktor mit unserer Arbeit und nehmen Erfolg oder Misserfolg geradezu persönlich. Nach einem guten Arbeitstag gehen wir mit einem guten Gefühl nach Hause.

Der Unterschied zwischen effizientem Arbeiten und den erwähnten Staffelungsunterschreitungen beträgt jedoch nur Bruchteile von Sekunden. Das ist, was Außenstehende oft nicht begreifen. Wir haben oft nur Sekunden, um zu entscheiden, ob wir beispielsweise eine Line-Up Clearance geben oder nicht. Diese Entscheidungen sind manchmal mit weitreichenden Konsequenzen verbunden. Wir haben aber nicht die Wahl, nicht zu entscheiden. Lotsen können sich auch nicht einfach mehr Zeit für Entscheidungen nehmen, denn das Flugzeug hält nicht an, wenn es in der Luft ist.

Ein bewusstes Verstoßen gegen Regeln findet nicht statt, jedoch führt das stetige Herantasten und Ausreizen des Minimums zu einem Verlust des Plan B. Wenn nicht alle zu 100% funktionieren und „mitspielen“, kann es ins Auge gehen.

Wir sollten mal innehalten und selbst reflektieren, ob und wo in unserer täglichen Arbeit diese graduellen Abweichungen (Drift) auftreten, wo Regeln einer neuen Interpretation unterzogen werden und sich durch das Ausbleiben negativer Konsequenzen (STUs) manifestieren und die Arbeitsweisen verändern.

Niemals geschieht dies aus böser Absicht. Fast immer steht der Gedanke dahinter, noch besser und effizienter arbeiten zu wollen. Unbewusst nehmen wir uns jedoch die Redundanz und damit einen Kredit bei der Sicherheit auf.

Dieser Artikel sollte nicht etwa missverstanden werden als ein Aufruf, Verspätungen zu verursachen. Er soll viel mehr ein Gedankenanstoß sein, die eigene Arbeitsweise zu überprüfen und sich zu fragen, wo unsere persönlichen Entscheidungspunkte liegen.

Fluch und Segen sich kontinuierlich verbessernder Technologien

Hier: „Undetected Simultaneous Transmissions (USiT)"-Ein Problem?

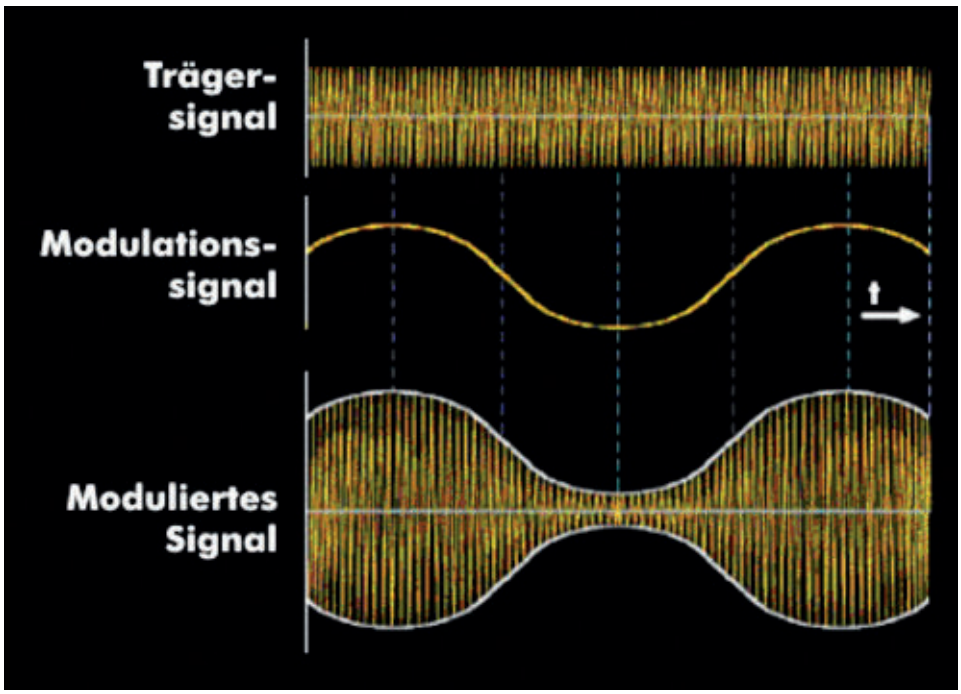
Von Bernd Dieudonne und Detlev Boltersdorf-De Vries

Unter einer Parallelaussendung versteht man das gleichzeitige Anliegen zweier verschiedener ausgesendeter Hochfrequenzsignale gleicher Frequenz (gleicher Funkkanal) an einen oder mehrere Empfänger (Luftverkehr: boden- oder bordseitig). Dabei kann das schwächere Signal hinsichtlich Dauer und Zeitpunkt sogar vollständig vom stärkeren Signal überdeckt werden, d.h. es kommt zu einer vollständigen Auslöschung des Signals.

Definition nach EUROCONTROL:

„Situations arise when two or more radio transmissions occur, simultaneously, on the same frequency. In this context 'simultaneous' is defined as two or more transmissions that overlap in such a way that the controller is not aware that more than one transmission has occurred leading to a potential safety hazard."

Dieses physikalische Phänomen ist bereits seit über 70 Jahren bekannt. Liegen an einem AM[6]-Demodulator[7] unterschiedliche Eingangspegel an, nimmt dieser eine Bewertung derart vor, dass das schwächere Signal entgegen dem Pegelverhältnis stärker unterdrückt wird.



AM-Modulation

Detlev Boltersdorf-de Vries *arbeitet seit 1975 bei der BFS/DFS und war als Flugdatenbearbeiter u.a. bei Rhein Control im ACC Frankfurt und bei Tower/APP Frankfurt tätig. Seit 2001 arbeitet er als Referent Safety bei VY/S Safety&Security Assurance.*

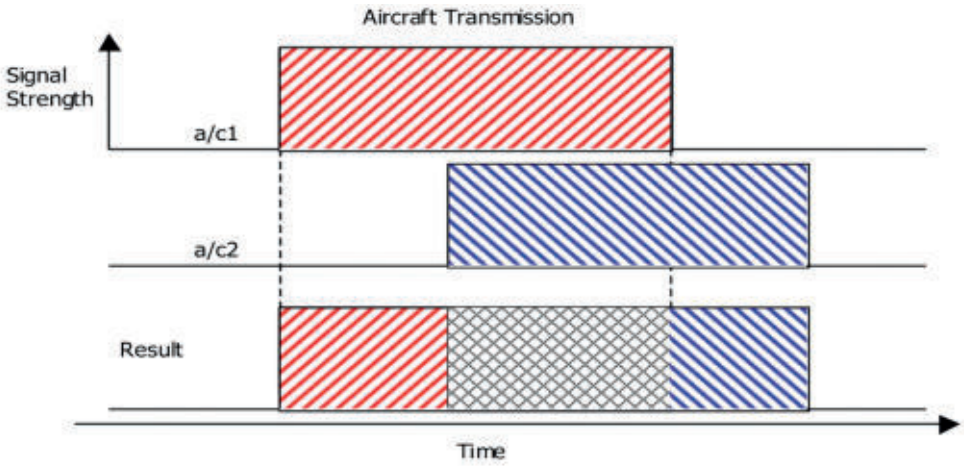
Bernd Dieudonne *ist Dipl.-Ing. Nachrichtentechnik (FH) und arbeitet seit 1996 in der DFS. Seit 2001 arbeitet er als Referent Sicherheitscontrolling bei VY. Seine Hauptaufgaben sind das technische Meldewesen und der Prozess Maßnahmenverfolgung.*

[6] AM: Die Amplitudenmodulation (AM) ist ein Modulationsverfahren, bei der das Informationssignal auf die Amplitude einer Trägerfrequenz aufmoduliert wird. Die Amplitude der Trägerfrequenz ändert sich also in Abhängigkeit vom Pegel und der Frequenz des Modulationssignals.
[7] Demodulation ist die Rückgewinnung des Modulationssignals von einer modulierten Schwingung. Bei der Demodulation werden die modulierten Signale je nach Modulationsverfahren durch Entfernen des Trägersignals und durch anschließende Gleichrichtung in einem Demodulator in die Modulationssignale rückgewandelt.

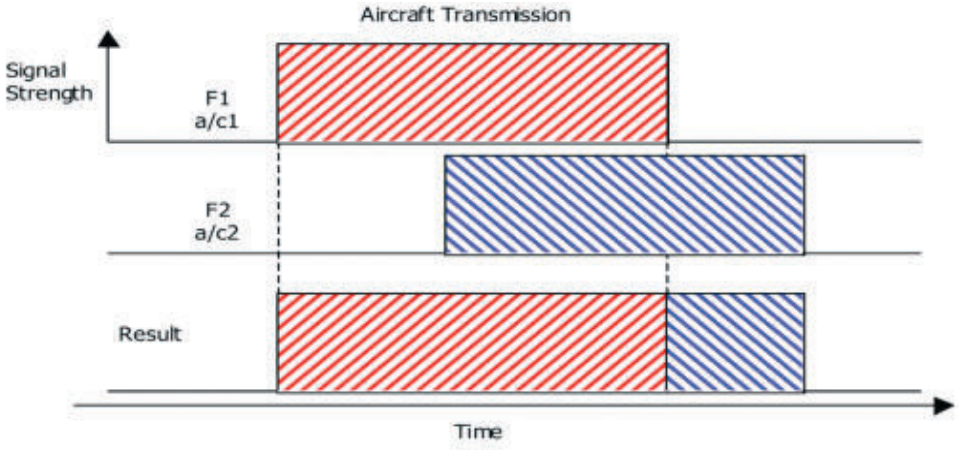
Bei den Demodulatoren ist dieser Effekt sogar erwünscht, man bezeichnet dies als „Capture-Ratio“. Da die Empfänger gleichzeitig die gleiche Frequenz von mehreren Sendern empfangen, kommt es zu Frequenzüberlappungen und Interferenzen. Aus diesen Gründen wird empfangstechnisch mit dieser Diversität gearbeitet und Sender, die mit geringen Empfangsfeldstärken einfallen, werden unterdrückt. Man nennt das den Unterdrückungseffekt (Capture-Effekt), der auch in den Überlappungsbereichen einer Gleichwelle eine einwandfreie Funkversorgung gewährleistet.

International werden folgende Arten von Funk-/Empfangsverhalten unterschieden:

1. On the same frequency with one ground receiver (also known as **“stepped on calls”**):

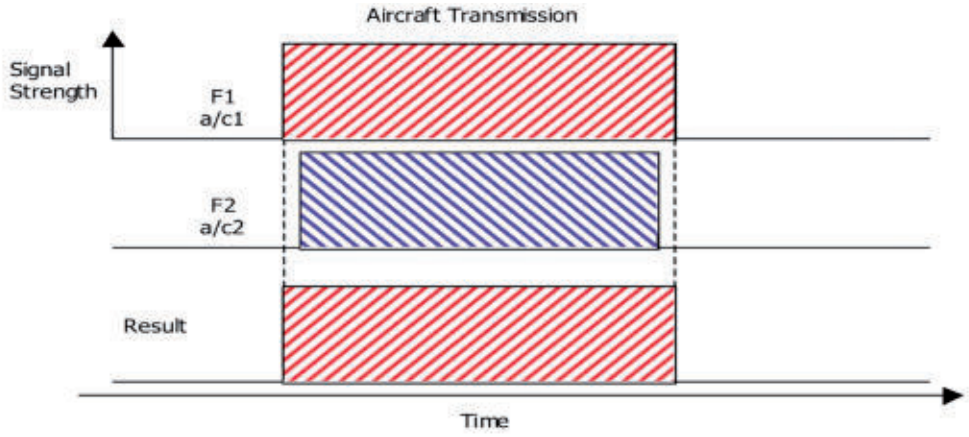


2. On two frequencies that are cross-coupled[8] by the controller (also known as **“call-blocking”**):
a) best case



[8] Frequency coupling is a facility allowing two or more frequencies to be operated as a single one. All users will receive transmissions made on all coupled frequencies (F1 and F2 are coupled, TX made on F1 are retransmitted after a variable (short) delay on F2). This functionality is required when sectors are merged (or coupled), when military a/c using UHF frequency are operating within a sector (applicable only to some countries/ANSP).

b) worst case



Merkmal einer vollständigen Signalüberlagerung ist, dass die Trägerfrequenzen der Sender möglichst identisch sind. Die Nachricht (demoduliertes Niederfrequenzsignal) des schwächeren Signals wird unterdrückt und damit unhörbar.

Je nach zeitlicher Lage der beiden Transmissionen zueinander (teilweise oder völlige Überdeckung) kann ein Lotse das Vorliegen einer Doppel-Transmission am Interferenzpfeifen, gleichzeitigem Hören beider Sendungen, Störgeräusche bzw. Rauschen erkennen und entsprechend reagieren.

Parallelaussendungen sind, solange sie bemerkt werden, an sich nichts Schlimmes und in Sektoren mit starker Frequenzbelastung ein normales Phänomen. Jeder ATCO hat es wahrscheinlich schon mal erlebt.

Können diese allerdings nicht bemerkt werden (USiT) oder sind zusätzlich mit anderen Faktoren (z.B. Call Sign Confusion, Human Factors wie Readback/Hearback Error, Phraseology Discipline etc.) verbunden, kann dies zu einem „unerwünschten Ereignis“ führen.

Handelt es sich dann immer noch um ein normales Systemverhalten? Oder normalisieren wir vielleicht ein unerwünschtes und dadurch abweichendes Systemverhalten, indem wir es als systemimmanentes akzeptables Risiko betrachten?

Die amerikanische Soziologin Diane Vaughan hat in ihrer wissenschaftlichen Untersuchung des Challenger Absturzes „The Challenger Launch Decision“ den Terminus **„Normalization of Deviance“** geprägt. Darunter versteht sie die Betrachtung eines abweichenden Systemverhaltens als normales Systemverhalten. Wie kam sie zu diesem Ergebnis?

In den meisten Untersuchungsberichten zur Challenger-Katastrophe wird der defekte O-Ring der Joint-Verbindungen der Rocket Booster als eine der Hauptursachen angeführt. Betrachtet man den Entwicklungsprozess des Challenger-Shuttle von Beginn an, stellt man fest, dass dies jedoch sehr kurz gegriffen ist und die Ursachen weit tiefer im System verborgen waren.

Bereits in der ersten Entwicklungsphase traten Probleme mit dem O-Ring auf. Man hat das Problem untersucht, diskutiert, nach Problemlösungen gesucht und diese auch eingeführt. Man war bereit, gewisse Abweichungen in Kauf zu nehmen (Erweiterung des Bereiches der akzeptablen Leistung). Das verbleibende Risiko wurde bewertet und man kam zu der Auffassung, dass es sich um ein (akzeptables) tragbares Risiko handelte. Mitentscheidend für die Risikoeinschätzung war auch der Glaube an Redundanz. Jede Joint-Verbindung der Rocket-Booster verfügte über zwei O-Ringe. Man war der festen Überzeugung, würde der erste O-Ring versagen, dass dann der zweite O-Ring die Aufgaben des ersten übernimmt. Man war guten Glaubens, die Problematik vollumfänglich verstanden zu haben und man den nächsten Testflug bzw. Shuttleflug freigeben könne. Traten beim nachfolgenden Flug keine O-Ring-Probleme auf, wurde diese Überzeugung gestärkt.

Beim nächsten Auftreten von Problemen im Zusammenhang mit den O-Ringen (hier ist zu erwähnen, dass die darauffolgenden O-Ring-Probleme sich immer von den vorhergehenden unterschieden und auch die Begleitumstände andere waren) wurde wieder nach Problemlösungen gesucht und eingeführt (weitere Erweiterung der Grenzen akzeptabler Leistung). Erneut hielt man an der Überzeugung fest, das Problem vollumfänglich verstanden und das Risiko im Griff zu haben. Immer wieder auftauchende Probleme am O-Ring wurden zu einem „normalen Systemverhalten“ erklärt. Hier zur Bestätigung beispielhaft Zitate aus dem Bericht der Untersuchungskommission:

- „…management first failed to recognize the problem, then failed to fix it when it was recognized, and finally treated it as an acceptable risk";
- der Lieferant der O-Ringe „…stated, that the condition is not desirable, but it is acceptable";
- „…we can lower our standards a little bit because we got away with it last time."

Der Prozess „Auftauchen eines Problems ➔ Suche nach Behebungsmaßnahmen ➔ Bewertung des Risikos ➔ erneuter Shuttle-Start“ wiederholte sich bis zur Katastrophe mehrfach. Insofern wurde nach Auffassung von D. Vaughan hier ein abweichendes Systemverhalten als Normalzustand betrachtet.

Sprachkommunikationssysteme (inkl. Sende- und Empfangstechnik) sind dynamisch. Deren Umfeld (Frequenzbelastung) und die Technik verändern sich kontinuierlich. Durch z.B. verbesserte Frequenzgenauigkeit, Verringerung der Kanalrasterung, Empfindlichkeit der Geräte etc. können auch die Chancen, das Auftreten einer Parallelaussendung zu bemerken, beeinflusst werden. Ohne die Auswirkungen der technologischen Veränderungen zu berücksichtigen, wird eine Parallelaussendung nach wie vor als normaler Zustand betrachtet.

Der o.a. Vergleich ist durchaus berechtigt und bekannt gewordene Ereignisse haben die DFS handeln lassen:

- Im Zeitraum von 2006 bis 2010 wurden über das Pflichtmeldewesen (STU) sechs Double-Transmission-Fälle gemeldet. Für alle über das Pflichtmeldewesen gemeldeten Fälle gilt, dass das Phänomen der unbemerkten Parallelaussendung nicht alleinige Ursache für die Vorkommnisse war, sondern beitragender Faktor.
- Ein Ereignis wird von der BFU als „Schwere Störung“ untersucht.
- Über das Pflichtmeldewesen hinaus gab es im gleichen Zeitraum zwölf freiwillige Meldungen mit Risikopotenzial.

Vonseiten EUROCONTROLs wurde unter Beteiligung der DFS 2009/2010 eine generische Risikobetrachtung zu der Thematik unbemerkte Parallelaussendungen (USiT) durchgeführt. Auf Basis dieser Untersuchung sollen nun weitere Aktivitäten folgen. Diese umfassen die weitere Fortführung der generischen Risikobetrachtung als ANSP-spezifische Risikobetrachtung unter Berücksichtigung der lokalen Besonderheiten. Wobei eine Risikobetrachtung dazu dient, eine Wahrscheinlichkeit des Eintretens von Ereignissen zu bestimmen, auch, um sie politisch handhabbar zu machen und Akzeptanz zu erzeugen.[9]

Weiterhin soll EUROCONTROL in Zusammenarbeit mit den Herstellern von Flugfunkeinrichtungen technische Lösungsmöglichkeiten suchen.

Allerdings gibt es derzeitig keine fertigen Lösungen auf dem Markt, die das technische Erkennen einer Parallelaussendung bzw. deren Blockung/Auslöschung ermöglichen. Und es ist aus heutiger Sicht völlig unklar, ob überhaupt eine technische Lösung zur Erkennung von Parallelaussendungen gefunden werden kann.

Wirtschaftliche Interessen und ein technisch völlig unklarer Ausgang prägen die Behandlung der Thematik.

Um für zukünftige Konzepte und Herstellerwechsel offen zu bleiben, kann die Lösungsfindung nicht durch einen DFS-Alleingang bzw. herstellerspezifisch erfolgen. Daher und aus Gründen des übergeordneten europäischen Interesses hat die DFS die Entscheidung getroffen, einen Lösungsweg über EUROCONTROL einzuschlagen.

Um das inhärente Risikopotenzial von Parallelaussendungen und insbesondere die zukünftige weitere Entwicklung (Anstieg oder Rückgang der Ereignisse) bewerten zu können, ist eine solide Datenbasis unerlässlich.

Daher ergeht der Appell, alle Fälle in diesem Kontext, die das Potenzial zu einem Vorfall haben, zu melden. Insbesondere, wenn sie nicht unter die Kategorie Pflichtmeldewesen (STU) fallen. Denn eine unbemerkte Parallelaussendung mit einer STU als Folge ist sicherlich nur die Spitze des Eisbergs.

[9] Nancy G. Leveson: Technical and Managerial Factors in the NASA Challenger and Columbia Losses: „Risk assessment is extremely difficult for complex, technically advanced systems. When the engineering reality is coupled with the social and political pressures existing at the time of the assessment, the emergence of a culture of denial and overoptimistic risk assessment is not surprising. Risk assessment for systems with new technology is a continual and iterative task that requires adjustment on the basis of experience."
- siehe auch Klaus Traube aus dem Vorwort zur deutschen Ausgabe von Charles Perrow's „Normal Accidents".

Variabilität und Komplexität

Von Jörg Leonhardt

In der ersten Ausgabe des Safety-Letter-Spezial haben wir uns mit dem Konzept des „Human Error“ in komplexen Organisationen auseinandergesetzt. Zentrale Aussage dabei war, dass es „den Human Error“ per se nicht gibt. Es verhält sich vielmehr so, dass Entscheidungen immer dann als Fehler bewertet werden, wenn das Ergebnis negativ ist.

__Jörg Leonhardt__ leitet den Bereich Human Factors im Unternehmenssicherheitsmanagement (VYIH). Er ist ein Human-Factors-Experte und hält ein Master Degree in Human Factors und System Safety der Universität Lund Schweden. Seine Arbeitsfelder sind CISM, HERA, Analysen und Safety Culture.

Wir sollten daher von Entscheidungen sprechen und in der Vorfalluntersuchung verstärkt auf die Umgebungsbedingungen achten. Analog der Theorie von Resilience Engineering und den Ausführungen von Professor Hollnagel gehen wir dann davon aus, dass das Ergebnis (Erfolg oder Misserfolg, Falsch oder Richtig) immer der gleichen Quelle entspringt. Diese Quelle bezeichnen wir als Performance (in der Regel menschliche Performance), die Variabilität – also Anpassungsfähigkeit – benötigt, um mit der Komplexität der Unternehmung umgehen zu können (siehe HF-Spezial „Human Factors“). Mit Blick auf das Verhältnis zwischen Verkehrsmenge und Anzahl an Staffelungsunterschreitungen (STUs) in der DFS sind wir dabei eigentlich sehr erfolgreich, denn die „Fehlerquote“ liegt bei 0,01% in unserem Unternehmen. Oder in anderen Worten: „Wir operieren mit 99,99%-iger Erfolgsrate.“

Wenn Organisationen, die Tag für Tag mit sich verändernden Anforderungen in ihren „operations“ umgehen müssen, eine solche Erfolgsquote erzielen und halten wollen, braucht es Anpassungsfähigkeit und Flexibilität der Operateure und auch der operativen und administrativen Führungskräfte.

Eine alleinige Konzentration auf die negativen Ergebnisse (Vorfälle, STUs, Unfälle) reduziert das Wissen über den Erfolg unserer Organisationen auf 0,01%.

Das Wissen über die gelungenen Aktionen, das Wissen darüber, was die Organisation erfolgreich macht, bleibt so im Verborgenen und beruht dann mehr auf Glaubenssystemen als auf Fakten. Sollten wir nicht stärker den Erfolg untersuchen? Die Ursachen für den Erfolg erforschen? Und Maßnahmen initiieren, die den Erfolg halten oder steigern, also mehr Zeit und Geld in den Erfolg statt den Misserfolg investieren?

Paul Watzlawik prägte den Satz: „ Mach´ mehr von dem, was funktioniert.“

Dazu benötigen wir aber Wissen darüber, was uns erfolgreich macht und unter welchen Bedingungen. Denn heute haben wir allenfalls eine Ahnung von den Erfolgsfaktoren, aber wir verstehen nicht genau, welche Faktoren und Bedingungen dabei die entscheidenden sind. Dies liegt daran, dass wir es nie untersucht haben!

Die DFS ist ohne Zweifel eine Organisation, deren „Produkt“ Sicherheit ist, denn wir sind für die sichere, geordnete und flüssige Abwicklung des Luftverkehrs verantwortlich. In solchen Organisationen kommt es nun zu folgendem Paradoxon:

Wird der Erfolg am Ausbleiben von etwas gemessen, dann versteht man Safety als „non-event“. Es werden folglich Indikatoren entwickelt, die sich an negativen Ergebnissen ausrichten und schon liegt der Fokus des gesamten Unternehmens automatisch auf den negativen Ergebnissen. Das Paradoxe ist dann, dass die „Zahlenwerte“ immer kleiner werden, denn man will ja gemäß dem Motto „Aus Fehlern lernen“ die Anzahl der Vorfälle reduzieren. Eine Organisation mit sehr kleinen Misserfolgsraten hat aber immer weniger Anhaltspunkte für den Erfolg, da das Negative (z.B. STUs) verringert werden soll, dies aber gleichzeitig auch die Messgröße ist.

Für das Thema Safety und Human Factors kommt noch ein weiteres Paradoxon hinzu. Wenn Erfolg am Ausbleiben von Misserfolg gemessen wird und somit verschwindend kleine Zahlen generiert werden (0,01%), so besteht die Gefahr, dass Entscheider auch den Beitrag von Safety zum Erfolg der Unternehmung nur als 0,01 % ansehen, was meistens ziemlich negative Auswirkungen auf Budget und Ressourcen hat.

Kennt man die ErfolgsGROESSEN (99,9%) genauer, könnten die notwendigen Investitionen für den Erfolg besser gesteuert werden. Ein Umdenken und eine darauf folgende Veränderung der Maßnahmen, in die investiert wird, hätten sicher deutlich positive Effekte. Aber das ist ein anderer Diskurs.

Kommen wir zurück zur notwendigen Flexibilität und Anpassungsfähigkeit. Der Fokus lag zunächst auf den Operateuren, setzt sich aber fort bei den Entscheidern und letztlich in einer systemischen Perspektive bis zur Gesamtorganisation und deren Umgebungsfaktoren.

Entscheider oder Führungskräfte in einer High-Reliability-Organisation brauchen „safety intelligence“. Sie benötigen Wissen über die entscheidenden Kernelemente der Organisation: Komplexität und Interaktivität der Prozesse.

Flexibilität und Anpassungsfähigkeit an sich ändernde Bedingungen (Variabilität) haben auf der Ebene des Managements einen anderen Zeitfaktor, verglichen mit den operativen Entscheidungen eines Fluglotsen. Wirken die Entscheidungen des Fluglotsen direkt und unmittelbar, haben die Entscheidungen auf Management-Ebene eine verzögerte, aber langfristigere Wirkung – entsprechend dem oft zitierten Vergleich zwischen Schnellbooten und Tanker.

Beides aber sind Entscheidungen, die den Erfolg des Unternehmens hervorrufen.

Auch bei der Vorstellungskraft und Antizipationsfähigkeit unterscheiden sich Operateure und Manager nur durch den Zeitfaktor der jeweils einsetzenden Wirksamkeit.

Ohne Variabilität kann eine Unternehmung schiefgehen oder starr und unflexibel werden. Dann wird z.B. eine sprudelnde Ölquelle im Golf von Mexiko in 1500 Metern Tiefe plötzlich zum Misserfolg, der das ganze Unternehmen auslöschen kann.

Kennt man seine Erfolgsindikatoren, macht man mehr von dem, was funktioniert, und besitzt man die Fähigkeit, sich die Zukunft (Risiken und Unfälle) vorstellen zu können, verbessert man die Flexibilität des Gesamtsystems. Hollnagel und andere nennen diese Fähigkeit von Unternehmen „Resilience“ und das Aufbauen und das Erhalten dieser Fähigkeit „Resilience Engineering“.

Wenn man sich die Frage stellt, was Safety eigentlich ist, kann man zwischen einem reaktiven und einem pro-aktiven Verständnis von Safety unterscheiden:

Versucht die Organisation, sich vor Schaden, Fehlern, Vorfällen oder Unfällen zu schützen und definiert als Messgröße die Abwesenheit von Situationen, die eine Gefahr oder Bedrohung für Menschen darstellen können, so nimmt man einen reaktiven Standpunkt ein.
„Safety is something a system has."

In einem pro-aktiven Verständnis von Safety strebt man an, dass das System unter seinen spezifizierten Bedingungen nicht zu instabilen Zuständen führt und stellt die notwendigen Ressourcen, Kontrollen und Strukturen bereit, die den gewünschten Zustand ermöglichen und aufrechterhalten.
„Safety is something a system does."

Die aktive Gestaltung des gewünschten Zustandes (aktiv) und nicht der alleinige Schutz vor dem ungewünschten Zustand (passiv) muss das Ziel einer Organisation sein. Um dies zu erreichen, bedarf es der Kenntnis des Systems und seinen Bedingungen bei gewünschten Systemergebnissen.

Fassen wir zusammen:
Ein proaktives Safety Management in einer High-Reliability-Organisation umfasst alle Unternehmensbereiche und ist nicht an ein institutionalisiertes Safety Management delegierbar. Das Safety Managment sollte Methoden nutzen, die die positiven Effekte und die Erfolgsfaktoren untersuchen und darstellen. Dies führt zwangsläufig zu mehr Wissen über den aktuellen Systemzustand. Das Entwickeln von Resilience erfolgt nur durch proaktives Managen und dem Wechsel des Paradigmas vom „Lernen aus Fehlern" hin zum „Lernen aus Erfolg". Dann wird aus einer High-Reliability-Organisation eine High-Resilience-Organisation, die den Anforderungen der Zukunft gewachsen bleibt.

Seeking Early Feedback on a Late Merging Concept

Von Prof. Dr.-Ing. Dirk Kügler

IBE347, turn right heading 230 … intercept ILS RWY 25 … AFR1049, continue direct approach

Unser Feeder sieht gerade eher skeptisch aus – und um das zu sehen, muss man nicht Gedanken lesen können. Es liegt wohl auch nicht nur daran, dass hier eine Iberia gerade aus dem hohen Norden anfliegt. Er rückt noch ein Stück näher an den Bildschirm heran, diesmal scheint aber die Staffelung gut zu passen. Vielleicht hat die Anpassung der Systemeinstellungen ja noch etwas gebracht und diese „Ghosts" sitzen nun an der richtigen Stelle?

…sichtliche Entspannung, zumindest kurzfristig, schnelle Abstimmung mit dem Kollegen auf der Pickup-Position nebenan, und dann weiter im Text…schließlich dauert hier sowieso alles etwas länger. Sowohl das Interface als auch die Verfahren an sich sind ungewohnt, die Assistenzsysteme alle neu, und das Briefing war doch eher minimalistisch. So manch eine wichtige Funktion vom gewohnten Arbeitsplatz muss man sich auch dazu denken. Etwas Phantasie ist da gefordert…und drumherum noch die neugierigen Gesichter, die den Ablauf aufmerksam verfolgen…

Nach einer knappen Stunde dann einmal Wechsel zwischen den Positionen. Feeder becomes Pickup und vice versa. Kleine Pause, und dann ab ins Debriefing…Was läuft gut, was ist unklar, was ist schlecht? Was können wir für morgen besser machen…?

Wir befinden uns mitten in einer Simulation am Institut für Flugführung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt in Braunschweig. Die beiden Fluglotsen unterstützen als Anwendungsexperten ein Forschungsprojekt. Das DLR-Institut für Flugführung als wissenschaftliche Forschungseinrichtung im Bereich Luftverkehrsmanagement und Flughäfen versucht in diesem und vielen anderen Projekten eine möglichst enge Kooperation mit den entsprechenden Anwendungsexperten und Zielnutzern der entwickelten Systeme und Verfahren zu erreichen. Durch möglichst frühes Feedback können lange Umwege bei der Entwicklung vermieden werden. Ziel ist es außerdem, Praxistauglichkeit sowie potenzielle Sicherheits- und Leistungseffekte der jeweiligen Produkte frühzeitig zu thematisieren und proaktiv zu managen.

Auch wenn der Grundgedanke der partizipativen Entwicklung und Validierung schnell formuliert ist, bietet die praktische Umsetzung in der täglichen Projektpraxis für beteiligte Wissenschaftler und Anwendungsexperten immer wieder neue und spannende Herausforderungen. Dabei sind von beiden Seiten offene Ohren und Augen und manchmal auch Geduld gefragt, bis ein gemeinsames Verständnis der jeweiligen Ziele, Begriffe und Denkweisen über alle Disziplinen erreicht wird. Umso lohnender ist es dann, wenn die Zusammenführung von Forschung und Praxis gelingt und innovative Konzepte für ein sichereres und effizienteres ATM-System den Weg in die praktische Nutzung finden. Das Konzept, welches die Lotsen in der Simulation gerade überprüfen, nennt sich „Late Merging" und wurde im Rahmen des DLR-Projekts FAGI (Future Air Ground Integration) entwickelt.

Prof. Dr.-Ing. Dirk Kügler

Beruflicher Werdegang:
seit 05/2008 Direktor des Instituts für Flugführung (DLR) und W3-Professur „Luftverkehrsführung" an der TU Braunschweig;
bis 04/2008 DFS Deutsche Flugsicherung GmbH, Langen

- *Leiter des Bereiches Technische Gesamtplanung und Koordination*
- *DFS Liaison Officer bei der Federal Aviation Administration (FAA)*
- *Leiter des Geschäftsbereichs „Consulting", Prokurist*

06/1995 Promotion zum Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.), TU Braunschweig, Thema: „Potenzial von Kollisionsschutzsystemen an Bord ziviler Flugzeuge"

FAGI-Projekt und Late-Merging-Konzept

Ziel des Projekts FAGI ist die Entwicklung neuartiger Anflugverfahren und Systeme zur Unterstützung lärmarmer und kerosinsparender Anflüge (Oberheid et al., 2008). Die Idee: Das FAGI-Konzept nutzt die Fähigkeiten moderner vierdimensionaler Flight Management Systeme (FMS). Bei diesen 4D-FMS wird die Flugbahn neben den drei Raumkoordinaten auch in der vierten Dimension, der Zeit, genau berechnet. Entsprechend ausgerüstete Flugzeuge fliegen im Late-Merging-Konzept einen zeitgesteuerten Continuous Descent Approach (CDA) direkt auf den so genannten Late Merging Point (LMP), welcher etwa sechs Meilen vor der Landebahnschwelle liegt. Das 4D-FMS rechnet und optimiert dabei das verbleibende zeitgenaue Anflugprofil, um den Late Merging Point im lärmarmen idle-descent zur vereinbarten Zielzeit zu erreichen. Im Regelfall sind keine korrigierenden Eingriffe der Lotsen nötig, der Anflug wird lediglich überwacht.

Die Herausforderung des Late-Merging-Konzepts besteht in der präzisen Zusammenführung mit den restlichen ‚unausgerüsteten' Luftfahrzeugen ohne vierdimensionales FMS. Diese bilden zurzeit noch den größeren Anteil des Verkehrs. Unausgerüstete Flugzeuge werden im FAGI-Konzept über einen konventionellen Gegenanflug auf das ILS eingedreht und zum gleichen Late Merging Point geführt (siehe Bild 1).

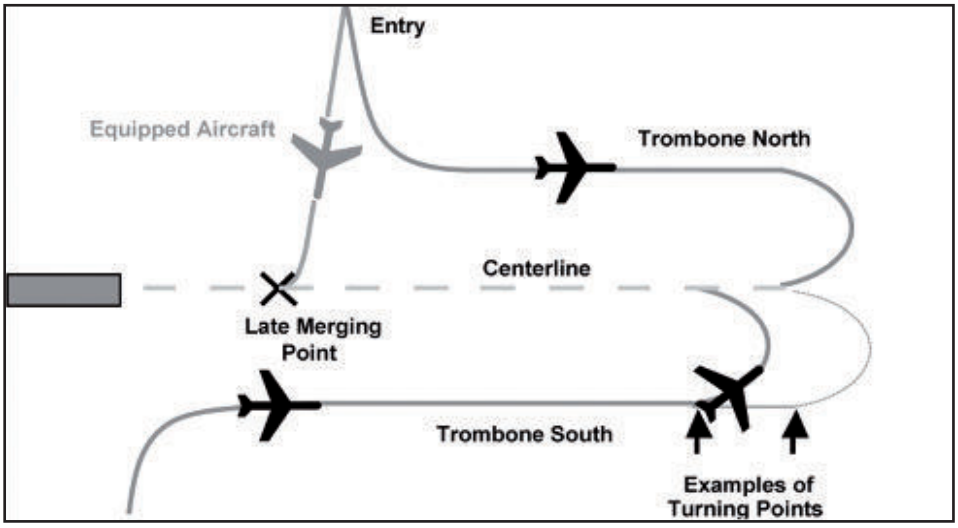


Bild 1: Late-Merging-Konzept

Um die Synchronisation der verschiedenen Verkehrströme am LMP zu ermöglichen, hat das DLR das Lotsenunterstützungssystem 4D-CARMA (4D Cooperative Arrival Manager) mit besonderen Funktionen ausgestattet (Oberheid et al., 2009). Diese umfassen u.a. die Projektion der 4D-gesteuerten, ausgerüsteten Flugzeuge auf die Anfluglinie als „Ghosts". Die Ghosts stellen Platzhalter für belegte Positionen in der Sequenz dar, zu denen die unausgerüsteten Luftfahrzeuge wie gewohnt relativ gestaffelt werden können. Außerdem berechnet 4D-CARMA optional „Targets" als geplante Zielpositio-

nen für die unausgerüsteten Luftfahrzeuge. Das Lotsenassistenzsystem schlägt weiterhin auf Wunsch Zeitpunkte vor, um die unausgerüsteten Luftfahrzeuge vom Gegenanflug auf das ILS zu drehen (siehe Bild 2).

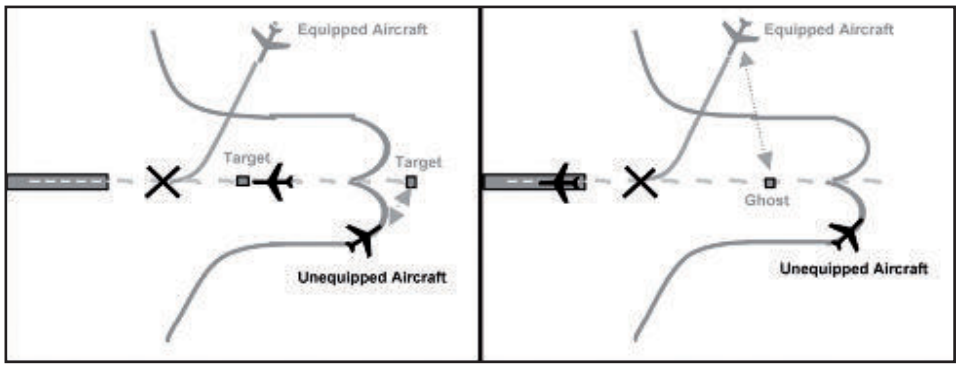


Bild 2: Ghosting- und Targeting-Assistenzfunktionen

Die Entwicklung der Systeme und Verfahren soll helfen, die unausgerüsteten Flugzeuge in die Lücken zwischen den mit 4D-FMS ausgerüsteten Flugzeugen einzusortieren. Dadurch sollen die Vorteile der 4D-Navigation in Mixed-Traffic-Umgebungen nutzbar werden, so sieht es das FAGI-Konzept vor. Aktuelle Aufgabe der beiden Lotsen ist es nun, gerade die Funktionalität der verschiedenen Systeme

im Rahmen des Gesamtkonzepts zu testen. Sie sollen zur Praktikabilität sowie zu möglichen Vor- und Nachteilen der Verfahren ihr Feedback geben.

Von insgesamt acht Fluglotsen der DFS und anderer europäischer Flugsicherungen wurde das Projekt FAGI über die gesamte dreijährige Laufzeit unterstützt. Diese trafen dabei im Rahmen von Workshops und Simulationskampagnen mit Ingenieuren, Informatikern, Human-Factors-Experten, aber auch anderen Anwendern wie Piloten zusammen. In den frühen Projektphasen wurden zunächst Skizzen und schriftliche Konzeptbeschreibungen in Kleingruppen bearbeitet und analysiert. Über die weitere Projektlaufzeit wurden dann Simulationen durchgeführt, deren Realitätsnähe und Umfang sich zunehmend steigerten. Schritt für Schritt wurden Assistenzfunktionen zur besonderen Unterstützung des Late-Merging-Konzepts mit einbezogen.

Nach insgesamt fünf Zwischenevaluationen folgte in FAGI schließlich eine vierwöchige Abschlusskampagne. Bei diesen Simulationen stand einerseits der Einfluss des FAGI-Konzepts auf die Performance auf dem Prüfstand, es wurden Durchsatz, Staffelungsgenauigkeit, Kerosinverbrauch und Lärmeffekte untersucht. Aus Human-Factors-Sicht wurden die speziell für Late Merging entwickelten Assistenzfunktionen Ghosting und Targeting erprobt und u.a. mögliche Auswirkungen auf Situation Awareness und Workload überprüft. Diese Themen sind letztlich eng mit Safety Issues verknüpft.

Erfahrungsgemäß nennen Anwendungsexperten in unseren Projekten die Möglichkeit, innovative Forschungsarbeit mitzugestalten und die umfangreichen Erfahrungen aus der aktuellen Flugsicherungspraxis in die Entwicklung zukünftiger Systeme einzubringen, als wesentliche Motivation für ihre Mitarbeit. Trotz spürbarem Enthusiasmus für die kreative Arbeit im interdisziplinären Team weisen Lotsen und Piloten andererseits immer wieder auf die Schwierigkeit hin, in einem so frühen Stadium und bei teils unsicherer Faktenlage schon valide Einschätzungen bzgl. Machbarkeit, Akzeptanz oder sogar Safety zu machen. Verständlicherweise hätten sie zur Erprobung und Beurteilung gerne immer schon ein möglichst reifes und umfassendes System zur Verfügung. Unter diesen Umständen…wäre es nicht tatsächlich besser, die Forschung würde erst selber ihre Ideen zur Reife bringen und diese dann später vorstellen, wenn ein fertiges, einsatztaugliches System vorhanden ist…?

Frühe Integration von Expertenwissen in Forschungsprojekte

Aus der Erfahrung der ATM-Forschung heraus bietet die möglichst frühe Integration der Stakeholder (u.a. Operateure, Anwendungs-, Verfahrensexperten und Management) eine Reihe von Vorteilen:

- *Kosten:* Ein aus dem Projektmanagement allgemein bekannter Zusammenhang beschreibt den dramatischen Anstieg der Kosten von Änderungen über den Verlauf des Projekts. Je früher Änderungsbedarf bekannt wird, desto geringer die Kosten.
- *Wirkung:* Eine speziell in der Human-Factors-Forschung diskutierte Regel betont den größeren praktischen Nutzen früher, formativer Evaluierungsmaßnahmen (und seien sie noch so informell und näherungsweise) im Vergleich zu abschließenden summativen Evaluationen („When the cook tastes the soup, that's formative; when the guests taste the soup, that's summative", Robert Stakes).
- *Notwendigkeit:* Eine domänenspezifische Herausforderung liegt in der Natur des ATM-Systems als komplexes soziotechnisches System. Als solches ist das System unausweichlich unterspezifiziert (Hollnagel et al., 2006). Regeln und notwendige Verhaltensvariablität von Operateuren sind häufig nicht formal dokumentiert und ermöglichen trotzdem gerade erst Sicherheit und Leistung. Der State-of-the-Art des aktuellen Systems kann also von Seiten der Forschung auch beim besten Wil-

len nicht isoliert und in Eigenregie aufgearbeitet werden. Dies steht im Gegensatz zu reduzierten rein technischen Systemen, für die Baupläne zumindest prinzipiell verfügbar sind. Im Falle der ATM-Forschung erlaubt also erst die Konfrontation mit den Nutzern und Bedienern, welche ihr explizites sowie implizites Wissen über technologische, organisatorische und Human-Factors-Rahmenbedingungen in unsere Forschungsprojekte einbringen, die Konsequenzen zukünftiger ATM-Technologien annähernd abzuschätzen. Nur durch diese Rückkoppelung kann die Forschung auch dem tatsächlichen Bedarf der späteren Nutzer gerecht werden.

Trotz der genannten Vorteile einer frühen Einbindung von Anwendungsexperten in die Entwicklung gibt es gleichzeitig Herausforderungen. Diese fallen je nach Projekt und Zusammenhang unterschiedlich ins Gewicht. Eine kleine Auflistung:

- Früh = unbestimmt? Ist das heutige ATM-System als operationelle Wirklichkeit schon unterspezifiziert (s.o), so gilt das für typische zukünftige Systeme in frühen Phasen der Erforschung verstärkt. Anwender (und Management) äußern nachvollziehbare Schwierigkeiten bei der Bewertung unter solchen Bedingungen. Die Forschung muss einerseits versuchen, frühe Teilergebnisse für Richtungsentscheidungen zu nutzen. Sie muss andererseits auf Limitationen hinweisen und darf die so gewonnenen Ergebnisse nicht überbewerten.
- *Unterschiedliche Denkweise und Erwartungen:* Das Aufeinandertreffen der unterschiedlichen Denkweisen von Anwendern und Entwicklern/Forschern ist nicht immer unkompliziert. Das ergibt sich einerseits aus der Vielzahl beteiligter Disziplinen und teilweise anderen Erwartungen. Es dauert eine Zeit, bis eine gemeinsame Sprache gefunden ist. Dies gilt umso mehr, solange der Untersuchungsgegenstand nicht greifbar als Simulation verfügbar ist, sondern nur im Entwurf beschrieben werden kann.

- *Kritikfähigkeit:* Die Zusammenarbeit fordert von allen Seiten die Fähigkeit, Kritik anzunehmen und konstruktiv zu äußern. Im ersten Moment mag den Entwickler das kritische Anwenderurteil über die mit viel Liebe und Mühe programmierte Unterstützungsfunktion nicht übermäßig begeistern. Genauso wenig freut sich der Anwendungsexperte über die nassforsche Behauptung, alle bisher gelernten Verfahren seien in 15 Jahren obsolet. Gute Lösungen entstehen oft aber gerade durch diese Reibung. Bei professionellem Umgang miteinander lassen sich im zweiten Moment aus der Kritik Dinge lernen, die für die erfolgreiche Entwicklung sicherer und effizienter ATM-Systeme wegweisend sind.

Von FAGI zu flexiGuide

Im Rahmen des DLR-Projekts FAGI wurde eine frühe Integration von Lotsenexpertise in ein ATM-Forschungsprojekt betrieben. Dabei wurde, der jeweiligen Projektphase angepasst, ein Methodenmix verschiedener Workshoptechniken und Simulationsstudien eingesetzt. Über den gesamten Projektzeitraum hat FAGI von der hohen Eigenmotivation und professionellen Einstellung der beteiligten Anwendungsexperten profitiert. Dafür möchten wir den Teilnehmern nochmals danken.

Trotz der frühen Entwicklungsphase konnte FAGI mit der Mitwirkung der Anwenderergebnisse liefern, die das Potenzial des Late-Merging-Konzepts unterstützen. Entsprechend den Ergebnissen wurden in den Abschlusssimulationen die Flugeffizienz (Treibstoffverbrauch und Flugzeit) im Vergleich zu einer Kontrollbedingung erhöht, Staffelungsunterschreitungen wurden reduziert und die Genauigkeit der Staffelung verbessert. Bei der Untersuchung der Unterstützungsfunktionen traf insbesondere die Assistenzfunktion „Ghosting“, die durch das Anflugplanungssystem 4D-CARMA bereitgestellt wird, bei den Lotsen auf gute Akzeptanz. Die frühe Einbindung von Expertenwissen in das Projekt hat sich somit in vollem Umfang bewährt.

In dem aktuell geplanten FAGI-Nachfolgeprojekt FlexiGuide sollen nun die nächsten Entwicklungsschritte eingeleitet werden. FlexiGuide wird sich dabei unter anderem der Übertragung der reiferen Teile des FAGI-Konzepts aus dem generischen Simulationsszenario auf vorhandene Flughäfen widmen, indem die Late-Merging-Luftraumstruktur auf komplexere Flughafentopologien mit realen Verkehrsszenarien angepasst und mit Unterstützung der Flughäfen unter anwendungsnahen Bedingungen validiert wird. Gleichzeitig kommen neue innovative Konzeptelemente hinzu. Neben festen Routen wird die Planungsunterstützung auf individuelle Direktanflüge erweitert, die außer den Abflügen auch lokale Sperrzonen, tageszeitabhängige Überflugrestriktionen und meteorologische Einzelereignisse wie durchziehende Gewitterzellen berücksichtigen. Dadurch wird auch auf Sonderrouten eine zeitbasierte Flugführungsunterstützung ermöglicht. Das DLR Institut für Flugführung arbeitet darauf hin, auch für FlexiGuide wieder eine starke Unterstützung durch kompetente und interessierte Anwendungsexperten zu erreichen. Nur so kann die Entwicklung sicherer und effizienter Flugführungsverfahren in enger Zusammenarbeit von Forschung und Praxis vorangetrieben werden.

Referenzen

E. Hollnagel, D.D. Woods, N. Leveson (Eds).: Resilience Engineering, Concepts and Precepts. Ashgate Publishing, Aldershot/UK, 2006.

H. Oberheid, M.-M. Temme, A. Kuenz, V. Mollwitz, H. Helmke: Fuel-Efficient And Noise-Reduced Approach Procedures Using Late Merging of Arrival Routes. Proceedings of the German Aerospace Congress 2008, Darmstadt, 2008.

H. Oberheid, B. Weber, M.-M. Temme, A. Kuenz: Visual Assistance to Support Late Merging Operations in 4D Trajectory-Based Arrival Management. Proceedings of the 28th Digital Avionics Systems Conference, Orlando, Florida, 2009.

Komplex oder kompliziert?

Von Christoph Peters und Jörg Leonhardt

***Christoph Peters** steht seit April 2000 im Dienst der deutschen Flugsicherung. Zunächst absolvierte er erfolgreich die Ausbildung zum Fluglotsen und studierte anschließend Psychologie an der Universität Mainz. Heute ist er zu 50 Prozent als Fluglotse im Center Langen tätig; die andere Hälfte seiner beruflichen Tätigkeit füllt er in der Abteilung 'Human Factors & Safety Promotion' im Bereich Unternehmenssicherheitsmanagement (VYIH) aus.*

In unserem täglichen Sprachgebrauch verwenden wir die Begriffe „kompliziert“ und „komplex“ meist synonym. Manchmal ist von einem komplizierten Problem die Rede, das andere Mal ist es komplex. Von komplexen Finanzmärkten und teilweise komplizierten Finanzprodukten wird häufig gesprochen. Und auch in der Welt der Flugsicherung ist manchmal von komplexen und manchmal von komplizierten Lufträumen die Rede. Gerne sprechen Führungskräfte auch vom komplexen ATM-System. Oder meinen sie doch eher ein kompliziertes ATM-System? Gibt es überhaupt einen semantischen Unterschied?

Ein kompliziertes System ist zum Beispiel das Triebwerk eines Flugzeugs. Dieses System kann man analysieren und verstehen, indem man es in seine einzelnen Bestandteile zerlegt („modelliert“). Dies mag zwar zeitaufwändig sein, es ist aber im Prinzip möglich. Nun ist es ferner machbar, das Triebwerk auf unterschiedliche Art und Weise wieder zusammenzubauen und vorher genau zu bestimmen, welche Auswirkungen es haben wird. Somit kann das Systemverhalten nachvollzogen und zukünftiges Verhalten genau bestimmt werden.

Wie sieht es bei einem komplexen System aus? Nehmen wir als Beispiel ein Produkt, von dem ein durchschnittlicher Haushalt in Deutschland ca. zwei Kilogramm im Jahr verbraucht: Mayonnaise. Auf der Basis von Öl und Eigelb nimmt es nach seiner Zusammenmischung neue Eigenschaften auf. Hier ist es nicht mehr möglich, das System zu verstehen, wenn man es in seine Bestandteile zerlegt. Ähnlich sieht es aus mit handelsüblichem Kochsalz. Auf der Mikroebene, analysiert in seine Grundbestandteile, besteht es aus Natrium und Chlor. Während das eine ein Metall ist, ist das andere ein Gas. Somit hat das Kochsalz völlig andere Eigenschaften als seine chemischen Komponenten. „We can now see that the whole becomes not merely more, but very different from the sum of its parts.” (Anderson, 1972)

Dieses Zitat des amerikanischen Physikers und Nobelpreisträgers Philip W. Anderson beschreibt eine weitere Eigenschaft von komplexen Systemen: Emergenz. Für uns bedeutet dies, dass wir ein komplexes System nicht verstehen können, wenn wir nur seine einzelnen Bestandteile analysieren. „Voneinander abhängig“, „divers“, „verbunden“, „adaptiv“: Das sind die Zutaten, mit denen ein komplexes System ausgestattet ist. Finanzmärkte sind komplex. Unser System Flugsicherung auch. Jedoch nicht meine Armbanduhr, die ich gerade trage. Sie besteht zwar aus unterschiedlichen, voneinander abhängigen Komponenten, die miteinander in Verbindung stehen. Sie ist aber nicht adaptiv, was ein Kennzeichen komplexer System ist. Geht ein Rädchen im Uhrwerk kaputt, ist auch meine Uhr nicht mehr funktionsfähig. Komplexe Systeme sind zwar schwerer zu verstehen, dafür haben sie eine Eigenschaft, die besonders für unsere Flugsicherung wichtig ist: Robustheit. Robustheit meint, dass das System nicht zum Erliegen kommt, wenn eine Komponente (das Rädchen in der Uhr) ausfällt. Vielmehr besitzt es die Fähigkeit, sich neu auszubalancieren, indem einzelne Komponenten variabel reagieren. In der Regel sind das in einer HRO („High-Reliability-Organisation“) die Operateure wie Fluglotsen, Piloten, Ärzte oder Krankenschwester.

Da eine variable Performance das System ausbalanciert, ist es in einer HRO absolut notwendig, den Operateuren die dafür notwendige Flexibilität zu ermöglichen. Versuche, die Komplexität lediglich durch mehr Automation in den Griff zu bekommen, schränken die Variabilität ein und können gleichzeitig die Komplexität erhöhen.

Man spricht in den Naturwissenschaften vom „Robust yet Fragile“ (RYT)- Phänomen. Die Zukunft liegt in der Verbesserung der Resilience – einer flexiblen Robustheit – der gesamten Organisation.

Weiterführende Literatur

D.L. Alderson, J.C. Doyle: Contrasting views of complexity and their implications for network-centric infrastructures. IEEE Systems, Man and Cybernetics, Part A. 40(40), 839-852, 2010.

P.W. Anderson: More is Different. Science, 177 (4047), 393- 396, 1972.

P. Cilliers: Complexity and postmodernism: Understanding complex system. Routledge, London, 1998.

S. Dekker: Drift into failure: From hunting broken components to understanding complex systems. Ashgate Publishing, Aldershot/UK, 2011.

Impressum
DFS Deutsche Flugsicherung GmbH
Unternehmenssicherheitsmanagement (VY)
Am DFS-Campus 10
63225 Langen

Telefon +49 (0)6103 707-4040
Telefax +49 (0)6103 707-4049
E-Mail safetyletter@dfs.de