

30 Fehler und Fehlermanagement

Dieter Zapf, Michael Frese und Felix C. Brodbeck

1 Grundlegende Konzepte

Die Untersuchung von Fehlern hat eine lange Tradition. Beispielsweise gibt es erste ausführliche Sammlungen von Sprech-, Lese-, Hör- und Schreibfehlern von Meringer und Mayer (1895) oder Weimer (1925). Alltagspsychologisch bekannt sind die „Freud’schen Fehlleistungen“ (ungewollte, auf unbewußte Absichten hindeutende Versprecher), die Freud (1904/1941) zur methodischen Grundlage seiner Psychoanalyse gemacht hat.

Warum ist die Analyse von Fehlern im Kontext der *Arbeits- und Organisationspsychologie* interessant? Der Hauptgrund liegt sicherlich daran, daß Fehler dramatische, zum Teil tödliche Folgen haben können. Deswegen werden Fehler seit langem in der Unfallforschung untersucht (Hoyos, 1987; Wehner 1992), aber auch bei der Steuerung großtechnischer Anlagen (Rasmussen, 1988; Reason, 1987, 1990) sowie im Straßenverkehr (Groeger & Brown, 1990). Negative ökonomische Konsequenzen haben Fehler im Management (Hartley, 1991). Auch bei der alltäglichen Büroarbeit mit Computern kann man solche negativen Konsequenzen nachweisen (Brodbeck, Zapf, Prümper & Frese, 1993).

Aber auch für die Theoriebildung sind Fehler interessant. Denn in Fehlern kann man beispielsweise Grenzen kognitiver Verarbeitungsvorgänge erkennen. Von daher können interessante Rückschlüsse auf kognitive Prozesse gezogen werden.

1.1 Definition von Fehlern

Fehler ist ein intuitiv verständlicher Alltagsbegriff. Dennoch ist es nicht ganz einfach, eine wissenschaftliche Definition für einen Fehler zu geben. Eine große Übereinstimmung wird man bei Handlungs- und Kognitionspsychologen für folgende Bestimmungsstücke einer Definition von Fehlern finden (z.B. Frese & Zapf, 1991; Senders & Moray, 1991):

1. Fehler treten nur bei zielorientiertem Verhalten auf.
2. Ein Fehler bedeutet das Nichterreichen eines Ziels oder Teilziels.
3. Man spricht nur dann von einem Fehler, wenn er potentiell vermeidbar gewesen ist.

(1) Wenn Fehler nur bei zielorientiertem Verhalten auftreten, bedeutet dies: Bei nicht intentionalem Verhalten, z.B. bei unwillkürlichen Bewegungen, würde man

nicht von einem Fehler sprechen. (2) Fehler als (zumindest zeitweises) Nichterreichen eines Zieles wird vielen Definitionen zugrunde gelegt. Ein reines Herumprobieren beispielsweise beim Surfen im Internet – sofern es zielloses Herumprobieren überhaupt gibt – kann nicht zu einem Fehler führen, da ja alle erzielten Konsequenzen potentiell richtig sind. Nur wenn ein angestrebtes Ziel verfehlt wurde, spricht man von einem Fehler. In sogenannten phänomenologischen Ansätzen versucht man, den Zielbegriff zu umgehen und Fehler über die Nichteinhaltung von Toleranzgrenzen oder bestimmter Standards zu definieren. Dies würde aber außer acht lassen, daß jemand absichtlich, also zielgerichtet, von Standards abweicht und z.B. Sicherheitsvorschriften nicht einhält, um Zeit zu sparen (Sellen, 1994). Dies wäre eher eine Regelverletzung. (3) Nicht jedes Nichterreichen eines Ziels ist allerdings ein Fehler. Wenn etwa ein ungewöhnliches und unvermeidbares Ereignis, wie z.B. ein Blitzschlag, eine Computerdatei löscht, wird man in der Regel nicht von einem Fehler, sondern vielleicht von einem Unglück sprechen. Offensichtlich kann man nur dann von einem Fehler sprechen, wenn die Umstände, die zum Fehler führten, sowie die negativen Handlungskonsequenzen potentiell vorhersehbar, vermeidbar und damit zumindest teilweise beeinflussbar waren.

1.2 Abgrenzung von anderen Begriffen

Der Fehlerbegriff steht in engem Zusammenhang mit dem Begriff der *Zuverlässigkeit*, der sowohl auf Menschen als auch auf technische Systeme angewandt wird (Zimolong, 1990). Zuverlässigkeit kann als das Gegenteil von Fehlern verstanden werden. Je geringer die Auftretenshäufigkeit von Fehlern, desto größer ist die Zuverlässigkeit. Reason, Parker und Lawtom (1999) unterscheiden Fehler und (absichtliche) *Regelverletzungen* (violations). Regelverletzungen werden definiert als bewußte – jedoch nicht notwendigerweise zu verurteilende – Abweichungen von Vorgehensweisen, die für notwendig erachtet werden, um sichere Operationen in einem potentiell risikoreichen System zu gewährleisten. Es gibt aber nicht in allen Fällen überhaupt Regeln und es gibt Situationen, in denen existierende Regeln sogar falsch sind, so daß Regelüberschreitungen sogar geboten erscheinen. Fehler sind weiterhin von *ineffizientem Handeln* zu unterscheiden, bei dem man zwar das Ziel erreicht, aber nur auf Umwegen. Da die meisten Menschen aber Standards (Oberziele) haben, denen zufolge sie Umwege vermeiden wollen, können Ineffizienzen auch als Fehler charakterisiert werden.

Fehler wurden häufig an Arbeitsaufgaben statischer und diskreter Natur untersucht (z.B. im Bereich der Mensch-Computer Interaktion oder auch in der experimentell orientierten Grundlagenforschung). Die Feststellung des Vorliegens bzw. Nichtvorliegens eines Fehlers ist hier kein Problem. Es gibt jedoch auch viele Aufgaben, die in einem gewissen Sinne kontinuierlich sind. Kleinere Abweichun-

können hier noch als korrekt angesehen werden, während größere Abweichungen Fehler darstellen. In vielen Situationen gibt es eher eine Dimension von „völlig richtig bis völlig falsch“ (Senders & Moray, 1991). Dies trifft z.B. auf dynamische Situationen mit räumlich-zeitlichen Entscheidungen zu (Dörner, 1989). Ein Bereich wären etwa Fehler von Teilnehmern im *Straßenverkehr*, aber auch bei Entscheidungen in *komplexen Situationen*, in denen das Festlegen von Zielkriterien selbst und damit die Feststellung einer Zielabweichung bereits ein Problem darstellt.

1.3 Die positive Funktion von Fehlern

Fehler werden typischerweise als negative Ereignisse gesehen, als Hinweise auf menschliches Versagen. Dies ist aber eine sehr einseitige Perspektive. Fehler haben nämlich ihren Ursprung häufig in nützlichen und funktionalen Prozessen der menschlichen *Informationsverarbeitung*: Menschen bleiben auch in komplexen und unübersichtlichen Situationen handlungsfähig, in denen Maschinen häufig „ihren Geist aufgeben“ würden. Menschen können auch bei unvollständiger und teils widersprüchlicher Informationslage handeln, aber eben mit einem Fehlerisiko. Fehler haben positive Funktionen, insofern sie eine Herausforderung darstellen, sich mit der Fehlersituation auseinanderzusetzen. Die sind fast untrennbar mit *Lernprozessen* verbunden, am deutlichsten etwa in Formen explorativen Lernens (Greif, 1990). Fehler selbst sind eigentlich gar nicht so sehr das Problem. Probleme entstehen erst dann, wenn ein Fehler negative Folgen mit sich bringt. Dies wird unter dem Stichwort Fehlermanagement noch einmal aufgegriffen.

2 Taxonomien von Fehlern

Fehler können von sehr unterschiedlicher Natur sein, so daß sich für den Umgang mit Fehlern recht unterschiedliche Konsequenzen ergeben können. Deshalb wurden verschiedentlich Klassifikationen oder Taxonomien von Fehlern vorgeschlagen (z.B. Frese & Zapf, 1991; Heckhausen & Beckmann, 1990; Norman, 1981; Rasmussen, 1982; Reason, 1990). Dabei haben sich solche Taxonomien als hilfreich erwiesen, die auch etwas über die *psychologischen Entstehungsbedingungen* der Fehler aussagen. Denn daraus lassen sich konkretere Handlungsmöglichkeiten zum Umgang mit Fehlern ableiten. Wie differenziert man Fehler unterscheidet, ergibt sich meistens aus dem Verwendungszweck einer Fehlerklassifikation und ist eher pragmatisch begründet. Eine einfache Unterscheidung von Fehlern ist die zwischen „mistakes“ (fehlerhaftem Plan) und „slips“ (richtigem Plan, aber fehlerhafter Ausführung; Norman, 1981; Reason, 1979). Im folgenden wollen wir eine Fehlertaxonomie von Frese und Zapf (1991) darstellen, in die sich

ohne große Probleme andere Fehlerklassifikationen von Dörner (1989), Norman (1981), Rasmussen (1982) oder Reason (1990) integrieren lassen. In dieser Taxonomie werden Fehler handlungstheoretisch (vgl. Frese & Zapf, 1994; Hacker, 1998 und in diesem Band) nach den Schritten im Handlungsprozeß, sowie nach Ebenen der *Handlungsregulation* unterschieden.

Eine Handlung kann folgendermaßen dargestellt werden: Bevor man handeln kann, müssen Ziele entwickelt werden. Nachdem ein Ziel bestimmt wurde, ist es notwendig, Informationen über die Zustände der Umwelt in Erfahrung zu bringen und zu integrieren. Dabei entstehen innere Modelle bezüglich der Zustände der Umwelt.

Zumindest in dynamischen Systemen müssen darüber hinaus bestimmte Prognosen gebildet werden, wie sich die Umwelt bzw. ein bestimmtes System in Zukunft verhält, auch wenn nicht gehandelt wird. Dann kann ein Plan entwickelt werden. Bei der Ausführung dieses Plans finden Überwachungsprozesse der eigenen Handlung statt (Monitoring). Besonders wichtig ist hier, Einsatzbedingungen für Subpläne zu erkennen. Schließlich erhält man Rückmeldungen über den Fortschritt der Handlung.

Innerhalb des Modells zur hierarchisch-sequentiellen *Handlungsregulation* (Hacker, 1998) werden verschiedene Ebenen unterschieden: Auf der untersten sensumotorischen Ebene werden weitgehend automatisierte Bewegungen gesteuert, auf der Ebene der flexiblen Handlungsmuster – Hacker nennt sie perzeptiv-begriffliche Ebene – werden gut beherrschte Handlungen gesteuert, indem auf im Gedächtnis gespeicherte flexible Handlungsgrundmuster zurückgegriffen wird. Auf der intellektuellen Ebene werden komplexe oder neuartige Handlungen gesteuert, für die Pläne erst konstruiert werden müssen.

Neben diesen Kategorien zur Handlungsregulation gibt es die Kategorie der Regulationsgrundlage. Hacker (1998) spricht hier vom Operativen Abbildsystem. Darunter werden alle Wissensvoraussetzungen verstanden, die notwendig sind, damit eine Person eine Handlung überhaupt ausführen kann.

In Abbildung 1 sind die Regulationsgrundlage, die Schritte im Handlungsprozeß sowie nach unten die Regulationsebenen aufgeführt, die im folgenden kurz beschrieben werden sollen.

(a) *Wissensfehler*. Fehler auf der Regulationsgrundlage oder Wissensfehler treten auf, wenn einer Person nicht die notwendigen Informationen aus dem Langzeitgedächtnis zur Verfügung stehen, um einen Handlungsplan zu erstellen oder auszuführen. Man kennt z.B. eine Funktion oder die Parameter eines Befehls in einem Computerprogramm nicht, etc. Wissensfehler hängen sehr stark mit dem Grad der Expertise zusammen (Prümper, Zapf, Frese & Brodbeck, 1992).

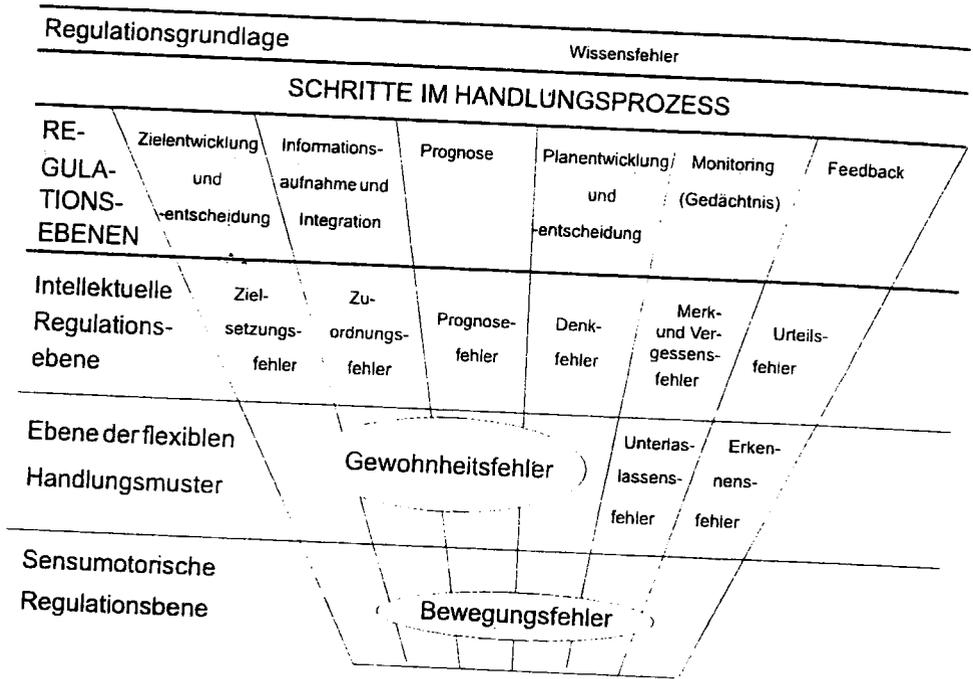


Abbildung 1

Beispiel einer Fehlertaxonomie (aus Frese und Zapf, 1991, S. 21, verändert)

(b) Fehler auf der intellektuellen Regulationsebene. Diesen Fehlern ist gemeinsam, daß sie während des bewußten Bearbeitens oder Abarbeitens von Handlungsplänen entstehen. Bei der Analyse von Fehlern in komplexen Systemen stehen diese Art von Fehlern typischerweise im Vordergrund. Bei *Zielsetzungsfehlern* werden beispielsweise Ziele (mit Bezug auf Oberziele) falsch aufgestellt oder nicht genügend konkretisiert. Abstrakte Ziele lassen sich viel leichter aufstellen lassen, denn Konkretisierung setzt harte analytische Arbeit voraus, die insbesondere bei Handeln unter Zeitdruck unterlassen wird. Stattdessen erfolgt die Zielkonkretisierung eher nach Sinnfälligkeit: Im Sinne eines Reparaturdienstverhaltens werden diejenigen Probleme am ehesten gelöst, die am lautesten schreien. Schließlich werden verschiedene Ziele oft nicht auf Spannungs- bzw. Konfliktverhältnisse abgeprüft (Dörner, 1989). Im Kontext von Organisationen muß berücksichtigt werden, daß Ziele oft absichtlich wenig konkret formuliert werden. Denn in jeder Organisation gibt es analog zur großen Politik unterschiedliche mikropolitische Interessen (Neuberger, 1995). Diese lassen sich leichter unter einen Hut bringen, wenn Ziele vage gehalten werden. *Zuordnungsfehler* tauchen dann auf, wenn man die falsche Theorie oder die falsche Metapher verwendet oder nicht auf angemessene Weise Informationen sammelt, um innere Modelle der Problemsituation

aufzubauen, auf deren Basis dann realisierbare Pläne entwickelt werden können. In einer Untersuchung zeichneten sich erfahrene Manager dadurch aus, daß sie besonders viel Zeit in die Bildung adäquater Modelle investierten und dadurch zu besseren Ergebnissen kamen (Schaub & Strohschneider, 1992). *Prognosefehler* können nur in dynamischen Systemen auftauchen, d.h. in Systemen, deren Zustände sich auch ohne Zutun der damit Arbeitenden verändern. Menschen tun sich schwer, nichtlineare Verläufe vorherzusagen und neigen dazu, exponentielle Verläufe wie beispielsweise die Häufigkeit von Aidsfällen zum Teil gravierend zu unterschätzen (Dörner & Schaub, 1994). Bei *Denkfehlern* steht einer Person zwar das nötige Wissen zur Verfügung, es werden jedoch fehlerhafte Pläne entwickelt. Bei der Planung werden häufig Fern- und Nebenwirkungen nicht berücksichtigt. Dies trug z.B. wesentlich zum Reaktorunglück von Tschernobyl bei (Reason, 1987; s.a. Kasten 1). Bei *Merk- und Vergessensfehlern* kann sich eine Person einen aufgestellten Handlungsplan nicht merken oder vergißt das Ergebnis einer bereits ausgeführten Handlung. Solche Fehler treten besonders dann häufig auf, wenn die Arbeitsaufgaben es erfordern, bestimmte Informationen über längere Zeit im Arbeitsgedächtnis zu halten. Bei *Urteilsfehlern* schließlich geht es um die Feedbackverarbeitung. Eine Person macht einen Fehler bei der Interpretation der Rückmeldung auf ihre eigene Handlung. Menschen unterlassen es nicht selten, überhaupt zu überprüfen, ob ihre Handlungen erfolgreich waren, insbesondere in Krisensituationen (Dörner & Schaub, 1994). Gute Manager zeichnen sich dagegen dadurch aus, daß sie aktiv Feedback von anderen einholen (Ashford & Tsui, 1991).

Kasten 1

Das Unglück von Tschernobyl

Nach der Meinung vieler Menschen war das Reaktorunglück von Tschernobyl im April 1986 eine Folge mangelhafter Materials und veralteter sowjetischer Reaktortechnik war. Dies ist jedoch nicht der Fall. Das Tschernobylunglück geht vielmehr auf eine unglückliche Verkettung menschlicher Fehlentscheidungen zurück. Was im Endeffekt passierte, war die Explosion des Reaktorblocks Nummer 4. Eine mehrere 1000 Tonnen schwere Betondecke wurde durch die Explosion zerstört, und durch die austretende Strahlung wurden große Teile Europas verseucht.

Die Geschichte begann damit, daß die Ingenieure von Tschernobyl für Wissenschaftler aus Moskau ein Experiment durchführen sollten und dafür das Notkühlsystem des Reaktors abschalteten, aufgrund besonderer Umstände den Reaktor nicht nach Plan, sondern erst verspätet vom Netz nahmen, um schließlich den Reaktor auf 25% der Leistung herunterzufahren und ein Testprogramm für das Experiment durchzuführen.

Da man statt der angestrebten 25% jedoch eine Leistung von nur 1% erreichte, weil der Operateur die automatische Steuerung ausgeschaltet und versucht hatte, die 25%-Marke per Handsteuerung zu erreichen und dabei offensichtlich übersteuerte, kam man in eine sehr gefährliche Situation. Denn wenn der Reaktor mit sehr niedriger Leistung

unter 20% läuft, dann ergeben sich lokale nicht genau kontrollierbare Kernspaltungsvorgänge. Man schaffte es schließlich, den Reaktor bei 7% der ursprünglichen Leistung zu stabilisieren.

Danach schaltete man alle 8 Pumpen des primären Wasserkreislaufes ein. Auch das war verboten, man hätte höchstens 6 einschalten dürfen. Man glaubte wohl, durch diese Maßnahme die Stabilität des Reaktors absichern zu können. Man erreichte auf diese Weise eine zusätzliche Kühlung, zog aber wegen einer automatischen Rückkopplung (wenn es kühler wird muß die Kernspaltungsbremse etwas losgelassen werden), Graphitstäbe, die die Kernspaltungsprozesse im Reaktor bremsen können, aus dem Reaktor. Diese Nebenwirkung wurde von der Operateuren offensichtlich nicht gesehen. Sie achteten nur gebannt auf den erwarteten Haupteffekt.

Wegen des abfallenden Dampfdrucks erhöhte man daraufhin den Wasserdruck um das dreifache, um dadurch den Dampfdruck wieder zu stabilisieren. Das hatte aber nicht den angestrebten sondern den gegenteiligen Effekt und bewirkte, daß noch mehr Graphitstäbe aus dem Reaktor gezogen wurden. Zusätzlich wurde noch die automatische Abschaltvorrichtung des Reaktors bei fallendem Dampfdruck von den Operateuren außer Kraft gesetzt.

Einige Minuten später versuchte man eine Art Notbremsung und wollte alle Graphitstäbe wieder in den Reaktor schieben. Das war jedoch nicht mehr möglich, da sich die Rohre, durch die die Graphitstäbe in den Reaktor hätten gleiten können, durch die Hitze verbogen hatten. Im selben Moment ereigneten sich zwei Explosionen. Die Betondecke wurde weggesprengt und eine riesige radioaktive Wolke entwich.

Psychologisch interessant daran ist: Es wurden keine „Slips“ gemacht. Es hat nicht einer versehentlich einen Hebel umgelegt. *Alles waren bewußt getroffene Entscheidungen von Experten.* Aber es traten typische Fehler dabei auf: die Unfähigkeit, in nichtlinearen kausalen Netzwerken zu denken; nicht auf Nebeneffekte zu achten; die Unfähigkeit, mit dynamischen Systemen umzugehen; Überdosierung unter Zeitdruck und schließlich die Unfähigkeit in exponentiellen Verläufen zu denken.

Nach Dörner (1989) und Reason (1987)

Eine allgemeine Ursache von Fehlern dieser Art liegt in der begrenzten Rationalität menschlichen Handelns (s.a. die Zusammenstellung von Fehlerursachen bei Zimolong, 1990). Ein Großteil des Handelns in Organisationen ist geprägt durch Komplexität und Unsicherheit. Deshalb ist es oft nicht möglich, alle notwendigen Informationen zu sammeln. Entscheidungen müssen deshalb unter Unsicherheit gefällt werden. Eine andere Ursache liegt in der Tendenz, in solchen Situationen eher nach bestätigenden Informationen Ausschau zu halten als nach solchen, die eine intendierte Entscheidung in Frage stellen könnten. Dies kann zum Beispiel durch die Theorie der kognitiven Dissonanz (zusammenfassend, Frey & Gaska, 1993) erklärt werden: den eigenen Vorstellungen widersprechende Informationen sind dissonant und werden verdrängt oder vermieden, um das Bedürfnis nach Konsonanz bzw. Einklang zu befriedigen. Auch die Selbstwertschutztheorie

(zusammenfassend, Stahlberg, Osnabrügge & Frey, 1985) postuliert, daß bestimmte selbstwertbedrohende Informationen ignoriert werden, so daß es zu Fehlentscheidungen kommen kann.

(c) *Fehler auf der Ebene der flexiblen Handlungsmuster.* Fehler auf der Ebene der flexiblen Handlungsmuster treten bei gut beherrschten Handlungen auf. Dabei kann es sich um *Gewohnheitsfehler* (eine Person benutzt einen routinisierten Handlungsplan, der jedoch in dieser Situation nicht paßt), *Unterlassensfehler* (eine Person überspringt einen notwendigen Handlungsschritt oder führt diesen erst zu einem späteren Zeitpunkt aus) oder *Erkennensfehler* (eine Person übersieht oder verwechselt eine Rückmeldung aus der Umwelt) handeln.

(d) *Fehler auf der sensumotorischen Regulationsebene.* Bei Fehlern auf der sensumotorischen Regulationsebene handelt es sich um hochautomatisierte Handlungsabläufe, bei denen die Ausführung der einzelnen Handlungsschritte keiner bewußten Zuwendung bedürfen. Ein Beispiel wäre das Stolpern beim Gehen.

3 Fehlerprozeß und Fehlerbewältigung

Im Vergleich zur Klassifikation von Fehlern wurde dem Prozeß der Fehlerbewältigung noch wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Im Prozeß der Fehlerbewältigung können mehrere Stufen unterschieden werden (Reason, 1990; Sellen, 1994; Zapf, Lang & Wittmann, 1991): (a) das Auftreten eines Fehlers; (b) die Diagnose des Fehlers; (c) die Behebung des Fehlers.

Der Prozeß vom Zeitpunkt des Erkennens bzw. der prophylaktischen Suche nach Fehlern bis zur Behebung soll als Fehlerbewältigung bezeichnet werden. Auf das Auftreten eines Fehlers folgt die *Fehlerdiagnose*. Sie läßt sich trennen in *Fehlerentdeckung* und *Fehlererklärung*. Unter *Fehlerentdeckung* wird allein die Tatsache verstanden, daß eine Person das Vorliegen eines Fehlers bemerkt, unabhängig davon, daß sie weiß, worin der Fehler besteht oder wie er zu beheben ist. *Fehlererklärung* beinhaltet das Wissen, worin der Fehler besteht, wie er entstanden ist und was im einzelnen falsch ist. Dies bedeutet nicht notwendigerweise, auch zu wissen, wie dieser Fehler zu beheben ist. Unter *Fehlerbehebung* werden jene Handlungen verstanden, durch die der Fehler beseitigt oder kompensiert wird. Die Fehlerbehebung kann eine Routineaufgabe sein, sie kann sich aber auch als ein komplexes, nicht auf Antrieb lösbares Problem erweisen. Zum Beispiel ist die Behebung von Routinefehlern wie z.B. Gewohnheitsfehlern, kein triviales Problem, sondern in einigen Fällen nur mit fremder Hilfe möglich (Brodbeck et al., 1993).

4 Maßnahmen beim Umgang mit Fehlern: Fehlervermeidung und Fehlermanagement

4.1 Strategien der Fehlervermeidung

Die klassische Antwort auf das Fehlerproblem ist die Vermeidung von Fehlern, um so die Zuverlässigkeit zu erhöhen. Entsprechende ergonomische Gestaltungsvorschläge werden zum Beispiel von Colin (1990) und Rühmann und Schmidtke (1990) gemacht. Einige allgemeine Strategien der Fehlervermeidung sind: (a) die Reduktion der Arbeitskomplexität und der Entscheidungsalternativen; (b) Qualifizierung der Personen; (c) Einrichtung von Sicherheitsvorrichtungen und Automatisierung (Frese, 1991).

Komplexität und Handlungsspielraum. – Eine typische Strategie, Fehler präventiv zu vermeiden ist die Reduktion von Aufgabenkomplexität und Handlungs- oder Entscheidungsspielräumen. Je einfacher Aufgaben sind und je weniger Entscheidungsmöglichkeiten man hat, desto weniger Fehler sollten auftreten. In der Tat kann man zeigen, daß bestimmte Fehler der intellektuellen Regulations-ebene abnehmen, wenn man die Komplexität der Arbeit reduziert. Routinefehler lassen sich allerdings durch diese Strategie nicht beeinflussen (Zapf, Brodbeck, Frese, Peters & Prümper, 1992). Bei zunehmendem Handlungsspielraum nehmen bestimmte Fehlerarten sogar ab. Zudem treten bei niedrigem Handlungsspielraum unter belastenden Bedingungen vermehrt Handlungsfehler auf, bei hohem Handlungsspielraum ist das nicht der Fall. Offensichtlich richten sich die Arbeitenden, wenn sie über entsprechende Handlungsspielräume verfügen, ihren Arbeitsplatz selbst so ein, daß lästige Fehler möglichst auf die Dauer nicht auftreten (Zapf, 1993). D.h., auch in bezug auf Fehler kann Handlungsspielraum ähnlich positive Wirkung haben, wie in anderen Bereichen der Arbeitspsychologie (Ulich, 1994). Insgesamt also hat die Reduktion von Komplexität und Handlungsspielraum nur eine eingeschränkte Wirkung für die Fehlervermeidung. Zusätzlich gibt es aus der Sicht menschengerechter Arbeitsgestaltung ungünstige Nebeneffekte.

Qualifikation. – Eine andere Strategie der Fehlervermeidung ist es, die Personen zu qualifizieren. Wie Experten-Novizen-Studien in der Tat zeigen, werden mit zunehmender Qualifikation weniger Fehler gemacht (z.B. Chi, Glaser & Farr, 1988). Aus einer differenzierteren Fehleranalyse ergibt sich aber, daß dies nicht für alle Fehlerarten gilt. Experten machen üblicherweise wesentlich mehr Gewohnheitsfehler (Prümper et al., 1992). Somit sind bei der Fehlervermeidung auch durch Qualifizierung nur Teilerfolge zu erzielen.

Fehlervermeidung durch technische Prophylaxe und Automatisierung. – Eine weitere Möglichkeit der Fehlervermeidung besteht darin, durch technische Systeme

me den Menschen am Fehler machen zu hindern. Dies geschieht entweder durch Automatisierung bestimmter Prozesse, bei denen eine besondere Neigung zu Fehlern besteht, oder man führt zusätzliche Sicherheitseinrichtungen ein, um den Menschen am Fehler machen zu hindern. Hier ergibt sich allerdings ein Problem, das Bainbridge (1983) die „Ironie der Automatisierung“ genannt hat. Die Technik übernimmt Aufgaben, damit der Mensch keine Fehler mehr macht. Versagt jedoch die Technik, dann soll gerade der „fehleranfällige“ Mensch wieder einspringen. Da er jedoch bestimmte Tätigkeiten nicht mehr ausführen muß, beherrscht er sie im Notfall auch nicht mehr einwandfrei. Dadurch entstehen besonders gefährliche Situationen.

4.2 Die Strategie des Fehlermanagements

Selbstverständlich ist es trotz der aufgezeigten Probleme wichtig, Maßnahmen zur Fehlervermeidung zu ergreifen, beispielsweise durch Einhaltung ergonomischer Richtlinien. Bei der Fehlervermeidung geht es darum, das *Auftreten einer fehlerhaften Handlung* zu verhindern. Meist ist aber die fehlerhafte Handlung selber gar nicht das Problem. Das Problem sind vielmehr die negativen Konsequenzen der fehlerhaften Handlung. *Nicht der Fehler selbst, sondern die negativen Konsequenzen von Fehlern müssen vermieden werden.* Darauf zielt die Strategie des Fehlermanagements ab (Frese, 1991). Sie ist deshalb eine sinnvolle Strategie ergänzend zur Fehlervermeidung. Fehlermanagement heißt, Fehler möglichst (a) einfach, (b) schnell und (c) ohne Streß zu beheben und dabei negative Konsequenzen zu verhindern. Fehlermanagement kann auf verschiedene Weise umgesetzt werden.

Fehlermanagement durch Arbeits- und Technikgestaltung. – Ein technisches System stellt Hilfsmittel zur Verfügung, um mit Fehlern besser umzugehen. Das prägnanteste Beispiel dafür ist sicherlich die UNDO-Funktion, mit der in einer Reihe von Computerprogrammen fehlerhafte Handlungen rückgängig gemacht werden können (Zapf, Frese, Irmer & Brodbeck, 1991). Aber auch bewährte Mittel der Arbeitsgestaltung wie die Erhöhung von Handlungsspielräumen kann zur Fehlerbewältigung beitragen.

Fehlermanagement durch Gestaltung des sozialen Systems. – Bei der Bewältigung von Fehlern kann gegenseitige soziale Unterstützung sehr hilfreich sein (Brodbeck et al., 1993). Hochqualifizierte Expertenteams neigen z.B. aufgrund von „groupthink“ (Janis, 1982) dazu, die Kompetenz der Gruppe zu überschätzen und damit Fehler zu übersehen. Hierzu haben Janis (1982) und Tjosvold und Field (1985) Gruppenregeln entwickelt, die dazu beitragen, Fehlentscheidungen vorzubeugen und mit Fehlern besser umzugehen.

Fehlermanagement durch Organisationsgestaltung. – Interessante Vorschläge stammen von Perrow (1987). Er spricht zwar nicht von Fehlermanagement, ihm geht es aber um eine sehr ähnliche Fragestellung: Gegeben, daß immer Fehler vorkommen, wie kann man durch Systemdesign Katastrophen als Fehlerfolge verhindern? Nach seinen Analysen von Schiffsunfällen, Unfällen in Kernkraftwerken, im Flugverkehr und bei petrochemischen Anlagen sind ihm zwei Dimensionen für die Überführung eines Fehlers in eine Katastrophe wesentlich: die *Kopplung* und die *Interaktionen*. Wenn ein System eng gekoppelt ist und komplexe Interaktionen zeigt, ergibt sich die höchste Gefahr der Katastrophe als Fehlerfolge. *Interaktionen* können entweder durch eine lineare Abfolge gekennzeichnet sein (z.B. das Fließband, bei dem ein Fehler leicht lokalisierbar ist) oder durch eine komplexe Interaktion; letzteres ist z.B. dann der Fall, wenn eine Einheit oder ein Subsystem mehreren Funktionen dient. Komplexere Interaktionen erhöhen die Wahrscheinlichkeit von Katastrophen. Die *Kopplung* kann entweder lose oder eng sein. Z.B. sind verschiedene Fakultäten einer Universität meist nur lose miteinander verknüpft. Störungen in der einen tangieren meist die anderen kaum. Bei engen Kopplungen besteht kein Puffer zwischen den Subsystemen, d.h. es kommt zu einer Destabilisierung des gesamten Systems, wenn ein Teilsystem tangiert ist. Dies ist z.B. bei Kettenreaktionen (etwa in einem Kernkraftwerk) der Fall. Die Botschaft von Perrow ist klar – Systeme sollten möglichst so organisiert werden, daß die Interaktionen linear und die Kopplungen lose sind.

Fehlermanagement und Qualifizierung. – Bereits im Training kann man lernen, mit Fehlersituationen umzugehen, beispielsweise in explorativen Trainings (Greif, 1990). Zudem kann man in speziellen Fehlertrainings das unvermeidliche Umgehen mit Fehlern üben. Die Überlegenheit solcher Fehlertrainings gegenüber herkömmlichen Trainings konnte mehrfach nachgewiesen werden (z.B. Frese, Brodbeck, Heinbokel, Mooser, Schleiffenbaum & Thiemann, 1991). Qualifizierung führt zwar nicht generell zu einer Reduktion von Fehlern. Aber es ist offensichtlich ein Zeichen von Expertise, daß man Fehler schneller bewältigen kann (Prümper et al., 1992).

Fehlermanagement und Organisationskultur. – Das Konzept des Fehlermanagements hat Konsequenzen für die Organisations- oder Unternehmenskultur. Eine Organisation kann Fehlern gegenüber eher feindlich oder eher aufgeschlossen gegenüberstehen, weil sie Fehler als unvermeidlich erachtet. Fehler führen häufig zu Schuldzuweisungen (Lewis & Norman, 1986). In erster Linie werden Menschen für Fehler verantwortlich gemacht und nicht etwa ein nicht direkt greifbares System. Entsprechend wird manchmal zuviel Energie für die Ursachensuche und Schuldzuweisung verwendet und zuwenig für eine effiziente Fehlerbewältigung. Wegen befürchteter Sanktionen werden Fehler deshalb oft zu spät bemerkt und von

einzelnen eher vertuscht anstatt aufgedeckt. Auch gestehen Menschen Fehler vor sich selber nicht gerne ein, da sie dies als Zeichen von Inkompetenz betrachten und mit ihrem Selbstbild nicht vereinbaren können. Das Selbstwertschutzmotiv ist oft auch eine Fehlerursache (Dörner & Schaub, 1994). Qualifizierte Manager dagegen zeichnen sich durch eine hohe Selbstreflexion aus (Dörner, 1989). Sie zeigen die Bereitschaft, ihre Handlungen grundsätzlich in Frage zu stellen. Dadurch können Fehler schnell behoben werden. Organisationen sollten solche Einstellungen und Verhaltensweisen unterstützen und eine entsprechende Unternehmenskultur pflegen. Bei manchen Firmen ist zum Beispiel ein offener Umgang mit Fehlern Bestandteil von Unternehmensleitsätzen und ein wichtiges Thema bei der Fortbildung von Führungskräften.

Für die zukünftige Forschung ist zu hoffen, daß die Fehlerkonzepte in den angesprochenen Feldern weiterentwickelt und auf andere Felder der angewandten Psychologie übertragen werden. Speziell bei der Fehlerursachenforschung dürfte eine stärkere Integration von kognitiven und handlungstheoretischen Ansätzen auf der einen und sozialpsychologischen und organisationspsychologischen Ansätzen auf der anderen Seite eine interessante Perspektive sein.

Literatur

- Ashford, S. J. & Tsui, A. S. (1991). Self-regulation for managerial effectiveness: The role of active feedback seeking. *Academy of Management Journal*, 34, 251-280.
- Bainbridge, L. (1983). Ironies of automatization. *Automatica*, 19, 775-779.
- Brodbeck, F. C., Zapf, D., Prümper, J. & Frese, M. (1993). Error handling in office work with computers: A field study. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 66, 303-317.
- Chi, M. T. H., Glaser, R. & Farr, M. J. (Hrsg.). (1988). *The nature of expertise*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Colin, I. (1990). Gestaltungsmaßnahmen zur Erhöhung von Sicherheit und Zuverlässigkeit. In C. Graf Hoyos & B. Zimolong (Hrsg.), *Ingenieurspsychologie* (Enzyklopädie der Psychologie, Band D, III, 2, S. 346-362). Göttingen: Hogrefe.
- Dörner, D. (1989). *Die Logik des Mißlingens*. Hamburg: Rowohlt.
- Dörner, D., & Schaub, H. (1994). Errors in planning and decision making and the nature of human information processing. *Applied Psychology: An International Review*, 43, 433-454.
- Frese, M. (1991). Fehlermanagement: Konzeptionelle Überlegungen. In M. Frese & D. Zapf (Hrsg.), *Fehler bei der Arbeit mit dem Computer. Ergebnisse von Beobachtungen und Befragungen im Bürobereich* (S. 139-150). Bern: Huber.
- Frese, M., Brodbeck, F. C., Heinbokel, T., Mooser, C., Schleiffenbaum, E., & Thiemann, P. (1991). Errors in training computer skills: On the positive function of errors. *Human Computer Interaction*, 6, 77-93.
- Frese, M., & Zapf, D. (1991). Fehlersystematik und Fehlerentstehung: Ein theoretischer Überblick. In M. Frese & D. Zapf (Hrsg.), *Fehler bei der Arbeit mit dem Computer. Ergebnisse von Beobachtungen und Befragungen im Bürobereich* (S. 14-31). Bern: Huber.

- Frese, M., & Zapf, D. (1994). Action as the core of work psychology; A German approach. In H. C. Triandis, M. D. Dunnette, & L. M. Hough (Eds.), *Handbook of Industrial and Organizational Psychology* (Vol. 4, pp. 271-340). Palo Alto: Consulting Psychologists Press.
- Frey, D., & Gaska, A. (1993). Die Theorie der kognitiven Dissonanz. In D. Frey & M. Irle (Hrsg.), *Theorien der Sozialpsychologie* (Bd. I): Kognitive Theorien (S. 275-324). Bern: Hans Huber.
- Freud, S. (1904/1941). Zur Psychopathologie des Alltagslebens. In *Gesammelte Werke* (Bd. 4). London: Imago Publishing Co.
- Greif, S. (1990). Exploratorisches Lernen in der Mensch-Computer Interaktion. In F. Frei & I. Udris (Hrsg.), *Das Bild der Arbeit* (S. 143-157). Bern: Huber.
- Groeger, J., & Brown, I. (Eds.). (1990). Errors in the operation of transport systems. [Special issue] *Ergonomics*, 33, No 11 & 12.
- Hacker, W. (1998). *Allgemeine Arbeitspsychologie*. Bern: Huber.
- Hartley, R. F. (1991). *Management mistakes and successes* (3rd ed.). New York: Wiley.
- Heckhausen, H., & Beckmann, J. (1990). Intentional action and action slips. *Psychological Review*, 97, 36-48.
- Hoyos, C. Graf. (1987). Verhalten in gefährlichen Situationen. In U. Kleinbeck & J. Rutenfranz (Hrsg.), *Arbeitspsychologie* (Enzyklopädie der Psychologie, Band D, III, 1, S. 577-627). Göttingen: Hogrefe.
- Janis, I. L. (1982). *Victims of groupthink*. Boston, Mass.: Houghton Mifflin.
- Lewis, C. & Norman, D. A. (1986). Designing for error. In D. A. Norman & S. W. Draper (Eds.), *User centered system design* (pp. 411-432). Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Meringer, R. & Mayer, C. (1895). *Versprechen und Verlesen: Eine psycholinguistische Studie*. Stuttgart: Göschensche Verlagshandlung.
- Neuberger, O. (1995). *Mikropolitik. Der alltägliche Aufbau und Einsatz von Macht in Organisationen*. Stuttgart: Enke.
- Norman, D. A. (1981). Categorization of action slips. *Psychological Review*, 88, 1-15.
- Prümper, J., Zapf, D., Brodbeck, F. C. & Frese, M. (1992). Some surprising differences between novice and expert errors in computerized office work. *Behaviour and Information Technology*, 11, 319-328.
- Perrow, C. (1987). *Normale Katastrophen. Die unvermeidbaren Risiken der Großtechnik*. Frankfurt/M.: Campus.
- Rasmussen, J. (1982). Human errors: a taxonomy for describing human malfunction in industrial installations. *Journal of Occupational Accidents*, 4, 311-335.
- Rasmussen, J. (1988). Human error mechanisms in complex work environments. *Reliability Engineering and System Safety*, 22, 155-167.
- Reason, J. T. (1979). Actions not as planned: The price of automation. In G. Underwood & R. Stevens (Eds.), *Aspects of consciousness* (Vol. 1, pp. 76-89). London: Academic Press.
- Reason, J. T. (1987). The Chernobyl errors. *Bulletin of the British Psychological Society*, 40, 201-206.
- Reason, J. T. (1990). *Human error*. New York: Cambridge University Press.
- Reason, J. T., Parker, S., & Lawtom, R. (1999). Organisational control and safety: the varieties of rule-related behaviour. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 72.
- Rühmann, H., & Schmidtke, H. (1990). Gestaltung der Schnittstelle Mensch-Maschine. In C. Graf Hoyos & B. Zimolong (Hrsg.), *Ingenieurspsychologie* (Enzyklopädie der Psychologie, Band D, III, 2, S. 204-239). Göttingen: Hogrefe.

- Schaub, H., & Strohschneider, S. (1992). Die Auswirkungen unterschiedlicher Problemerkfahrung auf den Umgang mit einem unbekanntem komplexen Problem. *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie*, 36, 117-126.
- Sellen, A. J. (1994). Detection of everyday errors. *Applied Psychology: An International Review*, 43, 475-498.
- Senders, J. W., & Moray, N. P. (Hrsg.). (1991). *Human errors. Their causes, prediction, and reduction*. Hillsdale: Erlbaum.
- Stahlberg, D., Osnabrügge, G., & Frey, D. (1985). Die Theorie des Selbstwertschutzes und der Selbstwerterhöhung. In D. Frey & M- Irle (Hrsg.), *Theorien der Sozialpsychologie* (Bd. III): *Motivations- und Informationsverarbeitungstheorien* (S. 79-124). Bern: Hans Huber.
- Tjosvold, D., & Field, R. H. (1985). Effects of concurrence, controversy and consensus on group decision making. *The Journal of Social Psychology*, 125, 355-363.
- Ulich, E. (1994). *Arbeitspsychologie*. Stuttgart: Poeschel (3. Aufl.).
- Weimer, H. (1925). *Psychologie der Fehler*. Leipzig: Klinkhardt.
- Wehner, T. (Hrsg.). (1992). *Sicherheit als Fehlerfreundlichkeit*. Köln: Westdeutscher Verlag.
- Zapf, D. (1991). Handlungsfehler, Streß und organisationaler Kontext. In M. Frese & D. Zapf (Hrsg.), *Fehler bei der Arbeit mit dem Computer: Ergebnisse von Beobachtungen und Befragungen im Bürobereich* (S. 106-117). Bern: Huber.
- Zapf, D., Brodbeck, F. C., Frese, M., Peters, H., & Prümper, J. (1992). Errors in working with computers: A first validation of a taxonomy for observed errors in a field setting. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 4, 311-339.
- Zapf, D., Frese, M., Irmer, C. & Brodbeck, F. C. (1991). Konsequenzen von Fehleranalysen für die Softwaregestaltung. In M. Frese & D. Zapf (Hrsg.), *Fehler bei der Arbeit mit dem Computer: Ergebnisse von Beobachtungen und Befragungen im Bürobereich* (S. 177-191). Bern: Huber.
- Zapf, D., Lang, T. & Wittmann, A. (1991). Der Fehlerbewältigungsprozeß. In M. Frese & D. Zapf (Hrsg.), *Fehler bei der Arbeit mit dem Computer. Ergebnisse von Beobachtungen und Befragungen im Bürobereich* (S. 60-79). Bern: Huber.
- Zimolong, B. (1990). Fehler und Zuverlässigkeit. In C. Graf Hoyos & B. Zimolong (Hrsg.), *Ingenieurspsychologie* (Enzyklopädie der Psychologie, Band D, III, 2, S. 313-345). Göttingen: Hogrefe.