

Wolfgang Fratzscher

Über die Sicherheitskultur bei Kernkraftwerken

1. Bemerkungen zum Sicherheitsbegriff

Mit dem Sachverhalt Sicherheit ist ein Begriff ausgewählt worden, der in unterschiedlichen Bereichen ganz verschiedene Bedeutungen besitzt. Ihm geht es zunächst einmal so, wie es jedem Begriff ergeht, wenn er aus der Alltagssprache herausgenommen und in einer oder auch mehreren Disziplinen zum Fachbegriff wird. Die schärfere Definition in der Fachsprache bringt gegenüber dem Alltagsgebrauch eine Verminderung der Begriffsdeutung mit sich, wenn man so will, eine gewisse Verarmung.

Dabei bedeutet Sicherheit eine spezifische persönliche und gesellschaftliche Wert- und Bedürfnisvorstellung. So steht der Begriff Sicherheit zwischen der Gewissheit, die eine vollständige Sicherheit bedeutet, und dem Risiko, das Ausdruck der Unsicherheit mit dem möglichen Eintritt von Gefahren ist. Dabei sind diese Grenzen keinesfalls scharf. Vorstufen der Gewissheit können auf einer Meinung, auf einer Überzeugung oder auf Erfahrungen aus der Praxis, also auf Empirie, beruhen. So wird deutlich, dass die Gewissheit keine Eigenschaft des betreffenden Sachverhaltes ist, sondern eine psychische Position des Betrachters, des Subjektes, darstellt. Das Risiko ist die Möglichkeit eines Schadens, stellt mithin eine Gefahr, ein Wagnis dar.

So wird die Komplexität des Begriffes Sicherheit deutlich aus der Einordnung in die Begriffe Gewissheit und Risiko. Das lässt sich auch aus der historischen Entwicklung heraus belegen. Schlaglichtartig soll nur einmal die Position betrachtet werden, die im Jahre 1890 aus einem Konversationslexikon zu erkennen ist. Im „Meyer“ finden sich 11 Stichworte zum Begriff Sicherheit als zusammengesetzte Substantive, 6 davon betreffen technische Gegenstände, 3 finanzielle, 1 juristische und 1 militärische (vgl. Konversationslexikon 1890, S. 932-936). Die technischen Gegenstände sind der Sicherheitskessel, die Sicherheitslampe, der Sicherheitspfahl, die Sicherheitsröhre, das Sicherheitsventil und Sicherheitseinrichtungen wie Nottreppen, Alarmanlagen, Einrichtungen für Theater und Eisenbahnen für Notfälle, Rettungs-

boote und Schwimmwesten für Schiffe u.ä. Alles Dinge, die heute zur Sicherheitstechnik und zum Arbeitsschutz gezählt werden. Im Brockhaus aus den neunziger Jahren dagegen findet sich das Stichwort „Sicherheitstechnik“ als Unfallverhütung und als Arbeitsschutz als ein Teilgebiet der Sicherheitswissenschaft, die selbst nicht mehr als klassisches technisches Fach bezeichnet wird (vgl. Brockhaus 1993, S. 227-234). Es wird ausdrücklich vermerkt, dass zu dieser Disziplin neben der Technik die Sozial- und Geisteswissenschaften interdisziplinäre Aussagen beisteuern müssen. Dabei sind die Gegenstände der Sicherheitswissenschaften nicht nur der Unfall und der Schaden, sondern ausdrücklich auch das Risiko, dessen Limitierung, Reduzierung und Eliminierung.

2. Beiträge der Kerntechnik zur Entwicklung der Sicherheitskultur

Zu dieser enormen Entwicklung, die von der Funktionssicherheit technischer Anlagen über den Arbeitsschutz zu einer neuen und höheren Qualität der Sicherheitskultur geführt hat, hat die Kerntechnik einen wesentlichen Anteil beigetragen.

Die Voraussetzung dazu ist die konsequente Organisation der Sicherheitsmaßnahmen von kernenergetischen Anlagen zwischen Projektant und Betreiber einerseits und der Aufsichtsbehörde als Vertreter der Öffentlichkeit andererseits, wie vom Autor gezeigt worden ist (vgl. Fratzscher 2011, S. 131). Dabei spielt der Sicherheitsbericht, den der Projektant und Betreiber als Antragssteller anfertigen muss, eine zentrale Rolle. Er erschließt den vollständigen Sachverstand dieser Seite. Für die Genehmigung des Betriebes und damit der Sicherheit einer kerntechnischen Anlage ist in Deutschland die Gesellschaft für Reaktorsicherheit GRS gemeinsam mit der Reaktorsicherheitskommission RSK und dem Technischen Überwachungsverein TÜV verantwortlich. Die Wechselwirkung der Partner für atomrechtliche Genehmigungsverfahren zeigt Abbildung 1. In den sozialistischen Staaten war die strenge Teilung der Verantwortung zwischen Antragsteller und Genehmigungsbehörde unzureichend ausgebildet. In den kapitalistischen Staaten kann dieses System durch Lobbyarbeit und durch Korruption unterwandert werden. Seine ordnungsgemäße Funktion hat aber letztendlich dazu beigetragen, das heute erreichte Niveau der Sicherheitskultur mit den Erfolgen zu realisieren. Es kann betont werden, dass das dargelegte System im Wesentlichen auf den Einfluss von Ingenieuren zurückzuführen ist, die es aus den Erfahrungen mit dem Bau der ersten Kernkraftwerke heraus in den inhaltlichen Strukturen

Bei der radioaktiven Strahlung kennt man die α - und β -Strahlung und die γ -Strahlung. Sie unterscheiden sich in ihrer Wirkung durch ihre Reichweite. Die Reichweite der α - und β -Strahlung ist relativ gering, die der γ -Strahlung sehr viel größer. Die Wirkung beider Strahlenarten ist aber vergleichbar. Den Schutzmaßnahmen müssen die unterschiedlichen Eigenschaften der Strahlenarten zugrunde liegen. So ist ein Schutz gegen γ -Strahlung primär durch Abstand halten zu erreichen, das beeinflusst z.B. die Standortwahl von Kernkraftwerken, oder durch entsprechende Abschirmungen. Die α - und β -Strahlung mit ihrer geringen Reichweite werden gefährlich, wenn sie durch Inhalation oder durch Inkorporation z.B. mit der Nahrung aufgenommen werden. Schutz gegen Isotope, die mit diesen Strahlenarten behaftet sind, ist deshalb nur möglich, wenn die Ursachen dieser Strahlenarten gegenüber der Umgebung durch gas- und druckdichte Barrieren oder Umschließungsbauwerke eingeschlossen werden. Für die Auslegung der Schutzmaßnahmen und für das Verhalten des Bedienungspersonals hat man für alle Strahlenarten Grenzwerte festgelegt, die sehr viel geringer sind als die Werte der natürlichen Strahlenbelastung, die jeder Mensch auf der Erde aufnimmt.

Als Schutzmaßnahmen gegen die radioaktiven Strahlen hat sich deshalb ein System von Barrieren in Kombination mit einem gas- und druckdichten Umschließungsbauwerk – dem Containment – als zweckmäßig erwiesen, wie es schematisch in Abbildung 2 dargestellt ist. Diese Bauweise soll auch eventuell auftretende Störfälle bis hin zu Katastrophen in dem Sinn beherrschen, dass die Umgebung des Kraftwerkes in diesen Fällen vor einer radioaktiven Belastung geschützt ist. Der Unfall in Three Mile Island hat bewiesen, dass ein solches System tatsächlich einen wirksamen Schutz gewährleistet, obwohl man damals noch nicht alle Unfallursachen, wie die gefürchtete Zirkon-Wasserstoff-Reaktion, kannte. Diese Maßnahmen machen deutlich, dass die Kerntechnik in der Sicherheitsphilosophie schon damit über den bei konventionellen Anlagen üblichen Auslegungsbedingungen hinausgegangen ist.

Das zeigt sich auch bei den Überlegungen zum Eindämmen der Auswirkungen, die auf menschliches Versagen zurückgeführt werden können. Bei der Auslegung der Schutzmaßnahmen wird als Leitgedanke eine fehlerverzeihende Technik angestrebt. Die Unfälle in Tschernobyl und Fukushima haben gezeigt, dass tatsächlich menschliches Fehlverhalten und unzureichend organisierte und undisziplinierte Eingriffe letztendlich zu diesen Katastrophen geführt haben. Deshalb ist diese Orientierung für die Sicherheitsphilosophie von essentieller Bedeutung. Auch das 30-Minuten-Konzept für die Gestaltung der Automatisierungsmaßnahmen für die Beherrschung von Störfällen dient der Eindämmung von möglichen menschlichen Fehlern, da damit

unmittelbare und möglicherweise unvollständig durchdachte Eingriffe der Bedienungsmannschaft vermieden werden sollen.

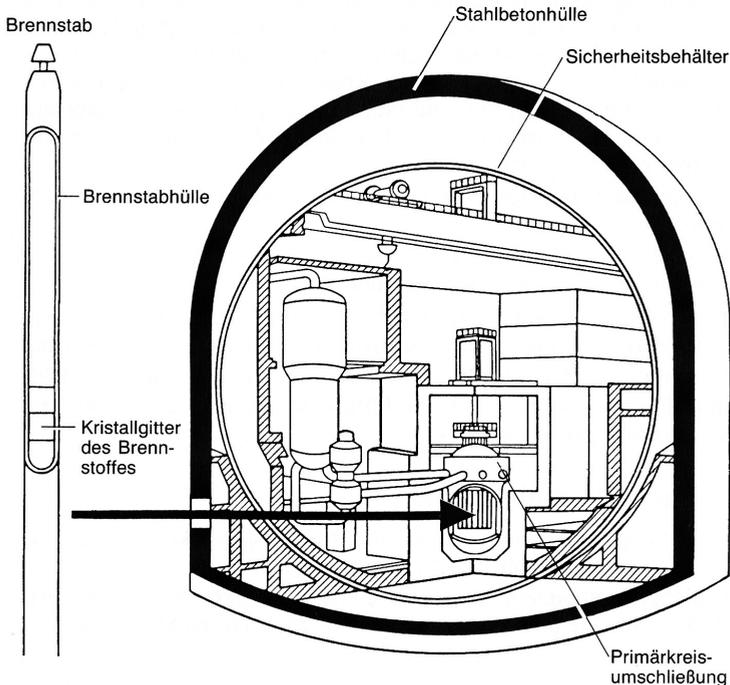


Abbildung 2: Aktivitätsbarrieren

Quelle: GRS 1989, S. 10

Ein weiterer Gesichtspunkt, der für die Gestaltung des Sicherheitssystems maßgebend ist, ist die Orientierung der Schutztechnik am Lebenszyklus der Anlage und nicht nur am Betrieb der kerntechnischen Anlagen. Das wird schon daran deutlich, dass im Sicherheitsbericht die Beschreibung der möglichen Störfälle der Anlage bis hin zum GAU (Größter Anzunehmender Unfall) gefordert wird und dann die Ausarbeitung der erforderlichen technischen Systeme und organisatorischen Maßnahmen, die eine Beherrschung der Unfälle in einem Maße ermöglichen, die eine Belastung der Umgebung ausschließen soll.

Logischerweise hat auch die Stilllegung kerntechnischer Anlagen einen Genehmigungsbedarf, ganz in Sinne der technologischen Sicherheit, die alle

Phasen des Reproduktionsprozesses umfassen sollte. Auch hierzu bedarf es eines spezifischen Sicherheitsberichtes, der alle Maßnahmen und mögliche Unfälle bis zur Herstellung des Zustandes der „grünen Wiese“ enthalten muss.

Ein weiterer Gesichtspunkt, der für die Ausprägung der Sicherheitsphilosophie für kerntechnische Anlagen wesentlich ist, ist nicht nur die Aufzählung und Angabe von Maßnahmen der Schutztechnik, sondern auch die Durchführung von Übungen unter Aufsicht der zuständigen Behörden. Da die möglichen Auswirkungen physikalisch bedingt sind und nicht z.B. durch juristische und nationale Grenzen zurückgehalten werden können, sind in der EU schon länderübergreifende Übungen dieser Art durchgeführt worden. So in Cattenom, einem französischen Kernkraftwerk, das nahe an der Grenze zu Deutschland und Luxemburg liegt. Es wird z.B. berichtet über eine Übung, die die Behörden von Frankreich, Luxemburg und Deutschland zur Zusammenarbeit in einem derartigen Fall zwangen (vgl. Chaton 2000).

In Verbindung mit dem Einfluss der Behörden ist aus der jüngsten Vergangenheit auf den Stresstest zu verweisen, der von der EU für die 145 in ihrem Verantwortungsbereich liegenden Kernkraftwerke in Folge des Unfalles von Fukushima angeordnet wurde.

Die angegebenen Sicherheitsaspekte führen bei ihrer Quantifizierung, die erforderlich ist, um die entsprechenden Schutzeinrichtungen auszulegen und Maßnahmen auszuarbeiten zur Eindämmung der Auswirkung von Störfällen, zu neuartigen theoretischen Problemen, die in der konventionellen Technik noch nicht in der Breite und Vollständigkeit gesehen worden sind. Das sind z.B. zur Quantifizierung von möglichen Unfällen benötigte Zuverlässigkeitsaussagen, die aus empirischen Angaben von Sicherheitsstatistiken oder aus theoretischen Überlegungen abgeleitet werden. Ihrem Wesen nach sind es Wahrscheinlichkeitszahlen, die in Grenzfällen die Werte Eins und Null annehmen können. Der Wert Eins gilt für das sichere Auftreten des Ereignisses, der Wert Null für den absolut sicheren Ausschluss. Für einen endlichen Zeithorizont ist der Wert Null nicht erreichbar, sodass ein gewisses sog. Restrisiko verbleibt. Für den Vergleich verschiedener technischer Schutzmaßnahmen untereinander ist die Verwendung derartiger Angaben sinnvoll.

Ein andere Gesichtspunkt, der sich aus dem vorgegebenen Rahmen ableiten lässt, ist der Sachverhalt, dass für die Auslegung von Sicherheitsmaßnahmen physikalische Grenzfälle zu postulieren sind, die die möglichen realen Belastungen umfassen, ohne dass z.B. die Anzahl der möglichen Übergangsprozesse, die in ihrer Vielzahl häufig gar nicht zu übersehen sind, im Einzel-

nen untersucht werden müssen. So hat man für die mechanische Belastung des Containments als Grenzfall den Abriss der Hauptumwälzleitung und den beidseitigen Ausfluss des Kühlmittelinhaltes angenommen. Ein weiteres Beispiel hierfür sind Annahmen, die gemacht werden müssen, um die Belastung von Druckräumen zu ermitteln, die über Zerreißebleche untereinander verbunden sind, um Kühlmittellecks aufnehmen zu können. Hierfür wurde z.B. die Annahme eines schlagartigen Druckausgleiches zugrunde gelegt. Eine solche Annahme unterdrückt zwar Effekte dynamischer Wirkungen, stellt aber für das Gesamtvolumen eine jeweilige maximale Belastung dar.

Verschiedentlich ist versucht worden, das Sicherheitskonzept der Kerntechnik auf andere Industriezweige zu übertragen. In den sechziger Jahren sind z.B. Überlegungen in der chemischen Industrie in dieser Richtung angestellt worden. Das ist auf heftigen Widerstand insbesondere aus den dort zuständigen Sicherheitskreisen gestoßen. Man befürchtete wohl die damit verbundenen wirtschaftlichen Belastungen. Obwohl die katastrophalen Unfälle z.B. von Soveso und Bophal gezeigt haben, dass genau in derartigen Dimensionen Sicherheitsüberlegungen angestellt werden müssten. Auch die jüngsten Unfälle mit Ölplattformen auf dem Meer zeigen, dass breiter angelegte Sicherheitskonzepte denkbar sind und damit Unfälle mit derartigen Zahlen von Unfallopfern und Umweltbelastungen vermeidbar erscheinen. Es scheint auch heute ein prinzipiell aufgeschlosseneres Klima in diesem Industriezweig vorhanden zu sein als vor 50 Jahren.

Aber auch neuere Untersuchungen haben gezeigt, dass im Bereich der chemischen Industrie derzeit noch nicht ein Entwicklungsstand erreicht ist, der Sicherheitsuntersuchungen mit allgemein vergleichbarem Niveau durchzuführen erlaubt. Damit Risikountersuchungen im Bereich der Chemie den Stand von Risikountersuchungen von Kernkraftwerken erreichen, wäre es u.a. erforderlich (vgl. Hauptmanns et al. 1987, S. 156)

- systematisch unter kontrollierten Bedingungen Zuverlässigkeitskenngrößen für Komponenten von Chemieanlagen zu erheben;
- Betriebserfahrungen systematisch auszuwerten, um einen zuverlässigen Überblick über mögliche störfallauslösende Ereignisse und deren Eintrittshäufigkeit zu erzielen;
- Modelle zur Beschreibung physikalischer und chemischer Phänomene wie Ausströmvorgänge (insbesondere bei Zweiphasen- und Mehrkomponentenströmungen) und Gaswolkenexplosionen zu entwickeln und experimentell abzusichern;
- Modelle für die Ausbreitung explosibler und toxischer Stoffe, insbesondere schwerer Gase unter Berücksichtigung der Erdoberflächenbeschaf-

fenheit und der Bebauungsstruktur in der Umgebung des Freisetzungsorts aufzustellen;

- Dosis-Risiko-Beziehungen für wichtige chemische Stoffe zu ermitteln.
- Die Gesamtheit der Maßnahmen, die sich aus den Sicherheitsbemühungen insbesondere auch in der Kerntechnik ergaben, haben wohl auch einen wesentlichen Beitrag zur Herausbildung einer Disziplin Technologiefolgeabschätzung, kurz TA, geleistet. Man glaubte, durch eine systematische Durchdringung aller denkbaren Zustände einer beliebigen Technologie mit allen absehbaren Unfallfolgen ein methodisches Instrumentarium in die Hand zu bekommen, das die Genehmigungsinstitutionen der verschiedensten Art in die Lage versetzen, nicht nur eine technische Sicherheit, sondern auch einen Schutz der Umwelt und der Bevölkerung gewährleisten zu können. Damit sah man die TA als ein Mittel an, mit dem man in der Öffentlichkeit Aufklärung betreiben und Einsichten vermitteln konnte. Schon um 1994 gab es etwa 250 Bücher über diesen Gegenstand und wurden in der Forschung 110 Projekte gezählt (vgl. Conrady 1994). Deshalb gab man der TA eine besondere Rolle in der Politikberatung. So wurde in der Bundesrepublik beim Deutschen Bundestag ein entsprechendes Büro eingerichtet, das auch einen wesentlichen Einfluss auf einschlägige Einrichtungen in wissenschaftlichen Institutionen, wie den Hochschulen, nahm. Trotz erheblicher Anstrengungen und Bemühungen, die in dieser Richtung unternommen worden sind, sind wohl aus gesamtgesellschaftlicher Sicht die Erwartungen, die man von dieser Disziplin erhofft hatte, nicht erfüllt worden. Das führte dazu, dass einschlägige Institutionen in der Zwischenzeit schon wieder geschlossen worden sind.

Das liegt wohl letzten Endes daran, dass im Verlaufe der Entwicklung immer wieder nicht voraussehbare Zusammenhänge und Wechselwirkungen auftreten – die Zukunft ist eben offen –, die bei der systematischen Durchdringung der verschiedenen Technologien nicht berücksichtigt werden konnten. Andererseits kann in der Diskussion mit der Öffentlichkeit nur der Sachverhalt erschlossen werden, der rational darstellbar ist. Positionen, die auf Glaubens- oder Meinungsgrundlagen beruhen, sind nicht in die Richtung auf einen rationalen Kompromiss führbar. Man hat versucht, durch sog. Diskursverfahren unter Einschluss der Öffentlichkeit, aber unter Beteiligung von Fachleuten bestimmte offene Probleme bei größeren technischen Objekten einem Kompromiss zuzuführen. Dazu sind auch eine ganze Reihe von Veranstaltungen vorgesehen worden, die iterativ den Kompromiss erschließen sollten. Eines der bekanntesten Beispiele hierfür waren die Veranstaltungen,

die von Heiner Geißler in Verbindung mit dem Problem Stuttgart 21 durchgeführt worden sind. Das hat alles nicht den erhofften Erfolg gebracht.

Aus diesem Grunde hat man neben die objektive Rationalität, die durch entsprechende wissenschaftliche Durchdringung erschließbar ist, eine soziale Rationalität gestellt, die natürlich in gleicher Weise von der Politik wahrzunehmen ist. Sie äußert sich letzten Endes im Wählerverhalten.

Das führte schließlich dazu, dass von allen Bewertungskriterien, wie technische Funktionsfähigkeit, Wirtschaftlichkeit, Versorgungssicherheit, ästhetische Gesichtspunkte u.ä. bestenfalls die Nachhaltigkeit als Argument übrig bleibt. Dieser Begriff, der ja ursprünglich aus der Forstwirtschaft stammt, hat heutzutage auch sehr unscharfe Dimensionen angenommen, sodass damit unterschiedliche Entwicklungen gekennzeichnet werden können.

Das alles hat trotz aller Bemühungen in der Kerntechnik zu einem Misserfolg geführt – dem Ausstiegsbeschluss in Deutschland. Die gesamte Aufklärungskampagne hat trotz Hochglanzbroschüren und auch durch Unterstützung von den staatlichen Stellen keine positiven Ergebnisse gezeitigt.

So wird zumindest in der Kerntechnik eingeschätzt, dass in Zukunft für die Akzeptanz in Verbindung mit der Nachhaltigkeit die Sicherheit der technologischen Anlagen der einzige Maßstab sein wird. Früher wurden der Nutzen und die Wirtschaftlichkeit, natürlich unter Beachtung der Sicherheit, als Bewertungskriterien verwandt. Nach und nach rückte die Sicherheit an die erste Stelle, wobei die „Bezahlbarkeit“ zunächst noch eine bedeutende Rolle spielte. Heute ist offensichtlich die Sicherheit der alleinige Maßstab. Man muss bemerken, dass aus rationalen Gründen heraus diese Position nicht den Ausstieg bedeuten muss. Neuartige Leichtwasserreaktoren mit ertüchtigten Containmentsystemen und neuartige Reaktorkonzepte z.B. mit integriertem Brennstoffzyklus sind auch unter solchen Rahmenbedingungen denkbar. Auch die Entwicklungen von sog. „Kleinstreaktoren“ könnten mögliche Lösungen darstellen. Denn es wird bezweifelt, dass große Leistungen von Einzelanlagen, die im Wesentlichen aus ökonomischen Gründen angestrebt werden, unter dem Gesichtspunkt der Sicherheit noch vertretbar sind. Das setzt aber die Gültigkeit einer objektiven Rationalität voraus. Sind dagegen Glaubens- und Meinungspositionen in der öffentlichen Auseinandersetzung vorhanden, sind Lösungen in den angegebenen Richtungen nicht denkbar.

3. Technologische Strukturierung der Sicherheit

Die ungeheure Breite, die heute die Sicherheitswissenschaft angenommen hat, zwingt zur Systematisierung und auch Strukturierung. So sind im Angel-

sächsischen schon zwei Begriffe eingeführt worden – *safety* und *security* –, um einem solchen Ansinnen zumindest grob Rechnung tragen zu können. Dabei wird unter *safety* der Schutz der Umwelt vor Systemauswirkungen und unter *security* der Schutz des Systems vor Fremdeinwirkungen verstanden (vgl. Schnieder/Schnieder 2010). Ortwin Renn und Gerhard Banse haben den Begriff der Sicherheitskultur im deutschen Fachschrifttum publik gemacht, der 1986 in Folge der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl geprägt worden ist (vgl. Banse 2010; Banse et al. 2010). Er soll eine Situation in der Gesellschaft beschreiben, wenn den Sicherheitsproblemen gesetzlich eine Priorität eingeräumt wird, die auch von Organisationen und dem Einzelnen getragen wird. Damit sind nicht nur die technischen, sondern auch die sozialen und kulturellen Aspekte Bestandteil des Begriffes Sicherheitskultur. Im Folgenden soll versucht werden, aus allgemeinen Überlegungen zur Technologie einen Vorschlag zur Systematisierung der Sicherheitsprobleme zu unterbreiten, der auch das jeweilige Niveau der Sicherheitskultur von Technologien verdeutlichen könnte und damit auch eine Einschätzung des Sicherheitsmanagements der verschiedenen Industriezweige und staatlichen Aufsichtsbehörden.

Unter Zugrundelegung der Annahme, dass die technologischen Systeme allgemein aus den Elementen Arbeitsmittel, Arbeitsgegenstand und Arbeitskraft zusammengesetzt sind, lässt sich der Begriff Sicherheit strukturieren und in weitere Dimensionen einordnen.

Beginnen wir bei den Arbeitsmitteln als der kennzeichnenden technischen Komponente. Auf der Ebene der Maschinen und Apparate als der materiellen Vergegenständlichung der Prozesseinheiten ist primär die Funktionssicherheit anzusiedeln (s. Abbildung 3). Sie soll eine permanente Verfügbarkeit des Arbeitsmittels gewährleisten, auch unter den Bedingungen einer unterschiedlichen Belastung. Man kann in diesem Zusammenhang auch von der Robustheit der technischen Gegenstände sprechen, die eine entsprechende Belastungsspanne z.B. durch Redundanzen oder auch „Sicherheitszuschläge“ zulassen. Im Allgemeinen wird in diesem Zusammenhang nicht unmittelbar von dem Begriff der Sicherheit als selbständigem Gegenstand gesprochen, sondern die hier einzuordnenden Überlegungen gehen als immanenter Bestandteil in die empirisch oder auch theoretisch begründeten Auslegungs- und Berechnungsgrundlagen der Maschinen und Apparate ein.

Die nächste Ebene betrifft das technische System, die Anlage als die materielle Hülle des Verfahrens. Hier kann man im Hinblick auf das Wechselspiel aller hierzu erforderlichen Elemente als von der Betriebs- oder auch Anlagensicherheit sprechen. Ihr zugrunde liegt die Einordnung und Anpas-

sung der Elemente. Es ist eine Art Systemsicherheit, die die Voraussetzung des möglichst störfreien Betriebes der Anlage über die gesamte Lebenszeit des technischen Systems ist. Dazu gehören dann auch Maßnahmen der planmäßigen vorbeugenden Instandhaltung, die in der Praxis häufig zugunsten anderer, insbesondere kurzfristiger ökonomischer Engpässe, vernachlässigt werden. Die Anpassung der Konstruktionswerkstoffe an die Anforderungen ist hierbei eine wesentliche Aufgabe. Das wird z.B. deutlich an den aktuellen Diskussionen über das Wechselspiel von Wärmedämmmaterial und Baustoff eines Gebäudes. Polymer und Beton oder Stein sind eben in vielfacher Hinsicht unterschiedlich.

Sicherheitsdimensionen

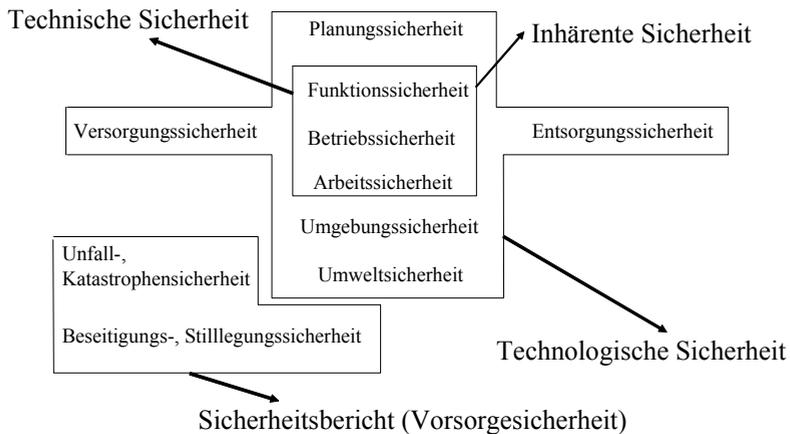


Abbildung 3: Technologische Struktur der Sicherheitsdimensionen
Eigene Darstellung

Neben dem Arbeitsmittel spielt für das erfolgreiche Arbeiten des technologischen Systems die Arbeitskraft eine wesentliche Rolle, unabhängig davon, in welcher Art und Weise die Arbeitskraft in das System eingebunden ist. Dieser Sachverhalt führt zu dem Begriff der Arbeitssicherheit oder auch des Arbeitsschutzes. Damit verbunden sind eigenständige technische Einrichtungen, die Aufgaben übernehmen, die über die Funktions- und Betriebssicherheit hinausgehen. Das führt – gegenüber vorherrschenden Betrachtungsweisen, bei denen üblicherweise die Sicherheitsüberlegungen immanenter Bestandteil der jeweiligen technischen Aufgabe waren – sowohl zu einem eigenständigen

Begriff der Sicherheitstechnik als auch zu einer mit der Entwicklung zunehmend eigenständiger werdenden technischen Disziplin Sicherheitstechnik. Ein Blick in Meyers Lexikon von 1890 lässt diese Situation schon erkennen. Insofern kann man die Einheit von Funktions-, Betriebs- und Arbeitssicherheit als das System der technischen Sicherheit bezeichnen. Insbesondere die Probleme, die mit der Entwicklung der Hochdrucktechnik auf dem Gebiet der Wärmetechnik verbunden waren, die im Havariefall zu den Dampfkesselexplosionen führten, lassen als nächstes Begriffsfeld das der Umgebungssicherheit erkennen. Bekanntlich war das der Ausgangspunkt für die Etablierung der Technischen Überwachungsvereine als selbständigen Institutionen in Gesellschaft und Wirtschaft. Damit war schon eine erste Stufe zur Herausbildung einer Sicherheitskultur zu erkennen. Auf der technischen Seite führte das zum Übergang von den Großwasserraumkesseln zu den Wasserrohrkesseln, die neben anderen Vorteilen insbesondere eine grundsätzliche Verminderung des Gefährdungspotenzials für die Umgebung darstellten. Dieser Ansatz wurde im Laufe der Zeit für viele weitere Belastungen der Umgebung übernommen, z.B. stofflicher oder akustischer Art. Auch wurden von dieser Seite Probleme aufgegriffen, die auf gesellschaftliche, vor allem soziale Wechselwirkungen zurückzuführen sind. Daraus entwickelte sich z.B. die Verkehrs- und die Bausicherheit.

Von der Umgebungssicherheit ist es nicht mehr weit bis zur Umweltsicherheit. Eine Position, die sich ursprünglich aus romantischen Einstellungen zur Natur entwickelt hatte, die aber heute weit darüber hinausführt. Sie führt bis hin zu Problembereichen, die im angelsächsischen Sprachraum mit dem Begriff *security* bezeichnet werden. Im Gegensatz zu der Safety-Ebene, die etwa dem entspricht, was vorstehend mit dem Begriff der technischen Sicherheit, also der Sicherheitstechnik und dem Arbeitsschutz, gekennzeichnet worden ist. Sie führt also hin bis zu dem Schutz der technologischen Systeme vor willkürlichen bis hin zu terroristischen Ein- und Angriffen von außen. Ein Gefährdungspotenzial, das heute zunehmend in den Blick der Öffentlichkeit rückt.

Auf ein besonders makabres Beispiel wurde im Februar im Fernsehen hingewiesen. Militante Tierschützer hatten über Nacht aus einer Minkfarm, die zur Bereitstellung von Pelzen aufgebaut war, 20.000 Tiere freigelassen. Obwohl ein relativ großer Teil wieder eingefangen werden konnte, hat sich doch ein erheblicher Anteil in der Umgebung angesiedelt. Und das führte zu einer erheblichen Störung des biologischen Gleichgewichtes insbesondere in Vogelkolonien, da sich die Minke infolge des Fehlens natürlicher Feinde prächtete.

tig bis zu einer Plage entwickeln konnten und nahezu zur Ausrottung von ganzen Vogelarten führten.

Auch bei Großtechnologien wird dieser Gesichtspunkt im zunehmenden Maße diskutiert. Das sind die Dimensionen des Sicherheitsbegriffes, die sich für technologische Systeme aus dem Blickwinkel des Arbeitsmittels und der Arbeitskraft ableiten lassen.

Nun ist noch zu überlegen, welche Gesichtspunkte für die Sicherheitsdiskussion aus einer näheren Betrachtung des Arbeitgegenstandes folgen. Der Arbeitgegenstand prägt zunächst den Charakter des technischen Systems. Es ist offensichtlich, dass die Sicherheitsprobleme unterschiedlich sind, je nach dem Zustand des Arbeitgegenstandes und der Arbeitsweise des Systems. Der Zustand wird primär durch den Aggregatzustand bestimmt, für die Betriebsweise ist maßgebend, ob sie kontinuierlich, diskontinuierlich periodisch oder stochastisch ist. Für energetische Systeme ist maßgebend, ob z.B. Grundlast oder Spitzenlast gefahren werden soll. Die Zusammenhänge sind unmittelbar mit der jeweiligen Technologie verbunden und betreffen das Wechselspiel zwischen Arbeitgegenstand und Arbeitsmittel. Das schlägt sich sicherheitstechnisch nieder in der Zertifizierung des Herstellungsprozesses, wie z.B. Schweißnahtüberprüfung und Dichtigkeitsprüfungen u.ä. Für allgemeine Überlegungen ist dann noch von Bedeutung, dass die Arbeitsgegenstände für den Betrieb der technologischen Systeme zur Verfügung gestellt werden müssen, wie auch die Erzeugnisse und Abprodukte oder Abfälle des Betriebes abgeführt und entsorgt werden müssen. Dazu ist einerseits die Versorgungssicherheit erforderlich und andererseits eine Absicherung für eine Entsorgungsmöglichkeit.

Wenden wir uns zunächst dem Problem der Versorgungssicherheit zu. Das betrifft unmittelbar die Sicherung der Zufuhr der erforderlichen Edukte, im speziellen der Rohstoffe oder Rohenergien für die technische Seite, aber auch die Zugriffsmöglichkeiten auf die notwendigen Arbeitskräfte. Die Zugriffsmöglichkeiten zu Energiequellen wie Kohle, Erdöl, Erdgas und Uran lassen auf der Energiestrecke die Probleme deutlich erkennen. Die mit den modernen Informationsmedien immer bedeutsamer werdenden seltenen Metalle oder Erden machen das Problem auf der Rohstoffseite in der aktuellen Diskussion deutlich. Aus der Arbeitskräftesituation erwachsen u.a. Standortprobleme und auch solche Probleme wie die Schaffung von Arbeitsmöglichkeiten für ausländische Arbeitskräfte usw. Sieht man von den notwendigen Aufbereitungstechnologien für Rohstoffe und von den Transporttechnologien für Energieträger und Rohstoffe ab, die jeweils selbständige technologische

Systeme darstellen, sind für die Versorgungssicherheit in erster Näherung ökonomische, soziale und politische Sachverhalte von Bedeutung. Das bedeutet, dass solche Gegenstände wie Versicherungen, Gesetze und Verträge der verschiedensten Art für die Herstellung der Versorgungssicherheit bedeutsam sind. Mit den jeweils zuständigen Institutionen entstehen so gleichfalls eigenständige Teildisziplinen in der Ökonomie, in der Justiz, in der Politik, die insgesamt Bestandteile der Sicherheitskultur sind.

Die Abgabe der Erzeugnisse, die Abführung der Abprodukte oder des Abfalls kann sich auch zu einem selbständigen Komplex entwickeln. Für die Abfuhr der Produkte ist die Marktsituation maßgebend. Die Abführung der Abprodukte oder des Abfalls des betrachteten technologischen Systems stellt in thermodynamischer Hinsicht den Hauptteil des Entropieexportes dar, der zu realisieren ist, um das im technologischen System angestrebte höhere Ordnungsniveau gegenüber der Umgebung zu erreichen. Stofflich gesehen steht in diesem Komplex nicht nur die Abfallwirtschaft mit den zugehörigen Deponien, sondern auch der Ansatz zum Stoffrecycling, der mit zunehmendem ökonomischem Wert der Rohstoffe immer größere Bedeutung erlangt. Energetisch fällt die Abfallenergie letzten Endes als Wärme an, was durch nachgeschaltete Systeme zur Kopplung oder auch zu regenerativen Aufgaben führen kann. Wenn man von den eigenständigen Systemen des Entsorgungskomplexes absieht, bedeutet die Entsorgungssicherheit für die betrachtete Technologie im Wesentlichen vertragliche Vereinbarungen, die rechtliche und ökonomische Beziehungen regeln sollen. Damit liegen die Probleme der Entsorgungssicherheit auf ähnlichen fachlichen Gebieten wie die der Versorgungssicherheit.

Das sind aber auch noch nicht alle Sicherheitsdimensionen, die aus technologischer Sicht zu verfolgen sind. Ordnet man das technologische System in den Reproduktionszyklus ein, so ist als eine wichtige Phase der Entwurf zu betrachten. Für diesen gilt neben der Einhaltung der aus den technischen Gegebenheiten folgenden Sicherheitsprinzipien die Planungssicherheit als eine wesentliche Voraussetzung für den positiven Abschluss der Arbeiten. Dahinter verbergen sich juristische – das Genehmigungsverfahren im weitesten Sinn – und vor allem finanzielle Sicherungen. Zur vollständigen Charakterisierung des Umfangs und des Niveaus der Sicherheitsproblematik gehört demnach auch dieser Komplex dazu.

Der Vollständigkeit halber muss in diesem Zusammenhang nun auch noch auf die endgültige Beseitigung der technologischen Systeme hingewiesen werden. Das beinhaltet, wenn es nicht dem Abfallkomplex zugeordnet

werden kann, den Abbau und die Demontage der betreffenden Anlagen bis zur „grünen Wiese“ als Endzustand. Das ist wieder ein eigenständiger technischer Komplex mit den zugehörigen Sicherheitsdimensionen und wird im starken Maße durch die Umweltsicherheit dominiert.

Das Zusammenspiel der aufgezählten Sicherheitskomplexe kennzeichnet das Niveau der Sicherheitskultur. Durch die Einbeziehung der vor- und nachgelagerten Systeme des betrachteten Objektes und seine Einordnung in den Reproduktionsprozess ist gegenüber der üblichen technischen Sicherheit zweifellos ein qualitativ höheres Niveau der Sicherheitskultur erreicht, das als die technologische Sicherheit bezeichnet werden kann.

Eine völlig neue Qualität der Sicherheitsüberlegungen wird erreicht, wenn neben den schon betrachteten technologischen Dimensionen auch noch die verschiedenen Zustände der technologischen Systeme einbezogen werden. Das bedeutet, dass neben dem Normalbetrieb, der bisher verfolgt wurde, auch die Havarie, der Unfall bis hin zur Katastrophe natürlich unter Einbeziehung der Auswirkungen auf die Umwelt in die Untersuchungen einbezogen werden.

4. Zur Situation

Es hat sich offensichtlich eine Schiefelage in der Wahrnehmung der Sicherheit technischer Anlagen und der damit verbundenen Risiken in der Gesellschaft herausgebildet. Obwohl die Kerntechnik über das wohl vollkommenste System der Sicherheit ihrer Anlagen verfügt, wird sie von der Gesellschaft abgelehnt. Und das trotz der Tatsachen, dass z.B. bei dem Unfall von Three Mile Island das Sicherheitssystem funktioniert hat und keine Belastung der Umgebung entstanden ist. Auch bei dem katastrophalen Unfall von Fukushima, der in der INES-Bewertung mit der Stufe 7 eingeordnet werden muss, sind keine Strahlenopfer zu beklagen, weil mit Konsequenz eine entsprechende Evakuierung gefährdeter Gebiete vorgenommen wurde. Hier wie auch bei der Katastrophe von Tschernobyl war ursächlich menschliches Fehlverhalten Ausgangspunkt des Unfallgeschehens. Es ist schon darauf hingewiesen worden, dass in Tschernobyl und wahrscheinlich auch in Fukushima das ordnungsgemäße Wechselspiel zwischen Betreiber und Aufsichtsbehörde nicht möglich war oder nicht funktionierte.

Ragnar Löfstedt weist an anderen Beispielen auf die Schiefelage der Bevölkerung in der Risikowahrnehmung hin (vgl. Löfstedt 2012). Er benutzt den Vergleich zwischen Dioxin verseuchten Eiern und dem Ehec-Virus. Obwohl nachweislich noch kein Bundesbürger durch Dioxin verseuchte Eier ge-

storben ist, wohingegen das Ehec-Virus schon zu einer Vielzahl von Todesfällen geführt hat, nehmen beide Entwicklungen einen vergleichbaren Stellenwert in der Wahrnehmung der Deutschen ein, wie entsprechende Untersuchungen gezeigt haben.

Er plädiert für eine risikobasierte Politik, die auf der Einführung eines dualen Konzeptes von Gefahr und Risiko beruht. Außerdem sollten Leitlinien für die Berichterstattung in den Medien als verantwortungsbewusste Vermittler ausgearbeitet werden unter verstärkter Einbeziehung von bestehenden Foren der Wissenschaftsmedien. Es geht also wieder, wie bei den Diskursverfahren, um eine frühzeitige Einbeziehung der Öffentlichkeit und nicht nur um die Untersuchung, sondern auch explizite Aufklärung. Ein schon absehbarer Effekt betrifft die Größe der technischen Anlagen. Aus ökonomischen Gründen sind die derzeitigen Größenordnungen realisiert worden. Diese Größe erfordert komplexe Sicherheitssysteme und -maßnahmen. Bei kleineren Anlagen kann häufig mit einem geringeren Umfang an Sicherheitstechnik und -organisation ein höheres Maß an Sicherheit und damit auch ein geringeres Risiko erreicht werden. Diese Konsequenz kann wohl für alle technischen Bereiche gezogen werden.

Aus rationalen Gründen bleibt noch übrig, auf die Schiefelage in der Wahrnehmung der Gefahren und Risiken in der Gesellschaft zwischen Naturkatastrophen und technischen Anlagen hinzuweisen. Das hat sich deutlich bei dem Reaktorunfall von Fukushima gezeigt, lässt sich aber auch durch einen Vergleich von Unfallzahlen über einen langen Zeitraum nachweisen.

Literatur

- Banse, G. (2010): Techniksicherheit und Sicherheitskulturen. In: Winzer, P.; Schnieder, E.; Bach, F.-W. (Hg.): Sicherheitsforschung – Chancen und Perspektiven. München (acatech), S. 195-215
- Brockhaus (1993): Brockhaus Enzyklopädie in 24 Bänden. 19. Aufl. Bd. 20. Mannheim
- Chaton, C. (2000): Atomarer Störfall als Planspiel. In: VDI-Nachrichten, Nr. 48. – URL: <http://www.ingenieur.de/Fachbereiche/Kernenergie/Atomarer-Stoerfall-Planspiel> [04.01.2013]
- Conrady, H. (1994): Technikfolgenabschätzung in der Krise. In: VDI-Nachrichten (Archiv des Autors)
- Franzen, L. F.; Wienhold, W. (1989): Sicherheit in der Kerntechnik. In: Arbeitssicherheit, Jg. 11, H. 3, S. 213
- Fratzscher, W. (2011): Zu Risiken und Nebenwirkungen lesen Sie den Sicherheitsbericht oder fragen Sie ... In: Banse, G.; Reher, E.-O. (Hg.): Ambivalenzen von

- Technologien – Chancen, Gefahren, Missbrauch. Berlin, S. 131-141 (Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, Bd. 112)
- GRS – Gesellschaft für Reaktorsicherheit (Hg.) (1989): Deutsche Risikostudie Kernkraftwerke, Phase B. Köln
- Hauptmanns, U.; Hertrich, M.; Werner, W. (1987): Technische Risiken. Ermittlung und Beurteilung. Berlin u.a.
- Konversationslexikon (1890): Meyers Konversationslexikon. Bd. 14. Leipzig
- Löfstedt, R. (2012): EU-Regulierungsbehörden sollten sich nicht durch Schreckensnachrichten überrumpeln lassen. In: VDI-Nachrichten, Nr. 25 (Archiv des Autors)
- Radkau, J. (1994): Angst und Angstabwehr als Regulative der Technikgeschichte. In: Kerner, M. (Hg.): Technik und Angst. Zur Zukunft der industriellen Zivilisation. Aachen, 53-72
- Rothkegel, A.; Banse, G.; Renn, O. (2010): Interdisziplinäre Risiko- und Sicherheitsforschung. In: Winzer, P.; Schnieder, E.; Bach, F.-W. (Hg.): Sicherheitsforschung – Chancen und Perspektiven. München (acatech), S. 147-152
- Schnieder, E.; Schnieder, L. (2010): Präzisierung des normativen Sicherheitsbegriffs durch formalisierte Begriffsbildung. In: Winzer, P.; Schnieder, E.; Bach, F.-W. (Hg.): Sicherheitsforschung – Chancen und Perspektiven. München (acatech), S. 73-115