

Ortwin Renn und Johannes Kals

Technische Risikoanalyse und unternehmerisches Handeln

Einleitung

Jedes gesellschaftliche Handeln, das sich zum Ziel gesetzt hat, die Lebensumstände und Bedingungen unserer sozialen Existenz zu verändern, ist unabdingbar mit Risiken verknüpft. Wenn ich beispielsweise einen Baum fälle, um das Holz zu Heizzwecken zu benutzen, dann trage ich damit bewußt oder unbewußt zum Risiko einer erhöhten CO₂-Produktion bei. Das Fehlen eines Baumes verringert, wenn auch nur minimal, die Absorptionsfähigkeit des Biosystems für CO₂. Das Verbrennen des Baumes führt gleichzeitig zur Emission des im Baum gespeicherten CO₂ in die Atmosphäre. Je mehr Individuen oder Gruppen nun die gleiche Handlung ausführen, desto größer wird die Wahrscheinlichkeit, daß die CO₂-Konzentration signifikant zunimmt und das Klima sich global verändert.

Neben dem Nutzen, den eine Handlung erbringen soll, und den Kosten, die zur Realisierung dieser Handlung notwendig sind, treten also externe, nicht gewollte Nebeneffekte auf, die meist Dritte belasten oder in manchen Fällen diese auch begünstigen. Diese »externen Effekte« sind oft im voraus nicht oder nur ungenau abzuschätzen.

Die Möglichkeit, daß solche externen Effekte auftreten, wollen wir hier als *Risiko* bezeichnen. Dieser Risikobegriff ist nicht mit dem betriebswirtschaftlichen Konzept der monetären Risikoübernahme gleichzusetzen. Monetäre Risiken beziehen sich auf die Wahrscheinlichkeit eines Gewinns oder

Verlusts beim Einsatz von Kapital. Der hier verwendete Risikobegriff umfaßt hingegen die nicht gewollten Folgen einer Handlung und impliziert von daher ein *Minimierungsgebot*: »Richte Dein Handeln so aus, daß die unerwünschten Folgen dieser Handlung soweit wie möglich reduziert werden.«

Um sinnvolles *Risikomanagement* betreiben zu können, also dem Minimierungsgebot gerecht zu werden, benötigen wir die *Risikoanalyse*, welche uns ermöglichen soll, unerwünschte Nebenfolgen von Handlungen allgemeingültig zu quantifizieren (Royal Society 1983).

In den ersten beiden Abschnitten werden wir die in der Wissenschaft üblichen Verfahren und Methoden der Risikoanalyse vorstellen und kritisch erörtern. Im dritten Abschnitt wenden wir uns dann der Frage nach dem Minimierungsgebot zu: Wie sicher ist sicher genug? In den beiden letzten Abschnitten gehen wir dann der Frage nach, was all diese Überlegungen für den Unternehmer bedeuten und wie Risikoanalysen in unternehmerische Entscheidungen Eingang finden können.

Grundlagen und Methoden von Risikostudien

Im Gegensatz zu Kosten, die im voraus bekannt sind, bezeichnen Risiken Möglichkeiten, die als Folge von Ereignisketten in der Zukunft eintreten können oder auch nicht. Um diese Möglichkeiten abzuschätzen, müssen wir die Wahrscheinlichkeit für solche Ereignisketten kennen, die zu den unerwünschten Folgen führen können.

Statistische Trendanalyse

Die einzige Möglichkeit, die Wahrscheinlichkeit zukünftiger Ereignisse im voraus zu berechnen, besteht in der Extrapo-

lation vergangener Erfahrungen auf die Zukunft. Wenn ich weiß, daß im letzten Jahr 12 000 Menschen im Straßenverkehr ums Leben gekommen sind, dann kann ich bei gleichbleibenden Randbedingungen damit rechnen, daß eine ähnlich hohe Zahl auch im kommenden Jahr dem Straßenverkehr zum Opfer fällt.

Hieraus ersehe ich, daß, genügend statistisches Material und unveränderte Randbedingungen vorausgesetzt, eine Extrapolation von der Vergangenheit auf die Zukunft möglich ist.

Besonders die zweite Voraussetzung ist jedoch häufig zweifelhaft und erfordert die Einbeziehung von subjektiven Annahmen über die Stabilität von Randbedingungen.

Versuch und Irrtum

In vielen Fällen, vor allem bei der Anwendung neuer Technologien oder Produktionsverfahren, sind die Voraussetzungen für statistische Trendanalysen nicht gegeben. Die potentiellen Auswirkungen neuer Techniken sind noch weitgehend unbekannt. Es fehlt also an ausreichendem statistischen Erfahrungsmaterial zur Extrapolation auf die Zukunft. Gleichzeitig sind die Rahmenbedingungen noch ungeklärt oder zu sehr fließend, um als konstant unterstellt zu werden. Dieser »Normalfall« bereitet dann wenig Probleme, wenn die maximalen Nebenfolgen immer noch tolerabel sind und die Gesellschaft nach der Devise von Versuch und Irrtum an der stetigen Verbesserung dieser Technologien feilt.

Die Maxime von *Versuch und Irrtum* als Mittel des Risikomanagements ist in modernen Gesellschaften aber untragbar geworden. Dies hat mehrere Gründe:

1. Im Laufe der letzten Jahrzehnte sind Technologien entwickelt worden, die ein so *hohes Katastrophenpotential* umfassen, daß Stör- und Unfälle unter allen Umständen vermie-

den werden müssen (wie etwa Kernenergie oder Gentechnologie).

2. Auch kleine, dezentrale Risikoquellen können bei massiver Häufung irreversible und globale Nebenfolgen auslösen. Unser vermehrtes Wissen um die *Vernetztheit der Wirkungen* von unabhängigen ökologischen Eingriffen hat uns gezeigt, daß auch kleine, einzeln eher unbedeutende Irrtümer in ihrer Gesamtheit katastrophale Wirkungen haben können (beispielsweise beim anfangs erwähnten CO₂-Problem).

3. Moderne Industriegesellschaften haben ein *Selbstverständnis von Sicherheit* entwickelt, das dem Grundsatz von Versuch und Irrtum entgegengesetzt ist. Niemand kann heute eine Handlung damit rechtfertigen, daß mögliche Negative Auswirkungen unbekannt seien, aber durch die Erfahrung, das heißt durch entsprechende Irrtümer, sichtbar würden. Im Klartext: Wir sind nicht mehr bereit, Versuchskaninchen für die Messung und Behebung negativer Auswirkungen von technischen Entwicklungen zu spielen.

Antizipation

Versuch und Irrtum haben daher als Lerninstrumente für die Erfassung von Risiken weitgehend ausgedient. Das neue Schlagwort heißt Antizipation.

Versuch und Irrtum werden beispielsweise durch den Computer simuliert. Auf diese Weise wird der Lernprozeß vorangetrieben, ohne die unakzeptablen Folgen einer wirklichen Katastrophe riskieren zu müssen. Der Flugsimulator schult den Piloten. Macht hier der Pilot Fehler, so bedeutet das nur im »Spiel« Absturz.

Ob wir durch Computersimulation, systemanalytische Verfahren der Szenariotechnik oder andere verwandte Methoden den schmerzhaften Prozeß von Versuch und Irrtum wirklich überwinden können, ist allerdings eine offene Frage, auf die Soziologen und Philosophen recht unterschiedli-

che Antworten haben (vgl. etwa Perrow 1984 oder Luhmann 1986).

Probabilistische Risikoanalyse

Die *probabilistische Risikoanalyse* (PRA) ist eines der Verfahren, um die Wahrscheinlichkeiten von Systemausfällen und ihren Folgen im voraus abzuschätzen und dabei die Schwachstellen aufzudecken, an denen technische Verbesserungen oder Training des Personals notwendig sind. Derartige Analysen sind hypothetischer Natur, das heißt die Randbedingungen für statistische Trends werden nicht als gegeben vorausgesetzt (Hauptmanns u. a. 1987). Die PRA wird in der Regel bei drei unterschiedlichen Arten von *Risikoquellen* angewandt (Häfele und Renn, in Vorbereitung):

bei sehr seltenen Systemausfällen, bei denen nicht genügend Datenmaterial für eine aussagekräftige Statistik vorliegt (Dammbbruch, Bersten des Containements von Kernkraftwerken);

bei neuen Technologien mit geringem Erfahrungswert (Gentechnologie, Magnetschwebbahnen, neue Arzneimittel);

bei statistisch nicht explizit nachweisbaren Beziehungen zwischen Dosis und Wirkung auf Gesundheit und Umwelt (geringe Strahlendosen, Pestizidrückstände, organische Noxen im Klärschlamm).

In den beiden ersten Fällen hilft man sich mit der Methode der *Zerlegung des Gesamtsystems in Einzelkomponenten*, für die in der Regel statistisch aussagefähiges Datenmaterial vorliegt. Setzt man die Einzelwahrscheinlichkeiten von Ausfällen einzelner Komponenten systemgerecht miteinander in Beziehung, so kann man die *Ausfallwahrscheinlichkeit des Gesamtsystems* berechnen, selbst wenn über dieses Gesamtsystem keinerlei Erfahrungswerte vorliegen. Dazu werden in

der Technik meist folgende zwei Verfahren angewandt (Renn 1985; Hauptmanns u.a. 1987):

Die Ereignisbaumanalyse: Als Ausgangspunkt dient hier der Ausfall einer oder mehrerer Systemkomponenten. Induktiv wird dann der mögliche Verlauf dieses Ereignisses und das Verhalten anderer Systemkomponenten untersucht. Im Normalfall wird ein binäres Modell unterstellt: Entweder funktioniert eine Komponente oder sie fällt aus. An jeder Verzweigung des Baumes bestehen zwei Möglichkeiten: ja (funktioniert) oder nein (funktioniert nicht).

Die Fehlerbaumanalyse: Diese Analyse ist ein Spiegelbild der Ereignisbaumanalyse. Statt von einem singulären Ereignis (etwa Ausfall einer Pumpe oder Bedienungsfehler) auszugehen, betrachtet die Fehlerbaumanalyse vom Gesamtsystem ausgehend alle erfaßbaren Sequenzen, die zu einem Gesamtausfall führen. Deduktiv werden die sequentiellen Ausfälle von Einzelkomponenten bestimmt, die notwendig sind, um ein solches Versagen herbeizuführen.

Die berechneten Wahrscheinlichkeiten für den Ausfall eines technischen Systems sagen aber noch nichts über die Folgenlasten aus, die mit einem solchen Ausfall verbunden sind. Die Folgen des Berstens eines Reaktordruckbehälters und der damit verbundenen Freisetzung von radioaktiven Substanzen richten sich beispielsweise nach der Bevölkerungsdichte, den Wetterverhältnissen, der Realisierung von Schutzmaßnahmen (etwa Evakuierung) und anderen Eventualitäten. Diese lassen sich zwar idealtypisch modellieren, jeder Einzelfall wird aber in Abhängigkeit von den äußeren Bedingungen unterschiedlich ausfallen.

Bei der dritten Art von Risikoquellen bereitet die *Abschätzung der zu erwartenden Folgen* eine weitere Schwierigkeit, wenn etwa giftige Substanzen in die Biosphäre gelangen und Menschen und Natur angreifen. Meist liegen die Kon-

zentrationen dieser Giftstoffe unterhalb der akuten Gefährdungsschwelle von menschlicher Gesundheit, das heißt sie werden nicht sofort wirksam, können aber langfristig Erkrankungen (z. B. Karzinome) auslösen. Dabei reagieren Menschen recht unterschiedlich auf die gleiche Dosis: Manche werden von den Spätfolgen einer Exposition überhaupt nicht betroffen, dafür aber andere um so mehr (stochastische Wirkung). Radioaktive Strahlung z. B. kann selbst in geringen Dosen Krebs auslösen. Je geringer die Dosis, desto geringer ist allerdings die Wahrscheinlichkeit dafür. In beiden Fällen lassen sich nur Wahrscheinlichkeitsaussagen treffen, die für eine größere Menge an Individuen zutreffen, aber für den Einzelfall keine verbindliche Prognose erlauben.

Die Bestimmung von Wahrscheinlichkeiten für *Spätwirkungen* ist ebenfalls eine Aufgabe der probabilistischen Risikoanalyse. Aus der Beobachtung von vielen tausend Einzelfällen läßt sich eine Verteilungsfunktion ableiten, nach der mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit ein Ereignis eintritt oder nicht. Diese Information erlaubt keine Voraussage über ein bestimmtes Ereignis. Selbst, wenn ich weiß, daß jedes dritte Los gewinnt, kann ich drei Gewinne hintereinander ziehen oder keinen. Stochastische Aussagen vermitteln Informationen über die relative Häufigkeit von Ereignissen, gemittelt über lange Zeiträume und große Mengen von Erfahrungswerten aus der Vergangenheit. Sie ermöglichen Vergleiche zwischen verschiedenen Objekten nach dem zu erwartenden Schaden bzw. Nutzen.

Das Problem der PRA liegt in der Zuverlässigkeit solcher Risikoberechnungen und der verbleibenden Unsicherheit:

Wie sicher können wir sein, daß die gemittelten Ausfallwahrscheinlichkeiten einzelner Komponenten einen guten Anhaltspunkt für das Systemverhalten in einem konkreten Störfall bieten?

Wie behandeln wir Verläufe von Störfällen, an die noch niemand gedacht hat?

Wie können wir die Wirkungen von Umwelttoxinen im Hintergrundrauschen der natürlich gegebenen Variation von Erkrankungen verbindlich abschätzen?

Aussagekraft und Anwendungsspektrum von Risikoanalysen

In der Risikoforschung spielen, wie auch in den anderen Wissenschaftsbereichen, Konventionen eine wesentliche Rolle. Jede wissenschaftliche Tätigkeit wird erst aufgrund von theoretischen Übereinkünften und Annahmen möglich, die den Untersuchungsgegenstand, die Methode, das Begriffssystem, die Form der Abstraktion von dem Kontext usw. abgrenzen und definieren. Diese Konventionen sind keineswegs unumstritten. In der Risikoforschung wird die Wahl der adäquaten Konventionen aufs Heftigste diskutiert. Das liegt vor allem daran, daß »Risiko« keine Eigenschaft eines Objekts oder einer Handlung ist, sondern ein hypothetisches Konstrukt, mit dessen Hilfe man die relative Gefährlichkeit eines Ereignisses oder einer Handlung abschätzen will. Es gibt z. B. keine meßbare Eigenschaft einer vom Krebs befallenen Zelle, aus der man schließen könnte, der Krebs sei durch Strahlenschäden verursacht worden. Ebenso wenig gibt eine gemessene Strahlung Auskunft über den konkreten Schaden, den sie anrichten wird. Bestenfalls läßt sich unter Zuhilfenahme von Modellen die Wahrscheinlichkeit schätzen, mit der in Abhängigkeit von der Dosis Schäden zu erwarten sind.

Jede Modellierung beruht also auf *Annahmen und Typisierungen*, die nicht wissenschaftlich bewiesen, sondern nur plausi-

bel gemacht werden können. Innerhalb der Risikoforschung sind es vor allem die folgenden Konventionen, die bei der Interpretation der Resultate berücksichtigt werden müssen: die *Definition* dessen, was als Schaden bezeichnet wird und in die Risikoermittlung eingeht;

Methodenwahl zur Ermittlung von Schadensausmaß und Ausfallwahrscheinlichkeiten;

Zuverlässigkeit und *Sicherheit* von Wahrscheinlichkeitsberechnungen für Einzelkomponenten;

die *Bandbreite* der in eine Analyse eingeflossenen Ereignisketten (technisches Versagen, äußere Ereignisse, Bedienungsfehler usw.);

Die *Behandlung* und Berechnung von Unsicherheiten (statische Vertrauensintervalle, Experten-Schätzungen usw.);

die Wahl der *Referenzgröße* (etwa erwarteter Schaden pro Zeiteinheit versus Schaden pro gefahrenen Kilometer);

die Wahl der *Risikoeinheit* (etwa Individualrisiko versus Kollektivrisiko);

die *Verknüpfung* von Wahrscheinlichkeiten und Schadensausmaß;

die *Modellierung* der Ausbreitung von Schadstoffen in Luft, Boden oder Wasser (Annahmen über Klima, Windrichtungen, exponierte Bevölkerung usw.);

Annahmen über Immissionen (Zeitpunkt, Dauer und Art der Inkorporation durch Mensch, Tier oder Pflanze);

die Wahl der *Extrapolationsmethode*, um von Wirkungen großer Dosen auf Wirkungen kleiner Dosen zu schließen.

Die Notwendigkeit von *Konventionen* bei der Risikofassung hat in der Öffentlichkeit und bei Politikern zu einer Konfusion über die Objektivität von Risikoanalysen geführt. Die Wahl von Konventionen ist kein Willkürakt,

bei dem Forscher je nach politischer Überzeugung oder persönlichen Vorlieben den ihnen gegebenen Ermessensspielraum nutzen.

Das heißt allerdings nicht, daß einzelne Wissenschaftler oder Entscheidungsträger nicht aus politischen oder persönlichen Motiven heraus eine Konvention bevorzugen, die ein wünschenswertes Ergebnis garantiert. Ein solches Vorgehen läßt sich aber unter Zuhilfenahme rationaler Kriterien nachweisen und überprüfen, und zwar ohne Bezugnahme auf die eigenen Präferenzen.

Kriterien zur Beurteilung von Konventionen sind: Problemadäquanz, Zweckmäßigkeit, Plausibilität und Erfahrung. Diese Kriterien bedingen zwar subjektive Urteile, welche aber aus dem Kontext der Untersuchung schlüssig ableitbar sind.

Dies kann an einem einfachen Beispiel illustriert werden: Eine der notwendigen Festlegungen im Rahmen von Risikoanalysen ist die Wahl der Referenzgröße. Betrachten wir etwa den Personentransport mit Hilfe von Flugzeugen oder Personenkraftwagen, dann ist das Risiko, in einen tödlichen Unfall verwickelt zu werden, beim PKW größer, wenn wir den Schaden auf die zurückgelegten Kilometer beziehen. Wenn wir den Schaden jedoch auf die Zeit beziehen, die wir in dem einen oder anderen Verkehrsmittel verbracht haben, dann ist das Fliegen risikoreicher.

Welche Referenzgröße ist nun die richtige? Das kommt auf den Kontext an. Im Normalfall geht es beim Transport um die Beförderung einer Person von A nach B, das heißt der Zweck der Reise ist es, eine bestimmte Distanz zu überwinden. Folglich macht hier nur der Referenzmaßstab »Unfallhäufigkeit pro Kilometer« Sinn. Wenn aber z. B. jemand eine Entscheidung trifft zwischen einem 40-Stunden-Job als Versicherungsagent, der entweder einen ortsnahen oder ortsfernen Bezirk übernehmen kann, wobei in beiden Fällen

die gleiche Fahrzeit im PKW oder Flugzeug anfällt, dann ist beim Vergleich der beiden Berufsoptionen die Referenzgröße »Unfälle pro Zeiteinheit« angemessener. Es kommt also auf den Kontext (hier den Zweck des Vergleichs) an, wie man den Ermessensspielraum füllt.

Risikoanalysen sind also wichtige Werkzeuge zur Ermittlung der relativen Gefährdung durch neue Techniken oder Handlungen. Ihre wichtigsten Funktionen sind:

Schadensabläufe zu identifizieren und die *Wechselwirkungen* zwischen Mensch und Technik zu untersuchen;

Schwachstellen des Systems aufzudecken und die *relative Bedeutung* einzelner Komponenten für die Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems zu bestimmen;

die *Wirkungen* geplanter Systemverbesserungen oder -veränderungen im voraus zu testen und entsprechende *Modifikationen* vorzuschlagen;

das *Betriebspersonal* auf kritische Unfallsequenzen hinzuweisen und die Beherrschung von Störfällen einzuüben;

die *Auswirkungen* von schweren Unfällen abzuschätzen und die kritischen Parameter zu bestimmen, die zu einer Minderung der Unfallfolgen beitragen können;

Lücken in unserem Wissen über Systemzusammenhänge aufzudecken und damit einen Beitrag zur *Prioritätensetzung* von Forschungsvorhaben zu leisten.

Risikoanalysen bieten nicht nur abstrakte Wahrscheinlichkeitsaussagen, sondern vermitteln eine Fülle von Informationen über Systemverhalten und Mensch-Maschine-Interaktionen. Neben der Ausfallwahrscheinlichkeit von Einzelkomponenten, Untersystemen und dem Gesamtsystem werden Daten über die Varianz der Schadensmöglichkeiten und über das statistische Vertrauensintervall um den geschätzten Erwartungswert erhoben.

Die Ergebnisse von Risikoanalysen sagen aber nichts über die Verteilungswirkungen von Risiken aus (Größe der betroffenen Bevölkerungsgruppe, Identität von Nutznießern und Risikoträgern, Abwälzung des Risikos auf zukünftige Generationen). Ebenso wenig geben Risikostudien darüber Auskunft, ob das letztlich resultierende Risiko gegenüber dem Nutzen-Kosten-Verhältnis zu rechtfertigen ist. Außerdem kann das Risiko durch Kostensteigerung in der Regel reduziert werden. Probabilistische Risikostudien geben keine Auskunft über die *Akzeptabilität* (vgl. Meyer-Abich und Binswanger im vorliegenden Buch S. 174 ff., 264 ff.) einer Technologie oder Handlung.

Sinnvolle *Risikosteuerung* und *Risikominimierung* können nur dann erfolgen, wenn wir die Größenordnung der möglichen Konsequenzen kennen und im Rahmen der Antizipation Verbesserungen im technischen System und im Mensch-Maschine-Verhältnis vornehmen. In beiden Fällen vermittelt uns die probabilistische Risikoanalyse wichtige Informationen.

Risikominimierung als unternehmerische Aufgabe

Risikoanalysen sind Instrumente, die uns Informationen zur Risikominimierung liefern. Das Minimierungsgebot, das heißt die Reduktion von negativen externen Effekten, gilt wie die meisten Maximen im Wirtschaftsleben nicht absolut. Die Zumutbarkeit von Risiken muß im Vergleich zu dem angestrebten Nutzen beurteilt werden, z. B. die Abwägung von Heilungserfolg versus Nebenfolgen bei Medikamenten, Kosten versus Risiko bei der Wahl eines Produktes. In der Wirtschaftslehre wird die Frage nach der Zumutbarkeit externer Effekte meist im Rahmen von vier miteinander verzahnten Kriterien diskutiert (Fischhoff u. a. 1981):

1. *Internalisierungsgebot*: Alle externen Effekte müssen als Kosten des Produkts oder der Dienstleistung in den Preis/Lohn-Mechanismus eingegliedert werden, um den Allokationsmechanismus des Marktes auf Produkte und Dienstleistungen mit geringeren externen Effekten zu lenken.

2. *Kostenwirksamkeitsgebot*: Jedes Unternehmen muß seine Ausgaben für Sicherheit so verteilen, daß die maximal mögliche Risikoreduktion erfolgt. Von allen möglichen Investitionen in Sicherheit sind diejenigen vorzuziehen, die pro Mark Investitionssumme den höchsten Grad an Sicherheit erzeugen.

3. *Kostenausgleichsgebot*: Jedes Unternehmen soll so lange Investitionen zur Reduktion des Risikos vornehmen, bis die letzte Mark zur Reduktion des Risikos gleich der letzten eingesparten Mark zur Kompensation der möglichen Opfer oder der Wiederherstellung des Normalzustandes ist.

4. *Kaldor-Hicks-Kriterium*: Risiken sind dann zumutbar, wenn die Nutznießer (etwa das Unternehmen) die Risikoträger so kompensieren können, daß die Kompensationszahlung mehr Nutzengewinn bringt als das zumutbare Risiko Nutzenverlust erzeugt. So elegant das Verfahren theoretisch ist, so problematisch ist seine Anwendung in der Praxis.

Alle diese Kriterien bieten insbesondere bei der Gefahr irreversibler Schäden und/oder Zerstörung der Natur keine Patentlösung für die Frage nach der *Zumutbarkeit*. Die leidige Streitfrage, wieviel volkswirtschaftliche Ressourcen aufgewendet werden sollen, um ein »statistisches« Menschenleben zu retten, läßt sich ohne die *Einbeziehung von subjektiven Werturteilen* nicht lösen. Welcher Nutzen welche Risiken wert ist und wieviel Geldmittel zur Reduktion des Risikos angemessen sind, läßt sich mit volkswirtschaftlichen Kriterien allein nicht beantworten. Verfahren wie das Kostenausgleichsgebot können wichtige Anhaltspunkte für den Grad

der notwendigen Risikoreduzierung bieten, sie sind jedoch als Entscheidungskriterien unzureichend.

Ein Fall aus der amerikanischen Automobilindustrie kann diese Problematik etwas näher beleuchten: Bei der Herstellung des Pinto stand Ford vor der Frage, ob der Benzintank hinten oder in der Mitte anzubringen sei. Die Installation im Heck war wesentlich billiger, aber erhöhte auch das Risiko von Autobränden im Falle von Auffahrunfällen. Das Entscheidungsgremium bediente sich des Kostenausgleichsgebots und gelangte dabei, indem es die wahrscheinliche Höhe der Kompensationszahlungen gegen die Mehrkosten abwog, zum eindeutigen Ergebnis, daß jene bei weitem höher waren als die Risikokosten, das heißt als die Summe der Verluste durch die zu erwartenden Auffahrunfälle. So wurde der Tank hinten angebracht. Nach den ersten Auffahrunfällen mit tödlichen Folgen und dem Bekanntwerden der Risikostrategie von Ford, hagelte es nur so Schadenersatzforderungen, die zu wesentlich höheren Kompensationszahlungen führten, als Ford ursprünglich berechnet hatte. Gleichzeitig war Ford durch den öffentlichen Druck gezwungen, alle Pintos in die Fabrik zurückzurufen und den Tank umzubauen, was schließlich eine Verdoppelung der Kosten und Prestigeverlust bewirkte.

Das Beispiel zeigt, daß Risikoanalysen und ökonomische Abwägungsverfahren auch kostenmäßig in die Irre führen können. Unternehmer sind daher gut beraten, die Wirkung von Sicherheitsinvestitionen auf die Öffentlichkeit und die gesellschaftliche Präferenz für risikoarme Produkte in das Entscheidungskalkül aufzunehmen.

Strategien der Risikosteuerung im Unternehmen

Ein risikoneutraler, rationaler Entscheider, der Gewinnmaximierung betreibt, wird sich ohne finanzielle, ethische oder sonstige Restriktionen verhalten wie Ford im Beispiel Der Sicherungsaufwand wird so lange erhöht, bis die letzte investierte Mark eine Senkung des monetären Risikos um ebenfalls genau eine Mark bewirkt. Dies kann jedoch nur eine erste Annäherung an Risiko-Reduktionsentscheidungen sein.

Risikoanalysen werden vor allem dann durchgeführt, wenn das Risiko sehr hoch ist. In diesen Fällen sind folgende Überlegungen anzustellen, die über reine Kostenberechnungen hinausgehen:

Heuristische Entscheidungsregeln

Plant eine Unternehmung die Einführung einer Anlage, bei der eine mögliche Fehlinvestition die Existenz des Unternehmens (und des Entscheiders) zerstören kann, so ist der Verlust bei einem Fehlschlag so hoch, daß Entscheider dem Risiko nicht neutral gegenüber stehen. Das existenzgefährdende Risiko wird möglicherweise nicht akzeptiert, obwohl der mögliche Gewinn verlockend und der berechnete Erwartungswert positiv ist. *Heuristische Entscheidungsregeln* sind in diesem Fall ein Ansatz zur Lösung. Man maximiert z. B. nicht den Erwartungswert, sondern verknüpft ihn mit dem höchstmöglichen Schaden:

Durch einen Unfall in einer Chemiefabrik kann das Leben ganzer Landstriche ausgelöscht werden. Die Bezifferung dieses maximalen Schadens ist sehr umstritten, manche sagen: unmöglich.

Weitere Folgen liegen im Imageverlust oder in der Beeinträchtigung des Good-Wills (Betriebsklima, Motivation der

Mitarbeiter, Entzug des investierten Kapitals (Lydenberg u. a. 1986), Meidung der Produkte, Verlust potentieller Arbeitnehmer).

Die Reaktion relevanter gesellschaftlicher Gruppen ist schwer abzuschätzen, denn es kann zu einer sozialen Verstärkung (»social amplification«) kommen, wenn eine kritische Masse erreicht wird. Diesem Phänomen wird in der Risikoanalyse nicht Rechnung getragen (Kasperson/Renn u. a. 1988, S. 179).

Alle erwähnten Wirkungen sind kaum zu quantifizieren, sind aber mitentscheidend für den langfristigen Fortbestand der Unternehmung.

Ethische Entscheidungsfindung

Bei der bisherigen Argumentation wurde *Gewinnstreben* als grundlegende Motivation von Unternehmen für Risikobewältigung unterstellt. Doch die Unternehmung übernimmt darüber hinaus mit der Akzeptierung schwerwiegender externer Effekte *ethische Verantwortung*. Je höher die potentiellen Gefahren für Interessengruppen wie Mitarbeiter oder Anrainer sind, desto weniger sind Kosten- und Gewinnüberlegungen ausreichend zu ihrer Berücksichtigung bei der Entscheidungsfindung. Die Risikoanalyse hilft einschätzen, wie weit ein ethisch-moralisches Werturteil in die Entscheidung einfließen muß.

Um dieser Verantwortung gerecht zu werden, benötigt eine Unternehmung ein *formalisiertes Verfahren der ethischen Entscheidungsfindung*. Viele Unternehmen, in denen häufig entsprechende Entscheidungen zu fällen sind, haben Sicherheit, Risikomanagement und Umweltschutz in einer Abteilung zusammengefaßt.

Die zuständige Arbeitsgruppe dieser Abteilung (vgl. Kasperson u. a. 1988, S. 29) sollte bei einer Risikoentscheidung

die Risikoanalytiker hinzuziehen und deren Sachkenntnis nutzbar machen, ohne aber die Entscheidung auf diese Experten abzuwälzen. Vielmehr sind viele interdisziplinäre Ansätze auszuloten: Die Sichtweisen der Philosophie, Betriebswirtschaft, Soziologie, Ökologie und eben auch der Risikoanalytiker ist zu berücksichtigen.

Hat das Projekt Widerstand in der Öffentlichkeit ausgelöst, werden manchmal sogar Vertreter dieser Bewegungen direkt und aktiv in den Entscheidungsprozeß mit einbezogen. Betriebliche Entscheider versuchen im Rahmen eines Konflikt-Managements (Issues Management) z. B. mit Umweltschutzgruppen ins Gespräch und zu einem modus vivendi zu kommen (Logsdon/Palmer 1988).

Das Entscheidungsgremium benötigt Ziele und Kriterien, um die Entscheidung fällen zu können. Kodizes ethischen Verhaltens sind ein Schritt zur Operationalisierung dieser Grundsätze. Ziele wie Ehrlichkeit in allen Äußerungen, Fairneß im Umgang mit Interessengruppen oder Befolgung der Gesetze sind hier festgeschrieben.

Durch Behandlung ähnlicher Risikoprobleme können bereits konkrete technische und probabilistische Aussagen über ein akzeptables Risiko vorliegen, die dann als Entscheidungsgrundlage dienen.

»Weiche« ethische Überlegungen und »harte« Kostenüberlegungen werden in einer Diskussion ethisch-moralischer Aspekte des Entscheidungsproblems (Moral Reasoning) kombiniert. Dazu ist das technisch-wirtschaftlich-ethische Problem genau zu identifizieren. Dann wird ein Fragenkatalog diskutiert, der die Entscheider zwingt, sich die Konsequenzen für alle Interessengruppen bewußt zu machen. Der Katalog könnte folgende Fragen enthalten:

Wer kann im ungünstigsten Fall welchen maximalen Schaden erleiden?

Welche Pflichten tauchen im Zusammenhang mit dem Problem auf?

Wie kann der Nutzen für alle beteiligten Gruppen maximiert werden?

Werden positive, geschriebene Rechte berührt, und bestehen oder entstehen rechtliche Verpflichtungen?

Welche Unternehmensinteressen stehen auf dem Spiel, wenn man auf die Durchführung des Projekts verzichtet?

Welche Vorschriften des Kodex können angewandt werden?

Die Diskussion soll durchaus den Charakter eines Streitgesprächs haben: Mitglieder des Entscheidungsgremiums vertreten im Diskurs jeweils die Sicht einer bestimmten ethischen Theorie in reiner Ausprägung (z. B. Bowie 1982).

Eine solche Einbindung ethischer Überlegungen verlangsamt Entscheidungen und bindet Mitarbeiter. Doch entstehen wichtige positive Synergien, die für die Einführung eines solchen Entscheidungsapparates sprechen.

Ethische Entscheidungsstrukturen stärken die *Unternehmenskultur*, den besonderen Stil des Hauses, der durch Riten, Geschichte(n) und Werte gebildet wird. Eine starke Kultur ist ein wesentlicher Faktor für den Erfolg eines Unternehmens (Peters/Waterman 1982). Haben alle Entscheider ähnliche Werte und Risikoneigung, so sind Koordination, Planung und Abstimmung weniger aufwendig und verlaufen schneller.

Eine ethische Kultur erlaubt den Mitarbeitern ein *ungebrochenes Selbstkonzept*. Niemand muß tagsüber moralische Bedenken hinter der Maske des selbstsicher-unbekümmerten Managers verstecken, obwohl er nachts nicht schlafen kann aus Angst, für einen verheerenden Unfall mitverantwortlich zu zeichnen (Toffler 1986). Kreativität, Engagement und Ideenreichtum der Mitarbeiter werden in der High-Tech-

Industrie mehr und mehr zum wichtigsten Produktionsfaktor. Menschen im »moral stress« (Bird/Waters 1987, S. 16) sind nicht fähig, initiativ eine Unternehmensmission voranzutreiben.

Und der Umwelt des Unternehmens bleibt nicht verborgen, was vorgeht: Ein *positives Image* fördert Verkauf und Umsatz. Gute Mitarbeiter kommen von selbst und bleiben. Investoren mit ethisch-sozialer Zielsetzung stellen ihr Kapital zur Verfügung (Lydenberg u. a. 1986).

Manager, gestützt von einer solchen Unternehmenskultur, können sich offen der Kritik stellen. Sie werden sensibilisiert für gesellschaftliche Vorgänge.

Verantwortliche Risikoabwägung verringert die Wahrscheinlichkeit, daß ein großer Unfall passiert. Die Sorge um Güter, Rechte und Leben anderer strahlt auf das *Risiko- und Verantwortungsbewußtsein* der Mitarbeiter – auch auf Blue-Collar-Ebene – aus. Das Sicherheitsbewußtsein wächst auf jeder Ebene.

Und wenn es doch einmal passiert? Dann erlaubt die schnelle und effektive Koordination ein *effizientes Notfallmanagement*, wie es bei schwacher Risiko-Kultur nicht möglich wäre (Weick 1987, S. 124 f.).

Schlußfolgerungen

Die folgenden *Leitsätze zur Umsetzung* von Risikostudien in den Entscheidungsprozeß scheinen uns sinnvoll zu sein:

Risikostudien geben breiten Ermessensspielraum für methodische Durchführung und wissenschaftliche Interpretation.

Die *Auswahl*, welche Risikostudien der Entscheidungsfindung zugrunde gelegt werden, sollte nicht nach politischen

oder persönlichen Opportunitätsgründen, sondern nach problemimmanenten Kriterien erfolgen.

Für den *Vergleich* verschiedener technischer Optionen reicht es nicht aus, sich auf den statistischen Erwartungswert zu beschränken. Zur *Entscheidungsfindung* gehört auch die Berücksichtigung der Varianz als Maß der Streubreite möglicher Schäden sowie der Unsicherheit bei der Bestimmung des Erwartungswertes. Darüber hinaus muß die Verteilung der Risiken auf die Bevölkerung untersucht werden. Risiken sind um so weniger akzeptabel, je weiter sie die Schere zwischen Nutznießern und Risikoträgern öffnen.

Die *Variationsbreite* möglicher Auswirkungen sollte vor allem bei Maßnahmen des Katastrophenschutzes und der Katastrophenvorsorge handlungsleitenden Charakter haben. Wegen der prinzipiellen Unvorhersagbarkeit singulärer Ereignisse muß jederzeit mit seltenen Ereignissen gerechnet werden.

Die *Vorgehensweise* und *Aussagekraft* von Risikostudien sollten wesentliche Bestandteile eines Risiko-Kommunikationsprogramms für die Öffentlichkeit sein.

Risikostudien und ökonomische Abwägungsverfahren sind wichtige Hilfsmittel bei der unternehmerischen Entscheidungsfindung. Sie reichen aber nicht aus, um die *Konsequenzen* für das Unternehmen zu antizipieren und mögliche indirekte Verluste, wie etwa Motivation des Personals oder Unternehmensprestige, zu berücksichtigen.

Operativ bedeutet das für den unternehmerischen Entscheidungsprozeß, daß *technische, ökonomische, kommunikative* und *ethische Gesichtspunkte* bei der Frage der Risikoreduzierung einbezogen werden müssen. Dieses vielschichtige Verfahren sollte sich in entsprechender Zusammensetzung des Entscheidungsgremiums widerspiegeln.

Unternehmensinternes Risikomanagement wird auf internationaler Ebene eine wichtige Rolle beim Ringen um Wettbewerbsvorteile spielen: Zum einen erhöht effektives Risikomanagement die Motivation der Mitarbeiter. Zum anderen überzeugt ein effektives Risikomanagement Kunden aus anderen Ländern, daß die eingeführten Technologien sicher beherrscht werden können und übernommene Produktionsverfahren keine unakzeptablen Risiken für die Bevölkerung bedeuten.

Die klassische Auffassung, daß Unternehmen die Aufgabe hätten, den Gewinn zu maximieren, während die Politik durch die Setzung von Rahmenrichtlinien die Verteilung von Einkommen und Risiken nach Gerechtigkeitskriterien vorzunehmen hätte, ist nach unserer Auffassung im Zeitalter globaler Risiken nicht mehr haltbar. Jedes Unternehmen, mag es auch noch so wenig am Gesamtrisiko Anteil haben, ist ein Produzent negativer externer Effekte und damit unmittelbar verantwortlich für die Folgen dieser ungewollten Produkte.

Erst wenn es gelingt, Risikoentscheidungen als Teil einer neuen Unternehmenskultur zu sehen, die aktiv und dynamisch die globalen Bedrohungen unserer Welt wahrnimmt und aus sich heraus zu Gegensteuerungen bereit ist, wird das Unternehmertum den Herausforderungen unserer Zeit gerecht.