

1. Einleitung und Motivation

„Der Anfang ist die Hälfte des Ganzen.“
(*Aristoteles*)

1.1. Einleitung und Abgrenzung

Das Thema Risikomanagement erhält im Lichte der zunehmenden Komplexität und Dynamik der wirtschaftlichen Entwicklung eine immer höhere Bedeutung. Dies wird nicht nur von den stetig sich verschärfenden rechtlichen Rahmenbedingungen angetrieben, sondern vor allem vom Wunsch eines jeden Unternehmens, seine Risiken adäquat zu beherrschen und sich damit seinen Erfolg und Fortbestand zu sichern. Mit den aktuellen Entwicklungen im Bereich der industriellen Produktion, und hier speziell mit den durch die zunehmende Digitalisierung und Virtualisierung ausgelösten Veränderungsprozessen (Industrie 4.0, Internet of Things, Individualisierung der Produktion), bekommt das Risikomanagement und die Resilienz-Forschung einen zusätzlichen Auftrieb.

Das Risikomanagement ist eine ausgereifte unternehmerische Disziplin. Es existieren Standardmodelle für verschiedenste Industriezweige und es wird als fixer Bestandteil des Führungssystems von Unternehmen angesehen. Die Implementierung und der Erfolg des Risikomanagementsystems in der unternehmerischen Praxis können dennoch als durchwachsen angesehen werden und waren immer von großartigem Scheitern und erheblichen Fehlleistungen geprägt. Dies dürfte zum einen auf verfehlte Konzeptionen und Schwerpunktsetzungen zurückzuführen sein, zum anderen liegt das wohl auch an einer falschen Erwartungshaltung. Aus der Implementierung von Risikomanagementsystemen wird kein absoluter Anspruch auf Erfolg und Fortbestand abzuleiten sein. Im Kampf um die Gunst des Marktes geht es immer um relative Vorteile, die sich ein Unternehmen erkämpft; das schnellere, effektivere und kreativere gewinnt das Spiel. Vor diesem Hintergrund begründet erfolgreiches Risikomanagement eine relative Vorteilsposition, die beständig gepflegt, verändert und optimiert werden muss. Die Konkurrenz schläft nicht.

Es wird aber konstatiert werden können, dass das dauerhafte Fehlen oder die Unzulänglichkeit des Risikomanagements gravierende Wettbewerbsnachteile sind. Schließlich wird ein jedes Unternehmen davon ausgehen können, dass es von Unternehmen, die die Risikolage besser einschätzen können, ausgenutzt wird, indem ihm Risiken auferlegt werden, die unter transparenter Information nur zu einem höheren Preis auf sich genommen würden. Es geht also um die sehr unternehmenskritische Frage, wen am Ende die Hunde beißen und wer den Vorteil wegrägt.

In der innovativen Branche des Industrieanlagenbaus tritt dies in besonderem Maße zutage, weil diese als eine Schnittstellen-Branche gilt und zu einem frühen Zeitpunkt von Veränderungsprozessen geprägt ist. Das Risikomanagement ist im Industrieanlagenbau schon seit einigen Jahren als zentraler Werttreiber erkannt worden. Methoden des Risikomanagements finden in der technischen Kalkulation, im Bereich des Währungsrisikos und im Bereich des Kundenausfallsrisikos Anwendung.¹ Der enorme Preisdruck, die Internationalisierung des Geschäfts sowie die rasante technologische Entwicklung schaffen für den Industrieanlagenbauer Rahmenbedingungen, unter welchen Risikomanagement zu einem wesentlichen Bestandteil des Geschäftsmodells wird. Dreh- und Angelpunkt sind dabei Projekte und die mit den Projekten verbundenen Risiken. Von diesem Kulminationspunkt des Risikos ausgehend, wird ein Modell für die integrierte und risikoorientierte Steuerung im Industrieanlagenbau entwickelt. Der Maschinen- und Anlagenbau ist mittelständisch geprägt, oft eigentümergeführt, und benötigt für die Einführung eines Risikomanagementsystems einen Bezugsrahmen.² Dieser kommt sehr oft aus dem Bereich der Normierung und Zertifizierung, im gegenständlichen Fall aus der „ISO 31000 Risk Management“. Das in diesem Buch vorgestellte Steuerungsmodell geht über die einschlägigen Normen hinaus. Es wird beispielhaft anhand des Industrieanlagenbaus entwickelt, kann aber auf projektorientierte Unternehmen übertragen werden.

Der Quantifizierung von Risiken wird dabei erheblicher Raum gegeben. Nicht selten stößt die durchgehende Quantifizierung von Risiken auf Ablehnung. Warum auf Instrumente schauen, wenn man ganz gut aus dem Fenster sieht? Das mag für einen Projektmanager, der seine Handvoll Projekte steuert, eine angemessene Haltung sein. Aber ist sie es auch für die Unternehmensleitung? Durch so viele Fenster kann sie nicht blicken. Ein effektives System der Risikomessung bildet daher eine wichtige Grundlage für den Geschäftserfolg. „*Risikomanagement ohne Mathematik ist Voodoo!*“³ und deshalb kommt in diesem Buch die statistisch-mathematische Modellierung deutlich zum Zug. Wichtig dabei, dass „die oben“ es verstehen und „die unten“ wissen, wie es geht. Mit ein wenig Mut zur Lücke kann das gelingen.

Jedes Modell hat seine Grenzen, die es nicht selber überwinden kann. Nur die Menschen, die sich seiner bedienen, können das. In diese Richtung weist dieses Buch, indem es die Begriffe der Resilienz und Antifragilität aufgreift, und damit einen Gestaltungsbereich im Risikomanagement, der sich einer mathematisch-statistischen Modellierung größtenteils entziehen wird. Wir beschließen diesen Abschnitt deshalb mit einem Zitat von *Ludwig Wittgenstein* aus dem Tractatus:

1 Galonske, 2010, S. 14 f.

2 Bartelt & Wieben, 2017.

3 Gleißner-18, 2016.

„Meine Sätze erläutern dadurch, dass sie der, welcher mich versteht, am Ende als unsinnig erkennt, wenn er durch sie auf ihnen – über sie hinausgestiegen ist.“ (Er muss sozusagen die Leiter wegwerfen, nachdem er auf ihr hinaufgestiegen ist.)⁴

1.2. Motivation und Zielsetzungen dieses Buches

Unternehmerisches Handeln bewegt sich auf allen Ebenen im Spannungsfeld von Risiken und Chancen. In jeder Entscheidung ist das gezielte Eingehen von Chancen gegen die Risiken abzuwägen. Dieser Akt gewinnt in zunehmend komplexen Umgebungen eine immer höhere Bedeutung, daher sollte seiner bewussten Gestaltung eine hohe unternehmerische Priorität eingeräumt werden. Die permanente Identifikation, Analyse, Beurteilung und eine auf die Unternehmensstrategie abgestimmte gezielte Steuerung der Risiken stellt daher einen integralen Bestandteil der erfolgreichen Unternehmensführung dar. Das Risikomanagement versteht sich dabei nicht als eine Disziplin, die Risiken beseitigen soll. Vielmehr versucht das Risikomanagement, das Unternehmen hinsichtlich eines optimalen Risiko-Chancen-Verhältnisses gezielt zu positionieren. Je effektiver das Unternehmen mit den Risiken umgehen kann, desto erfolgreicher wird es den Herausforderungen, die auf es zukommen, standhalten und daraus einen Vorteil für sich ziehen können. Die Operationalisierung des Risikomanagements umfasst dabei die wesentlichen Prozessschritte der Identifikation, der Analyse, Bewertung und Steuerung, sowie das Risiko-Monitoring und das Risiko-Controlling, ebenso wie die Einbettung der Risikomanagement-Funktion in das Gesamtsystem der Unternehmenssteuerung. Unter dem Gesichtspunkt des Zeithorizonts werden normatives, strategisches und operatives Risikomanagement unterschieden. Umstände, Entwicklungen und Entscheidungen auf diesen Ebenen können Auslöser von Risiken sein und müssen dementsprechend betrachtet werden.

Unter dem **integrierten Risikomanagement** wird der Zugang verstanden, nach dem alle Risiken auf allen Ebenen der Steuerung gesamthaft und unter Berücksichtigung aller Abhängigkeiten betrachtet werden. Ferner erfasst der Begriff des integrierten Risikomanagements die Einbettung des Risikomanagementsystems in das Gesamtsystem der Unternehmensführung. In allen Bereichen des unternehmerischen Handelns treten Risiken zutage, in den operativen, strategischen, normativen Steuerungsebenen, in den Kernprozessen, in den unterstützenden und den Führungsprozessen, in den Vermögenswerten des Unternehmens, seinen Schnittstellen und Beziehungen. Eine integrierte Ausgestaltung des Risikomanagements mündet somit in eine risiko- und naturgemäß auch chancenorientierte Art der Unternehmensführung, die das Unternehmen in allen Aspekten durchdringt und seine Handlungsweise bestimmt. Die Implementierung eines effektiven Risikomanagements in Unternehmensorganisationen bedingt ihre Ver-

4 Wittgenstein, 1963, 6.54.

ankerung in der „Unternehmens-DNA“, die allen Entscheidungsträgern, allen Mitarbeitern und allen Stakeholdern des Unternehmens einen einzigartigen Zugang zu und Umgang mit den Risiken des Unternehmens vermitteln muss. Die Effizienz des Risikomanagements wird durch eine angemessene Risikoorganisation erhöht, in welcher durch Interessen- und Gewaltenteilung ein klares Bild von Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortlichkeiten geschaffen wird.

Grundsätzlich sollte der mit der Unternehmensstrategie in Einklang stehende Zugang zum Risiko in allen Organisationseinheiten und allen Rollen verankert werden, unabhängig davon, ob eine konkrete Zuordnung zu einer Risikomanagement-Einheit besteht oder nicht. Ein schlagkräftiges Risikomanagement erschöpft sich nicht in dem Vorhandensein von singulären, u.U. unterstützenden Funktionen, vielmehr bezieht es seine Kraft daraus, dass es eng mit allen Prozessen verwoben und in den Köpfen aller handelnden Personen verankert wird. Der Erfolg einer Risikomanagement-Implementierung in einem Unternehmen wird daher regelmäßig darin zu suchen sein, dass sie auf allen Ebenen und in allen Einheiten des Unternehmens ansetzt und alle relevanten Stakeholder erfasst.

Eine entscheidende Rolle kommt den **begründenden Elementen des Risikomanagementsystems** zu. Durch die Festlegung von klaren Werten, Tugenden und Normen in der Risikopolitik sowie durch die konsequente Formung und Gestaltung der Risikokultur erhält das Risikomanagement die gewünschte Schlagkraft im Unternehmen. Die oft gepflogene Fokussierung auf die ausrichtende oder vollziehende Ebene, in welcher die Risikomanagement-Aktivitäten auf Ziele ausgerichtet und konkret durchgeführt werden, führt zu einer unvollständigen und ineffektiven, häufig partiellen Implementierung des Risikomanagements. In dieser Situation kommt es nicht selten zum Auseinanderklaffen und zur Unvereinbarkeit von Risikomanagement- und den Kernprozessen, da sie sich an völlig unterschiedlichen Werten und Zielen orientieren. Das Verständnis des Risikomanagements als einer Einheit im Unternehmen mit einem eingeschränkten Blickwinkel, das Risiken vom Unternehmen abwenden soll, darf als eher antiquiert und ineffizient angesehen werden. Eine risiko- und chancenorientierte Betrachtungsweise sollte das Unternehmen wie eine schützende Hülle überziehen und seinen Bestand sichern. Die Einrichtung von eigenständigen Organisationseinheiten dient der weiteren Stärkung des Risikomanagements, ist aber an und für sich genommen kein Garant für seinen Erfolg in der unternehmerischen Praxis.

Die immer stärkere Rolle des Risikomanagements hat in erster Linie mit der **steigenden Komplexität** zu tun, in der sich die Unternehmen heute bewegen. Die Ursachen dafür liegen u.a. in stets steigenden Kundenanforderungen, dem immer höheren Individualisierungsgrad, der enormen Internationalisierung und Globalisierung der Faktor- und Gütermärkte und der immer stärkeren Ausdifferenzierung und Vernetzung der Wertschöpfungskette sowie der ungeheuren Beschleunigung von Produktlebenszyklen. Begleitet bzw. ausgelöst und beschleunigt

nigt werden diese Veränderungsprozesse von immer höheren rechtlichen Anforderungen, die an die Unternehmen gestellt werden, Veränderungen durch die Digitalisierung und Virtualisierung, und nicht zuletzt durch kulturelle, gesellschaftliche und politische Rahmenbedingungen, die die Unternehmen stets vor neue Herausforderungen stellen. Der immer höhere Vernetzungsgrad und die Beschleunigungsfaktoren bewirken eine immer höhere Dynamik und letzten Endes einen immer geringeren Grad der Vorhersehbarkeit der Auswirkungen unternehmerischer Entscheidungen und unternehmerischen Handelns. Als komplexe, dynamische Systeme bewegen sich Unternehmen auf Entwicklungspfaden, die praktisch nicht mehr vorweggenommen werden können, und zwar auch nicht nur annähernd. Tiefschürfende Systemanalysen und Modellbildungen mögen zwar einen Einblick in die grundsätzliche Dynamik geben, und sind damit von hervorragender Bedeutung, aber eine hohe Prognosegüte für das Verhalten von komplexen, sozialen und wirtschaftlichen Systemen kann davon nicht erwartet werden. Ob hier grundsätzliche Grenzen der Erkenntnisfähigkeit vorliegen oder ob es bloß um eine nicht mehr mit angemessenem Aufwand zu erfassende Komplexität geht, sei dahingestellt.

Im Ergebnis ist der Unternehmer mit einer erheblichen und letzten Endes irreduziblen Ungewissheit konfrontiert. In dieser Situation kann nicht davon ausgegangen werden, dass das Risikomanagement selbst auf die Anwendung einfacher Modelle und Prinzipien zurückgeführt werden kann. Vielmehr wird ein angemessenes Risikomanagementsystem der Komplexität der Umwelt schon durch seine organisatorische Ausgestaltung, seine Methodenvielfalt und seine komplexe Vernetzung im Unternehmen Rechnung tragen müssen. Naive, u.U. sehr komplizierte Risikomanagementsysteme, die den dynamischen und komplexen Aspekten der Veränderungsprozesse nicht gerecht werden, dürften letzten Endes mit dem großartigen Scheitern konfrontiert sein. Dies muss keineswegs bedeuten, dass die Implementierung des Risikomanagements in einem Unternehmen einem hochgradig komplizierten Pfad folgen muss, um erfolgreich zu sein. Im Gegenteil, viel entscheidender dürfte es sein, die (einfachen) Kernelemente des Risikomanagements im Unternehmen in einem hohen Maße zu vernetzen und in ein dynamisches System zu entwickeln, das eine hohe Affinität zu Veränderung und Anpassung aufweist.

Die hier betrachtete Branche, der Industriebau, nimmt in der industriellen Wertschöpfungskette eine Sonderstellung ein. Es handelt sich um eine den anderen Branchen vorgelagerte Branche, indem sie letzteren Produktionsanlagen zur Erfüllung ihres Geschäftszweckes zur Verfügung stellt, und das für verschiedene Industriezweige. Die Leistung des Anlagenbauers bedingt die Zusammenführung von verschiedensten Leistungen, angefangen von Planung, Material- und Hilfsstofflieferungen, Komponenten und Maschinen über Fertigungsleistungen bis zur Montage zu einer aus Kundensicht funktionalen Einheit. Diese Positi-

onierung des Anlagenbaus bedingt komplexeste Schnittstellen und Interaktionen zwischen unterschiedlichen Projektpartnern, das Einwirken von vielfältigsten Rahmenbedingungen, etwa rechtlicher, politischer, aber auch geographischer und kultureller Natur. Die Abwicklung der Aufträge erfolgt im Projektformat und ist immer eine Individualleistung, die auf die Bedürfnisse des Kunden zugeschnitten wird. Aufgrund dieser Sonderstellung des Anlagenbaus entwickelte sich diese Branche zum Wissens- und Innovationsträger für viele andere Industrien. Dies wurde durch die Tendenz zu Turn-Key-Aufträgen noch wesentlich verstärkt. Vom Anlagenbauer wird erwartet, dass er eine schlüsselfertige Anlage für den Kunden erstellt, die allen Ansprüchen genügt, etwa im Hinblick auf den technologischen Reifegrad der Anlage, Energieeffizienz, Umwelt- und Lärmschutzbestimmungen u.v.m. Nicht zuletzt stehen die Anlagenbauer unter dem durch die Digitalisierung und Virtualisierung (Industrie 4.0) der Produktion ausgestrahlten Innovationsdruck, der sie dazu zwingt, ihre Produkte einem völligen Re-Design zu unterziehen.

In vielfältiger Art und Weise ist der Anlagenbau schon immer von einer hohen Dynamik und einer sehr hohen Komplexität geprägt, die zur Ausprägung eines vielfältigen Risikoprofils beigetragen haben. Im Unterschied zum Bankenbereich, wo die Quantifizierung und Messung der Risiken seit langer Zeit durch den Regulator vorangetrieben und vom Bankwesengesetz (BWG) normiert wurden, haben sich im Industriebau keine einheitlichen Leitlinien und kein branchentypisches Methodenspektrum herausgebildet. Dies mag auch damit zu tun haben, dass sich aufgrund der Komplexität und der Vielfalt der Risiken kaum einheitliche Messmethoden etabliert haben.

Die Konzeption eines integrierten Risikomanagementsystems im Industriebau und die darauf basierende Implementierungsplanung müssen dieser Ausgangslage Rechnung tragen. Die Risiken des Industriebauers sind vielfältig, sehr oft schlecht quantifizierbar und noch öfter vorweg nicht bekannt. Die Vielfalt von Schnittstellen und Beziehungen, stark wechselnde politische, rechtliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen, fundamentale technologische Veränderungsschübe, stellen äußerst hohe Anforderungen an das Risikomanagementsystem. Dieses wird daher von vornherein als ein offenes, dynamisches System zu entwerfen sein, das in der Lage ist, den Herausforderungen des Industriebauers durch dynamische Anpassungs- und Lernprozesse gerecht zu werden. Ein Risikomanagement-System wird dabei immer von starren und flexiblen Elementen charakterisiert sein. Ein überwiegend starres System kann in einem wenig dynamischen und gut vorhersehbaren Umfeld die ideale und effizienteste Lösung darstellen, im Umfeld des Industriebauers ist das wenig zweckmäßig. Hier wird eine sehr flexible Auslegung des Risikomanagement-Systems erforderlich sein, die auf die Vielfalt der Risiken reagieren und deren Auswirkungen optimieren kann. Der Implementierungsansatz, der hier verfolgt wird, zielt auf die

Einrichtung eines flexiblen Risikomanagementsystems ab, im Vordergrund stehen nicht starre Vorgaben, Modelle, Prozesse und Verfahren, sondern eine flexible Gesamtkonzeption, die diese Elemente beinhalten kann, aber sich darauf nicht reduzieren lässt.

Die **Quantifizierung von Risiken** bildet ein Herzstück des Risikomanagementprozesses. In der vorliegenden Konzeption wird der durchgehenden Quantifizierung eine besondere Stellung eingeräumt. Sie stellt einen unbestritten wesentlichen Prozessschritt dar und dient der Messung und der Bewertung von Risiken im Unternehmen. Einer stationären (oder zeitstabilen), durchgehenden und vereinheitlichten Messmethode, die alle Risiken erfassen und letzten Endes aggregieren soll, wird in dem vorliegenden Buch jedoch nicht das Wort geredet. Die Metriken zur Messung des Risikos sollten ebenso dynamisch sein wie der zu messende Sachverhalt selber. Es macht wenig Sinn eine einheitliche Metrik anzuwenden, wenn die betreffenden Sachverhalte einer hohen Dynamik unterworfen sind und auch ihre Bedeutung für das Unternehmen enormen Schwankungen unterliegen kann. Das Risikomesssystem sollte sich rasch an die Gegebenheiten eines Unternehmens anpassen können, andernfalls wird es rasch zu einem Energie- und Ressourcenfresser, dessen Nutzen für das Unternehmen in Frage zu stellen ist. Im dynamischen Umfeld des Industrieanlagenbauers gilt mehr als anderswo, dass die Langsamen von den Schnellen gefressen werden. Es hilft wenig, viel Energie in ein für einen bestimmten Zeitpunkt optimiertes Messmodell zu stecken, wenn die Veränderungsgeschwindigkeiten in der Realität so hoch sind, dass ein jedes Modell rasch zu einer obsoleten Bürde für das Unternehmen und seine Führungskräfte wird. Am Ende ist das Unternehmen an seine Starrheit gebunden und übersieht u.U. wichtige Entwicklungen und Gefahren, die am Horizont erscheinen und von den starren Mechanismen der verwendeten Metriken nicht erfasst werden. Quantifizierung ist kein Selbstzweck und vor allem keine Selbstbeschäftigung. Sie hat sich an dem dynamischen Geschehen in der unternehmerischen Wirklichkeit auszurichten und muss dort ihre Bestätigung durch Erfolg oder Misserfolg finden. Die Einrichtung eines erfolgreichen Risikomanagementsystems sollte nicht in die Schaffung starrer Strukturen und die Schaffung von Blöcken im Unternehmen einmünden, die die Macht der Zahlen dazu verwenden, die kreative und proaktive Schaffenskraft im Unternehmen zu binden und zu beschränken. Die Quantifizierung dient der Lenkung der Kräfte und ihrer Bändigung. Darum wird in diesem Buch der Quantifizierung ein hoher Stellenwert eingeräumt, ohne sie zum Non-Plus-Ultra des Risikomanagements zu erklären.

Dies ist der höchste Anspruch, den eine Risikomanagement-Konzeption überhaupt haben kann: als Teil des Führungsleitsystems den Ansprüchen einer dynamischen, hochgradig komplexen, nicht vorhersehbaren Unternehmensumwelt gerecht zu werden und damit einen Beitrag zum nachhaltigen Unternehmenserfolg und letzten Endes zum Fortbestand des Unternehmens zu leisten. Dabei gilt es in einer grundsätzlich symmetrischen Betrachtung von Chancen und Risiken

gleichermaßen, dem Vorstand und diversen anderen Stakeholdern des Unternehmens, namentlich dem Aufsichtsrat, der Revision und dem Wirtschaftsprüfer, Instrumente zur Steuerung des Unternehmens zur Verfügung zu stellen, die sie in die Lage versetzen, die Risiko- und Chancenlage auf allen Betrachtungsebenen, sei es normativ, strategisch oder operativ, gezielt zu beeinflussen. Dabei darf allerdings nicht erwartet werden, dass es sich um ein monolithisches und lineares Konzept handelt, das eine einfache Input-Output-Charakteristik aufweist. Die Stakeholder können nicht einfach an externen Stellschrauben drehen, um das Risiko zu erhöhen oder abzusenken, vielmehr gibt es gar keine externen Stellschrauben und die Stakeholder sind selber Teil des Systems, das sie beeinflussen wollen. Ähnlich wie bei einem Menschen genügt es nicht, ihn gezielt mit Proteinen, Fetten und Kohlehydraten zu füttern, um ihn zum Sportler zu machen. Vielmehr gilt es, die verfügbaren Methoden zu erproben, weiterzuentwickeln und zu modifizieren bzw. sich von ihnen zu verabschieden, wenn sie nichts taugen.

1.3. Erklärungsmodelle für Komplexität und Dynamik

Betriebliches Risikomanagement adressiert die **unerwartete oder unvorhergesehene Entwicklung von Erfolgsgrößen eines Unternehmens**. Die Unvorhersehbarkeit besteht dabei in der Abweichung von einer erwarteten Entwicklung. Die Ursachen für Abweichungen können unterschiedlichster Natur sein und können in Irrtümern, falschen Modellen, falschen Annahmen, der Unkenntnis von Einflussgrößen und Wirkungsmechanismen, aber auch in der intrinsischen Dynamik und Unvorhersehbarkeit von zeitlichen Entwicklungen liegen.

Wir wollen einige Denkansätze, die grundlegend für die Beherrschung der ungewissen Zukunft sind, kurz erwähnen und beschreiben. Eine derartige Diskussion kann bei der Frage nach der Natur des Zufalls beginnen. Auf diese wollen wir einen kurzen Blick werfen. Der Begriff **Zufälligkeit** kann auf verschiedene Konstellationen referenzieren:

- Der echte Zufall im Sinne eines Ereignisses, das durch keine Ursache- und Wirkungsrelation vorhergebracht wurde, also gleichsam aus diesem naturwissenschaftlichen Paradigma „herausfällt“.
- Der Zufall im Sinne eines Ereignisses, bei dem zwar eine Ursache-Wirkungskette angenommen werden kann, diese aber nicht erkennbar war, nach dem Motto „Ursache unbekannt“.
- Der Zufall als das Produkt einer Ursache-Wirkungs-Kette, deren Struktur man zwar kennt, man aber nicht in der Lage war, sie vorwegzunehmen bzw. zu steuern, z.B. aufgrund einer unüberschaubaren Vielfalt oder einer hohen Komplexität von Einflussfaktoren.
- Der epiphanomenologische Zufall, wo das Ereignis im zeitlichen und/oder räumlichen Zusammentreffen von ansonsten unabhängigen Ursache-Wirkungsketten besteht.

Der **echte Zufall** scheint zunächst keinen Platz auf der makroskopischen Ebene zu haben. Physikalisch wurde er auf die Ebene des Kleinsten verbannt, wo er als Heisenberg'sche Unschärferelation auftritt. Offenbar herrscht aber auch hier keine Einigkeit in der Interpretation, jedenfalls aber handelt es sich um eine irreduzible Beschränkung der Messgenauigkeit. Es ist demnach nicht möglich, den Ort und den Impuls eines Teilchens zu einer bestimmten Zeit genau festzustellen bzw. zu messen. Daraus folgt auch die prinzipielle Unmöglichkeit, das Verhalten (die Bewegung) eines derartigen Teilchens genau vorherzusagen. Manche Interpretationen geben dem Begriff die Bedeutung eines auf der mikroskopischen Ebene wirkenden Zufalls, somit ein Geschehen, das sich außerhalb der Begriffe von Ursache und Wirkung stellt. Es handelt sich somit nach der oben genannten Definition um ein Geschehen, das keine Ursache aufweist und sich daher auch jeder Vorhersage entzieht. Was dies für die makroskopische Ebene bedeuten kann, wollen wir weiter unten im Text nochmals aufgreifen.

Die **unbekannte Ursache** dürfte sehr häufig mit dem Begriff der Zufälligkeit gemeint sein. Ereignisse werden beobachtet, ohne dass man die Ursache kennt oder ihr nachgeht. Der Eintritt einer bestimmten Anzahl von Auftragseingängen oder auch ihr Ausbleiben – beispielsweise – wird beobachtet, ohne dass man die genauen Ursachen dafür kennt oder den Ursachen im Detail nachgeht. Dabei liegen dem Geschehen sehr wohl Ursache-Wirkungs-Relationen zugrunde, denen auch nachgegangen werden kann. Allerdings sind die Ursachen vielfältig und entziehen sich häufig einer näheren Analyse, sodass mit Erwartungswerten und Schwankungsbreiten gearbeitet wird, die geeignet sind, das komplexe Geschehen summarisch zu erfassen.

Ferner kann Zufälligkeit aus der **Komplexität von Einflussgrößen und Wirkungsmechanismen** resultieren, die sich einer genauen Modellierung entziehen. Sehr häufig kann man diese Art der Zufälligkeit reduzieren, indem man weitere Erklärungsvariablen und funktionale Zusammenhänge in sein Erklärungsmodell aufnimmt. Unter Umständen kommt man aber auch hier an die Grenze der Erklärbarkeit, weil die Ereignisse in einem hohen Maße sensitiv gegenüber Anfangs- und Randbedingungen sind, wie das z.B. bei komplexen dynamischen Systemen der Fall ist. In diesem Kontext wird häufig der Begriff des „Schmetterlingseffekts“ verwendet, der den Umstand bezeichnet, dass das Wetter so sensitiv gegenüber einer Änderung der Anfangsbedingungen ist, dass ein Flügelschlag eines Schmetterlings reicht, um eine völlig andere Wettersituation zu bewirken. Es handelt sich dabei im Unterschied zur ersten Variante um ein Systemverhalten, das nicht indeterministisch sein muss, aber aufgrund seiner nichtlinearen Dynamik im Großen und Ganzen nicht mehr vorhersehbar ist. Ereignisse entwickeln sich in dem Kontext nicht stetig, sodass eine kleine Änderung der Anfangsbedingungen zu einer kleinen Änderung im Ergebnis führt, sondern eben hochgradig nicht-linear, sodass kleinste Änderungen in den Anfangsbedingungen zu völlig anderen

Endresultaten führen. Im Kontext des unter dem ersten Punkt erwähnten irreduziblen Zufalls auf der mikroskopischen Ebene ist hier u.U. ein Raum für den echten makroskopischen Zufall eröffnet. Kleinste Zufälle auf der quantenmechanischen Ebene könnten sich so zu makroskopisch beobachtbaren Zufallsereignissen hochschaukeln.

Zuletzt kann der Zufallsbegriff auf Situationen angewandt werden, die aus dem zeitlichen und/oder räumlichen **Zusammentreffen von an sich deterministischen Ursache-Wirkungs-Ketten** resultieren, z.B. der klassische Fall des herabfallenden Dachziegels, der den Mann auf den Kopf trifft, der sich frühmorgens auf den Weg in die Arbeit begibt. Ein kausaler Zusammenhang besteht nicht, doch von Indeterminismus kann hier auch keine Rede sein. In diesem Fall geht es eher um den zeitlich und räumlich beschränkten Rahmen, der der Analyse des Ereignisraumes zugrunde gelegt wird. Dennoch ist der Fall von eminenter Bedeutung, denn das Zusammentreffen von Ursache-Wirkungs-Ketten kann selbst von erheblicher Bedeutung für den weiteren Verlauf der beiden Ursache-Wirkungs-Ketten sein. Unter Laborbedingungen kann man derartige Koinzidenzen relativ gut ausschalten, unter realen Umweltbedingungen ist das aber keineswegs der Fall und sehr häufig sind epiphänomenologische Zufälle der Wendepunkt zu einer völlig neuen und andersartigen Entwicklung. Das Zusammentreffen von Ereignissen führt zu Entwicklungen, die aus der Analyse der einzelnen Ursache-Wirkungs-Ketten nicht vorhersehbar waren.

Aufgrund ihrer wissenschaftlichen und praktischen Bedeutung für die Erklärung von Komplexität und Dynamik wollen wir auf einige Aspekte der Systemtheorie und insbesondere der komplexen Systeme eingehen. Die Systemtheorie versteht sich als eine interdisziplinäre Wissenschaft, die den Anspruch erhebt, die Natur- und Sozialwissenschaften in einem methodologischen Rahmen zu vereinen. Ein System ist dabei eine von der Umwelt abgegrenzte, aber nicht isolierte Gesamtheit von Komponenten, die untereinander in einer bestimmten Relation bzw. in einer funktionalen Vernetzung stehen und miteinander interagieren.⁵ Komplexe – z.B. dynamische oder adaptive – Systeme lassen sich nicht vollständig aus den Eigenschaften und dem Verhalten ihrer Komponenten erklären. Sie weisen unter anderem die folgenden Charakteristiken auf:

- **Autopoiesis oder Selbstorganisation:** Diese Eigenschaft bezeichnet die Fähigkeit eines Systems, sich laufend selbst herzustellen und zu erzeugen. Durch diese Eigenschaft sind lebende Systeme „selbstreferenziell geschlossen“ und von der Umwelt „losgelöst“. Die Selbstähnlichkeit, also die Eigenschaft eines Systems, auf verschiedenen Betrachtungsebenen ähnliche Strukturen aufzuweisen, spielt dabei häufig eine wesentliche Rolle.
- Diese Art der **Abgeschlossenheit**, die zu einer Art der Autonomie gegenüber der Umwelt führt, bedingt einen offenen, materiellen und energetischen Austausch mit der Umwelt. Autopoietische Systeme können nicht als geschlossenen

Systeme existieren, sondern müssen energetisch und materiell immer offen sein, um über die nötigen Mittel der Selbstreproduktion und Selbstorganisation zu verfügen.

- **Komplexität und Dynamik:** Grundsätzlich resultiert die Komplexität aus einer sehr hohen Vielfalt von Systemzuständen, deren zeitliche Entwicklung sich aus vielfältigen Interrelationen und Interaktionen von Systemelementen ergibt. Die dynamische Komplexität im Sinne einer komplexen zeitlichen Entwicklung der Systemzustände ist dabei die Folge von Rückkoppelungen, Verzögerungen, Akkumulationen und Nichtlinearitäten. Das Systemverhalten kann bei geringer Änderung der Eingangsparameter zu einem völlig abweichenden Ergebnis führen. In diesem Sinne ist das Verhalten dieser Systeme zwar deterministisch, aber praktisch nicht vorhersagbar.
- **Vergangenheitsabhängigkeit:** Die Entwicklung der Systemzustände ist pfadabhängig, d.h. von der konkreten Systemgeschichte beeinflusst. Das Systemverhalten lässt sich nicht in einer einfachen Weise aus den Umweltbedingungen ableiten, vielmehr müssen die vergangenen Systemzustände miteinbezogen werden.
- **Emergenz:** Dabei handelt es sich um Eigenschaften eines Systems, die aufgrund des Zusammenwirkens der Systemkomponenten entstehen und sich nicht aus den Eigenschaften der Komponenten ableiten lassen bzw. sich nicht auf diese reduzieren lassen.
- **Interventionsresistenz** ist eine Folge der Eigenschaften von komplexen, dynamischen (lebenden) Systemen. Geradlinige Interventionen, die nicht Bezug auf die Komplexität des Systems nehmen, sind oft nicht wirksam bzw. kontraproduktiv.

Durch ihre Abgeschlossenheit sind komplexe Systeme immer nur in der Lage, innere Unterschiede zu prozessieren. Ein direkter Zugang zur Umwelt bleibt dem System versperrt, es kann nur in sich agieren. Die Fähigkeit zur Interaktion oder Reaktion ergibt sich dadurch, dass externe Differenzen oder Unterschiede gleichsam in das System übertragen und dann weiterverarbeitet werden. Je komplexer ein System ist, umso eher wird es in der Lage sein, die Herausforderungen einer in der Regel noch komplexeren Umgebung zu meistern, da es nur so auf die Vielfalt von äußeren Systemzuständen reagieren kann.

Die Vielfalt systemtheoretischer Ansätze ist in den modernen Wissenschaften geradezu unüberschaubar. Der interessierte Leser kann *Luhmann*, *Prigogine*, *Eigen*, *Santa Fe Gruppe* u.v.m. konsultieren. Für unsere Zwecke wird das Grundverständnis ausreichend sein, dass lebende u.a. soziale Systeme die oben genannten Besonderheiten aufweisen. Bei der Gestaltung von Risikosteuerungsmodellen für soziale und wirtschaftliche Teilsysteme, z.B. Unternehmen, sollten diese Umstände auf zweifache Art und Weise Berücksichtigung finden, einerseits in der Modellierung und dem Verständnis der betrachteten Systeme sowie der daraus