



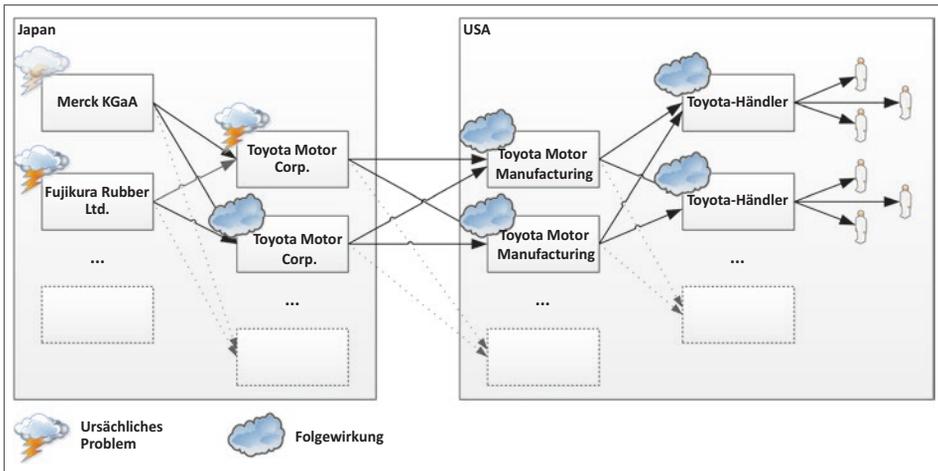
„Risiken? Et hätt noch emmer joot jejang!“ (Frei übersetzt: Wir wissen, es ist Murks, aber es wird schon gut gehen.)

## 7.1 Lessons learned: Erdbeben legt komplette Wertschöpfungskette lahm

Viele Unternehmen haben uns in den vergangenen Jahren Beispiele für ein nicht adäquates und damit wenig effektives Risiko-Management in der Logistik geliefert. So war Toyota über viele Jahre der „Musterknabe“ für ein exzellentes Logistik-Risikomanagement und Supply Chain Management. Nach dem großen Tōhoku-Erdbeben im Jahre 2011 benötigte Toyota jedoch sechs Monate, um die Produktion wieder auf das ursprüngliche Niveau zu bringen. Dies war nur durch einen enormen Aufwand möglich.

Im Folgenden wird anhand von Beispielen beschrieben, welche Auswirkungen das Erdbeben und der Tsunami auf die Supply Chain der Toyota Motor Corporation hatten. Dazu betrachten wir zunächst die Supply Chain von Toyota, die in Abb. 7.1 in stilisierter Form zusammengefasst ist.

Im Jahr vor dem Erdbeben produzierte Toyota Motor Corporation rund 60 Prozent der gesamten Produktionsmenge in Japan, wobei rund 25 Prozent der Absatzmenge auf den japanischen Markt entfielen.<sup>1</sup> Durch die Naturkatastrophe waren unter anderem vier Werke von Toyota in Japan direkt betroffen, in denen entweder Fahrzeuge oder Fahrzeugteile produziert wurden.



**Abb. 7.1** Stilisierte Supply Chain der Toyota Motor Corporation. (Quelle: Huth und Romeike 2016, S. 23)

<sup>1</sup>Vgl. Team (2011). Die nachfolgenden Ausführungen basieren auf Huth und Romeike (2016, S. 22 ff.).

Die Schäden in den eigenen Werken konnten relativ schnell behoben werden. Und bereits am 4. April 2011 lief in zwei Werken, in denen drei verschiedene Modelle mit Hybridantrieb gefertigt wurden, die Produktion wieder an. Dagegen waren rund zwei Drittel von Toyotas Zulieferbetrieben im Nordwesten Japans noch nicht in der Lage zu produzieren.<sup>2</sup>

Einer der Lieferanten in der Supply Chain von Toyota, der durch das Erdbeben und den Tsunami besonders stark betroffen war, war Fujikura Rubber Ltd., ein Produzent industrieller Gummiprodukte. Fujikura Rubbers Odeka-Werk lag in der Evakuierungszone rund um das Atomkraftwerk in Fukushima. Es war daher nicht möglich, die Produktion in diesem Werk wieder anlaufen zu lassen. Um die Lieferfähigkeit von Fujikura Rubber wiederherzustellen, wurde die Entscheidung getroffen, dass die zur Toyota-Gruppe gehörende Denso Corp., einer der weltweit größten Teilelieferanten in der Automobilbranche, Teile eines eigenen Werks für ein Jahr Fujikura Rubber für deren Produktion zur Verfügung stellen würde.<sup>3</sup> Gut zwei Monate nach dem Erdbeben und dem Tsunami nahm Fujikura Rubber die Produktionsprozesse in diesem Werk auf.<sup>4</sup>

Die Probleme für die Produktionsfähigkeit der japanischen Automobilindustrie wurden dadurch verstärkt, dass häufig ein „Single Sourcing“ betrieben wird: Einzelne Rohmaterialien, Teile, Komponenten oder Baugruppen werden nur von einem einzigen Lieferanten bezogen. Bei einigen Produkten, die von Lieferanten bezogen werden, ist ein Single-Sourcing-Ansatz jedoch der einzig gangbare Weg: So gab einen Monat nach der Katastrophe knapp die Hälfte der Prozessindustrie an, keine alternativen Lieferanten nutzen zu können.<sup>5</sup> Diese Einschränkung lag unter anderem auch daran, dass viele der High-end-Komponenten oder -Technologien sowie die entsprechenden Herstellprozesse von japanischen Unternehmen patentiert sind; eine Verlagerung auf andere Zulieferer ist damit nicht oder nur sehr aufwendig möglich.

So verwies Toyotas damaliger Executive Vice President Takeshi Uchiyamada auf das Beispiel Renesas Electronics (vgl. Abb. 7.2). Renesas Electronics ist einer der führenden Hersteller von Mikrocontroller-Prozessoren für die Automobil-Elektronik; das Unternehmen basiert auf einem Zusammenschluss der ausgegliederten Halbleiterbereiche von Hitachi, Mitsubishi Electric und NEC. Wie bei vielen anderen Komponenten und Baugruppen setzte Toyota auch bei den Halbleitern auf ein „Single Sourcing“. Durch dreifache Katastrophe aus Erdbeben, Tsunami und Kernreaktorschaden ergaben sich massive Konsequenzen für Renesas Electronics, so dass in dessen Werk in Hitachinaka für eine Zeitdauer von rund sechs Monaten nicht produziert werden konnte. Uchiyamada machte deutlich: „But in the

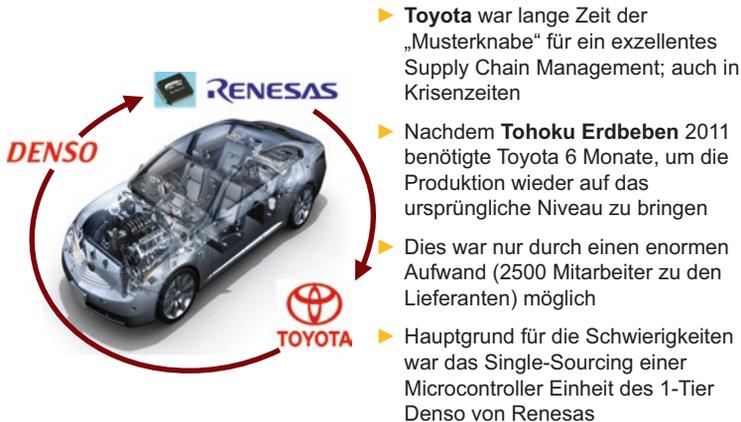
---

<sup>2</sup>Vgl. Team (2011).

<sup>3</sup>Vgl. Treece (2011).

<sup>4</sup>Vgl. Denso Corp. (2011).

<sup>5</sup>Vgl. van der Putten (2012, S. 13).



**Abb. 7.2** Single-Sourcing von Renesas. (Quelle: Huth und Romeike 2016, S. 24)

end, our biggest problem was electronics.“<sup>6</sup> Die Schwierigkeiten, die sich bei einem Ausfall eines Single-Sourcing-Lieferanten ergeben, sind auch dann von großem Einfluss, wenn der Single-Sourcing-Ansatz auf einer niedrigeren Zulieferstufen erfolgt, dem eigentlichen Hersteller aber nicht bekannt ist. In diesem Kontext wird ein Toyota-Manager hierbei mit der folgenden Aussage zitiert: „We thought our supply chain was pyramid shaped, but it turned out to be barrel-shaped.“<sup>7</sup>

Dass ein derartiges Szenario bei Lieferproblemen des Lieferanten nahezu unweigerlich zu Konsequenzen beim Abnehmer führt, zeigt das Beispiel der Merck KGaA. Merck stellt unter anderem mit Xirallic ein Farbpigment her, das besondere Glitzereffekte und hohe Farbstärken verspricht. Das damals einzige Werk für Xirallic stand in Onahama und damit im Erdbebengebiet. Auch wurden nur dort Sicherheitsbestände an Xirallic vorgehalten.<sup>8</sup> Aufgrund der Konsequenzen der Naturkatastrophe konnte an dem Standort zwei Monate lang nicht produziert werden.<sup>9</sup> Für die Automobilhersteller, unter anderem Toyota in Japan, hatte das gravierende Konsequenzen: Eine Vielzahl von Metallic-Lackierungen konnte nicht mehr gemischt werden; bestimmte Lacke standen daher für eine Weile nicht mehr zur Verfügung, ohne dass die Automobilhersteller auf andere Lieferanten hätten ausweichen können.<sup>10</sup> Fahrzeughersteller konnten damit bestimmte Farbvarianten nicht anbieten.<sup>11</sup> Parallel zu den Aufräum- und Reparaturarbeiten im japanischen Werk, die die Wiederaufnahme der Produktion Anfang Mai 2011 ermöglichten, plante Merck, die Ver-

<sup>6</sup>Vgl. Schreffler (2012).

<sup>7</sup>O.V. (2012).

<sup>8</sup>Vgl. Greimel (2012).

<sup>9</sup>Vgl. Schreffler (2012).

<sup>10</sup>Vgl. Brückner (2011).

<sup>11</sup>Vgl. Canis (2011, S. 7–8).

sorgungssicherheit dadurch zu erhöhen, dass ein zweiter Standort für die Produktion von Xirallic bis Ende 2011 in Deutschland errichtet werden sollte.<sup>12</sup>

Mit Single Sourcing lassen sich einige relevante Vorteile erzielen:<sup>13</sup> So lassen sich mit einer Single-Sourcing-Strategie vor allem günstigere Einkaufspreise aufgrund der Abnahme größerer Mengen realisieren. Eine Dual-Sourcing- oder Multiple-Sourcing-Strategie führt in der Regel zu höheren Einkaufspreisen. Außerdem kann eine Single-Sourcing-Strategie mit einem reduzierten Verhandlungs-, Kommunikations- und Logistikaufwand verbunden sein, wenn beispielsweise mit dem Single-Sourcing-Lieferanten Rahmenverträge geschlossen werden. Die Transaktionskosten lassen sich damit reduzieren. „Weiche“ Faktoren, die sich aus einem Single Sourcing ergeben, sind eine einfachere Kommunikation, aber auch eine verbesserte Möglichkeit, gemeinsam neue Produkte und/oder Dienstleistungen zu entwickeln. Auch aus Sicht des Risiko-Managements kann eine Single-Sourcing-Strategie ein sinnvoller Weg sein, da Single-Sourcing-Kunden (mit einem entsprechenden Volumen) bei Lieferengpässen, Qualitätsproblemen, eiligen Aufträgen oder Sonderwünschen bevorzugt behandelt werden. Das „Commitment“ des Lieferanten wird bei einem Single Sourcing tendenziell höher sein.

Gleichzeitig steigen die logistischen Risiken durch Single Sourcing: Bei einer Störung in dieser Versorgungskette sind keine kurzfristigen Alternativen einsetzbar, so dass eine Out-of-Stock-Situation droht. Toyota setzte bei vielen Teilen, Komponenten oder Baugruppen auf einen Single-Sourcing-Ansatz und versuchte, weitere Skaleneffekte dadurch zu realisieren, derartige Beziehungen über die gesamte Breite des Produktsortiments in unterschiedlichen Märkten zu etablieren.<sup>14</sup> Allerdings wurden bereits vor dem Tōhoku-Erdbeben Risiken dieses Ansatzes sichtbar: „In the aftermath of Toyota’s crisis, the industry is now asking itself whether sole-sourcing has gone too far. It may be safer not to have all your eggs in one basket, but to have maybe three suppliers for major components who can benchmark each other“.<sup>15</sup> Die Risiken sind Toyota allerdings auch bewusst: So geht der Jahresbericht 2011 nicht nur auf die Single-Sourcing-Beziehungen von Toyota ein, sondern auch auf Konstellationen, bei denen Toyota Lieferanten einbindet, die wiederum bestimmte Materialien oder Teile von Single-Sourcing-Lieferanten beziehen.

Durch die Produktionseinschränkungen bei den Lieferanten ergaben sich Versorgungsprobleme vor allem für die Toyota-Standorte in Japan, die zu Produktionsdrosselungen führten. Die Probleme für die japanische Industrie wurden nicht geringer, als im Mai 2011 die japanische Regierung ein weiteres Atomkraftwerk aufgrund Sicherheitsbedenken bei einem möglichen weiteren Erdbeben außer Betrieb setzen ließ. Dieses Atomkraftwerk versorgte unter anderem die Hälfte der 18 japanischen Werke von Toyota mit Energie. Für Sommer 2011 rechnete man daher mit einer Verknappung der Energiekapazität von rund 25 Prozent im Vergleich zum bisherigen Energieangebot.<sup>16</sup>

---

<sup>12</sup>Vgl. Merck (2011).

<sup>13</sup>Vgl. die Übersicht über Stärken und Schwächen bei Huth (2012).

<sup>14</sup>Vgl. Huth und Romeike (2016, S. 24 ff.).

<sup>15</sup>O.V. (2010).

<sup>16</sup>Vgl. Canis (2011, S. 9).

Durch die Stillstände in den japanischen Werken von Toyota oder ihren Zulieferbetrieben ergaben sich daneben auch Probleme für Toyota-Werke in anderen Ländern, deren Produktion und Montage auf Lieferungen aus Japan angewiesen waren.<sup>17</sup> So fehlten in Toyotas US-amerikanischen Betriebsstätten für mehrere Wochen lang rund 150 verschiedene Teile, so dass die verfügbare Produktionskapazität nur zu 30 Prozent ausgelastet wurde.<sup>18</sup>

Auch in der Auslieferung von Fahrzeugen, die in Japan produziert wurden, an Händler in den USA gab es massive Rückgänge. So mussten die Lieferungen für die erste Mai-Hälfte vollständig gestrichen werden; für die zweite Maihälfte wurde für die Region der Bundesstaaten Michigan, Ohio, Kentucky und Tennessee eine Auslieferungsmenge in Höhe von 400 bis 600 Fahrzeugen erwartet – anstelle der üblichen 2000 bis 3000 Einheiten.<sup>19</sup>

Tatsächlich war Nordamerika die Region, in der Toyota nach der Dreifachkatastrophe des Jahres 2011 in Japan die größten Versorgungs-, Produktions- und Auslieferprobleme realisieren musste. Den finanziellen Schaden in Bezug auf das operative Jahresergebnis bezifferte Toyota mit einem Betrag in Höhe von 880 Mio. US-Dollar.<sup>20</sup>

Aus dem skizzierten Beispiel einer massiven Störung der Supply Chain – verursacht durch ein exogenes Ereignis – lassen sich die folgenden Schlussfolgerungen ziehen:

- Die Auswirkungen von exogenen Ursachen – beispielsweise Naturkatastrophen – können auch für betriebliche und technische Systeme und damit für globale Supply Chains gravierend sein und ein Unternehmen an die Grenzen der Risikotragfähigkeit bringen. Es handelt sich dabei in der Regel um Risiken, die eine sehr geringe Eintrittswahrscheinlichkeit aufweisen. Derartige „Low probability/high consequence risk“ (bzw. „Low probability/high severity risk“) dürfen daher trotz der oftmals außerordentlich geringen Eintrittswahrscheinlichkeit keinesfalls außer Acht gelassen werden.<sup>21</sup> Ansonsten besteht die Gefahr, dass derartige Risiken die Existenz des Unternehmens bedrohen können. Die in der Praxis nicht selten anzutreffende Methodik der Multiplikation von Eintrittswahrscheinlichkeiten und Schadensausmaß führt daher zu einem völlig falschen Bild.
- Die Komplexität von Supply Chains vermindert aufgrund der Stufigkeit und der großen Anzahl involvierter Akteure deren Transparenz (oder besser: Visibility). Risiken lassen sich daher auch im Vorfeld oftmals nur schwer identifizieren. Für Unternehmen stellt sich daher die Anforderung, die „Visibility“ herzustellen bzw. zu erhöhen. Dies gilt nicht nur für die unmittelbaren Partner in einer Supply Chain, sprich: die direkten Kunden und Lieferanten.

---

<sup>17</sup>Vgl. Nanto et al. (2011, S. 12).

<sup>18</sup>Vgl. Canis (2011, S. 11).

<sup>19</sup>Vgl. Stein (2011).

<sup>20</sup>Vgl. Schweinsberg (2012).

<sup>21</sup>Dieses „Wegmultiplizieren“ von Risiken basiert darauf, dass Risiken häufig mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit und einem (fixen) Schadensausmaß bewertet werden (siehe Binomialverteilung), um anschließend aus der Multiplikation von Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmaß einen Erwartungswert zu ermitteln. Supply-Chain-Risiken sind eben gerade dadurch gekennzeichnet, dass unterschiedliche Schadensszenarien möglich sind. Diese Bandbreite an Szenarien sollte durch eine geeignete Verteilungsfunktion (bspw. Pert-, Dreiecks-, Pareto- oder Log-Normalverteilung) beschrieben werden. Vgl. hierzu vertiefend: Gleißner und Romeike (2011, S. 21 ff.).

Am Beispiel Toyotas wird deutlich, dass Risiken auch auf vorgelagerten Stufen schlummern – daher muss die Transparenz für alle Stufen der Supply Chain sichergestellt sein.

- Auch globale Produktionsnetzwerke sind vor den Auswirkungen von Katastrophen nicht gefeit. Risiken in lieferantenseitigen Stufen können Auswirkungen auf marktnähere Stufen haben, selbst wenn sich diese Stufen auf anderen Kontinenten befinden. Risiken beachten keine politischen oder geografischen Grenzen. Risiken können allerdings regional sehr unterschiedlich ausgeprägt sein: So ist die Gefahr eines Erdbebens in Japan deutlich höher als bspw. in Mitteleuropa.
- Single-Sourcing weist eine Vielzahl von betriebswirtschaftlichen und organisatorischen Vorteilen auf. Auf der anderen Seite steigt die Anfälligkeit einer Lieferkette für Versorgungsprobleme jedoch an. Zwar ist die Wahrscheinlichkeit eines unerwünschten Ereignisses geringer als bei einem Multiple-Sourcing-Ansatz, aber der potenzielle Schaden eines solchen Ereignisses wird deutlich höher sein.<sup>22</sup> In Verbindung mit einer niedrigen „Visibility“ können Risiken aufgrund von Single-Sourcing auch in der vorgelagerten Supply Chain (das heißt bei eigenen Lieferanten oder deren Zulieferunternehmen) auftreten.
- Die Bündelung von Lagerbeständen an einem einzigen Standort kann dann problematisch werden, wenn dieser singuläre Lagerstandort nicht lieferfähig ist. Auch hier ist der betriebswirtschaftlich oftmals sinnvolle Ansatz, auf der einen Seite Bestände durch Zentralisierung zu reduzieren und auf der anderen Seite durch eine Bündelung Skaleneffekte zu erzielen, unter Risikoaspekten mit Ausfallgefahren behaftet. Eine Risikostreuung kann durch weitere, geografisch verteilte Lagerstandorte erzielt werden.
- Schlanke Supply Chains, bei denen Verschwendung (beispielsweise aufgrund von Lagerbeständen) so weit wie möglich vermieden wird und in denen Abnehmer „just in time“ versorgt werden, sind ebenfalls anfälliger für Out-of-Stock-Situationen. Es ist daher abzuwägen zwischen den eingesparten Kosten und den möglichen Folgekosten, wenn Risiken realisiert werden. Pufferbestände können, insbesondere bei Risiken mit höherer Eintrittswahrscheinlichkeit, das aggregierte Gesamtrisiko stark reduzieren.
- Eine Supply Chain kann nur als System betrachtet werden und muss daher auch als komplexes Ursache-Wirkungs-Geflecht aus der Perspektive des Risiko-Managements analysiert werden. Beim Ausfall eines Akteurs kann die gesamte Kette ins Stocken geraten. Nach einer derartigen Katastrophe können kooperative Ansätze wie die temporäre Überlassung von Betriebsmitteln helfen, die Produktionsfähigkeit der Supply-Chain-Partner und damit die Lieferfähigkeit der gesamten Kette schnell wiederherzustellen. Notfallpläne verkürzen die Reaktionszeit nach einer Katastrophe oder einem Großschadensereignis; es kann daher durchaus sinnvoll sein, für bestimmte Risiken proaktiv Notfallpläne zu entwickeln.

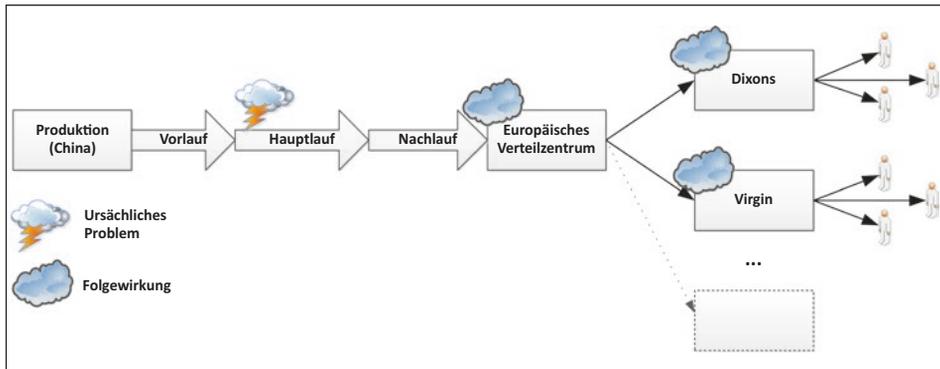
---

## 7.2 Blockierter Suez-Kanal stoppt logistische Kette

Der Markt für Unterhaltungselektronik (Consumer Electronics) ist ein hart umkämpfter Markt. Der Markt ist gekennzeichnet durch ein fragmentiertes Umfeld, in dem es keine Unternehmen gibt, die nachhaltig hohe Marktanteile erzielen können. Aus dieser Situation

---

<sup>22</sup>Vgl. Blome und Henke (2008).



**Abb. 7.3** Stilisierte Supply Chain der Sony Corporation. (Quelle: Huth und Romeike 2016, S. 28)

wird ein Großteil des Wettbewerbs über den Preis ausgemacht. Der Preisverfall – und damit auch die stetige Reduktion der Margen – ist in keinem Segment des Einzelhandels so drastisch wie im Bereich der Unterhaltungselektronik.<sup>23</sup> Damit muss für eine definierte Rendite ein deutlich höherer Umsatz erwirtschaftet werden.

Bei derartigen Anforderungen an die schnelle Verfügbarkeit von Produkten, insbesondere in der Vorweihnachtszeit, kann die Störung der logistischen Kette erhebliche monetäre und nicht-monetäre Auswirkungen nach sich ziehen. Und genau das passierte Anfang November 2011 (vgl. hierzu auch Abb. 7.3): Der 244 Meter lange Öltanker „Tropic“, der unter liberianische Flagge den Suez-Kanal in einer Gruppe von 19 Frachtschiffen Richtung Süden durchquerte, setzte nach Problemen mit der Ruderanlage bei Kilometer 73 des 194 Kilometer langen Wasserwegs auf Grund. Auch wenn einzelne Bereiche des Suez-Kanals bis zu 270 Meter breit sind und damit zwei Fahrinnen bieten, gibt es andere Passagen, in denen jeweils nur ein einzelnes Schiff passieren kann – und in einer solchen Passage havarierte die „Tropic“. Auch wenn erste Befürchtungen von einer länger andauernden Sperrung des Kanals ausgingen, konnte der Kanal nach wenigen Tagen wieder für die Schifffahrt geöffnet werden. Dennoch resultierte aus der Sperrung für die Betreibergesellschaft ein entgangener Umsatz von rund 7 Millionen US-Dollar pro Tag.<sup>24</sup>

Für den Frachtverkehr auf See hat der Suez-Kanal eine eminente Bedeutung: Rund 7,5 Prozent des weltweiten Seeverkehrs nutzt den Kanal, der die Fahrt um den afrikanischen Kontinent – und damit rund 8000 Seemeilen – erspart.<sup>25</sup>

Durch die Sperrung des Kanals aufgrund der Havarie waren sowohl die 39 Schiffe an der Weiterfahrt blockiert, die sich bereits zu beiden Seiten des Unglücksortes im Suezkanals befanden, als auch die 113 Frachter, die sich an den beiden Eingängen in Suez und Port Said befanden (vgl. Ibrahim 2004). Auch für die Reeder entstehen so erhebliche Mehrkosten: So sei laut einem Experten bei großen Containerschiffen ein Verlust in Höhe

<sup>23</sup> Vgl. Huth und Romeike (2016, S. 28).

<sup>24</sup> Vgl. Ibrahim (2004).

<sup>25</sup> Vgl. Kröger (2004).

von bis zu 100.000 US-Dollar pro Tag anzusetzen; dennoch lohne sich bei einer relativ kurzen Verzögerung der Umweg um das Kap der guten Hoffnung nicht.<sup>26</sup>

Eines der Frachtschiffe das durch die Sperrung des Suezkanals blockiert war, sollte eine große Menge der erst kurz zuvor im Markt eingeführten PlayStation 2 (PS2) der Sony Corporation von China nach Europa transportieren. In den Niederlanden befindet sich das primäre Distributionszentrum von Sony für Europa; von diesem Verteilzentrum werden jeden Monat mehr als 100.000 PlayStations in die einzelnen Märkte distribuiert.<sup>27</sup> Die meisten der Konsolen auf dem blockierten Frachtschiff waren für das Weihnachtsgeschäft in Großbritannien vorgesehen. In Großbritannien war zu der Zeit der Bedarf an PS2 größer als in anderen europäischen Ländern, da Sony zuvor die Nachfrage fälschlicherweise deutlich zu gering prognostiziert hatte.

Damit hatten sich in kurzer Zeit zwei Risiken realisiert: auf der einen Seite die falschen Planannahmen hinsichtlich Absatzmengen, auf der anderen Seite die Lieferverzögerung durch die Havarie im Suez-Kanal. Obwohl der Suez-Kanal nach wenigen Tagen wieder freigegeben war, dauerte der Abbau des „Staus“ in beide Richtungen doch deutlich länger: So teilte ein Sony-Sprecher mit, dass die Gesamtverzögerung rund zwei Wochen betragen hätte.<sup>28</sup> Die Kombination dieser beiden Probleme führte zu erheblichen Konsequenzen: Kurz nach dem Verkaufsstart im November wurden in Großbritannien wöchentlich rund 70.000 PS2 verkauft; aufgrund der falschen Prognosewerte und der Lieferverzögerung konnten dagegen in der ersten Dezemberwoche 2004 und damit im umsatzträchtigen Weihnachtsgeschäft nur rund 6000 Einheiten abgesetzt werden.<sup>29</sup> Die Kombinationseffekte der beiden realisierten Risiken führte damit zu einer um mehr als 90 Prozent reduzierten Absatzmenge im britischen Markt.

Um die Konsequenzen dieser Probleme abzumildern, entschied sich Sony kurzfristig, russische Transportflugzeuge des Typs Antonov AN-124 zu chartern, um durch einen direkten Transport von China nach Großbritannien möglichst rasch die dortige Nachfrage bedienen zu können.<sup>30</sup> Eine Maschine dieses Typs kann bis zu 120 Tonnen Fracht fassen; sie hat ein Fassungsvermögen von etwa 40.000 PS2. Mindestens zweimal pro Woche landete eine Maschine in Stansted bzw. Gatwick.<sup>31</sup> Insgesamt waren rund 100 Flüge geplant. Das entspricht einer Transportmenge von rund 4 Mio. PlayStations. Trotz dieses Aufwands sahen Analysten die Wachstumsmöglichkeiten für Sony als kritisch an. Auch die britischen Händler litten unter den Konsequenzen der „Suez-Krise“: So fiel der Aktienkurs des britischen Spielehändlers „Game“ zwischen Mitte November und Anfang Dezember um 12 Prozent; und Analysten prognostizierten einen um knapp 6 Prozent niedrigeren Gewinn vor Steuern.<sup>32</sup>

---

<sup>26</sup> Vgl. Kröger (2004).

<sup>27</sup> Vgl. Ferrari (2011).

<sup>28</sup> Vgl. Huth und Romeike (2016, S. 27 ff.).

<sup>29</sup> Vgl. Elliott und Theodoulou (2004).

<sup>30</sup> Vgl. Elliott und Theodoulou (2004).

<sup>31</sup> Vgl. Elliott und Theodoulou (2004).

<sup>32</sup> Vgl. Huth und Romeike (2016, S. 27 ff.).

Aus dem skizzierten Beispiel lassen sich die folgenden Schlussfolgerungen ziehen:

- Eine logistische Kette besteht aus einer Vielzahl von seriellen und/oder parallelen Prozessen. Damit bestehen Risiken für jeden einzelnen der logistischen Prozesse. Um diese Risiken innerhalb der logistischen Kette aufzudecken, ist eine prozessbezogene Risikoidentifikation sinnvoll. Dazu kann die vorhandene Prozessdokumentation als Grundlage verwendet werden.
- Logistische Risiken können „hausgemacht“ oder fremdverschuldet sein. Die Gefahr nicht-zutreffender Prognosewerte sind interne Risiken, die sich bspw. aufgrund fehlender Standards, nicht-geeigneter Methoden<sup>33</sup> oder einem fehlenden Vier-Augen-Prinzip bei der Kontrolle der Planwerte ergeben können. Die Havarie eines fremden Schiffes in einer Infrastruktur mit deutlich begrenzter Kapazität ist dagegen ein externes Risiko, das negative Auswirkungen auf das eigene Unternehmen aufweist. Die möglichen risikopolitischen Maßnahmen im Rahmen der Risikosteuerung müssen dies berücksichtigen.
- Auch wenn es unwahrscheinlich ist, dass zwei unabhängige Risiken mit jeweils geringer Eintrittswahrscheinlichkeit gemeinsam eintreten, so ist dies dennoch möglich. Derartige Risiken, die unabhängig voneinander sind und damit in keinem Ursache-Wirkungs-Zusammenhang stehen, können gleichzeitig realisiert werden. Im ungünstigsten Fall verstärken sie sich dann in erheblicher Weise.
- Präventive Notfallpläne ermöglichen, im Notfall (das heißt bei eingetretenen Risiken) schnell zu reagieren. Damit lassen sich Versorgungsgpässe bei überschaubaren Kosten vor allem schnell beheben. Ohne Notfallplan schnellen die Kosten für „Feuerwehreinsätze“ sehr schnell in die Höhe.

---

### 7.3 Besonderheiten logistischer Risiken

Um die Besonderheiten logistischer Risiken zu erkennen, ist es sinnvoll, sich mit den charakteristischen Eigenschaften der Logistik zu beschäftigen. Wir werden daher sowohl den Logistikkbegriff als auch den Begriff der Supply Chain inhaltlich abgrenzen. Weiterhin werden wir auf wichtige Trends eingehen und aufzeigen, welche Risiken dadurch induziert werden.<sup>34</sup>

Für den Logistikkbegriff lassen sich drei unterschiedliche Definitionsansätze unterscheiden: Es existieren flussorientierte, lebenszyklusorientierte und dienstleistungsorientierte Definitionen der Logistik.<sup>35</sup> In der wissenschaftlichen Debatte hat sich die flussorientierte Definition weitgehend durchgesetzt; wir gehen daher vertieft auf diesen Ansatz ein.

---

<sup>33</sup> Etwa einer Planung basierend auf einer Einpunktschätzung an stelle einer Bandbreitenplanung. Vgl. hierzu vertiefend: Romeike und Stallinger (2012).

<sup>34</sup> Die nachfolgenden Ausführungen basieren auf Huth und Romeike (2016, S. 30 ff.).

<sup>35</sup> Vgl. Pfohl (2010, S. 12–14).

► Danach gehören zur **Logistik** „alle Tätigkeiten, durch die die raumzeitliche Gütertransformation und die damit zusammenhängenden Transformationen hinsichtlich der Gütermengen und -sorten, der Güterhandhabungseigenschaften sowie der logistischen Determiniertheit der Güter geplant, gesteuert, realisiert oder kontrolliert werden. Durch das Zusammenwirken dieser Tätigkeiten soll ein Güterfluss in Gang gesetzt werden, der einen Lieferpunkt mit einem Empfangspunkt möglichst effizient verbindet.“<sup>36</sup>

Einzelne logistische Aktivitäten werden damit zu einer Kette verknüpft, die zu einem durchgängigen Waren- und Informationsfluss führt. Der Begriff der Aktivität deutet auf die Prozessorientierung der Logistik. So gestaltet die Logistik die notwendigen Prozesse, um Sachgüter, Personen, Informationen und Energie (kurz: Logistikobjekte) bedarfsgerecht zur Verfügung zu stellen.<sup>37</sup> Die Verknüpfung der Prozesse führt zu logistischen Prozessketten. Das beabsichtigte Ergebnis einer Prozesskette lässt sich durch die sieben „R“ der Logistik charakterisieren, nach denen das richtige Produkt in der richtigen Menge in der richtigen Qualität zur richtigen Zeit am richtigen Ort für den richtigen Kunden zu den „richtigen“ Kosten bereitgestellt wird (vgl. hierzu Abb. 7.4).<sup>38</sup>

Für das logistisch ausgerichtete Risiko-Management lassen sich aus dieser ersten Charakterisierung zwei Schlussfolgerungen ableiten:

7 R der Logistik	Beispiel	Risiko
Das richtige <i>Produkt</i>	Spielekonsole Alpha 3	Falsches Produkt
In der richtigen <i>Menge</i>	1.500 Stück	Abweichende Menge
In der richtigen <i>Qualität</i>	Getestet, ohne Fehler	Qualitätsmängel
Zur richtigen <i>Zeit</i>	14.12.2014, 14-16 Uhr	Zu späte (oder auch: verfrühte) Lieferung
Am richtigen <i>Ort</i>	Distributionszentrum West, Tor 24	Falsche Ablieferstelle
Beim richtigen <i>Kunden</i>	Sigma Elektronik GmbH	Falscher Kunde
Zu den richtigen <i>Kosten</i>	418.950 EUR	Höhere Kosten als geplant

**Abb. 7.4** Die sieben „R“ der Logistik. (Quelle: Huth und Romeike 2016, S. 28)

<sup>36</sup> Pfohl (2010, S. 12).

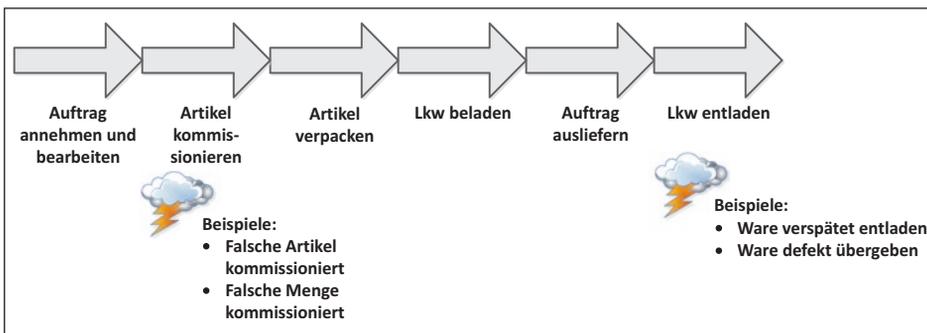
<sup>37</sup> Vgl. Isermann (1998, S. 34).

<sup>38</sup> Vgl. beispielsweise Gleißner und Femerling (2008, S. 4–5).

1. Risiken in der Logistik bestehen hinsichtlich der Zielerreichung von Logistikketten. Mit anderen Worten: Mögliche Abweichungen von den sieben „R“, das heißt vom beabsichtigten Ergebnis logistischer Prozesse, sind als Risiken anzusehen. Während bei betrieblichen Entscheidungen häufig auf das „klassische magische Dreieck“ hinsichtlich Kosten, Qualität und Zeit fokussiert wird, ergeben sich aufgrund der sieben „R“ weit aus mehr Dimensionen für Risiken. Für einen Versender ergeben sich damit zum Beispiel Risiken, Produkte an einen falschen Kunden auszuliefern. Innerhalb einer „Just-in-Time“-Lieferkette ergeben sich Risiken, Produkte nicht rechtzeitig (das heißt nicht zur richtigen Zeit) bereitzustellen.
2. Die Quelle für Risiken liegt in den zugrunde liegenden Logistikprozessen. Das bedeutet: Wenn Risiken hinsichtlich der sieben „R“ identifiziert und gehandhabt werden wollen, ist es notwendig, sich mit den logistischen Prozessen zu beschäftigen, die zur Leistungserfüllung beitragen.

Anhand eines einfachen Beispiels sollen die beiden Schlussfolgerungen verdeutlicht werden: Abb. 7.5 stellt eine simplifizierte, serielle Prozesskette dar, in der logistische Prozesse von der Auftragsannahme bis zur Auslieferung eines Auftrags beim Kunden aufgeführt sind. Für die Logistikkette als Ganzes und damit auch für den finalen Prozess der Entladung des Lkw beim Kunden gilt es, die sieben „R“ zu erfüllen. Risiken bestehen, diese Ziele nicht zu erfüllen, bspw. durch eine verspätete Auslieferung oder durch Lieferung beschädigter Ware.

Nicht nur jedoch die Logistikkette als Ganzes ist durch die Erfüllung der sieben „R“ gekennzeichnet. Jeder logistische Prozess hat einen geplanten Output, der zwar nicht zwangsläufig alle sieben „R“ umfasst, aber zumindest eine Teilmenge dieser Ziele beinhaltet. Beispielsweise sollen durch die Kommissionierung die richtigen Produkte in der richtigen Menge und richtigen Qualität am richtigen Packplatz bereitgestellt werden. Damit existieren auch innerhalb der logistischen Kette, das heißt für jeden einzelnen Prozess, Risiken: So besteht beispielsweise das Risiko, die falschen Produkte zu kommissionieren.



**Abb. 7.5** Beispiel einer logistischen Prozesskette. (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Huth 2012, S. 16; vgl. Huth und Romeike 2016, S. 28)

Indem neben den unterschiedlichen Aktivitäten und Flüssen auch die beteiligten Akteure genannt werden, definiert Schulte Logistik als die „markorientierte, integrierte Planung, Gestaltung, Abwicklung und Kontrolle des gesamten Material- und dazugehörigen Informationsflusses zwischen einem Unternehmen und seinen Lieferanten, innerhalb eines Unternehmens sowie zwischen einem Unternehmen und seinen Kunden.“<sup>39</sup> Damit wird ein weiteres Charakteristikum der Logistik deutlich: die Beziehung eines Unternehmens zu anderen Unternehmen, die in der Wertschöpfungskette vor- oder nachgelagert sind. Dabei sollten jedoch nicht nur Kunden und Lieferanten betrachtet werden, sondern auch Dienstleister (in der Regel Logistikdienstleister), die aufgrund zunehmender Fremdvergabe wesentliche Logistikprozesse übernehmen.

In diesem Zusammenhang erweitern wir unseren Betrachtungshorizont, indem wir nicht nur auf (direkte) Kunden und Lieferanten fokussieren, sondern auf die gesamte Wertschöpfungskette, die sehr häufig mit dem englischsprachigen Begriff der „Supply Chain“<sup>40</sup> beschrieben wird. Dabei wird eine Supply Chain im weiteren Sinne aus all denjenigen Unternehmen gebildet, die daran beteiligt sind, einen Kundenwunsch zu erfüllen.<sup>41</sup> Auch wenn diese Charakterisierung sehr allgemein ist und in der betrieblichen Praxis kaum realistisch ist, zeigt sie doch einen wesentlichen Aspekt, der für die Logistik relevant ist: Bei der Betrachtung der Beziehungen sind nicht nur die direkten Lieferanten und Kunden zu betrachten, sondern auch die indirekten Zulieferer und Abnehmer. Diese Relevanz wurde durch den Fall von Toyota (siehe einführendes Beispiel in diesem Kapitel) verdeutlicht: Toyota war vor dem Erdbeben nicht bewusst, welche logistischen Risiken, insbesondere durch Single Sourcing, auf der dritten, vierten oder gar fünften Lieferantenebene schlummerten. Indem der Betrachtungshorizont auf eine ganze Supply Chain ausgeweitet wird, lassen sich auch Risiken identifizieren und handhaben, die in der vorgelegerten Wertschöpfungskette weit vor- oder nachgelagert sind.

Mit der Betrachtung von Supply Chains verbunden ist eine weitere wesentliche Eigenschaft der Logistik – das Systemdenken.<sup>42</sup> Als System lässt sich eine Menge von Elementen verstehen, die mit einander in Beziehung stehen. Einzelne Systemelemente können dabei nicht isoliert verändert werden; vielmehr haben diese Anpassungen aufgrund der oftmals vielfältigen Beziehungen zu anderen Elementen ebenfalls Auswirkungen auf diese Elemente. So hat die Anpassung der Produktionsnetzwerke von Mazda, Honda und Nissan, die zu einem stärkeren Engagement in Mexiko führte, unweigerlich Auswirkungen

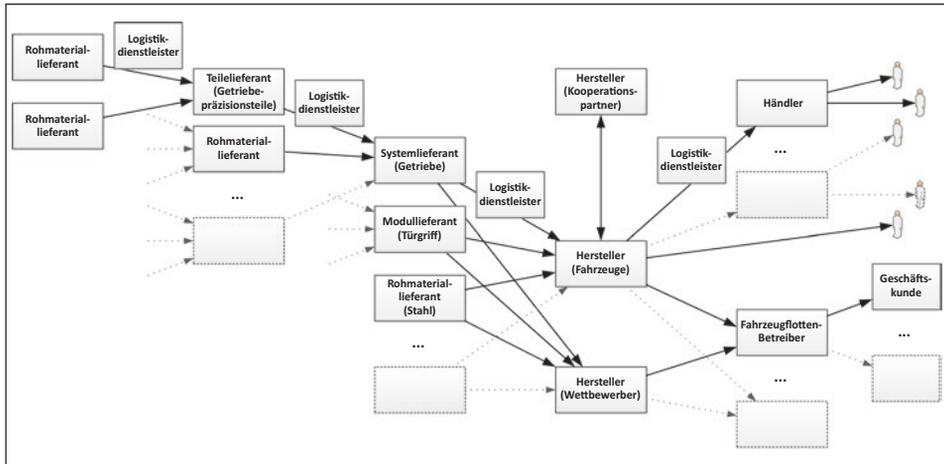
---

<sup>39</sup> Schulte (2012).

<sup>40</sup> In einer allgemein akzeptierten Definition bezeichnet Christopher (1998) eine Lieferkette als das Netzwerk von Organisationen, die über vor- und nachgelagerte Verbindungen an den verschiedenen Prozessen und Tätigkeiten der Wertschöpfung in Form von Produkten und Dienstleistungen für den Endkunden beteiligt sind. Die Lieferkette berücksichtigt somit ein Unternehmen, dessen Zulieferer, die Zulieferer der Zulieferer usw. sowie dessen Kunden, die Kunden der Kunden usw. Vgl. Christopher (1998, S. 15).

<sup>41</sup> Vgl. Chopra und Meindl (2013).

<sup>42</sup> Vgl. Grant et al. (2006, S. 6).



**Abb. 7.6** Beispiel einer stilisierten Supply Chain. (Quelle: Huth und Romeike 2016, S. 34)

auf ihre direkten Zulieferer. Für die Zulieferer können sich dadurch andere Bedarfsmengen, vor allem aber veränderte Destinationen der Bedarfe ergeben; dies wiederum hat Auswirkungen auf Transportentfernungen, Transportwege, Transportkosten sowie Lieferzeiten und Sicherheitsbestände.

Abb. 7.6 zeigt das Beispiel einer stilisierten Supply Chain. Trotz der starken Vereinfachung wird ein Aspekt deutlich: Supply Chains und damit logistische Lieferketten sind in ihrer Struktur komplex. Auch wenn Unternehmen versuchen, die Komplexität durch unterschiedliche Maßnahmen zu reduzieren, sind Supply Chains doch Gebilde, bei denen allein die Anzahl der beteiligten Akteure immens ist. Die Unterbrechungen der Supply Chain in der Folge der Covid-19-Pandemie haben vielen Unternehmen vor Augen geführt, wie wichtig es ist, die Komplexität der Lieferketten transparent zu machen und sich über Notfallpläne adäquat vorzubereiten. Die Pandemie hat nicht nur gezeigt, dass die Mehrzahl der Staaten (eine rühmliche Ausnahme waren vor allem Singapur, Taiwan, Südkorea, die aus Erfahrungen gelernt hatten und ein präventives Notfallmanagement aufgebaut hatten) über kein adäquates antizipierendes und präventives Krisenmanagement bzw. Risiko-Management verfügten, sondern auch viele Unternehmen Mängel beim „Business Continuity Management“ und bei der Lieferkettentransparenz aufwiesen.

Neben der Komplexität, die aus der Struktur, der Breite und Tiefe sowie den Beziehungen einer Supply Chain resultiert, ergibt sich eine weitere Facette der Komplexität aus dem Produktprogramm sowie den eigentlichen Produkten – und damit aus den Logistikobjekten, die durch eine Supply Chain fließen. So stieg bei fast allen Automobilherstellern in den vergangenen Jahren das Produkt- und Marktspektrum der Modelle und damit die Komplexität deutlich. Ein Personenkraftwagen besteht beispielsweise aus vielen Tausend Teilen: Pro Fahrzeug werden zwischen 3000 und 6000 Materialpositionen verbaut.<sup>43</sup> Andere Schätzungen gehen von bis zu 10.000 Einzelteilen aus.

<sup>43</sup>Vgl. Klug (2010, S. 41).

Bei einer Fertigungstiefe, die 1980 noch bei deutlich über 35 Prozent lag und kontinuierlich auf einen Wert von knapp oberhalb 20 Prozent abgesunken ist, bedeutet dies eine ständig steigende Verlagerung von wertschöpfenden Tätigkeiten auf die Lieferantenstufen innerhalb einer Supply Chain. Ein OEM (Original Equipment Manufacturer, übersetzt: Originalausrüstungshersteller) in der Automobilindustrie kennt in der Regel nicht alle an der Supply Chain beteiligten Unternehmen – vor allem nicht diejenigen am Anfang der Supply Chain, also die kleinen Zulieferbetriebe. Die Transparenz der Supply Chain – oder besser: die „Visibility“ – ist somit oftmals nicht oder nur in geringem Maße gegeben. Nach der Dreifachkatastrophe im Jahr 2011 in Japan wurde dieses Thema auch für Toyota relevant. So hat sich zwar an der Supply Chain von Toyota strukturell wenig geändert; allerdings hat Toyota eine deutlich stärkere Kontrolle über die gesamte Supply Chain gewonnen und damit auch die Transparenz der Supply Chain bis zu den Third-Tier- und Fourth-Tier-Lieferanten erhöht.<sup>44</sup>

Das vorliegende Kapitel lässt sich wie folgt zusammenfassen: Logistiksysteme und Supply Chains bergen Risiken hinsichtlich ihrer Zielerreichung, die sich vereinfacht durch die sieben „R“ ausdrücken lassen. Die für unsere weitere Analyse relevante, flussorientierte Charakterisierung der Logistik fokussiert auf logistische Prozesse und Prozessketten, die für die Leistungserbringung relevant sind und die zu Material-, Informations- und Finanzflüssen führen. Ursachen für Risiken in der Logistik können damit in den Logistikprozessen liegen. Ursachen für Logistikrisiken können aber auch in der Komplexität liegen, die für Supply Chains charakteristisch ist. Wir werden in den späteren Kapiteln diese Besonderheiten der Logistik berücksichtigen, wenn wir auf die Struktur und Ausgestaltung des Logistik-Risikomanagements eingehen.

---

## 7.4 Weitere relevante Treiber für Logistikrisiken und Supply-Chain-Risiken

Unterschiedliche aktuelle Ursachen führen zu einer steigenden Relevanz logistischer Risiken und Supply-Chain-Risiken in vielen Branchen. Hierzu zählen die folgenden Treiber:

- Zunehmende geopolitische Konflikte und Nationalisierungstrends,
- Trend zu weiterem Outsourcing von Geschäftsprozessen,
- Veränderung der Zulieferstrukturen hin zu Systemlieferanten,
- ständige Reduzierung von Zykluszeiten,
- intensivere Nutzung von Informations- und Kommunikationssystemen (IuK-Systemen),
- „Mass Customization“, das heißt die Individualisierung von Produkten unter Bedingungen der Massenfertigung,
- Veränderung der Nachfragemärkte,
- anhaltender Kostendruck,

---

<sup>44</sup>Vgl. Schreffler (2012).

- Umsetzung von „Lean Management“-Ansätzen und
- stärkere Fokussierung auf Skaleneffekte.<sup>45</sup>

Eine Vielzahl an Faktoren führt auf der einen Seite zu einer weiter steigenden Globalisierung und auf der anderen Seite einer Abschottung sowie Handelsrestriktionen. Zu diesen Faktoren zählen unter anderem das Fallen politischer Grenzen, der damit verbundene leichtere Zugang zu neuen Beschaffungs- und Absatzmärkten, technologische Entwicklungen, insbesondere im Bereich der IuK-Systeme, regionale Kostenunterschiede sowie der Aufbau internationaler Wertschöpfungsketten. Eine Globalisierung von Geschäftsaktivitäten hat sowohl Auswirkungen auf die lieferantenseitigen Elemente, Beziehungen und Prozesse einer Supply Chain als auch auf die kundenseitigen. Die lieferantenseitige Supply Chain ändert sich, wenn Unternehmen Produktionsstätten neu aufbauen, schließen oder verlagern und dementsprechend ihre Zuliefernetzwerke und Materialflüsse anpassen. Die „Inbound Supply Chain“ verändert sich auch, wenn Unternehmen die benötigten Materialien und Komponenten von Zulieferern aus zum Teil weit entfernten Ländern beziehen. Die kundenseitige Wertschöpfungskette wird dagegen angepasst, wenn ein Unternehmen seine Produkte auf (regional gesehen) neuen Märkten anbietet. Mit einer weiterhin zunehmenden Globalisierung sind mehrere risikorelevante Implikationen verbunden: Zunächst steigt aufgrund der größeren Zahl an Märkten und Marktteilnehmern die Wettbewerbsintensität. Oftmals führen globalisierte Supply Chains, wenn nicht auf lokal ansässige Lieferanten zurückgegriffen wird, auch zu längeren Transportstrecken, damit längeren Transportdauern und aufgestockten Sicherheitsbeständen, die dann wiederum zu höheren Kosten beitragen. Daneben können Risiken aufgrund von Währungsschwankungen auftreten.

Derartige Risiken lassen sich dann reduzieren, wenn auch die Lieferantenbasis entsprechend angepasst wird. Ein Beispiel hierfür bietet die Automobilindustrie mit Fokus auf den nord- und mittelamerikanischen Markt, bei der statt einer weiteren Globalisierung als Strategie die Regionalisierung der Supply Chain gewählt wird.<sup>46</sup> So ist seit kurzer Zeit Mexiko ein bevorzugtes Land für Automobilhersteller und, in ihrem Gefolge, deren First-Tier-Supplier, insbesondere im Hinblick auf den nordamerikanischen Absatzmarkt. Durch eine Verlagerung der Produktion nach Mexiko reduziert sich beispielsweise für den japanischen Hersteller Mitsubishi das Risiko von Währungsschwankungen; parallel lassen sich Transportzeiten von sechs bis acht Wochen deutlich verkürzen.<sup>47</sup> Auf der anderen Seite steigen, insbesondere im Grenzgebiet zu den Vereinigten Staaten, sicherheitsbezogene Risiken: So berichteten rund 28 Prozent der Unternehmen von Sicherheitsproblemen hinsichtlich der Werke oder des Personals.<sup>48</sup>

Auch wenn es vereinzelte Berichte gibt, in denen Beispiele für ein „Insourcing“ geliefert werden, ist doch der Trend zu einem weiteren Outsourcing ungebrochen. Insbeson-

---

<sup>45</sup> Vgl. Trent und Roberts (2010, S. 112–123); Hendricks und Singhal (2011, S. 63–64) sowie Huth (2012, S. 21–23).

<sup>46</sup> Vgl. hierzu Chopra und Sodhi (2014, S. 74).

<sup>47</sup> Vgl. Huth und Romeike (2016, S. 21 ff.).

<sup>48</sup> Vgl. Huth und Romeike (2016, S. 21 ff.).

dere dann, wenn Geschäftsprozesse keine Kernkompetenz darstellen und für ein Unternehmen nicht kritisch sind, kann eine Fremdvergabe an ein drittes Unternehmen betriebswirtschaftlich sinnvoll sein. Dies gilt insbesondere für Logistikprozesse, für die weiterhin ein großes Outsourcing-Potenzial gesehen wird. Gleichzeitig sind mit einer Fremdvergabe logistischer Prozesse Risiken verbunden.

So erhöht sich beispielsweise durch den zusätzlichen Akteur innerhalb der Supply Chain deren Komplexität. Zum anderen bestehen Risiken in den Prozessen des Lieferanten oder Dienstleisters, deren Sichtbarkeit eingeschränkt ist und die nicht mehr im unmittelbaren Einflussbereich des vergebenden Unternehmens liegen.

Supply Chains verändern sich – und mit ihnen die Rolle einzelner Akteure innerhalb einer Supply Chain. So zeigen unabhängige Studien für die Automobil- und Luftfahrtindustrie deutlich die Trendwende der Zulieferer vom Systemlieferanten hin zur Systemintegration. Zulieferer sollen immer häufiger als sogenannte Risk-Sharing-Partner agieren. In der Folge verändert sich auch die Organisation der Supply-Chain. Bisher agierten viele Zulieferunternehmen auf einer nachgelagerten Wertschöpfungsebene als fertigungsorientierte Zulieferunternehmen (Tier 1) für die Systemführer (Tier 0). Heute übernehmen sie mehr und mehr selbst in weltweiten Supply Chains die Verantwortung für die Integration von kompletten Teilsystemen, inklusive deren Design und Entwicklung (Risk Sharing Partnership), also eine Tier-0-Rolle.

So hat beispielsweise Airbus mit dem A350-Programm den mit dem A380 eingeleiteten Weg zur Einbeziehung von starken Risk-Sharing-Partnern fortgeführt. Insbesondere wird von den Zulieferern explizit das Eingehen von Risk-and-Revenue-Sharing-Partnerschaften verlangt. In Risk-and-Revenue-Sharing-Partnerships (RRSP) beteiligen sie sich zunehmend an Entwicklungskosten und -risiken der neuen Projekte der Systemführer. Dies bedeutet, dass das Risiko auf gemeinsame Schultern verlagert werden soll. Dies wiederum erfordert eine adäquate Risikotragfähigkeit der häufig mittelständischen Unternehmen, was allerdings durch deren Kapitalausstattung limitiert ist. Diese neuen Anforderungen haben bereits in den USA, Großbritannien und Frankreich eigenständige große, global agierende Konzerne auf Zuliefererebene entstehen lassen. Die skizzierten Entwicklungen verdeutlichen die zunehmende Relevanz eines präventiven Risiko-Managements für die (Zuliefer-) Industrie beziehungsweise den „risk sharing partner“.

Insbesondere in Dienstleistungsbranchen oder bei Produkten, bei denen eine rein produktbezogene Differenzierung schwierig ist, spielen Serviceaspekte eine große Rolle, um sich von Wettbewerbern positiv abzuheben. Aus Kundensicht bedeutsam ist dabei die Lieferzeit, weil sie Auswirkungen auf die Lagerbestände und die Flexibilität des Kunden hat. Dies bedeutet für ein Unternehmen, eine hoch-flexible, schnell reagierende Supply Chain aufzubauen. Oftmals müssen dazu die Durchlaufzeiten der eigenen Prozesse weiter verkürzt werden. In ähnlicher Form gilt dies auch für Lebenszyklus- und Entwicklungszeiten: Auch für diese Zeiten besteht ein ständiger Druck, sie weiter zu verkürzen. Bei steigenden Anforderungen wächst jedoch auch die Gefahr an, die geplante Zeitdauer zu überschreiten.

Um kürzere Zykluszeiten zu ermöglichen, müssen auch die Informationsflüsse beschleunigt werden, wobei häufig ein Datenaustausch mit Kunden und/oder Lieferanten real-time oder near-time angestrebt wird. Logistische Risiken liegen dabei unter anderem in der grund-

sätzlichen Qualität der verfügbaren Daten, im Datenaustausch (beziehungsweise den Schnittstellen zwischen zwei IuK-Systemen) sowie in der Eignung der genutzten IuK-Systeme.

Eine der bedeutendsten Entwicklungen der jüngeren Vergangenheit ist der Trend zu „Mass Customization“, der Produktion individualisierter Produkte unter Nutzung der Vorteile einer Massen- oder Großserienfertigung. „Mass Customization“ (oder auch „kundenspezifische Massenfertigung“) ermöglicht es einem Unternehmen, eine Vielzahl von Kundenwünschen hinsichtlich Produktgestaltung oder sonstigen Produkteigenschaften zu berücksichtigen und damit die Kundenzufriedenheit zu erhöhen. Damit wird eine große Bandbreite an Varianten eines Produkts erzeugt. Beispiele für „Mass Customization“ für Konsumgüter sind personalisierte Sportkleidung bei Adidas oder Nike oder individuell gemischtes Müsli bei „my muesli“. Voraussetzung für die Umsetzung von „Mass Customization“ sind unter anderem hochgradig flexible Produktionssysteme, die eine kosteneffiziente Produktion auch kleiner Losgrößen (bis hinunter zur „Losgröße eins“) ermöglichen. Auch ein „Postponement“ unterstützt die Umsetzung eines „Mass Customization“-Ansatzes. Dabei werden die Varianten erst dann gebildet, wenn der konkrete Kundenauftrag mit der detaillierten Spezifikation vorliegt.

Aufgrund der großen Anzahl an Varianten führt „Mass Customization“ allerdings zu einer deutlich höheren Produktkomplexität. Außerdem kann „Mass Customization“ zu einer erheblichen Zunahme des Lagerbestands führen.

Vor allem aufgrund der technischen Möglichkeiten, die das Internet bietet, haben sich Märkte verändert. Kunden können nahezu jedes Produkt in beinahe jedem Land zu jeder Uhrzeit bestellen. Aufgrund der verfügbaren Informationen lassen sich Produkte und Preise vergleichen. Dies führt zu neuen Anforderungen an Unternehmen: Zum Ersten steigt tendenziell der Preisdruck, so dass Unternehmen kontinuierlich nach Möglichkeiten suchen, Kosten zu reduzieren. Zum Zweiten wird es schwieriger, die Kundennachfrage möglichst genau zu prognostizieren und damit auch Angebot und Nachfrage miteinander in Einklang zu bringen. Drittens steigen die Erwartungen der Kunden, Produkte schnell zu erhalten – die Lieferzeit ist damit ein entscheidender Leistungsparameter (wie oben dargestellt). Und viertens führen diese Veränderungen zu geringeren Transportmengen bei einer gleichzeitig steigenden Transportfrequenz. Kurz gefasst führen diese Anforderungen unweigerlich zur Entwicklung hochgradig flexibler, reaktiver Supply Chains.

Die Einflussfaktoren, die für den Preisdruck verantwortlich sind, hatten wir oben schon genannt: Unter anderem ergibt sich der Preisdruck aufgrund eines Wettbewerbs, der durch Globalisierung und internet-basierte neue Geschäftsmodelle und Geschäftsbeziehungen intensiver geworden ist. Die Suche nach Einsparmöglichkeiten kann jedoch auch neue Risiken induzieren. Zum Beispiel können Kapitalbindungskosten reduziert werden, indem Lagerbestände vermindert werden; hierbei besteht jedoch das Risiko einer Out-of-stock-Situation, das heißt die Gefahr, nicht lieferfähig zu sein. Die Wahl eines neuen Logistikdienstleisters einzig auf Basis von Kosten beinhaltet Risiken hinsichtlich der logistischen Servicequalität.

Eine Strategie, Kosten weiter zu reduzieren, besteht in der Anwendung eines Lean-Management-Ansatzes. Dieser Ansatz, der den Prinzipien des Toyota Produktionssystems folgt, verfolgt das Ziel, jegliche Verschwendung innerhalb eines Systems beziehungsweise innerhalb der entsprechenden Prozesse zu vermeiden. Beispielsweise werden Lagerbe-

stände als Verschwendung angesehen, so dass ein Unternehmen versuchen sollte, diese Bestände zu reduzieren oder gar gänzlich zu vermeiden. Die Anwendung von Lean Management kann zu erheblichen Kosteneinsparungen führen: So werden über realisierte Einsparungen im Lagerbereich zwischen 20 Prozent und 50 Prozent sowie im Transportbereich von bis zu 40 Prozent berichtet.<sup>49</sup>

Damit verbunden ist die Entwicklung von Just-in-time-Anlieferungen (auch als produktionssynchrone Beschaffung bezeichnet). Vorreiter für derartige Entwicklungen war erneut Toyota mit dem Toyota Produktionssystem. Die damit verbundenen Risiken wurden bereits erläutert. Die generelle Entwicklung zu „Null-Lagerbestand-Konzepten“ muss daher in Frage gestellt werden. In diesem Zusammenhang können Bestände durchaus zur Wertschöpfung beitragen, indem sie Dominoeffekte bei Störungen in einer Lieferkette reduzieren. Treffend lässt sich zusammenfassen: „Schlankheit erhöht die Überlebenswahrscheinlichkeit, Magersucht setzt sie dagegen aufs Spiel.“<sup>50</sup>

Ein anderer Ansatz, Kosten zu reduzieren, besteht darin, Größendegressionseffekte – sogenannte „Economies of Scale“ – zu realisieren. Derartige Effekte können beispielsweise erzielt werden, wenn Prozesse zentralisiert und damit akkumuliert durchgeführt werden. Durch eine Zentralisierung von Prozessen können logistische Systeme allerdings auch anfälliger für Störungen werden. Ein Beispiel aus der Luftfracht verdeutlicht derartige Risiken: Sowohl DHL, FedEx, TNT als auch UPS haben ihre Netze nach dem Hub-and-spoke-System aufgebaut, jeweils mit Hubs in Nordamerika, Europa und der Asien-Pazifik-Region. Die Störung eines dieser Zentren führt nahezu unweigerlich zu weltweiten Verzögerungen in der Belieferung mit Luftfrachtsendungen, wie nach dem Ausbruch des isländischen Vulkans Eyjafjallajökull im Jahr 2010 deutlich wurde. Auch nehmen die potenziellen Schäden zu, wenn versucht wird, Skaleneffekte durch Nutzung größerer Transportmittel zu erzielen: Bereits 2009, also noch vor dem Bau des mit 18.270 TEU Kapazität größten Containerschiffstyp, der Triple-E-Klasse der dänischen Reederei Maersk Line, gab es Schätzungen zu den möglichen Schäden bei der Havarie oder Kollision von Containerschiffen. So wurde damals der durchschnittliche Wert der Ladung bei 11.000 beladenen und 4000 Leercontainern mit rund einer halben Milliarde Euro taxiert, zusätzlich der Schiffswert in Höhe von 200 bis 300 Millionen Euro.<sup>51</sup>

Größendegressionseffekte lassen sich auch durch geeignete Beschaffungsstrategien realisieren, und zwar sowohl hinsichtlich der Lieferanten von Material und Komponenten als auch bezüglich der Logistikdienstleister. Grundsätzlich lassen sich dabei Single Sourcing und Multiple Sourcing unterscheiden.<sup>52</sup> Tatsächlich existieren aber auch Ansätze wie Dual Sourcing zwischen diesen gegensätzlichen Beschaffungsstrategien, die versuchen, die Stärken zu kombinieren. Bei Wahl eines Single-Sourcing-Ansatzes, der zu „Economies of Scale“ führen soll, ergeben sich ähnliche Risiken wie bereits oben skizziert: Ein kurzzeitiger Ausfall eines Lieferanten, beispielsweise aufgrund technischer Probleme

---

<sup>49</sup>Vgl. Alicke und Lösch (2010, S. 2).

<sup>50</sup>Bretzke (2011, S. 2).

<sup>51</sup>Vgl. vertiefend Huth und Romeike (2016, S. 21 ff.).

<sup>52</sup>Vgl. Huth (2012, S. 57).

oder aus Kapazitätsgründen, kann zu kurzfristigen Bestandsproblemen und Bandstoppern führen. Gravierend ist dagegen, wenn ein Single-Sourcing-Lieferant, beispielsweise durch Insolvenz, auch längerfristig auszufallen droht. Damit ist die Versorgungssicherheit über einen längeren Zeitraum gravierend gefährdet. Beispiele für die Risiken aus Single-Sourcing-Beziehungen sind die Lieferschwierigkeiten von Kiekert an Ford im Jahr 1998, die Insolvenz von Peguform im Jahr 2002, deren gravierende Auswirkungen nur durch eine konzertierte Rettungsaktion der führenden Autohersteller gemildert werden konnte, und die Probleme von Nissan bei der Beschaffung benötigter Stahlmengen im Jahr 2004.

In einer Studie der Bundesvereinigung Logistik (BVL)<sup>53</sup> zu den Trends und Strategien in Logistik und Supply Chain Management wurden insgesamt 15 Trends identifiziert. Hierbei stehen Kostendruck, Individualisierung und Komplexität – wie bereits in den in den Vorjahren durchgeführten Studien – an der Spitze der Trends. Von höchster Relevanz sind zudem die Digitalisierung von Geschäftsprozessen, die Transparenz in der Wertschöpfungskette sowie die stärkere Vernetzung der Prozesse.

Als allgemeine Trends in den Bereichen Logistik und Supply Chain Management wurden identifiziert:<sup>54</sup>

- Kostendruck, Individualisierung und Komplexität bleiben auch im Zeitalter der Digitalisierung die Top-Trends, welche von extern an die Unternehmen herangetragen werden. Hinter diesen Trends verbergen sich eine Reihe potenzieller Risiken (und Chancen), wie die skizzierten Beispiele in diesem Kapitel aufgezeigt haben.
- Digitalisierung der Geschäftsprozesse und Transparenz in der Supply Chain sind hingegen die wichtigsten Trends, die zukünftig mehr aus den Unternehmen heraus getrieben werden müssen. Unternehmen, die auf diese Anforderungen – resultierend aus der Digitalisierung – nicht reagieren, gehen existenzbedrohende Risiken ein. Auf der anderen Seite resultieren aus der Digitalisierung der Geschäfts- und Logistikprozesse neue Unsicherheiten und potenzielle Cyberrisiken.
- Die Bedeutung von Nachhaltigkeit hat im Vergleich zu den Vorjahren deutlich zugenommen. Auch hieraus lassen sich direkt Risiken (und Chancen) ableiten.

Aus diesen Trends lassen sich direkt Maßnahmen ableiten. Den größten Handlungsbedarf sehen die befragten Unternehmen im Hinblick auf den zunehmenden Personalmangel

---

<sup>53</sup> Vgl. Bundesvereinigung Logistik (2017).

<sup>54</sup> Vgl. Bundesvereinigung Logistik (2017, S. 12–13). Die Untersuchung nutzte vier aufeinander aufbauende Methoden. Zunächst wurde eine Literaturrecherche durchgeführt und das Ergebnis für die Entwicklung eines Interviewfragebogens genutzt. Im Rahmen der mit diesem Fragebogen geführten, durchschnittlich einstündigen Gespräche wurden 38 Experten aus den Sektoren Verarbeitendes Gewerbe, Logistikdienstleistung, Handel sowie Beratung befragt. Im Anschluss wurden diese Erkenntnisse in einer Online-Befragung mit 1351 Teilnehmern quantitativ erweitert, wobei 363 vollständig vorliegende Datensätze statistisch ausgewertet wurden. Abschließend wurden die Ergebnisse in sechs Fokusgruppendifkussionen mit Unternehmensvertretern diskutiert, interpretiert und mögliche Handlungsoptionen abgeleitet.

und aufkommende Business Analytics-Anwendungen – über 60 Prozent der Unternehmen konnten sich an diese Entwicklungen bisher nicht ausreichend anpassen.

Bezüglich der Chancen und Risiken der digitalen Transformation in den Bereichen Logistik und Supply Chain Management kam die Studie zu folgenden Ergebnissen:

- 73 Prozent der Befragten schätzen die Chancen, die sich durch eine digitale Transformation für ihr Unternehmen ergeben, als hoch bis sehr hoch ein. Mehr als die Hälfte der Unternehmen warten aber ab, bis erprobte Lösungen vorliegen.
- Gleichzeitig sieht ein Drittel der Befragten jedoch auch hohe bis sehr hohe Risiken.
- In den Sektoren Industrie und Logistikdienstleistung erwarten jeweils mehr als die Hälfte der Unternehmen zusätzliche Erlöse bzw. Kostenreduzierungen. Im Handel erwarten sogar zwei Drittel der Unternehmen zusätzliche Erlöse, aber nur rund 40 Prozent Kostenreduzierungen.

Die Studie zeigt auch auf, dass Unternehmen, welche Digitalisierung für sich als wichtig erkannt und vorangetrieben haben, tendenziell auch besser mit den kundengetriebenen Anforderungen umgehen können.

Hinsichtlich innovativer Technologiekonzepte zeigt die Studie folgende Trends auf:

- Prädiktive Analysen und die Anwendung von künstlicher Intelligenz (Artificial Intelligence, AI) bergen erhebliches Potenzial für die Optimierung von Logistikprozessen.
- Der Zugriff auf Daten über mobile Endgeräte hat hohe Relevanz und wird in Zukunft erheblich ausgebaut.
- Sensorik wird eine wesentliche Datenquelle für Überwachung und Optimierung der Logistik und der Prozesse im Supply Chain Management.
- Hohes Wachstum ist bei Fahrerlosen Transportsystemen, unternehmensübergreifender Maschine-zu-Maschine-Kommunikation und Augmented Reality-Konzepten zu erwarten.

Die größte Herausforderung und entsprechende Risiken sehen die Befragten bei der Einführung von neuen Technologien durch Inkompatibilität mit bestehenden Systemen.

Hinsichtlich der Wertschöpfungskette werden die folgenden Veränderungen erwartet:

- Logistikziele mit höchster Priorität sind die Erfüllung von Kundenanforderungen, Liefertreue/Terminreue und Logistikkosten.
- Die Veränderung der Vertriebswege in Richtung Plattformen und Portale führt zu kleinteiligeren und kundenindividuelleren Logistikdienstleistungen.
- Die Fähigkeit zur Anknüpfung an durchgängige IT-Systeme wird zur Überlebensfrage für Lieferanten.
- Datenbedarfe in der Supply Chain werden heute noch häufig nicht befriedigt, aber eine zunehmende Bereitschaft zum Teilen der Daten ist vielfach erkennbar.
- Die Unternehmen erwarten überwiegend, dass Bestands-, Lagerhaltungs- und Verwaltungskosten durch die Digitalisierung sinken. Der Handel erwartet jedoch hierdurch auch Kostensteigerungen bei Verpackung und Retouren.

Vor dem Hintergrund der skizzierten Trends sehen die Befragten veränderte Kompetenzanforderungen:

- Ein intuitiver Umgang mit IT ist zukünftig noch stärker auf Fach- und Führungsebenen erforderlich.
- Um mit der Geschwindigkeit der Digitalisierung mithalten zu können, ist die Implementierung einer Fast Failure-Kultur hilfreich. Dies erfordert auf allen Ebenen Experimentierfreude und einen positiven Umgang mit Fehlern.
- Neue Kompetenzen werden insbesondere im Hinblick auf den Umgang mit großen Datenmengen benötigt.
- Der Data Scientist wird für die Logistik als Berufsbild unabdingbar.

Außerdem werden neue und angepasste Geschäftsmodelle in der Zukunft erwartet:

- Flexibilität, Anpassungsfähigkeit, Qualität und Schnelligkeit sind zentrale Wettbewerbsfaktoren der nächsten fünf Jahre in allen Sektoren.
- Nahezu die Hälfte der Unternehmen haben bisher nicht geplant, ihr Geschäftsmodell digital zu transformieren.
- Stattdessen hat knapp die Hälfte der Unternehmen zumindest begonnen, das bestehende Geschäftsmodell um digitale Dienstleistungen zu erweitern.
- Neben der Digitalisierung der Kundenschnittstelle sind „analytics“-getriebene und kundengetriebene Geschäftsmodell-Innovationen absehbar.
- Durch Plattformen droht konventionellen Geschäftsformen der Verlust des Endkundenzugangs.

---

## 7.5 Simulation von Logistik- und Supply-Chain-Risiken

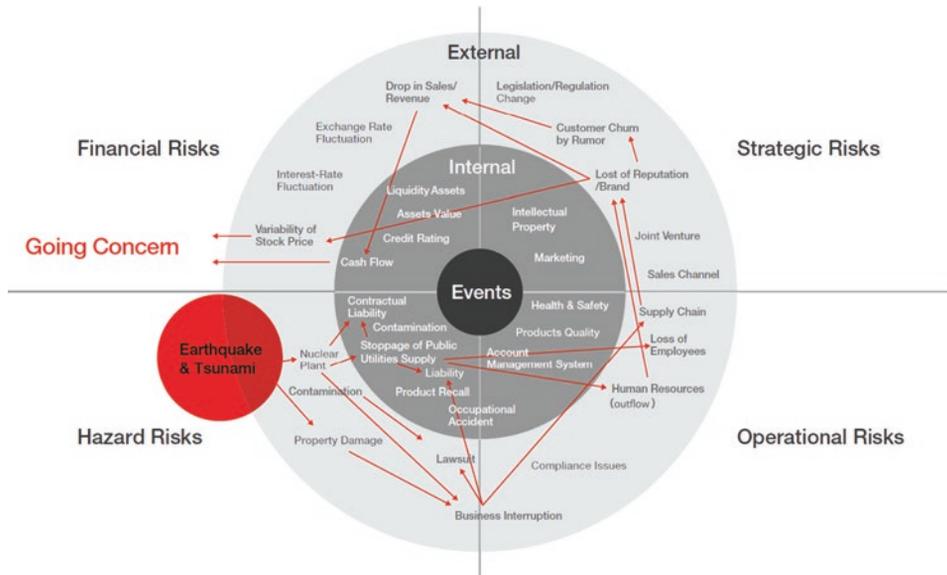
Die skizzierten Beispiele haben gezeigt, dass Risiken im Bereich Logistik durch komplexe Ursache-Wirkungsketten, Zeitverzögerungen und Feedback-Loops<sup>55</sup> gekennzeichnet sind. Der Begriff der Komplexität bezeichnet hierbei die aus den Beziehungen hervorgehende Vielfältigkeit von Zuständen und Zustandskonfigurationen in Systemen während einer Zeitspanne.<sup>56</sup> Dabei ist die Komplexität umso größer, je mehr Elemente vorhanden und je mehr diese voneinander abhängig sind.

Supply Chains und Logistikrisiken entstehen in komplexen und dynamischen Systemen und interagieren mit anderen Subsystemen (beispielsweise Produktion oder Informationstechnologie).

---

<sup>55</sup> Hierbei handelt es sich um in sich geschlossener Wirkungsketten (Loops) mit positiven (reinforcing loops) und negativen (balancing loops) Polaritäten.

<sup>56</sup> Vgl. Ulrich und Probst (1991, S. 58).



**Abb. 7.7** Dominoeffekte des großen Tōhoku-Erdbebens in Japan. (Quelle: Huth und Romeike 2016, S. 68 basierend auf World Economic Forum 2012, S. 32)

Die Ursachen für Supply-Chain-Störungen liegen häufig im Bereich der Vorlieferanten oder auch außerhalb der offensichtlichen Szenarien, etwa verursacht durch Naturkatastrophen, Extremereignisse, Handelsrestriktionen oder geopolitische Konflikte. Das heißt, die Ursachen liegen auch außerhalb des eigenen Verantwortungsbereichs und lassen sich nur eingeschränkt präventiv verhindert oder reduzieren.

Unterschiedliche Ursachen interner und externer Art sind durch zahlreiche Abhängigkeiten miteinander verknüpft und unterliegen nicht selten sehr starken und abrupten Veränderungen. Unternehmen und deren Wertschöpfungsnetzwerke sind komplexe Netzwerke ohne einfache (lineare) Ursache-Wirkungs-Logik (vgl. hierzu die „Interconnections Map“ in Abb. 7.7). Die skizzierten Beispiele von Toyota und Sony zeigen recht deutlich die komplexen Abhängigkeiten zwischen einzelnen Risiken und Risikokategorien sowie die Wirkung auf andere Subsysteme (beispielsweise die Produktion).

Die heute verwendeten Werkzeuge im Bereich des Logistik-Risikomanagements treffen immer häufiger auf Grenzen, da sie mit der Komplexität der Strukturen und Prozesse der realen Welt nicht adäquat umgehen können. Insbesondere ist Intuition allein häufig ein eher schlechter beziehungsweise überforderter Ratgeber. Weder Kollektionsmethoden

noch analytische Methoden (beispielsweise eine FMEA)<sup>57</sup> können die Komplexität adäquat abbilden. Benötigt werden vielmehr Methoden, die eine ganzheitliche Analyse und (Modell-)Simulation komplexer und dynamischer Systeme ermöglichen.

So bietet beispielsweise die Methodik „System Dynamics“ einen Ansatz, der auf der allgemeinen Systemtheorie und Regelungstheorie bzw. Kybernetik aufbaut und in dynamischen, komplexen Situationen eine wirksame Entscheidungsunterstützung bietet. Derartige Systeme zeichnen sich sowohl durch verzögerte Ursache-Wirkungs-Beziehungen als auch durch Rückkopplungsbeziehungen zwischen einzelnen Variablen aus.

System Dynamics unterstützt Entscheidungsträger zum einen qualitativ die Beziehungen zwischen einzelnen Systembestandteilen zu identifizieren und zum zweiten – darauf aufbauend – die Entwicklung eines mathematischen Modells zur Simulation potenzieller Szenarien. Die Besonderheit von System-Dynamics-Modellen liegt vor allem darin, dass Feedbackbeziehungen und Zeitverzögerungen in Ursache- und Wirkungsbeziehungen explizit durch Akkumulationsprozesse berücksichtigt werden. Kurzum: System Dynamics kann exzellent mit komplexen Systemen umgehen und bietet hier einen exzellenten Ansatz zur Entscheidungsunterstützung.

Eine weitere Methodik, die komplexe Systeme simulieren kann, um hieraus neue Erkenntnisse aus dem Systemverhalten zu erlangen, bietet die stochastische Simulation (Monte-Carlo-Simulation). Mit ihren randomisierten Algorithmen stellt sie ein effizientes Werkzeug zur Verfügung, um mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitstheorie in ausreichender Anzahl Zufallsereignisse zu simulieren. Es können damit Ereignisräume betrachtet werden, die über alleinige Intuition hinausgehen. Diese durch eine stochastische Simulation erzeugten, neuen beziehungsweise erweiterten Möglichkeiten entbinden den Anwender jedoch nicht von der Pflicht, Simulationsergebnisse auf Plausibilität zu prüfen, um mögliche Modell-, Parameter- und Berechnungsfehler auszuschließen! Vielmehr erlaubt erst das Zusammenspiel von Simulationsergebnissen und Intuition, Entscheidungsfindung auf eine neue, höhere Qualitätsstufe zu heben.

Im Bereich des Logistik-Risikomanagements können durch dieses Zusammenspiel die komplexen Wirkungsgeflechte zwischen einzelnen Risiken und Risikoarten abgebildet werden und die Wirkung beispielsweise auf eine Ergebnisgröße (zum Beispiel Betriebsergebnis) analysiert werden. Basierend auf historischen Daten über Logistikrisiken lassen sich dabei auch Abhängigkeiten (beispielsweise in Form von Korrelationen oder Ursache-Wirkungszusammenhängen) simulieren. Entsprechende Maßnahmen zur Risikosteuerung (im ersten Schritt meist durch Intuition generiert und dann mit Hilfe der Simulation analysiert und weiterentwickelt) erlauben es schließlich dem Logistik-Risikomanagement, eine resiliente Supply-Chain zu entwickeln (beziehungsweise zu ihrer Entwicklung beizutragen).

---

<sup>57</sup>Die Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse bzw. Ausfalleffektanalyse (FMEA = Failure Mode and Effects Analysis) ist eine systematische, halbquantitative Risikoanalysemethode. Sie wurde ursprünglich zur Analyse von Schwachstellen (Risiken) technischer und militärischer Systeme oder Prozesse entwickelt. So wurde die FMEA beispielsweise in den sechziger Jahren für die Untersuchung der Sicherheit von Flugzeugen entwickelt und anschließend auch in der Raumfahrt, für Produktionsprozesse in der chemischen Industrie und in der Automobilentwicklung verwendet. Vgl. vertiefend Romeike (2018b, S. 73).

Fazit: Die stochastische Simulation stellt daher eine geeignete Methode dar, die Analyse von einzelnen und verketteten Risiken zu verbessern. Sie nimmt jedoch – wie jede andere Berechnung auch – der verantwortlichen Person nicht die Entscheidung ab. Der Nutzen liegt vielmehr darin, dass eine Vielzahl möglicher Ereignisse/Situationen in die Entscheidungsfindung integriert wird, um basierend auf einer höheren Transparenz eine bessere Entscheidungsgrundlage zur Verfügung zu haben.

Beim Einsatz von Simulationsmethoden muss es vor allem darum gehen, Zeit und Ressourcen auf die wesentlichen kritischen Aspekte einer Fragestellung und der dazugehörigen Entscheidungssituation zu lenken. Mit dem Wissen um die den Simulationen auf natürliche Weise innewohnende, verbleibende Unsicherheit können so entscheidungsunterstützende Erkenntnisse gewonnen werden. Dies bedingt jedoch ein Verständnis der existierenden Werkzeuge und Methoden zur „systematischen Was-wäre-wenn-Analyse“.

## 7.6 Stochastische Szenarioanalyse im Bereich logistischer Risiken

Simulationen sind im Prinzip zur Bearbeitung einer zu untersuchenden Fragestellung geeignet, wenn die in Abb. 7.8 aufgeführten Kriterien 1 bis 5 alle mit „Ja“ beantwortet werden können. Es kann in diesem Fall davon ausgegangen werden, dass mit Hilfe einer geeigneten Simulationsmethode eine erfolversprechende Bearbeitung und damit Lösung dieser Fragestellung möglich ist. Die Kriterien 6 und 7 in Abb. 7.8 beantworten schließlich die Frage, ob der Einsatz von Simulationsmethoden auch dem Problem angemessen ist.

**Kriterium 1** greift zunächst den Kontext einer Was-wäre-wenn-Analyse auf, indem das Untersuchungsziel, also die Zielgrößen, als abhängig von Parametern gekennzeichnet

Simulationsfähig?		Angemessen?	
	1. Untersuchungsziel sind Auswirkungen veränderlicher <u>und</u> beschreibbarer Parameter	6. Ausreichend Zeit für Modellierung und Simulation vor Treffen der unternehmerischen Entscheidung	7. Positive Kosten-Nutzen-Relation bei Anwendung der Simulation
	2. Betrachtung Ausschnitt der Realität <u>und</u> dessen vereinfachte Abbildung hinreichend		
	3. Ursache-Wirkungsgeflecht beschreibbar und weitgehend stabil		
	4. Informationen zur Anpassung an Realität vorhanden bzw. generierbar („Eichung“)		
	5. Anerkennung experimenteller Lösungsfindung <u>und</u> ggf. nicht-exakter Ergebnisse		
			

**Abb. 7.8** Kriterien zur Simulationsfähigkeit. (Quelle: Romeike und Spitzer 2013, S. 68)

wird. Jedoch ist es für den Einsatz einer Simulationsmethode erforderlich, die Veränderung der Parameter auch beschreiben zu können. Nur so kann schließlich das „wenn“ greifbar und analysierbar gemacht werden.

Die grundlegenden Eigenschaften eines Modells werden mit **Kriterium 2** aufgegriffen. Hierbei wird für das Simulationsmodell verlangt, dass zielorientiert in Bezug auf die zu untersuchende Fragestellung lediglich der relevante Realitätsausschnitt betrachtet wird und darüber hinaus, dass für diesen eine vereinfachte Abbildung durch das Simulationsmodell erfolgt.

**Kriterium 3** stellt einen Zusammenhang zwischen dem Modell und der durch die Simulation zu untersuchenden Fragestellung her. Dabei muss man in der Lage sein, das Ursache-Wirkungsgeflecht, welches dem Simulationsmodell zugrunde liegt, überhaupt beschreiben zu können. Dieses Ursache-Wirkungsgeflecht kann dabei Abhängigkeiten verschiedenster Art umfassen. Je nach Fragestellung können hier beispielsweise deterministische, stochastische oder auch psychologische Abhängigkeiten relevant sein. Da aber hinter der zu untersuchenden Fragestellung auch immer eine (betriebswirtschaftliche) Entscheidung steht, muss für den Einsatz einer Simulationsmethode gewährleistet sein, dass das Simulationsmodell sich schneller erstellen und anwenden lässt, als sich die grundlegenden Zusammenhänge verändern. Nur so ist gewährleistet, dass die Anwendung der Simulation zur Beantwortung der zu untersuchenden Frage beiträgt, da das Modell die Realität und das in ihm abgebildete Ursache-Wirkungsgeflecht hinreichend genau beschreibt.

Soll eine Simulation zur Entscheidungsunterstützung verwendet werden, muss sichergestellt sein, dass die Simulationsergebnisse realitätsnah sind. Diesen Aspekt greift **Kriterium 4** auf. Häufig lässt sich eine größere Realitätsnähe durch eine Adaption der Ursache-Wirkungsbeziehungen und eine geeignete Wahl der Parameter erzielen, daher spricht man hier auch von der Eichung des Simulationsmodells.

**Kriterium 5** ist insbesondere im Kontext der Entscheidungsunterstützung relevant. Eine Simulation ist und bleibt eine experimentelle Methode. Daher sind die mit Hilfe einer Simulation erhaltenen Resultate auch immer mit gewissen Unsicherheiten oder Ungenauigkeiten behaftet. Diese Unschärfe in den Ergebnissen muss durch den Entscheider akzeptiert sein, damit Simulationen letztendlich auch als eine mögliche Untersuchungsmethode geeignet sind. Hierbei muss vor allem auch akzeptiert werden, dass beispielsweise ein betrachteter Zukunftspfad beziehungsweise ein betrachtetes Szenario nicht exakt genauso eintreten wird wie simuliert.

Kriterien 6 und 7 kommen dann zum Tragen, wenn die Frage nach der Angemessenheit der Anwendung von Simulationen zu beantworten ist. Dabei greift **Kriterium 6** den zeitlichen Aspekt auf. Man muss ein Simulationsmodell schneller erstellen und anwenden können, als die zu untersuchende Frage eine Entscheidung verlangt. Nur so können durch Einsatz von Simulationsmethoden überhaupt noch relevante Informationen gewonnen werden. **Kriterium 7** lenkt schließlich die Aufmerksamkeit noch auf den ökonomischen Aspekt in der Anwendung einer Methode. Der durch die Anwendung einer Simulation

erzielbare Nutzen sollte die durch die Anwendung entstehenden Kosten (deutlich) überkompensieren.

Zu beachten ist, dass speziell die Kriterien 6 und 7 der Abb. 7.8 in der Praxis erst dann final beantwortet werden können, wenn eine ganz konkrete Simulationsmethode als Hilfsmittel zur Problembearbeitung ausgewählt wurde. Erst dann lässt sich der mit der Simulation verbundene zeitliche und finanzielle Aufwand abschätzen und entscheiden, ob die Ergebnisse der Simulation zeitig genug vorliegen und die Anwendung der Methode eine positive Kosten-Nutzen-Relation aufweist.

Dennoch lassen sich aus der Erfahrung heraus einige Faustregeln angeben, wann Simulationen in der Praxis eingesetzt oder zumindest in ernste Erwägung gezogen werden sollten:

- Durch den Einsatz von Simulationen werden neue Erkenntnisse und Sichtweisen erwartet, die anderweitig nicht generierbar wären.
- Es wird erwartet, dass die Arbeit mit einer Simulation bedeutende Zeitvorteile bei der Vorbereitung von Entscheidungen mit sich bringt.
- Es ist notwendig, eine ganze Reihe von Analysen beziehungsweise eine große Anzahl an Varianten zu betrachten, die die wiederholte Anwendung der Simulation erwarten lassen.
- Neben der konkreten Fragestellung soll ein umfassendes Verständnis zu dem gesamten Kontext aufgebaut werden (dieser Wissensaufbau wird durch die notwendige Modellierung unterstützt).

Bezogen auf die Analyse von Logistik-Risiken beziehungsweise komplexe Ursache-Wirkungsketten in Supply-Chain-Netzwerken wird schnell deutlich, dass alle in Abb. 7.8 skizzierten Anforderungen grundsätzlich erfüllt werden.<sup>58</sup> Die Parameter, die auf das Untersuchungsziel einen Einfluss haben (beispielsweise geopolitische oder operative Risiken bei der Analyse von Logistikrisiken) sind veränderlich und beschreibbar (Kriterium 1). Eine vereinfachte Abbildung der Realität ist hinreichend (Kriterium 2). Im Kontext der Analyse von Logistikrisiken wird die Realität in der Form verkürzt, dass nicht alle Attribute der Realität berücksichtigt werden. Beispielsweise wird statt einem Kontinuum in der Zeit eine Vereinfachung in Form einer Folge diskreter Zeitpunkte betrachtet. Bei dem Simulationsmodell wird also von der Realität abstrahiert, da diese zu komplex ist, um sie genau abzubilden. Dabei sollte man sich auf die wesentlichen Einflussfaktoren konzentrieren. Die Ursache-Wirkungsgeflechte sollten beschreibbar und weitestgehend stabil sein (Kriterium 3). Im Kontext von Logistikrisiken sind die potenziellen Ursachen in der Regel sehr gut beschreibbar und auch die potenziellen Wirkungen.

Die Ursache-Wirkungsgeflechte sollten in der Praxis mit Hilfe von analytischen Methoden und Kreativitätsmethoden analysiert werden. Außerdem sind im Bereich der Logistikrisiken Informationen zur Anpassung an die Realität vorhanden (Kriterium 4). Die

---

<sup>58</sup>Vgl. Huth und Romeike (2016, S. 133 ff.).

Anerkennung der simulationsbasierten Lösungsfindung hängt von der Methodenauswahl, dem Simulationsmodell und den Akteuren ab (Kriterium 5). In der Regel kann unterstellt werden, dass bis zur Entscheidungsfindung ausreichend Zeit vorhanden ist (Kriterium 6). Erfahrungen aus der Praxis zeigen außerdem, dass die Kosten-Nutzen-Relation einer Simulation meist positiv bewertet werden kann (Kriterium 7).

Generell lassen sich zwei Problemgruppen unterscheiden, bei denen die stochastische Szenarioanalyse/Simulation<sup>59</sup> angewendet werden kann.<sup>60</sup> Mit ihrer Hilfe können einerseits Problemstellungen deterministischer Natur, die eine eindeutige Lösung besitzen, bearbeitet werden. Auf der anderen Seite sind aber auch Fragen, die sich der Gruppe stochastischer Problemstellungen zuordnen lassen, für eine stochastische Simulation ein geeignetes Anwendungsfeld.

Der speziell in der ersten Problemgruppe mit dem Einsatz der stochastischen Simulation erzielte Vorteil liegt in einer sehr schnellen und einfachen Ermittlung des Ergebnisses. Dafür werden durch das Näherungsverfahren entstehende Genauigkeitsverluste im Vergleich zu einer exakten Ergebnisermittlung, die häufig wesentlich aufwändiger und deutlich zeitintensiver ist, bewusst in Kauf genommen. Und so findet die stochastische Szenarioanalyse in diesem Problemfeld neben der Berechnung von bestimmten Integralen beispielsweise ebenfalls Anwendung bei der Lösung gewöhnlicher und partieller Differenzialgleichungen, insbesondere in der Teilchenphysik.

Die zweite Problemgruppe stochastischer Fragestellungen ist dadurch gekennzeichnet, dass die Eingangsparameter und daraus resultierend auch die Zielgrößen stochastischer Natur sind. Damit ist gemeint, dass statt eines wohldefinierten Wertes für den Parameter im einfachsten Fall mehrere mögliche diskrete Werte, jeweils versehen mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit oder Eintrittshäufigkeit, gegeben sind. Im Allgemeinen stammen die Parameter sogar aus einem Kontinuum an Werten, für das eine Wahrscheinlichkeitsdichte, eine sogenannte Verteilungsfunktion, bekannt ist oder gar nur geschätzt wird. Die mit diesen Parametern in Verbindung stehenden Zielgrößen sind dann ebenfalls stochastischer Natur, was heißt, dass sie mittels einer Verteilungsfunktion beschreibbar sind.

Bei geringer Komplexität der Zusammenhänge zwischen Parametern und Zielgrößen und gleichzeitig einfachen Verteilungsfunktionen der Parameter können die Verteilungsfunktionen der Zielgrößen meist noch analytisch ermittelt werden. Schnell ist jedoch eine Grenze erreicht, wo die analytische Ermittlung zu aufwändig wird oder auch gar nicht mehr möglich ist. Hier kommt dann die stochastische Szenarioanalyse zum Einsatz. Wie bereits oben beschrieben werden dazu auf Basis der Verteilungsfunktionen zufällige Parameter ausgewählt und für diese werden die zugehörigen Zielgrößen ermittelt. Durch ein vielfaches Wiederholen der Ermittlung der Zielgrößen wird für diese eine Häufigkeitsver-

---

<sup>59</sup>Auch als Monte-Carlo-Simulation bekannt. Hierbei wird eine große Zahl gleichartiger Zufallsexperimente durch die Simulation von zufälligen Ereignissen mit geeigneten Algorithmen (Pseudozufallszahlen, sofern diese durch kryptografisch sichere Zufallszahlengeneratoren ausgegeben werden) abgebildet.

<sup>60</sup>Vgl. Huth und Romeike (2016, S. 140 ff.).

teilung bestimmt, die eine Näherung für die tatsächliche Verteilungsfunktion der Zielgrößen darstellt.

Aus einer betriebswirtschaftlichen Sicht können somit alle Fragen untersucht werden, die

- entweder aufgrund der Vielzahl ihrer Einflussgrößen nicht mehr exakt analysiert werden (können) und bei denen daher auf eine Stichprobe für die Analyse zurückgegriffen wird oder
- bei denen die Eingangsparameter Zufallsgrößen sind. (Auch die Optimierung von Prozessen oder Entscheidungen bei nicht exakt bekannten Parametern gehört zu dieser Gruppe.)

Diese beiden Kriterien treffen nun auf eine Vielzahl betriebswirtschaftlicher Entscheidungen im Kontext Logistik und Supply Chain zu, dementsprechend finden sich eine ganze Reihe konkreter Anwendungsfälle von stochastischen Simulationen (Monte-Carlo-Simulationen) in betriebswirtschaftlichen (logistischen) Fragestellungen.<sup>61</sup>

- Die **Stabilitätsanalyse von Systemen**: Hier werden stochastische Simulationen genutzt, um beispielsweise Auswirkungen von Störereignissen in einer Supply Chain zu analysieren und Aussagen zur Fehlerfortpflanzung beziehungsweise Resilienz der Supply Chain zu treffen.
- Die **Aggregation von Einzelrisiken eines Unternehmens zu einem unternehmerischen Gesamtrisiko**: Hierbei wird für jedes Einzelrisiko eine Wahrscheinlichkeitsverteilung geschätzt, um daraus mit Hilfe der Simulation ein aggregiertes Risiko zu ermitteln. Die entstehende Verteilungsfunktion wird in aller Regel auf einzelne kommunizierbare Kennzahlen, etwa Erwartungswert oder ausgewählte Quantile (zum Beispiel Value at Risk, Expected Shortfall oder Risikokapital), verdichtet. Dies trifft natürlich auch auf die Risiken im Bereich Logistik, wie beispielsweise das aggregierte Risiko in einem Geschäftssegment oder einem Land, zu. Außerdem können basierend auf der stochastischen Risikoaggregation Performancemaße, wie etwa der RORAC (Return on Risk Adjusted Capital) beziehungsweise der RAROC (Risk Adjusted Return on Capital), abgeleitet werden. Hierbei handelt es sich um das Verhältnis eines risikobereinigten Betriebsergebnisses beziehungsweise des mittleren EBT (bei Risiko) zum Eigenkapital (RAROC) oder zum risikoadjustierten Kapital (RORAC).
- Ein wichtiger Schritt zu einer risikoorientierten Weiterentwicklung des Controllings stellt die so genannte „**Szenario-Planung**“<sup>62</sup> dar: Hierbei werden zukünftige EBIT-Entwicklungen unter Berücksichtigung von Risiken (EBIT-at-Risk) simuliert. In diesem Kontext könnten beispielsweise potenzielle Logistikrisiken und deren Auswirkung

---

<sup>61</sup> Vgl. Huth und Romeike (2016, S. 141 f.).

<sup>62</sup> In der Praxis auch als Bandbreiteplanung oder Korridorplanung bezeichnet. Vgl. Romeike und Stallinger (2012).

auf das Betriebsergebnis analysiert werden. Hierbei liegt die Erkenntnis zu Grunde, dass Szenarien und Simulationen bewährte Instrumente aus der Praxis darstellen, um sich mit zukünftigen potenziellen Entwicklungen zu beschäftigen. Eine risikoorientierte Planung verfolgt das Ziel, die traditionelle „einwertige“ Planung mit einem Zielwert durch eine realistischere Planung unter Nutzung von Verteilungsfunktionen („stochastische Planung“) zu ersetzen, die sowohl das erwartete Ergebnis als auch den Umfang möglicher Abweichungen (Risiken, aber auch Chancen) beschreiben kann.

- Die Analyse von Entwicklungen, die selbst durch zufällige Ereignisse beeinflusst werden (sogenannte **stochastische Prozesse**): Ein klassisches Beispiel ist die Simulation von Rohstoffpreisen, Aktien- oder Währungskursen, die auf die Arbeiten des französischen Mathematikers Louis Bachelier zurückgeht.<sup>63</sup> Basierend auf eigenen Annahmen, gegebenenfalls begründet mit Beobachtungen aus der Vergangenheit, werden hierbei beispielsweise Währungskurse simuliert und ihre Auswirkungen auf betriebswirtschaftliche Größen analysiert. Durch die heutzutage weltweiten Lieferketten ist dies gerade im Bereich der Logistik ein relevantes Thema. Aber auch für (weitere) Risiken im Bereich Logistik und Supply Chain gilt in der Regel, dass deren Entwicklungen durch zufällige Ereignisse beeinflusst werden. So beeinflussen beispielsweise ein Rohstoffpreis sowie die Verfügbarkeit eines Rohstoffs ganz wesentlich die Supply Chain.
- Die **Optimierung von eigenen Entscheidungen**, die auf unsicheren Annahmen beruhen: Hierunter fallen beispielsweise das Einkaufs- und Lagerverhalten zwecks Gewinnmaximierung bei unsicherem Absatz (siehe Newsvendor-Modell) oder die Analyse und Optimierung von Investitionsvorhaben in Hinblick auf die Erfolgswahrscheinlichkeit oder Finanzierung der Investition entlang der Supply Chain.

Konkrete Beispiele für die Simulation von logistischen Risiken und Risiken im Bereich der Supply Chain enthält die Publikation von Huth/Romeike.<sup>64</sup>

---

## 7.7 Fazit und Ausblick

Die skizzierten Beispiele verdeutlichen, welche Risiken in der Logistik schlummern und welche Konsequenzen drohen, wenn unerwünschte Ereignisse eintreten. Die Beispiele verdeutlichen aber auch, in welchem Maße ein wirksames und präventives Risiko-Management dazu beitragen kann, die Auswirkungen realisierter Risiken abzufedern. Einem strukturierten und effektiven Risiko-Management in der Logistik kommt damit eine erhebliche Bedeutung zu, logistische Ketten stabil und resistent zu halten.

Die Relevanz des Themas für die Supply Chain wird durch den durch das Business Continuity Institute (BCI) regelmäßig veröffentlichten „Supply Resilience Report“ bestätigt.<sup>65</sup>

---

<sup>63</sup> Vgl. Romeike und Hager (2010) und Romeike (2007).

<sup>64</sup> Vgl. Huth und Romeike (2016).

<sup>65</sup> Vgl. Business Continuity Institute (2018).

So hat der im Jahr 2018 veröffentlichte Bericht gezeigt, dass 56 Prozent der 589 befragten Unternehmen in den letzten 12 Monaten eine Unterbrechung in der Supply Chain hatten. 52 Prozent (8 Prozent mehr als 2017) der Unternehmen berichteten von Störungen in der Lieferkette bei ihren Tier-1-Lieferanten, während eine erhöhte Anzahl von Unternehmen (plus 8 Prozent seit 2017) angaben, im Falle einer Störung nicht das gesamte Ausmaß ihrer Lieferkette zu analysieren.

Auch die Ursachen- und Risikolandkarte für Lieferketten hat sich in den letzten Jahren verändert. Während ungeplante IT- und Kommunikationsausfälle (53 Prozent) nach wie vor die Hauptursache für Störungen sind, folgen auf ungünstige Witterungsbedingungen (41 Prozent) Cyberangriffe und Datenschutzverletzungen (33 Prozent), Verlust von Talenten/Know-how (30 Prozent) und Störungen in der Verkehrsinfrastruktur (27 Prozent).

Insbesondere Cyberangriffe und Datenschutzverletzungen (49 Prozent) werden als die größte Herausforderung für Business Continuity in den nächsten fünf Jahren bewertet.

Zusammenfassend können wir festhalten: Auf der einen Seite werden Logistiknetze und logistische Prozessketten länger und gleichzeitig komplexer. Parallel dazu nehmen die Anforderungen an logistische Leistungen hinsichtlich Kosten, Zeit und Qualität zu. Diese Ansprüche an höhere Effizienzniveaus führen zu „schlankeren“ Logistikketten, indem jede mögliche Verschwendung, beispielsweise aufgrund von Redundanzen wie Zwischenlager, vermieden wird. Beide Tendenzen führen dazu, dass Logistikketten anfälliger für potenzielle Störungen sind. Mit anderen Worten: Die Risiken, die mit der Erbringung logistischer Leistungen verbunden sind, nehmen zu.

---

## Literatur

- ALICKE, K./LÖSCH, M.: Lean and mean: How does your supply chain shape up? McKinsey & Company (2010).
- BLOME, C./HENKE, M.: Single versus multiple sourcing: A supply risk management perspective. In: Zsidisin, G.A., Ritchie, B. (Hrsg.) Supply Chain Risk – A Handbook of Assessment, Management, and Performance, S. 127–135. Springer, New York 2008.
- BRETZKE, W.-R.: Der schmale Grat zur Magersucht, in: DVZ Deutsche Logistik-Zeitung, Nr. 44, 1–2 (2011).
- BRÜCKNER, F.: Autobauern gehen die Farben aus, Internet: <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/folgen-des-bebens-in-japan-autobauern-gehen-die-farben-aus/3996440.html> (2011) [Letzter Aufruf: 18.07.2019].
- BUNDESVEREINIGUNG LOGISTIK (BVL): Chancen der digitalen Transformation – Trends und Strategien in Logistik und Supply Chain Management, Bremen 2017.
- BUSINESS CONTINUITY INSTITUTE: BCI Supply Resilience Report 2018, Caversham/Berkshire 2018.
- CANIS, B.: The Motor Vehicle Supply Chain: Effects of the Japanese Earthquake and Tsunami, Congressional Research Service, <http://fas.org/sgp/crs/misc/R41831.pdf> (2011). [Letzter Aufruf: 18.07.2019].
- CHOPRA, S./MEINDL, P.: Supply Chain Management – Strategy, Planning, & Operation. 5. Auflage, Pearson Verlag, Harlow 2013.
- CHOPRA, S./SODHI, M. S.: Reducing the Risk of Supply Chain Disruptions. MIT Sloan Management Review. 55 (3), 73–80 (2014).

- CHRISTOPHER, M.: Logistics and Supply Chain Management. Strategies for Reducing Cost and Improving Service. 2nd Ed., London 1998.
- DENSO CORP.: CSR Report 2011: Aiming to be a trustworthy company in harmony with society, [https://www.denso.com/common/confidential-published/global/en/investors/library/annual\\_report/documents/2011\\_annual\\_report.pdf](https://www.denso.com/common/confidential-published/global/en/investors/library/annual_report/documents/2011_annual_report.pdf) (2011). [Letzter Aufruf: 18.07.2019].
- ELLIOTT, V./THEODOULOU, M.: Merry Christmas, your PlayStation 2 is stuck in Suez 2004, <http://www.timesonline.co.uk/tol/news/uk/article400887.ece> (2004). [Letzter Aufruf: 18.07.2019].
- FERRARI, B.: Sony Deals With Potential Interruption in European Distribution of PS3's, <http://www.theferrargroup.com/supply-chain-matters/2011/03/07/sony-deals-with-potential-interruption-in-european-distribution-of-ps3s/> (2011). [Letzter Aufruf: 18.07.2019].
- GLEISSNER, H./FEMERLING, J. C.: Logistik: Grundlagen – Übungen – Fallbeispiele, Gabler Verlag, Wiesbaden 2008.
- GLEISSNER, W./ROMEIKE, F.: Die größte anzunehmende Dummheit im Risikomanagement – Berechnung der Summe von Schadenserwartungswerten als Maß für den Gesamtrisikoumfang, in: Risk, Compliance & Audit (RC&A), 01/2011, S. 21–26.
- GRANT, D.B./LAMBERT, D.M./STOCK, J.R./ELLRAM, L.M.: Fundamentals of Logistics Management. McGraw-Hill Education, Maidenhead 2006.
- GREIMEL: <https://www.autonews.com/article/20120312/OEM01/303129961/how-2-suppliers-are-getting-ready-for-the-next-disaster> (2012). Zugegriffen: 14. April 2020
- HENDRICKS, K. B./SINGHAL, V. R.: The Effect of Supply Chain Disruptions on Corporate Performance, in: Kouvelis, P. et al. (Hrsg.) Handbook of Integrated Risk Management in Global Supply Chains, S. 51–78. John Wiley & Sons, Hoboken 2011.
- HUTH, M./ROMEIKE, F.: Risikomanagement in der Logistik. Konzepte – Instrumente – Anwendungsbeispiele, Springer Gabler Verlag, Wiesbaden 2016.
- HUTH, M.: Einführung in die Logistik. Ventus Publishing, London 2012.
- IBRAHIM, A.: Canal traffic jam, <http://weekly.ahram.org.eg/2004/7/16/eg7.htm> (2004). [Letzter Aufruf: 18.07.2019].
- ISERMANN, H.: Grundlagen eines systemorientierten Logistikmanagements. In: Isermann, H. (Hrsg.): Logistik – Gestaltung von Logistiksystemen. 2. Aufl., S. 21–60. mi, Verlag Moderne Industrie, Landsberg/Lech 1998.
- KLUG, F.: Logistikmanagement in der Automobilindustrie: Grundlagen der Logistik im Automobilbau, Springer, Berlin/Heidelberg 2010.
- KRÖGER, M.: Havarie: Tanker blockiert Suez-Kanal, <http://www.spiegel.de/wirtschaft/havarie-tanker-blockiert-suez-kanal-a-327001.html> (2004) [Letzter Aufruf: 18.07.2019].
- MERCK KGAA: Xirallic-Produktion in Japan wieder aufgenommen. Pressemitteilung Merck KGaA vom 10.05.2011.
- NANTO, D. K./COOPER, W. H./DONNELLY, J. M./JOHNSON, R.: Japan's 2011 Earthquake and Tsunami: Economic Effects and Implications for the United States, Congressional Research Service, <http://fas.org/sgp/crs/row/R41702.pdf> (2011). [Letzter Aufruf: 18.07.2019].
- O.V.: The machine that ran too hot, <https://www.economist.com/business/2010/02/25/the-machine-that-ran-too-hot> (2010). [Letzter Aufruf: 18.07.2019].
- O.V.: Manufacturers expect lasting quake impact, <https://www.japantimes.co.jp/news/2011/05/20/business/manufacturers-expect-lasting-quake-impact/> (2012). [Letzter Aufruf: 18.07.2019].
- PROHL, H.-C.: Logistik – Betriebswirtschaftliche Grundlagen, 8. Aufl., Springer Verlag, Heidelberg u. a. 2010.
- ROMEIKE, F.: Frühwarnsysteme im Unternehmen, Nicht der Blick in den Rückspiegel ist entscheidend, in: RATING aktuell, April/Mai 2005, Heft 2, S. 22–27.
- ROMEIKE, F.: Louis Bachelier (Köpfe der Risk-Community), in: RISIKO MANAGER, Ausgabe 21/2007, Seite 24–26.

- ROMEIKE, F.: Risikomanagement, Springer Verlag, Wiesbaden 2018a.
- ROMEIKE, F.: Toolbox – Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA), in: GRC aktuell, Ausgabe Mai 2018, 02/2018b, S. 73–77.
- ROMEIKE, F./HAGER, P.: Gute Frage: Was ist ein „Random Walk“, in: Risk, Compliance & Audit (RC&A), 06/2010, S. 11–12.
- ROMEIKE, F./STALLINGER, F.: Bandbreiten- bzw. Korridorplanung – Integration von Risikomanagement und Unternehmensplanung, in: Risk, Compliance & Audit (RC&A), 06/2012, S. 12–21.
- ROMEIKE, F./SPITZNER, J.: Von Szenarioanalyse bis Wargaming – Betriebswirtschaftliche Simulationen im Praxiseinsatz, Wiley Verlag, Weinheim 2013.
- SCHREFFLER, R.: Quake Changes Little in Toyota’s Supply-Chain Strategy, <https://www.wardsauto.com/industry/quake-changes-little-toyota-s-supply-chain-strategy> (2012) [Letzter Aufruf: 18.07.2019].
- SCHULTE, C.: Logistik – Wege zur Optimierung der Supply Chain. 6. Aufl. Franz Vahlen, München 2012.
- SCHWEINSBERG, C.: Toyota Says Toll From Earthquake Cost ¥70 Billion in Fiscal 2012, <https://www.wardsauto.com/industry/toyota-says-toll-earthquake-cost-70-billion-fiscal-2012> (2012). [Letzter Aufruf: 18.07.2019].
- STEIN, J.: Massive cuts for Toyota, Nissan, <https://www.autonews.com/article/20110418/OEM01/304189958/massive-cuts-for-toyota-nissan> (2011). [Letzter Aufruf: 18.07.2019].
- TEAM, T.: Japan Quake, Tsunami Take Heavy Toll On Toyota, <https://www.forbes.com/sites/great-speculations/2011/04/08/japan-quake-tsunami-take-heavy-toll-on-toyota/> (2011). [Letzter Aufruf: 18.07.2019].
- TREECE, J. B.: Denso to lend plant to quake-damaged Fujikura Rubber, <https://www.autonews.com/article/20110428/OEM10/110429868/denso-to-lend-plant-to-quake-damaged-fujikura-rubber> (2011). [Letzter Aufruf: 18.07.2019].
- TRENT, R. J./ROBERTS, L. R.: Managing Global Supply and Risk – Best Practices, Concepts, and Strategies. J. Ross Publishing Inc., Fort Lauderdale 2010.
- ULRICH, H./PROBST, G.J.B.: Anleitung zum ganzheitlichen Denken und Handeln: Ein Brevier für Führungskräfte. 3. Aufl. Haupt, Bern/Stuttgart 1991.
- VAN DER PUTTEN, R.: Japan: One year after the Tohoku earthquake, Conjoncture, <https://economic-research.bnpparibas.com/Views/DisplayPublication.aspx?type=document&IdPdf=19077> (2012). [Letzter Aufruf: 18.07.2019].
- WORLD ECONOMIC FORUM: Global Risks 2012. 7th Edition, Cologny/Geneva 2012.