

Veröffentlicht in

Everling, O. (Hrsg.): Social Credit Rating

2020

*Gleißner, W. / Romeike, F. (2020):*  
„ESG-Risiken und ihre Quantifizierung“,  
S. 391 – 433

Mit freundlicher Genehmigung der  
Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden

[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-658-29653-7\\_21#DOI](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-658-29653-7_21#DOI)



Werner Gleißner und Frank Romeike

## Zusammenfassung

Das Akronym ESG ist eine englischsprachige Abkürzung und steht für „Environment“, „Social“ und „(Corporate) Governance“ (Umwelt, Soziales/Gesellschaft und Unternehmensführung/-struktur).

Allgemeine Beispiele für den Bereich „Environment“ sind Höhe des Energieeinsatzes, Anteil erneuerbarer Energieträger, Strategie rund um das Thema Klimawandel, Emissionsausstoß. Unter „Social“ sind Aspekte wie beispielsweise Achtung der Menschenrechte, Verbot von Kinder- und Zwangsarbeit, Chancengleichheit und Diversität, Arbeitsplatzgestaltung, Weiterentwicklung zu verstehen. Das Kriterium „Governance“ zielt darauf ab, inwieweit Nachhaltigkeit strukturell im Unternehmen verankert ist. Darunter fallen beispielsweise Themen wie Nachhaltigkeitsmanagement, Maßnahmen zur Korruptionsbekämpfung, Umwelt- & Qualitätsmanagementsysteme, finanzielle Nachhaltigkeit und Risikomanagementsysteme.

ESG-Risiken und -Chancen haben als Ursache eine hohe Relevanz, da sie hinsichtlich Wirkung beispielsweise die Reputation oder die immateriellen Werte eines Unternehmens erheblich beeinflussen können.

---

**Sammele deinen Reichtum, ohne seine Quellen zu zerstören, dann wird er beständig zunehmen. (Siddhartha Gautama)**

---

W. Gleißner (✉)

FutureValue Group, Leinfelden-Echterdingen und Technische Universität Dresden, Deutschland  
E-Mail: [w.gleissner@futurevalue.de](mailto:w.gleissner@futurevalue.de)

F. Romeike

RiskNET – The Risk Management Network, Brannenburg, Deutschland  
E-Mail: [romeike@risknet.de](mailto:romeike@risknet.de)

Es wird dabei aufgezeigt, dass auch ESG-Risiken oft finanzielle Auswirkungen haben, die als solche zu quantifizieren und bei der Beurteilung des Gesamtrisikoumfangs (Eigenkapitalbedarfs), der Kapitalkosten und des Grads der „Bestandsgefährdungen“ eines Unternehmens (u. a. auch beispielsweise im Sinne von § 91 des deutschen Aktiengesetzes [AktG, eingeführt durch durch Kontroll- und Transparenzgesetz, KonTraG]) als solche zu berücksichtigen sind.

Der nachfolgende Beitrag setzt sich mit der Relevanz und Bewertung von ESG-Risiken in der Praxis auseinander. Hierbei werden auch Parallelen zum „Social Credit Rating“ aufgezeigt und diskutiert. Ein besonderer Schwerpunkt liegt hierbei auf der Erläuterung der Bedeutung von Simulationsverfahren, die eine quantitative Bewertung komplexer Systeme, wie beispielsweise von Umweltsystemen oder sozialer Systeme, ermöglichen.

---

## 21.1 Überblick ESG und CSR

Vor dem Hintergrund der zunehmenden Relevanz von Klima- und Umweltrisiken (vgl. Abschn. 21.2) und sozialer Risiken, sind diese als Risiken aus der Unternehmensführung zu interpretieren, die mit der Abkürzung ESG (Environmental, Social and Governance) zusammenfasst werden.

ESG-bezogene Regularien und Offenlegungspflichten haben in den vergangenen Jahren stark zugenommen. Bereits im Jahr 2014 wurde die EU-Richtlinie 2014/95/EU verabschiedet, welche die Angabe nichtfinanzieller und Diversität betreffender Informationen durch bestimmte große Unternehmen und Unternehmensgruppen vorschreibt.

Richtlinie 2014/95/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Oktober 2014 zur Änderung der Richtlinie 2013/34/EU im Hinblick auf die Angabe nichtfinanzieller und die Diversität betreffender Informationen durch bestimmte große Unternehmen und Gruppen.

Die Umsetzung in nationales Recht erfolgte in Deutschland bereits im Jahr 2017 durch das CSR-Richtlinie-Umsetzungsgesetz (CSR-RUG) zur Stärkung der nichtfinanziellen Berichterstattung der Unternehmen in ihren Lage- und Konzernlageberichten. So müssen Unternehmen in ihrer Berichterstattung Aspekte wie Umwelt-, Sozial- und Arbeitnehmerbelange, Menschenrechte und Korruption berücksichtigen.

Als weiteren wichtigen Aspekt von „Governance“ wird die finanzielle Nachhaltigkeit und Stabilität des Unternehmens angesehen, also der „Grad der Bestandsgefährdung“ (vgl. Gleißner 2018a; Romeike 2018 sowie Romeike und Hager 2020), den man als Spitzenkennzahl des Risikofrüherkennungssystems nach KonTraG auffassen kann. Die zentrale Anforderung des KonTraG besteht gerade darin, mögliche „bestandsgefährdende Entwicklungen“ früh zu erkennen (vgl. Gleißner 2018b; Romeike 2008 sowie Romeike und Hager 2020). Die Messung der finanziellen Nachhaltigkeit basiert daher auf einem, oder vielleicht besser mehreren finanziellen Indikatoren, wie im einfachsten Fall einer Insolvenz wahr-

scheinlichkeit (Ratingnote), die abhängig ist vom Risikodeckungspotenzial und dem aggregierten Gesamtrisikoumfang (und selbst ein Einflussfaktor für den Unternehmenswert darstellt, siehe zum Zusammenhang Gleißner 2019f sowie Gleißner und Ernst 2019). Hohe finanzielle Nachhaltigkeit hat einen positiven Einfluss auf die Performance von Unternehmen, auch an der Börse (siehe die Studie von Günther/Gleißner/Walkshäusl, 2020).

ESG-Kriterien spielen seit langer Zeit eine große Rolle, etwa im Underwriting-Prozess bei Erst- und Rückversicherungsunternehmen. In den letzten Jahren steigen jedoch vor allem ESG-Kriterien bei der Auswahl von Kapitalanlagen. Auch Ratingagenturen berücksichtigen im Rahmen der Kreditwürdigkeitsprüfung und Risikoanalyse bereits seit langem ESG-Faktoren (vgl. hierzu Verordnung (EG) Nr. 1060/2009, ABl. EU L 302/1).

Das IOSCO Growth and Emerging Markets Committee (GEMC) – als Einheit der internationalen Organisation der Wertpapieraufsichtsbehörden IOSCO (International Organisation of Securities Commissions) – hat im Jahr 2019 ein Papier mit dem Titel „Sustainable finance in emerging markets and the role of securities regulators“ (vgl. IOSCO 2019) veröffentlicht. So werden in der Publikation nachhaltige Kapitalmarktprodukte, wie beispielsweise grüne und Nachhaltigkeitsfonds, sozialetische Fonds und Investitionen in erneuerbare Energien analysiert.

In elf Empfehlungen beschreibt die IOSCO ihre Erwartungen zu Nachhaltigkeitsaspekten (für eine umfassendere Darstellung des Themas Nachhaltigkeit sei verwiesen auf Günther und Günther 2017) an Aufsichtsbehörden, Unternehmen und Produkte:

- Empfehlung 1: Emittenten und beaufsichtigte Unternehmen sollen ESG-spezifische Aspekte in ihrem Risikoappetit/Risikoakzeptanz und ihre Unternehmensführung berücksichtigen;
- Empfehlung 2: ESG-spezifische Offenlegungs- und Berichtspflichten. Die Regulierungsbehörden sollten eine Offenlegung in Bezug auf wesentliche ESG-spezifische Risiken und Chancen in Bezug auf Governance, Strategie und Risikomanagement eines Emittenten oder CIS verlangen;
- Empfehlung 3: Datenqualität. Stellen die Regulierungsbehörden fest, dass eine zusätzliche ESG-spezifische Berichterstattung erforderlich ist (gemäß Empfehlung 2), sollten sie eine angemessene Datenqualität für die ESG-spezifische Berichterstattung anstreben, u. a. durch die Aktualisierung der Börsennotierungsvorschriften, die Verwendung externer Überprüfungen und durch die Tätigkeit anderer Informationsdienstleister, zum Beispiel Ratingagenturen, Benchmarks und Wirtschaftsprüfer.
- Empfehlung 4: Definition und Taxonomie nachhaltiger Instrumente. Nachhaltige Instrumente sollten klar definiert werden und sich auf die Kategorien der förderfähigen Projekte und Vermögenswerte beziehen, für die die durch ihre Emission aufgenommenen Mittel verwendet werden können;
- Empfehlung 5: Förderfähige Projekte und Aktivitäten. Mittel, die durch nachhaltige Instrumente aufgebracht werden, sollten für Projekte und Aktivitäten verwendet werden, die unter eine oder eine Kombination der unten aufgeführten allgemeinen ESG-Kategorien fallen: 1. Umwelt (erneuerbare Ressourcen, Bekämpfung des Klimawandels, Umweltverschmutzung und Abfall sowie andere Umweltmöglichkeiten); 2.

Soziales (Humankapital, Produkthaftung und andere soziale Chancen); 3. Governance (Unternehmensführung; Unternehmensverhalten).

- Empfehlung 6: Anforderungen an die Angebotsunterlagen. Die Regulierungsbehörden sollten Anforderungen für das Angebot nachhaltiger Instrumente festlegen, die unter anderem die Verwendung und Verwaltung der durch die Emission solcher Instrumente aufgenommenen Mittel sowie die von den Emittenten für die Bewertung und Auswahl der Projekte angewandten Verfahren umfassen.
- Empfehlung 7: Laufende Offenlegungsanforderungen. Die Aufsichtsbehörden sollten laufende Offenlegungspflichten hinsichtlich der Verwendung der durch die Emission nachhaltiger Instrumente aufgenommenen Mittel einschließlich des Umfangs der nicht verwendeten Mittel, falls vorhanden, festlegen.
- Empfehlung 8: Ordnungsgemäße Verwendung der Mittel. Die Regulierung sollte Maßnahmen zur Verhinderung, Aufdeckung und Sanktionierung des Missbrauchs der durch die Ausgabe nachhaltiger Instrumente aufgenommenen Mittel vorsehen.
- Empfehlung 9: Externe Überprüfungen. Die Emittenten sollten den Einsatz externer Überprüfungen in Erwägung ziehen, um die Konsistenz mit der Definition der nachhaltigen Instrumente gemäß Empfehlung 4 sicherzustellen.
- Empfehlung 10: Integration von ESG-spezifischen Aspekten in die Analyse und Strategien der Investments und die gesamte Unternehmensführung bei institutionellen Investoren und
- Empfehlung 11: Aufbau von Kapazität und Expertise für ESG-Belange.

Eine Umsetzung der oben aufgeführten Kriterien bedingt eine Methodik zur methodisch fundierten Quantifizierung der ESG-Risiken und -Chancen.

Aufgrund ihrer Nähe werden nachfolgend ESG- und CSR-Risiken als Begriffe synonym verwendet.

Das „Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission“ (COSO) und das „World Business Council for Sustainable Development“ (WBCSD) empfiehlt in ihrer Veröffentlichung „Enterprise Risk Management: Applying enterprise risk management to environmental, social and governance-related risks“ quantitative Ansätze zur Bewertung von ESG-Risiken (vgl. The Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (COSO) and World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) 2018).

Das COSO (Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission) ist eine privatwirtschaftliche Organisation in den USA, die helfen soll, Finanzberichterstattungen durch ethisches Handeln, wirksame interne Kontrollen und gute Unternehmensführung qualitativ zu verbessern. COSO wurde im Jahr 1985 als Plattform für die National Commission on Fraudulent Financial Reporting (Treadway Commission) gegründet und wird durch die fünf bedeutendsten US-Organisationen für Kontrolle im Finanz- und Rechnungswesen unterstützt: Institute of Internal Auditors (IIA), American Institute of Certified Public Accountants (AICPA), Financial Executives International (FEI), Institute of Management Accountants (IMA) und American Accounting Association (AAA).

Das WBCSD ist ein Zusammenschluss von mehr als 200 Mitgliedsunternehmen, die zusammen mehr als 8,5 Billionen Dollar Umsatz und 19 Millionen Mitarbeiter repräsentieren. Das WBCSD hat sich unter anderem zum Ziel gesetzt Einfluss auf die internationale Politik zur Förderung nachhaltiger Entwicklungen zu nehmen, seine Mitglieder bei eigenen Initiativen zu unterstützen und nachhaltige Projektentwicklungen zu fördern.

In Abb. 21.1 ist der von COSO/WBCSD empfohlene Risikokatalog für ESG-Risiken wiedergegeben.

In Abb. 21.2 sind die Methoden zur Bewertung von ESG-Risiken in Form einer semi-quantitativen Bewertung zusammengefasst.

COSO/WBCSD empfehlen eine quantitative Bewertung ESG-bezogene Risiken auf eine relevante Ziel- bzw. Wirkungsgröße. Für viele Unternehmen bedeutet dies, dass Risikomanagement- und Nachhaltigkeitsexperten die Wirkung eines ESG-bezogenen Risikos in Bezug auf Umsatz, Kosten oder EBITDA bewerten müssen.

Die Autoren weisen aber auch darauf hin, dass der Bedarf an quantitativen Bewertungen in der Praxis einige Herausforderungen mit sich bringen kann. Insbesondere die Wechselwirkungen vieler Unternehmen mit ESG-Themen (beispielsweise in einer globalen Supply Chain) haben vielfältige Einflüsse auf den Marktwert oder den Preis von Produkten, Materialien oder Cashflows.

Bei ausgewählten ESG-bezogenen Risiken empfiehlt COSO/WBCSD die Aufnahme einer nicht-finanziellen Messgröße in den Priorisierungskriterien zu berücksichtigen. Als Alternative wird somit auch eine rein qualitative Bewertung empfohlen, unabhängig davon, ob sich eine finanzielle Auswirkung quantifizieren lässt.

Eine Auswahl an qualitativen, semi-quantitativen und quantitativen Ansätzen ist in Abb. 21.3 zusammengefasst.



Der weitere Beitrag gliedert wie folgt. In Abschn. 21.2 wird zunächst beispielhaft das aktuell besonders intensiv diskutierte Thema der Risiken in Bezug auf Klimawandel und Nachhaltigkeit – einer wesentlichen Komponente der ESG-Risiken – vorgestellt. Neben

Strategic	Operational	Financial	Compliance
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vision and core values</li> <li>• Corporate governance</li> <li>• Organizational structure</li> <li>• Strategic planning</li> <li>• Mergers and acquisitions valuation and pricing</li> <li>• Investor relations</li> <li>• Competition</li> <li>• Changing customer preferences or lifestyles</li> <li>• Growing middle class</li> <li>• Urbanization/growing population</li> <li>• Emerging markets</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Research and development</li> <li>• New products</li> <li>• Marketing</li> <li>• Budgeting and forecasting</li> <li>• Raw material availability</li> <li>• Suppliers</li> <li>• Production management</li> <li>• Product stewardship</li> <li>• Inventory management</li> <li>• Employee engagement</li> <li>• Labor relations</li> <li>• Human rights</li> <li>• IT investment</li> <li>• Cybersecurity</li> <li>• Business continuity</li> <li>• Pandemic</li> <li>• Physical impacts of climate change</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interest rate volatility</li> <li>• Foreign currency volatility</li> <li>• Cash management</li> <li>• Credit risk</li> <li>• Accounting policies</li> <li>• Accounting estimates</li> <li>• Internal control</li> <li>• Tax strategy and planning</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fraud</li> <li>• Bribery</li> <li>• Conflicts of interest</li> <li>• Country/state/local regulation</li> <li>• Tax regulation</li> <li>• Trade regulation</li> <li>• IP management and protection</li> <li>• Greenhouse gas emissions</li> <li>• Water treatment</li> <li>• Health and safety</li> </ul>

**Abb. 21.1** Risikoinventar für ESG-Risiken. (Quelle: COSO/WBCSD)

Risk rating	Definition
<b>Catastrophic</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Financial loss: [ ]% of earnings before interest, taxes, depreciation and amortization (EBITDA) or more than [ ]% impact on share price</li> <li>International negative media coverage for more than six months that results in at least [ ]% revenue loss</li> <li>More than [ ]% employee turnover</li> <li>Prosecution, fines and litigation greater than [ ]% of expenses</li> <li>Threatened or actual loss of [ ]% or more strategic customers</li> </ul>
<b>High</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Financial loss: [ ]% of EBITDA or share price</li> <li>Reputation damage from media coverage that persists for one to six months and results in [ ]% nonrecurring revenue loss</li> <li>Results from employee survey showing staff morale more than [ ]% less than peer organizations</li> <li>Threatened or actual loss of [ ]% strategic customers</li> </ul>
<b>Medium</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Financial loss: [ ]% of EBITDA or share price</li> <li>Reputation damage from media coverage that persists for less than one month and results in [ ]% nonrecurring revenue loss</li> <li>Results from employee survey showing morale [ ]% less than peer organizations</li> <li>Threatened or actual loss of [ ]% strategic customers</li> </ul>
<b>Low</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Financial loss: less than [ ]% of EBITDA or share price</li> <li>Local reputation damage from NGO or media resulting in less than [ ]% revenue loss</li> <li>Individual feedback from employees on low staff morale</li> <li>Customer complaints from less than [ ]% of strategic customers</li> </ul>

**Abb. 21.2** Bewertungsmethoden für ESG-Risiken. (Quelle: COSO/WBCSD)

Measure	Example risk severity metrics
<b>Quantitative (monetary)</b> 	<b>Revenue:</b> Projected or identified impact on revenue or expenditures <b>Expenditures:</b> Projected or identified impact on expenditures or costs <b>EBITDA:</b> Projected or identified impact on EBITDA <b>Assets and liabilities:</b> Write-off, asset impairment and early retirement of existing assets <b>Capital and financing:</b> Impact to cost of capital or access to capital, operating losses <b>Share price:</b> Impact (%) in share price <sup>e</sup> <b>Customer/reputation:</b> Reduction in customer confidence (%) (may also be measured in revenue) <b>Safety:</b> Lost time due to injuries
<b>Quantitative (non-monetary)</b> 	<b>Social media coverage:</b> Number of viewers of the entity's video <b>Business continuity:</b> Maximum allowable outage <b>Greenhouse gas emissions:</b> Total emissions by type of greenhouse gas (GHG); carbon intensity (GHG/USD \$ million) <b>Energy/fuel:</b> Total energy consumption in megawatt hours <b>Water:</b> Total freshwater withdrawn in cubic meters from water-stressed regions <b>Land use:</b> Percentage change in land cover type (e.g., grassland, forest, cultivated, pasture, urban) <b>Location:</b> Number of locations within a designated flood zone <b>Capital and financing:</b> Increase or decrease in ability to raise capital <b>Reputation:</b> Type of complaints received from stakeholders <sup>d</sup> <b>Staff morale/turnover:</b> Engagement survey results/level of engagement
<b>Qualitative</b>	

**Abb. 21.3** Qualitative, semi-quantitative und quantitative Bewertung von ESG-Risiken. (Quelle: COSO/WBCSD)

der Erläuterung des Themas wird hier auch schon gezeigt, welche Bedeutung der Einsatz von Simulationsverfahren bei der adäquaten Beschreibung und Quantifizierung von ESG-Risiken haben. Im anschließenden Abschn. 21.3 werden die verschiedenen Wirkungsweisen von ESG-Risiken, finanzielle und nicht-finanzielle, erläutert. Anschließend wird in Abschn. 21.4 das Feld der ESG-Risiken und die hier verwendeten Kriterien mit insbesondere aus China stammenden Konzept des „Social Credit Ratings“, in der Anwendung für Unternehmen, verglichen. Der anschließende Abschn. 21.5 beschäftigt sich mit der Quantifizierung von ESG bzw. CSR-Risiken, den hier bestehenden Herausforderungen und Lösungsstrategien (auch basierend auf einem Fallbeispiel). Der abschließende Abschn. 21.6 fasst die wichtigsten Aussagen knapp zusammen und bietet einen kurzen Ausblick.



## 21.2 Beispiel: Nachhaltigkeit und Klima

### 21.2.1 Grundlagen

Die Diskussion um die Zukunft der Menschheit ist nicht erst ein Phänomen unserer heutigen Zeit. Im Jahr 1972 wurde unter dem Titel „The Limits to Growth“ (vgl. Meadows et al. 1972) die Ergebnisse eines systemdynamischen Simulationsmodells veröffentlicht. Die Ergebnisse dieser wissenschaftlichen Studie wurden häufig emotionalisiert (vgl. vertiefend Romeike 1994). Das Massachusetts Institute of Technology (MIT) wurde vom Club of Rome, eine im Jahr 1968 gegründete gemeinnützige Organisation, die sich für eine nachhaltige Zukunft der Menschheit einsetzt, beauftragt, eine methodisch fundierte Studie zu erstellen, die die Komplexität der Fragestellung adäquat abbilden kann. Donella und Dennis Meadows sowie deren wissenschaftlichen Mitarbeiter der Sloan School of Management am MIT führten dazu eine Systemanalyse und Computersimulationen verschiedener Szenarien durch.

Grundlage hierfür bildete die Simulationsmethodik System Dynamics. Das verwendete Simulationsmodell untersuchte fünf Szenarien von Parametern mit globaler Wirkung: Industrialisierung, Bevölkerungswachstum, Unterernährung, Ausbeutung von Rohstoffreserven und Zerstörung von Lebensraum. Im Jahr 1973 wurde dem Club of Rome der Friedenspreis des Deutschen Buchhandels verliehen.

Die Kernaussage der Studie lautete, dass „die Ausbeutung der wichtigsten Rohstoffe und die wachsende Belastung durch Umwelt- und Luftverschmutzung zunehmend steigende Risiken für die Weltwirtschaft in der Zukunft verursachen“ würde. Viele verstanden den Bericht so, als würde die Weltwirtschaft innerhalb weniger Jahrzehnte zum Stillstand kommen. Dies war allerdings nicht die Aussage der „Grenzen des Wachstums“. Der Bericht stützte sich auf eine Perspektive von 50 bis 100 Jahren und legte darüber hinaus seinen Fokus auf die steigenden, physischen Auswirkungen des Wirtschaftswachstums (den ökologischen Fußabdruck), nicht auf Wachstum an sich.

Die Studie des Club of Rome hat für einige wesentlichen Aspekte sensibilisiert, wenngleich heute viele der damals getroffenen Aussagen so nicht mehr ohne weiteres akzeptiert werden können.

Auch bei dieser kritischen Bestandsaufnahme bleibt jedoch unbestritten: ESG-Risiken, die Unternehmen eingehen (müssen), bleiben auch aus volkswirtschaftlicher Perspektive relevant, wie auch insgesamt Risiken hohe volkswirtschaftliche Bedeutung haben (vgl. Gleißner 2018c; Romeike 2018 sowie Romeike und Hager 2020). Auch wenn von einer „sicheren“ Wachstumsgrenze (zum Beispiel durch die Limitierung von Rohstoffen) aufgrund der skizzierten Möglichkeiten von Substitutionen und Recycling nicht ausgegangen werden muss, besteht eindeutig das Risiko, dass beispielsweise bestimmte Rohstoffe (zu) knapp werden könnten (beispielsweise, weil Substitutionsmöglichkeiten zu spät entwickelt wurden). Heute wird insbesondere der Klimawandel als besonders hohes Risiko bewertet (vgl. exemplarisch hierzu World Economic Forum 2020).

Auf dem Weltgipfel für Umwelt und Entwicklung im Jahr 1992 in Rio de Janeiro haben zunächst 154 Staaten die Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) unterzeichnet. Das multila-



terale Übereinkommen trat im Jahr 1994 in Kraft. Aktuell haben 196 Vertragsparteien sowie die EU als regionale Wirtschaftsorganisation die Klimarahmenkonvention ratifiziert. Mit dieser UN-Klimarahmenkonvention erkennt die internationale Staatengemeinschaft globale Klimaveränderungen als wichtiges und relevantes Problem an und verpflichtet sich zum gemeinsamen Handeln.

Das Ziel der Klimarahmenkonvention ist die Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen auf einem Niveau, bei dem eine gefährliche vom Menschen verursachte Störung des Klimasystems verhindert wird. Dies soll in einem Zeitraum geschehen, der es den komplexen Ökosystemen erlaubt, sich auf natürliche Weise an die Klimaänderungen anzupassen (siehe Artikel 2 UNFCCC).

Die Klimarahmenkonvention ist eher als Prozess zu verstehen und wird permanent durch ergänzende Beschlüsse der einzelnen COPs erweitert und modifiziert (die Vertragsstaaten treffen sich jährlich zu Vertragsstaatenkonferenzen: Conference of the Parties, COP). Hierbei ist insbesondere zu nennen:

- Berlin, Deutschland (COP 1, 1995): Berliner Mandat zur Erarbeitung eines Protokolls mit rechtlich verbindlichen nationalen Minderungszielen; Einrichtung des Sekretariats der Klimarahmenkonvention in Bonn.
- Kyoto, Japan (COP 3, 1997): Verabschiedung des Kyoto-Protokolls als Zusatz zur Klimarahmenkonvention, es enthält erstmals rechtsverbindliche Minderungsverpflichtungen für die Industrieländer.
- Marrakesch, Marokko (COP 7, 2001): Festlegung der Durchführungsbestimmungen des Kyoto-Protokolls („Marrakesh Accords“).
- Montreal, Kanada (COP 11, zugleich 1. Vertragsstaatenkonferenz unter dem Kyoto-Protokoll, 2005): Beschluss zur Aufnahme von Verhandlungen über neue Emissionsreduktionsziele für Industriestaaten ab 2013.
- Bali, Indonesien (COP 13, 2007): Beschluss über Verhandlungen zu einem umfassenden Klimaschutzabkommen ab 2013, an dem sich alle Staaten beteiligen (Bali-Roadmap).
- Kopenhagen, Dänemark (COP 15, 2009): Verhandlungen scheitern, Vertragsstaaten finden zudem keinen Konsens über den „Kopenhagen-Accord“.
- Cancún, Mexiko (COP 16, 2010): Wiederaufnahme der Verhandlungen; Einigung auf das zentrale Ziel der internationalen Klimaschutzanstrengungen die Treibhausgasemissionen so zu mindern, dass die globale Temperaturerhöhung die Zwei-Grad-Obergrenze nicht überschreitet.
- Durban, Südafrika (COP 17, 2011): Einigung auf die sofortige Aufnahme von Verhandlungen über ein umfassendes Klimaschutzabkommen („Durban Plattform“), das 2015 verabschiedet und bis spätestens 2020 wirksam werden soll.
- Doha, Katar (COP 18, 2012): Einigung auf eine zweite Verpflichtungsperiode unter dem Kyoto-Protokoll, Diskussion über Verhandlungsfahrplan zum neuen Klimaschutzabkommen.
- Warschau, Polen (COP 19, 2013): Einigung auf wesentliche Eckpunkte zur Finanzierung von Klimaschutzmaßnahmen; Errichtung eines Mechanismus für Verluste und Schäden; Durchbruch beim Waldschutz.

- Lima, Peru (COP 20, 2014): Grundlage für neuen Weltklimavertrag in Paris gelegt; Aufruf nationale Klimaschutzbeiträge vorzulegen; Einzahlungen von über zehn Milliarden US-Dollar in den Grünen Klimafonds (Green Climate Fonds, GCF).
- Paris, Frankreich (COP 21, 2015): Übereinkommen von Paris als zweite Ergänzung zur Klimarahmenkonvention verabschiedet; erstmals legen nahezu alle Staaten nationale Klimaschutzbeiträge (Nationally Determined Contribution, NDC) vor; 1,5 °C-Obergrenze soll angestrebt werden.
- Marrakesch, Marokko (COP 22, zugleich 1. Konferenz unter dem Übereinkommen von Paris, 2016): Verhandlungen über die technische Ausgestaltung des Übereinkommens von Paris; Start der weltweiten NDC-Partnerschaft unter deutscher und marokkanischer Führung.
- Bonn, Deutschland (COP 23, 2017): 13. Treffen zum Kyoto-Protokoll sowie als 2. Treffen der Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement (CMA 1–2). Ziel war ein „Regelbuch“ zur Umsetzung des Paris-Abkommens, was auf der nächsten Klimakonferenz COP 24 verabschiedet werden soll.
- Katowice, Polen (COP 24, 2018): Auf der COP 24 in Katowice sollte festgelegt werden, welche Rechte und Pflichten die einzelnen Staaten haben, um das in Paris anvisierte 1,5-Grad-Ziel zu erreichen. Dabei spielen einheitliche oder zumindest vergleichbare Methoden für die Messung von Treibhausgasen eine wesentliche Rolle – diese existieren bislang lediglich für die „Industrieländer“; die „Entwicklungsländer“ müssen in diesem Zusammenhang noch Berichtssysteme aufbauen.
- Madrid, Spanien (COP 25, 2019): Schlüsselthema der Vertragsstaaten des Übereinkommens von Paris war die Fertigstellung des ergänzenden Regelwerks. Der größte Teil des Regelwerks wurde während der COP 24 / CMA 1-3 in Katowice vereinbart, Regeln zum Artikel 6 des Paris-Übereinkommens wurden dort aber ausgeklammert. So sollen insbesondere marktbasierende Mechanismen den teilnehmenden Staaten einen Anreiz bieten, Emissionsminderungen in anderen Staaten zu finanzieren, wo dies kostengünstiger möglich ist. Von der Kosteneffizienz verspricht man sich höhere Klimaschutz-Ambitionen und damit höhere Minderungsbeiträge (Nationally Determined Contributions, NDCs) der Mitgliedsländer in den Folgejahren. Die Ergebnisse der COP25 wurde von Natur-, Umwelt- und Klimaschutzorganisationen scharf kritisiert.

Das Folgetreffen COP 26 soll Ende November 2020 im schottischen Glasgow stattfinden. Die internationale Gemeinschaft kann die in der Klimarahmenkonvention definierten Ziele nur erreichen, wenn alle Länder, Unternehmen sowie Teile der Gesellschaft einen Beitrag leisten.

## 21.2.2 Einsatz von Simulationsverfahren am Beispiel World3

### 21.2.2.1 Hintergrund des Simulationsmodells

Im Jahre 1968, als viele Industrieländer seit Jahren durch rasches Wirtschaftswachstum geprägt waren, wurde, wie erwähnt, in der Accademia dei Uncei (Rom) der Club of Rome als informelle Vereinigung von Wissenschaftlern und Praktikern verschiedenster Diszipli-

nen gegründet (die nachfolgenden Ausführungen basieren auf Romeike 1994). Anlass waren die zunehmenden globalen Krisenerscheinungen, u. a.

- die vermehrten internationaler Konflikte,
- das exponentielle Bevölkerungswachstum,
- der Ressourcenabbau,
- die zunehmende Asymmetrie zwischen Industrie- und Entwicklungsländern,
- die Atmosphärenveränderungen durch Spurengase.

Ziel des Club of Rome ist nicht die Verfolgung bestimmter politischer Ziele oder Ideologien, sondern die Erforschung von Ursachen und Interdependenzen der wirtschaftlichen, politischen, ökologischen, sozialen und demografischen Situation der Menschheit.

Der Club of Rome will nicht nur eine Institution für wissenschaftliche Forschung sein, sondern auch weltweite Diskussionen anstoßen, was innerhalb offizieller Strukturen oft schwieriger ist, und die erforderlichen Strategien vorschlagen. Hierbei sollten die globalen Probleme von einem interdisziplinären, übernationalen und langzeitlichen Gesichtspunkt aus analysiert werden.

Als Forschungsansatz hatte man sich zunächst für die Delphi-Analyse (vgl. hierzu Romeike 2018) als Kreativitätsmethodik entschieden. Um der Komplexität der untersuchten Systeme gerecht zu werden, schlug Eduard Christian Kurt Pestel im Jahr 1969 vor, ein kybernetisches Computermodell basierend auf einer Simulationsmethodik zu erstellen, in welchem die Interdependenzen zwischen wirtschaftlichem Wachstum, Umwelt und Gesellschaft untersucht werden.

Pestel war ein deutscher Ingenieur und Ökonom sowie Professor für Mechanik und Regelungstechnik. Im Jahr 1975 gründete er zusammen mit sechs weiteren Wissenschaftlern das Institut für angewandte Systemforschung und Prognose (ISP) in Hannover.

Seit einiger Zeit befasste sich bereits der Informatiker Jay Wright Forrester am Massachusetts Institute of Technology (MIT) mit einer kybernetischen Modellmethode zur Analyse komplexer Systeme: Industrial Dynamics (später System Dynamics genannt). Forrester hatte mit diesem Ansatz bereits im Jahr 1969 versucht, die Entwicklung und die Probleme der Städte darzustellen (vgl. Forrester 1969).

Diese Simulationsmethodik erschien dem Club of Rome für ihr Projekt geeignet und nach einem ersten Modellentwurf (World1) wurde ein modifizierter Entwurf (World2) der Stiftung Volkswagenwerk vorgelegt, die daraufhin die Finanzierung des Projekts übernahm.

Leiter des Projektes wurde Dennis L. Meadows vom MIT, unterstützt von 16 Wissenschaftlern aus verschiedenen Disziplinen. Im März 1971 veröffentlichte Forrester sein auf dem World2-Modell basierendes Buch World Dynamics, welches allerdings nur geringe Aufmerksamkeit auf sich zog.

Meadow übernahm das System-Dynamics-Verfahren und modifizierte das World2-Modell durch eine größere Anzahl von Variablen und Verknüpfungen. Außerdem stützt sich das World3-Modell auf eine größere empirische Basis als Forresters Ausgangsmodelle (vgl. Pestel 1988, S. 34 f.).

Insbesondere zwei Problemkomplexe sollten analysiert werden (vgl. Pestel 1980, S. 115):

- Die mögliche Diskrepanz zwischen Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum sowie der Begrenztheit der Erde hinsichtlich Ressourcen und Senken sollte aufgezeigt werden.
- Die Interdependenz und die Einwirkungen wesentlicher Faktoren, die das physische Verhalten des globalen Systems bestimmen, sollten analysiert werden.

Im März 1972 wurde der Bericht unter dem Titel „The Limits to Growth“ (Meadows et al. 1972) nach einer 18monatigen Studienarbeit in einer populär-wissenschaftlichen Form der Öffentlichkeit vorgestellt und ist mittlerweile in 30 Sprachen übersetzt worden. Im Jahre 1973 wurde ergänzend eine Sammlung von 13 Einzelberichten über den Aufbau der Subsysteme (vgl. Meadows und Meadows 1973) und ein Jahr später der „technische Bericht“ (vgl. Meadows et al. 1974) – Darstellungen zur Methodologie, zu Gleichungssystemen und zur Datenbasis – publiziert.

The Limits to Growth hat weltweit Kontroverse und Kritik hervorgerufen, die Modellbauer wurden als Fortschrittspessimisten und Untergangspropheten verspottet.

### 21.2.2.2 Aufbau, Grundannahmen und Prämissen des Simulationsmodells

„No single element of this world model is new to human thought. What is new is the synthesis of many isolated, incomplete perceptions into a more complete picture, an attempt to comprehend the whole system rather than just its single parts.“ (Meadows et al. 1974, S. 3)

Mit Hilfe des World3-Modells haben die MIT-Wissenschaftler (basierend auf der Methodik System Dynamics) die Abhängigkeiten und die Komplexität eines Systems beschrieben und simuliert. Das MIT-Team bezeichnet World3 als ein formales mathematisches Modell eines komplexen sozialen Systems. Es wird versucht, das langfristige Wachstumsverhalten der Weltwirtschaft für 70 Jahre ex ante zu analysieren und Szenarien über einen Zeitraum von 130 Jahren zu simulieren. Ziel war nicht eine exakte Prognose, sondern vielmehr das „Lernen aus der Zukunft“ zu ermöglichen (vgl. vertiefend Romeike und Spitzner 2013; vgl. Romeike 2015a, b).

Basierend auf der System-Dynamics-Methode ging das MIT-Team bei der Konstruktion des World3-Modells in folgenden neun Phasen vor (vgl. Meadows et al. 1974, S. 5):

1. Allgemeine verbale Beschreibung des komplexen Systems.
2. Genaue Angabe der Zielsetzung und des Modellzwecks.
3. Definition des Zeithorizonts.
4. Bestimmung der wichtigsten Elemente, die die relevanten Aspekte des Systems abbilden.
5. Strukturierung des Modells unter Berücksichtigung der Kausalstrukturen.
6. Schätzung der Parameter sowie Festlegung der Anfangswerte der Bestandsgrößen (durch Expertenurteile, historische Zeitreihenanalysen, Schätzungen et cetera).
7. Evaluierung der Parametersensitivität durch Computersimulation.
8. Experimente durch Simulationen, um das dynamische Modellverhalten zu analysieren.
9. Diskussion und kritische Analysen der Ergebnisse.

Meadows et al. weisen darauf hin, dass die Zielsetzung des World3-Modells nicht in einer präzisen Prognose im engeren statistischen Sinne liegt, sondern das mittels einer Projektion (unpräzise Prognose im weiteren Sinne) typische Verhaltensmuster aufgezeigt werden sollen. Und exakt hier liegt die Wurzel für die Fehlinterpretation vieler Kritiker an dem Modellansatz. Viele Kritiker haben den Unterschied zwischen Prognose und Szenarien nicht beachtet (vgl. zu den Missverständnissen im Zusammenhang mit Simulationen Romeike und Spitzner 2013, S. 50–54).

„We had to limit ourselves to conditional and imprecise questions, rather than precise predictions, for two reasons. First social systems are by their nature unpredictable in the absolute sense. Since any prediction made about the future of a social system becomes an influence on social policy, the prediction itself may change the system’s behavior. Second, the incomplete and inaccurate world data base currently available does not permit precision, even for conditional long-term prediction of social systems.“ (Meadows et al. 1974, S. 7 f.).

Den langen Modellzeitraum von 200 Jahren begründen Meadows et al. mit den Langzeitwirkungen einiger Modellvariablen (insbesondere Umwelteinwirkungen, aber auch die technologische Entwicklung). Im Zentrum des World3-Modells, das aus insgesamt 280 Gleichungen (im Modell sind 146 Differenzen- und Hilfsgrößengleichungen und 139 zeitinvariante Gleichungen enthalten) besteht, stehen fünf Variablen, wobei diese wiederum in verschiedene Teilgrößen aufgespalten wurden:

1. Bevölkerung (Population)
2. Kapital- und Industrieoutput (Capital)
3. Nahrungsmittel (Agriculture)
4. Sich nicht regenerierende Rohstoffe (Nonrenewable Resources)
5. Umweltverschmutzung (Pollution)

Ein Blick auf diese Teilgrößen zeigt, dass es im World3-Modell bereits um die Simulation von ESG-Kriterien bzw. -Risiken ging. Diese fünf Modellsektoren wurden als hinreichend repräsentativ angesehen, um das charakteristische Verhalten des globalen Wachstums abzubilden.

Nach Meadows könnten andere Sektoren hinzugefügt werden, beispielsweise ökonomische Faktoren (Preissteuerung), regenerierende Rohstoffe oder gesellschaftlicher Wandel (vgl. Meadows et al. 1974, S. 10). Auf der anderen Seite wäre das Modell dadurch zu komplex und unüberschaubar geworden.

Ein weiteres Problem ergab sich bei der Suche nach dem Aggregationsgrad. Möglich wäre beispielsweise eine Aufteilung der Bevölkerung nach Nationalität oder Alter. Ökonomische Variablen könnten nach Wirtschaftssystemen, Regionen et cetera unterteilt werden. Doch World3 ist ein hoch aggregiertes Modell. Meadows et al. führen folgende Begründung auf:

„A highly disaggregated model with much detail may leave out important relationships that could alter the behavior of the model and the conclusions drawn from it.“ (Meadows et al. 1974, S. 12).

World3 wurde nicht in industrialisierte und nicht-industrialisierte Regionen aufgeteilt, da das MIT-Team der Ansicht ist, dass das physikalische System strukturell in jeder geografischen Region gleich ist. Für andere Modellzwecke wäre es evtl. notwendig, eine Disaggregation der entsprechenden Größen vorzunehmen.

Nach der Definition der relevanten Modellvariablen wurden in einem nächsten Schritt die jeweiligen Kausalbeziehungen festgelegt. Die Beziehungen zwischen den jeweiligen Systemgrößen wurden zunächst grafisch dargestellt und später über Gleichungssysteme beschrieben.

Hierbei bilden der Bevölkerungs- und der Kapital- und Industrieoutputsektor zwei große, wachstumsinduzierende positive Regelkreise. Die ökologischen Grenzen werden durch drei negative Regelkreise induziert: den Nahrungsmittelsektor, den Sektor der nicht regenerierbaren Rohstoffe sowie den „Umweltsektor“.

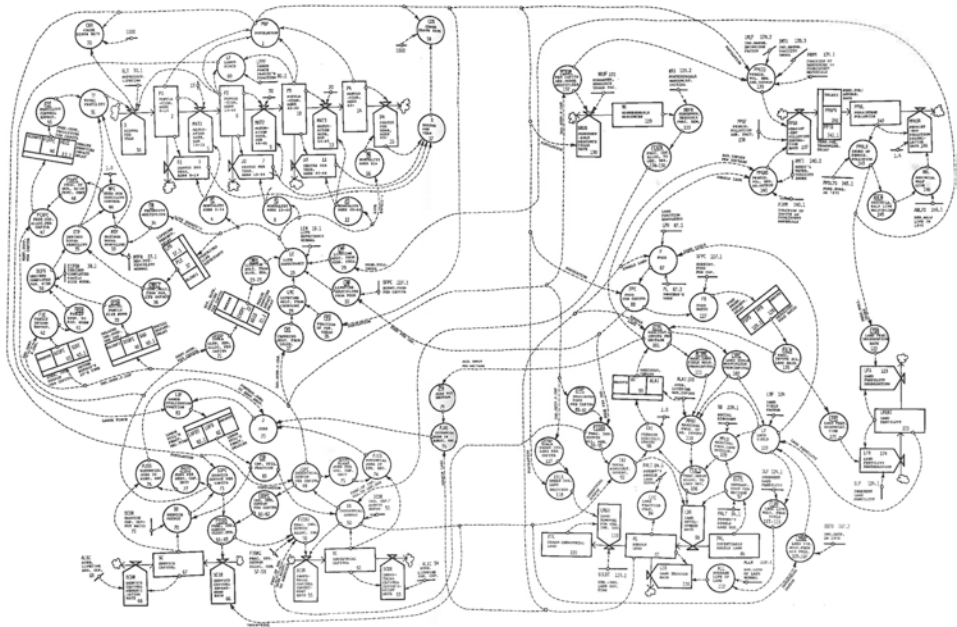
Folgende Prämissen, die durchaus kritisch diskutierbar sind, wurden bei diesen drei Sektoren unterstellt (vgl. Meadows et al. 1974, S. 15 f.):

- Das potenziell kultivierbare Land ist begrenzt. Die Grenzkosten für eine zusätzliche Landerschließung steigen.
- Die Nahrungsmittelproduktion weist eine obere Grenze auf, wobei die Erträge zwar durch agrartechnologische Innovationen zunehmen, aber insgesamt durch die zunehmende Umweltverschmutzung mit sinkenden Grenzerträgen zu rechnen ist.
- Der Vorrat an sich nicht regenerierenden Rohstoffen ist begrenzt. Bei der Erschließung und Förderung neuer Vorkommen steigen die Grenzkosten durch den vermehrten Energie- und Kapitaleinsatz.
- Die Absorptionsfähigkeit der natürlichen Umwelt ist für Schadstoffemissionen begrenzt. Bei zunehmenden Emissionen nimmt die Grenzleistungsfähigkeit des in Umwelttechnologie investierten Kapitals ab.

Der interdependente Aufbau des World3-Modells ist in Abb. 21.4 wiedergegeben, aus dem die Verbindungen zwischen den einzelnen interagierenden rückgekoppelten Regelkreisen ersichtlich werden. Auch die Vielzahl der ins Modell (zwischen Ursache und Wirkung) eingebauten Verzögerungsglieder, die zu einem instabilen Verhalten führen können, ist abgebildet. Auch wenn aus heutiger Sicht einige der oben genannten Prämissen zu relativieren sind, ist wesentlich, dass die von Meadows et al. verwendete Methodik der Simulation notwendig ist, um die komplexen Interdependenzen adäquat zu erfassen (entgegen den Vorstellungen des Modells ist bis heute z. B. durch technischen Fortschritt die Versorgung der Menschen mit Lebensmitteln immer einfacher geworden, was man an einem sinkenden Anteil der Landwirtschaft am globalen BIP erkennen kann).

Meadows führen für den Empiriebezug basierend auf interdisziplinären Expertenschätzungen die folgenden Gründe an (Meadows et al. 1974, S. 21):





**Abb. 21.4** Aufbau des World3-Modells (Stock and flow diagram). (Quelle: Meadows et al. 1974)

„[...] experience in modeling feedback systems rapidly demonstrates that even the most sophisticated numerical estimation techniques will not produce useful conclusions from a faulty or incomplete model structure.“

„[...] system dynamics models are usually concerned with imprecise questions about the general behavioral tendencies of social systems.“

„[...] a correct causal structure generally produces realistic model behavior, even with only approximate numerical parameters.“

In einem nächsten Schritt erfolgte die Sensitivitätsanalyse. Hierbei werden die Reaktionen des Outputs durch Variation des Inputs sowie das Stabilitätsverhalten des Modells analysiert. Außerdem wurde mittels Sensitivitätsanalyse untersucht, ob auf eine empirische Untermauerung verzichtet werden kann, falls die Outputvariable von bestimmten Variablen/Parametern nicht signifikant sensitiv ist.

Diese Überprüfung führte im World3-Modell zu einer Anpassung einiger Konstanten, wobei sowohl die einzelnen Subsektoren als auch das Globalmodell analysiert und adjustiert wurden.

Aufbauend auf einem Standardlauf (Szenario 1 des World3-Modells) hat das MIT-Team versucht, die Anwendung verschiedener politischer Strategien (beispielsweise durch Regulierung in den Bereichen Soziales sowie Technologie und Umwelt) durch Datenvariationen zu simulieren.

Das heißt, die MIT-Wissenschaftler haben sich im World3-Modell bereits mit den Einflussfaktoren „Environment“, „Social“ und „(Corporate) Governance“ (Umwelt, Soziales/ Gesellschaft und Unternehmensführung/-struktur) auseinandergesetzt und die Ursache/



Wirkungszusammenhänge in Form eines Simulationsmodells nicht nur beschrieben, sondern potenzielle Wirkungseffekte aufgezeigt und diskutiert.

### 21.2.2.3 Nutzen und Bewertung des SD-Modells

Mit dem World3-Modell, basierend auf der Simulationstechnik System Dynamics, haben Meadows et al. untersucht, ob das Wachstum der Wirtschaft beziehungsweise der Bevölkerung zu

- „[...] a smooth transition to a steady state,
- oscillation around an equilibrium position, or
- overshoot and decline“ (Meadows et al. 1974, S. 561)

führt.

Hierbei ist das MIT-Team von dem Status quo des gesellschaftlichen Wertesystems ausgegangen. Unter diesen Prämissen ist World3 auch zu interpretieren.

„Die Kritik hat unseren Bericht oft missverstanden als eine normative Studie, die besagt, wie die Zukunftsentwicklung aussehen soll. Ich sehe sie dagegen als eine Art Radar, welcher die Zukunft abtastet und die Gefahrenstellen zeigt. Der Radarlotse bestimmt aber nicht, wohin die Fahrt geht, und man sollte ihn auch nicht für schlechte Wetteraussichten verantwortlich machen. Die langfristige Simulation von globalen Entwicklungsprozessen basiert auf dem bisherigen Verhalten der Menschheit und wird dann unrichtig, wenn politische Entscheidungen das Verhalten ändern. Als soziales Frühwarnsystem ist aber auch unsere Studie nur ein erster Schritt.“ (Zitat von D.L Meadows in: Tuchtfeld 1973, S. 129 ff.).

Ein großer Verdienst der MIT-Wissenschaftler ist darin zu sehen, dass sie die globalen Interdependenzen von sozio-ökonomischen und komplexen Systemen abgebildet haben. Und hierbei wurden sowohl Umweltaspekte, als auch soziale Aspekte und Governancethemen berücksichtigt.

Trotz einiger methodologischer Schwächen des World3-Modells (eine vertiefende und wissenschaftliche Analyse enthält Romeike 1994) kann man resümieren, dass Meadows et al. – basierend auf einer fundierten Simulationstechnik – potenzielle Szenarien über die Zukunft aufgezeigt haben (vgl. Tuchtfeld 1973 S. 129 ff.; im dem Bericht wird D.L Meadows zitiert). Ziel des Forschungsprojektes war es nicht, den „Untergang der Menschheit“ (Handelsblatt vom 15.03.1972) zu prognostizieren oder einen „Kassandraruuf“ (Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 17.07.1972) heraufzubeschwören.

Bekanntermaßen verhalten die Prophezeiungen Kassandras, Tochter des trojanischen Königs, ungehört. Der Gott Apollon gab Cassandra wegen ihrer Schönheit die Gabe der Weissagung. Cassandra hatte damit alle Fähigkeiten, über die eine perfekte Risikomanagerin verfügen sollte. Doch als sie die Verführungversuche von Apollon zurückwies, verfluchte er sie und ihre Nachkommenschaft, auf dass niemand ihren Weissagungen Glauben schenken werde.

Ziel der Analyse war es vielmehr, Verhaltensänderungen auszulösen, damit die skizzierten Szenarien nicht Realität werden.

Dies haben viele Rezensenten der World3-Studie nicht erkannt. Die Gründe hiervon sind vielfältig und reichen von Dogmatismus bis zu methodologischer Unkenntnis von systemdynamischen Modellen oder Simulationsmethoden insgesamt (siehe zur Unkenntnis von Simulationsmethoden die empirische Studie: Meyer et al. 2012).

Um die Erkenntnis des interdisziplinären World3-Modells im vollen Umfang werten zu können, sind zudem fundierte Kenntnisse der ökologischen (physikalischen, chemischen, biologischen) und ökonomischen Zusammenhänge notwendig. Ein solches kybernetisches Denken in mehrfach rückgekoppelten vernetzten Zusammenhängen ist genetisch unterentwickelt. Vielleicht ist auch dies ein Grund, warum die Kritiken oft im Dilettantischen steckenbleiben.

Viele Kritiker sehen in der World3-Studie lediglich eine Trendextrapolation, da sie sich bei der Analyse ausschließlich auf den Standardlauf konzentriert haben (gleicher Ansicht: Heck 1992, S. 54). Eberwein führte hierzu aus: „Über den vielen Unsinn, der meist aus nachweisbarer Inkompetenz zum Thema Weltmodelle geschrieben wird, lohnt es sich kaum nachzudenken, geschweige denn darauf einzugehen.“ (Eberwein 1990, S. 1).

Meadows et al. haben versucht, durch die Variation der Annahmen, alternative Szenarien aufzuzeigen – dies wurde seitens der Kritiker oft nicht zur Kenntnis genommen. So ist das MIT-Team beispielsweise von der Annahme jährlich konstanter Zuwachsraten für bestimmte Technologien ausgegangen (exponentielle Zunahme), was zu einer vorübergehenden Stabilisierung geführt hat.

An dieser Stelle muss jedoch auch auf eine große Schwäche der Methodik System Dynamics sowie des World3-Modells hingewiesen werden. Die Simulationsergebnisse des World3-Modells basierten auf verschiedenen deterministischen Szenarien, die durch eine Expertenschätzung zustande gekommen sind. Dies führt im Ergebnis dazu, dass es kein „richtiges“ Szenario geben kann und die einzelnen Szenarien auch nicht mit Wahrscheinlichkeiten unterlegt wurden (zu den Grenzen einer deterministischen Szenarioanalyse vgl. Romeike und Spitzner 2013, S. 94 ff.).

Die Ergebnisse deterministischer Szenarien sind – je nach Stärke der subjektiven Beeinflussung durch die Teilnehmer des Szenarioteams – nicht wertfrei und sind damit auch stets angreifbar.

#### **21.2.2.4 Einordnung: System Dynamics, Grenzen und Perspektiven**

System Dynamics Methoden kann man als Vorstufe einer stochastischen Simulation (Monte-Carlo-Simulation) auffassen. Sie ersetzen diese aber nicht. System Dynamics-Modelle sind hilfreich, um wesentliche Zusammenhänge zu analysieren und abzubilden und mögliche „Einzelszenarien“ zu durchdenken. Zusätzlich erforderlich ist jedoch Information über die Bandbreite bestimmter Entwicklungen, und damit auch die Wahrscheinlichkeit von Szenarien (Wahrscheinlichkeitsdichte). Ein denkbarer Übergang ist möglich, wenn man im Modell gesetzte unsichere Annahmen durch Wahrscheinlichkeitsverteilungen beschreibt.

Folglich bietet es sich an, das SD-Modell durch eine stochastische Simulation zu ergänzen. Mit Hilfe einer stochastischen Simulation werden für sämtliche in ein Modell einbezogene Zufallsvariablen Realisationen erzeugt (basierend auf Zufallszahlen gezogen), die

asymptotisch einer zuvor spezifizierten Verteilungsannahme (je Variable) gehorchen. Im nachfolgenden Kapitel gehen wir auf den Einsatz von stochastischen Simulationsmodellen zur Bewertung von ESG-Risiken ein.

---

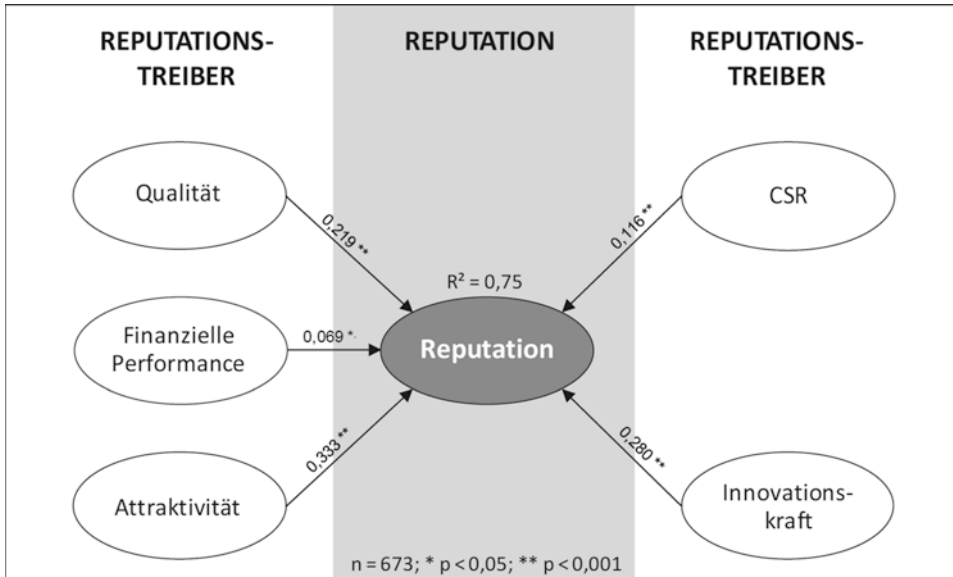
### 21.3 ESG-Kriterien als Ursache für vielfältige Wirkungsmechanismen

Die ESG-Kriterien und die aus diesen resultierenden ESG-Risiken haben vielfältige Wirkungen. Zunächst einmal sind Wirkungen – direkte wie indirekte – auf das Unternehmen von solchen zu unterscheiden, die Gesellschaft oder Umwelt betreffen. Für das Unternehmen relevant sind zunächst Auswirkungen finanzieller Art, also Veränderungen bei (1) erwarteter Höhe oder (2) Volatilität von Zahlungen, weil diese zusammen den fundamentalen Ertragswert eines Unternehmens bestimmen (die Ertragsrisiken, beispielsweise ausgedrückt im Variationskoeffizient der Erträge, bestimmt den Kapitalkostensatz und beeinflussen, neben dem Risikodeckungspotenzial, auch das Insolvenzrisiko, siehe beispielsweise Gleißner 2011; Gleißner 2019g; Gleißner und Ernst 2019 sowie Gleißner 2019e). Die Erfassung der finanziellen Auswirkungen von ESG-Wirkungen ist auch heute schon aufgrund der gesetzlichen Vorgaben an ein Risikofrüherkennungssystem (§ 91 AktG) notwendig. Wesentlich ist zu beachten, dass die finanziellen Auswirkungen von ESG-Risiken oft „indirekt“ sind. So wird die erwartete Höhe und das Risiko der Cashflows zum Beispiel dadurch beeinflusst, dass zunächst die Reputation eines Unternehmens beeinträchtigt wird, was wiederum eine Vielzahl finanzieller Auswirkungen zur Konsequenz haben kann (zum Beispiel Umsatzverluste durch Verlust von Kunden).

Es ist eine Binsenweisheit, dass eine gute Unternehmensreputation der wesentliche und dominante immaterielle Vermögensgegenstand eines Unternehmens ist. Der Aufbau und die Weiterentwicklung des „guten Rufs“ dauern oft Jahre oder Jahrzehnte. Umgekehrt kann jedoch die Reputation in Windeseile beschädigt oder gar gänzlich zerstört werden. Wenn die Gerüchteküche brodelt, ist es für Unternehmen höchste Zeit einzugreifen, bevor Themen in der Öffentlichkeit ihre eigene Dynamik entfalten (vgl. hierzu Bauer et al. 2012 sowie Weißensteiner 2014).

Die Verknüpfung von Marke und Reputation schafft eine besondere Form symbiotischer Abhängigkeit. Das fragile und facettenreiche Gebilde Reputation kann innerhalb weniger Augenblicke zerstört werden. Daher muss es das Ziel jeden Unternehmens sein, Reputationsbedrohungen rechtzeitig zu erkennen und die Reputation durch Prävention langfristig zu erhalten. Denn die „Dominorallye“ beim Eintritt von Reputationsrisiken kann rasend schnell verlaufen.

Heute wird der zukünftige wirtschaftliche Erfolg oder Misserfolg eines Unternehmens nicht nur vom realen Sachkapital bestimmt, sondern vielmehr auch durch seine immateriellen Vermögensgegenstände. Hierbei zählt die Unternehmensreputation zu einem der wichtigsten immateriellen Vermögenswerte. Reputation eignet sich ideal zum Aufbau und Ausbau strategischer Wettbewerbsvorteile.

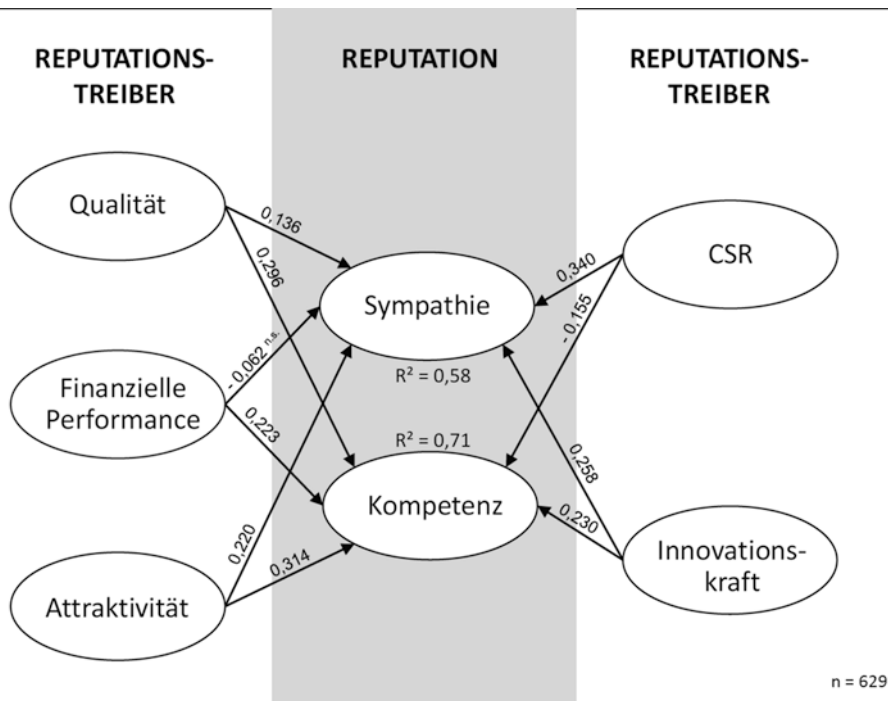


**Abb. 21.5** Reputations-Treibermodell. (Quelle: Weißensteiner 2014)

Im Jahr 2012 hat das Kompetenzportal RiskNET in Kooperation mit der Technischen Universität Graz eine Studie zu den Ursachen und Treibern für Reputationsverluste/-gewinne durchgeführt. An der Studie haben 430 Personen teilgenommen. Ziel der wissenschaftlichen Analyse war die Bestimmung der wesentlichen Reputationstreiber. Zur Bestimmung des Impacts der einzelnen Treiber auf das fragile Konstrukt der Unternehmensreputation stellen die Pfadkoeffizienten, im Speziellen deren Stärken und Signifikanzen, das wesentliche Beurteilungskriterium dar.

Wie das Ergebnis der Regressionsanalyse zeigt (vgl. Abb. 21.5), weist die Wahrnehmung der Unternehmensattraktivität mit einem Regressionskoeffizienten von 0,333 den größten positiven Einfluss auf die Unternehmensreputation auf. Die von der Öffentlichkeit wahrgenommene Innovationskraft des Unternehmens ( $\beta = 0,280$ ) und die empfundene Qualität der Produkte und Dienstleistungen ( $\beta = 0,219$ ) belegen den zweit- bzw. dritthöchsten Koeffizienten. Hinsichtlich Corporate Social Responsibility (CSR) lässt sich das empirisch erhobene Ergebnis so interpretieren, dass die wahrgenommene Attraktivität als Arbeitgeber eines Unternehmens dreimal bedeutender hinsichtlich der Unternehmensreputation ist, als die wahrgenommenen CSR-Aktivitäten eines Unternehmens ( $\beta = 0,116$ ). Den geringsten Einfluss auf die Unternehmensreputation übt die wahrgenommene finanzielle Performance eines Unternehmens aus ( $\beta = 0,069$ ) (vgl. Weißensteiner 2014, S. 173).

Das aggregierte Ergebnis der Treiberanalyse ist in Abb. 21.6 dargestellt. Die beiden Reputationskonstrukte Sympathie und Kompetenz können im aufgestellten Modell zu 58 Prozent bzw. 71 Prozent durch ihre fünf Treiber erklärt werden. Die Sympathie-



**Abb. 21.6** Wirkung von CSR-Kriterien im Reputations-Treibermodell. (Quelle: Weißensteiner 2014)

Dimension erfährt einen positiven Einfluss über die Treiber Qualität, Attraktivität, Innovationskraft und Corporate Social Responsibility (CSR).

Corporate Social Responsibility (CSR) umschreibt die unternehmerische Gesellschaftsverantwortung oder auch Sozialverantwortung. CSR steht für verantwortliches unternehmerisches Handeln in der eigentlichen Geschäftstätigkeit (Markt), über ökologisch relevante Aspekte (Umwelt) bis hin zu den Beziehungen mit Mitarbeitern (Arbeitsplatz) und dem Austausch mit den relevanten Anspruchs- bzw. Interessengruppen (Stakeholdern).

Die Überlappung der beiden Begriffe CSR und ESG ist offensichtlich. Der wesentliche Unterschied zwischen ESG und CSR liegt darin begründet, dass vor allem institutionellen Investoren sich stärker an ESG-Kriterien orientieren, um den Zustand eines Vermögenswertes zu beurteilen.

Abb. 21.6 zeigt auf, dass die Sympathie negativ von der finanziellen Performance beeinträchtigt wird, wobei dieser Beziehungszusammenhang als einziger im Modell als nicht signifikant zu bezeichnen ist. Der Kompetenz-Dimension können positive Wirkungen von den Treibern Finanzielle Performance, Qualität, Attraktivität und Innovationskraft zugewiesen werden. Der negative Einfluss über den Treiber CSR erweist sich als signifikant.

ESG-Kriterien sollten daher in einem Treibermodell und als Subsystem eines Gesamtsystems betrachtet werden. Wichtig ist in diesem Kontext vor allem, dass die Wirkung auf die Finanzperformance in einer quantitativen Form abgebildet wird.

---

## 21.4 ESG-Kriterien und Social Credit Rating

Wo liegt die Verbindung zwischen den ESG-Kriterien und einem „Social Credit Rating“, wie es beispielsweise die Regierung der Volksrepublik China in Form eines „Social Scoring“-Systems eingeführt hat. Basierend auf einem Scoring-/Punktesystem wird das soziale und politische Verhalten von Privatpersonen, Unternehmen und anderen Organisationen (wie beispielsweise Non-governmental organization, NGO) zur Ermittlung ihrer „sozialen Reputation“ bewertet und analysiert. Hiermit verfolgt die Kommunistische Partei Chinas eine umfassende Überwachung zu mehr „Aufrichtigkeit“ im sozialen Verhalten. Hierbei werden u. a. die folgenden Ziele verfolgt (vgl. Creemers 2014):

- Steigerung der „Aufrichtigkeit in Regierungsangelegenheiten“;
- Steigerung der „kommerziellen Integrität“;
- Steigerung der „sozialen Integrität“ sowie
- Steigerung der „gerichtlichen Glaubwürdigkeit“.

Der Fokus der Betrachtung hier ist die Anwendung auf Unternehmen, um Bezug zu ESG-Ansätze herzustellen.

Die kontroverse Diskussion der Anwendung auf Privatpersonen wird hier nicht aufgegriffen. Viele Analysen, insbesondere aus einer nicht-chinesischen Perspektive, neigen dazu, das „Social Credit Rating“ in China, speziell in Anwendung auf einzelne Bürger, als Orwell’schen Überwachungsstaat zu betrachten. Chinesische Politiker und auch viele Wissenschaftler bewerten das System anders. Als Begründung wird angeführt, dass sich das System nicht sehr stark von einem regulären Kreditratingsystem unterscheidet, das heißt der Einstufung der Bonität eines Wirtschaftssubjekts (Einzelperson, Unternehmen, Staat) oder eines Finanzinstruments. Dem entgegen wird, dass gerade die umfassende Verfügbarkeit von Daten der Bürger beim Staat Machtmissbrauch ermöglicht

Das chinesische Wort für „Kredit“, „信用“ (xinyong), stammt aus der konfuzianischen Ethik und Moral und ist in Wirklichkeit ein Moralbegriff, der die moralische Würde und Vertrauenswürdigkeit eines Menschen anzeigt. So wurden während der Pilotphase des Social Credit Ratings verschiedene Handlungen von Bürgern und Unternehmen als „Vergehen“ betrachtet, wie beispielsweise das Nicht-Zurückzahlen von Schulden, das Überqueren des Straßenverkehrs bei roter Ampel, das Wegwerfen von Müll in der Natur, das intensive Spielen von Online-Spielen oder das Nichteinhalten von Regeln im Straßenverkehr. Auf der anderen Seite erhalten Bürger, die sich an die vom Staat definierten „Ethik-Kriterien“ halten, Punkte. Beispielsweise erhöhen Spenden an Wohltätigkeitsorganisationen, Blutspenden oder die Teilnahme an ehrenamtlicher und sozialer Arbeit, die Scoringpunkte. Dies führt in der Konsequenz beispielsweise zu günstigeren Wohnungs-

baudarlehen, einem Verzicht auf Bibliotheksgebühren oder einem vergünstigten Zugang zu öffentlichen Verkehrsmitteln oder kürzeren Wartezeiten in Krankenhäusern.

Neben Bürgern werden auch Unternehmen über einen eigenen Social-Credit-Score verfügen. So plant die chinesische Regierung allerdings keinen zentralen Credit-Score, sondern einen diversifizierten und dezentralisierten Markt für Sozialkredit-Ratings. So werden verschiedene Credit-Rating-Systeme existieren, mit unterschiedlichen Bewertungskriterien, die jeweils für einen anderen Zweck eingesetzt werden. So soll ein System beispielsweise ESG-Ratings automatisieren. Diese Ratings decken Bereiche wie Steuern, Zollauthentifizierung, Umweltschutz, Produktqualität, Arbeitssicherheit, E-Commerce und Cybersicherheit ab.

Wenn ein Unternehmen sich beispielsweise nicht an Gesetze hält oder Compliance nicht ernst nimmt, wird das „Social Credit Rating“ des Unternehmens in Echtzeit gesenkt; im Umkehrschluss steigt das Credit Rating, wenn sich das Unternehmen ethisch konform verhält. Wenn ein Unternehmen beispielsweise Kredite nicht rechtzeitig zurückzahlt oder wenn es die Emissionsziele, die Sicherheitsstandards der Arbeitnehmer oder die staatlichen Investitionsauflagen nicht einhält, so wird sich dies im Scoring widerspiegeln.

Und was wären die Konsequenzen? Mögliche Wirkungen eines Downgrades wären beispielsweise ungünstigere Kreditkonditionen, ein Verbot zur Ausgabe von Anleihen oder eine reduzierte Chance zur Teilnahme an öffentlich finanzierten Projekten. Somit haben Unternehmen eine große Motivation ihr Social-Credit-Rating bzw. ihre ESG-Performance zu verbessern.

Insgesamt ist davon auszugehen, dass in das „Social Credit Rating“ auch Daten der chinesischen Internetunternehmen Alibaba Group, Tencent sowie Baidu in die Bewertung einfließen. Bei Ant Financial, einer Tochtergesellschaft der Alibaba Group, heißt das System „Sesame Credit“.

So hatte in einem Interview der Manager Min Wanli der Alibaba Group gegenüber der Redaktion des Handelsblatt bestätigt, dass Alibaba ein eigenes Bonitätssystem aufgebaut hat, das als Vorlage für das staatliche System dienen könnte: „Wir sind überzeugt, dass unser Punktesystem eine gute Hilfe für die Regierung sein kann. Der Staat überlegt sogar, unser Punktesystem zu übernehmen. Falls er das möchte, unterstützen wir gerne“. Vgl. Interview „Es gibt Firmen, die Zeit in Brettspiele investieren – wir machen Krankenwagen schneller“ mit dem Chefdatenwissenschaftler von Alibaba, Min Wanli, Handelsblatt vom 27.10.2018. Im Interview hat Min Wanli auch darauf hingewiesen, dass die Daten zur Kreditwürdigkeitsprüfung genutzt werden, und keinesfalls für andere Zwecke: „Als Technologieunternehmen kann ich nicht erfassen, ob jemand der Regierung gegenüber kritisch ist. Diese Daten gibt es nicht und sie lassen sich auch nicht generieren. Deshalb werden sie nicht Teil des Punktwertes sein. Selbst wenn das geplant sein sollte, ließe es sich praktisch nicht umsetzen.“

Was in den Diskussionen um das Thema „Social Credit Rating“ häufig ausgeblendet wird, ist die Tatsache, dass nicht nur die chinesischen Internetgiganten Verhaltensdaten sammeln und diese auswerten, sondern auch die GAFKA-Konzerne (Google, Apple, Face-



book, Amazon) und staatliche Stellen und privatwirtschaftliche Unternehmen diese Informationen für ihre Zwecke nutzen (vgl. hierzu Zuboff 2018).

In der Zwischenzeit wissen wir, dass die Daten der GAFA-Konzerne und weiterer Datensammler auch an Geheimdienste weitergeleitet und für deren Zwecke verwendet werden. So enthüllte Anfang 2013 der US-amerikanische Whistleblower und ehemalige Geheimdienstmitarbeiter Edward Snowden, wie die Vereinigten Staaten von Amerika und das Vereinigte Königreich seit spätestens dem Jahr 2007 in großem Umfang die Telekommunikation und insbesondere das Internet global und verdachtsunabhängig überwachen und hierbei auch mit einigen Internetkonzernen zusammenarbeiten (vgl. vertiefend Beckedahl und Meister 2013). Nach Angaben von Edward Snowden betreiben NSA-Abhörspezialisten auf dem Gelände der Mangfall-Kaserne in Bad Aibling eine eigene Kommunikationszentrale und eine direkte elektronische Verbindung zum Datennetz der NSA.

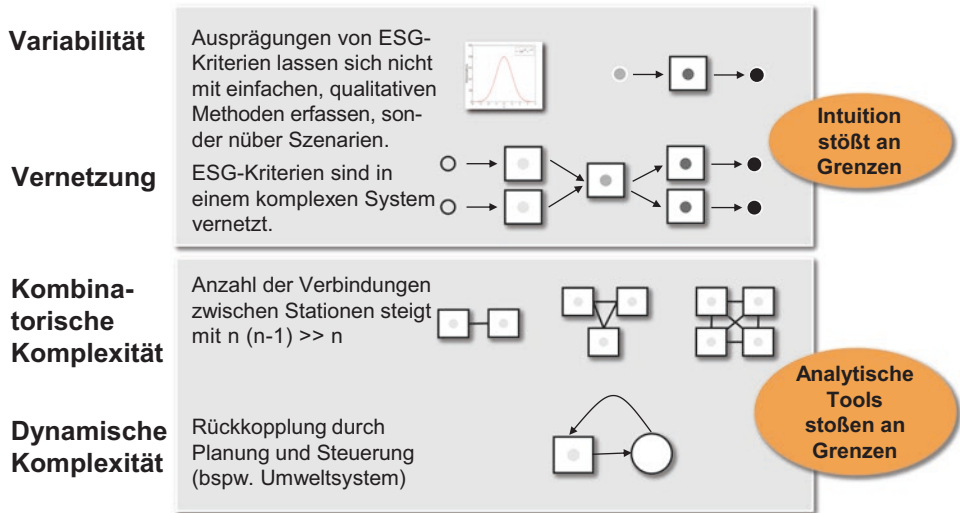
Die NSA hat sich zudem Zugriff auf Netzwerke von Google und anderen Internetkonzernen verschafft und zapft die Daten in deren Rechenzentren an (vgl. vertiefend die Analyse bei Zuboff 2018). Außerdem ist die Zusammenarbeit mit dem Bundesnachrichtendienst (BND) beim Datenaustausch nachgewiesen.

So weist Shoshana Zuboff, eine US-amerikanische Wirtschaftswissenschaftlerin und emeritierte Professorin für Betriebswirtschaftslehre der Harvard Business School, darauf hin, dass die Menschheit an einem Scheideweg steht. Sie zeichnet in ihren Publikationen ein unmissverständliches Bild der neuen digitalen Märkte, auf denen Menschen nur noch Quelle eines kostenlosen Rohstoffs sind: Lieferanten von Verhaltensdaten. Sie beschreibt einen Totalitarismus einer „Dritten Moderne“ und skizziert ein Zeitalter des Überwachungskapitalismus (vgl. Zuboff 2018).

In dieses Bild passen die von der Politik, beispielsweise der EU-Kommission und dem EU-Parlament, angedachten Ansätze zur Regulierung der Finanzströme basierend auf ESG-Kriterien. Um die Klimaziele zu erreichen, sollen (gesteuert durch planwirtschaftliche Ansätze) das Kapital von Anlegern gezielt in die entsprechenden Branchen und Unternehmen geleitet werden, die ihren Anteil zu einer ethisch, ökologisch und sozial besseren Welt beitragen. Sowohl private als auch institutionelle Anleger sollen mit regulatorischem Druck motiviert werden, künftig verstärkt nach ESG-Kriterien zu investieren.

Dass die Kapitalmärkte hierfür keine planwirtschaftlichen Ansätze aus der Politik und Regulierung benötigen, zeigt ein Blick auf einen der ältesten Fonds überhaupt, den Pioneer Fund, der bereits im Jahr 1928 als Investmentprodukt für die streng religiösen Gemeinschaften der Quäker und Methodisten in Boston aufgelegt wurde und alle heutigen ESG-Kriterien erfüllen würde. So verzichtet der Ethikfonds seit seinem Start auf Investitionen in Glücksspiel sowie die Alkohol- und Tabakindustrie. Für diese Art des Investments hat sich im angelsächsischen Raum der Begriff „ethical“ oder „social responsible investment“ herausgebildet.

Unabhängig von der Sinnhaftigkeit einer zentral- und planstaatlichen Lenkung von ESG-Investments, stellt sich die wichtige Frage nach einer trennscharfen Definition der ESG-Kriterien sowie einer methodisch fundierten Bewertung. ESG-Kriterien sind Teile eines komplexen Systems und lassen sich daher nicht mit einfachen qualitativen Kriterien bewerten. Daher sind Methoden erforderlich, die fundiert die einzelnen ESG-Kriterien



**Abb. 21.7** Gründe für den Einsatz von quantitativen Methoden zur Bewertung von ESG-Risiken. (Quelle: Romeike und Hager 2020)

sowie deren Abhängigkeiten bewerten. In Abb. 21.7 sind einige wesentliche Gründe für den Einsatz von quantitativen Methoden zur Bewertung von ESG-Risiken zusammengefasst.

In Abschn. 21.2.2 wurde bereits eine quantitative Simulationsmethode zur Bewertung von ESG-Risiken vorgestellt. Bereits Anfang der 1950er-Jahre hatte Jay Wright Forrester an der Sloan School of Management des Massachusetts Institute of Technology „System Dynamics“ (SD) als Methodik zur ganzheitlichen Analyse und Simulation komplexer und dynamischer Systeme entwickelt. System Dynamics war auch die grundlegende Methodik zur Simulation des Weltmodells World3, einer Studie zur Zukunft der Weltwirtschaft, die der Club of Rome in Auftrag gegeben hatte. In diesem Modell spielten sowohl Umweltkriterien, als auch soziale und Governance-Aspekte eine wichtige Rolle.

System Dynamics ist eine Methodik zur Modellierung, Simulation, Analyse und Gestaltung von dynamisch-komplexen Sachverhalten in sozioökonomischen Systemen (vgl. zur Vertiefung Romeike und Spitzner 2013, vgl. Sterman 1989, S. 321–339, vgl. Heij et al. 1997). Dynamische und komplexe Systeme zeichnen sich unter anderem sowohl durch verzögerte Ursache-/Wirkungseffekte als auch durch Rückkopplungsbeziehungen zwischen einzelnen Variablen aus. Dies gilt sowohl für Unternehmen als Systeme, als auch für Umweltsysteme und soziale Systeme.

System Dynamics beschäftigt sich mit dem Verhalten von gelenkten Systemen im Zeitablauf. Es verfolgt das Ziel, Systeme mit Hilfe qualitativer und quantitativer Modelle nicht nur zu beschreiben, sondern auch zu verstehen, wie Rückkopplungsstrukturen das Systemverhalten determinieren.

Aufbauend auf den bereits vorgestellten SD-Systemen skizzieren wir im anschließenden Kapitel die Erweiterung der Systeme mit Hilfe stochastischer Simulationsmethoden.

Diese Methoden bilden auch die Grundlage für viele methodische Ansätze im Bereich „Artificial Intelligence“ (AI), in dem stochastische Simulationsmethoden (Monte Carlo Simulation) mit neuronalen Netzen, die die Arbeitsweise unseres Gehirns abbilden, kombiniert werden.

---

## 21.5 Quantifizierung von ESG-Risiken und stochastische Simulationsmodelle

### 21.5.1 Grundlagen

Ausgehend von den eher „qualitativen“ Überlegungen der vorangegangenen Abschnitte befasst sich dieser zentrale Abschnitt mit der Quantifizierung von ESG-Risiken. Dabei wird auf die Notwendigkeit der Quantifizierung von ESG-Risiken, speziell ihrer finanziellen Auswirkungen, die hier bestehenden Herausforderungen (beispielsweise durch Defizite bei den verfügbaren Daten) und Lösungsstrategien eingegangen. Insbesondere wird auch auf die Bedeutung von Simulationsverfahren (stochastische Simulation bzw. Monte-Carlo-Simulation) in diesem Zusammenhang verwiesen.

Mögliche Anhaltspunkte für eine Quantifizierung von ESG-Risiken bieten das „Natural Capital Protocol“ (vgl. Natural Capital Coalition 2016) und das „Social & Human Capital Protocol“ (vgl. Social & Human Capital Coalition 2016).

Als konkrete Methoden empfehlen COSO und WBCSD beispielsweise die Durchführung einer Delphi-Analyse, einer deterministischen Szenarioanalyse, einer stochastischen Simulation sowie ESG-spezifischer Methoden.

Als weitere Methoden werden in der Dokumentation aufgeführt (vgl. The Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (COSO) and World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) 2018, S. 60):

- Greenhouse Gas Protocol: Der „Greenhouse Gas Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard“ bietet Unternehmen eine Anleitung für die Berechnung von Treibhausgasinventaren.
- WBCSD Water Tool: Das „WBCSD Water Tool“ ist eine multifunktionale Ressource zur Identifizierung und Berechnung von Wasserrisiken und -chancen eines Unternehmens, einschließlich einer Arbeitsmappe, (für Standortinvestoren, wichtige Berichtsindekatoren und Metriken), einer Kartierungsfunktionalität und Google-Earth-Kompatibilität.
- InVEST: Das „Integrated Valuation of Ecosystem Services and Trade-offs“ (InVEST) ist eine Suite von Open-Source-Softwaremodellen. InVEST ermöglicht es Entscheidungsträgern, die Auswirkungen von Management-Entscheidungen auf das zukünftige

Klima zu bewerten und zu erkennen, wo Investitionen die menschliche Entwicklung und die Ökosysteme nachhaltig fördern können.

- WRI Aqueduct: WRI Aqueduct ist ein Werkzeug zur Risikokartierung, das Unternehmen dabei unterstützt zu verstehen, wo und wie Wasserrisiken und -chancen weltweit entstehen. Der Atlas verwendet eine Peer-Review-Methodik, um anpassbare globale Karten der Wasserrisiken zu erstellen.
- World Bank Climate Change Knowledge Portal: Das „Climate Change Knowledge Portal“ ist eine zentrale Drehscheibe für Informationen, Daten und Berichte über den Klimawandel weltweit. Es ermöglicht den Nutzern, wichtige klima- und klimarelevante Informationen abzufragen, zu kartografieren, zu vergleichen, darzustellen und zusammenzufassen.
- B Analytics, Global Impact Investment Rating System (GIIRS): Die GIIRS verwendet die Methode der B-Folgenabschätzung, um die Auswirkungen eines Anlageportfolios auf Arbeitnehmer, Kunden, Gruppen und die Umwelt zu erfassen.
- Impact Measurement Framework: Diese Sammlung von sektorspezifischen Rahmenwerken identifiziert relevante sozioökonomische Auswirkungen, Indikatoren und Metriken.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) Guidelines on Measuring Subjective Well-being: Diese Richtlinien geben Ratschläge für die Erhebung und Verwendung von Maßen des subjektiven Wohlbefindens. Sie sollen die nationalen statistischen Ämter und andere Interessengruppen bei der Gestaltung, Erhebung und Veröffentlichung von Messungen des subjektiven Wohlbefindens unterstützen.

Im Dokument „Enterprise Risk Management: Applying enterprise risk management to environmental, social and governance-related risks“ wird auch auf Bewertungsfehler (Availability bias, Confirmation bias, Groupthink bias, Illusion of control, Overconfidence effect, Status quo bias) kritisch hingewiesen (vgl hierzu vertiefend Gleißner und Romeike 2012, S. 43–46, vgl. Romeike 2013, S. 25–29).

Der häufig zu lesende Hinweis, manche Risiken seien nicht quantifizierbar, trifft nicht zu (vgl. hierzu auch Gleißner 2019d; Holton 2004 sowie Sinn 1980). Wenn man nicht von einem traditionellen „frequentalistischen“ Ansatz ausgeht, und sinnvollerweise die Quantifizierung von Risiken basierend auf den besten verfügbaren Informationen zulässt, ist jedes Risiko quantifizierbar und die Unterscheidung der Unsicherheit von Knight (vgl. Knight 1921) in Ungewissheit und einem quantifizierbaren Risiko obsolet. Mit den besten verfügbaren Informationen lässt sich jedes Risiko durch eine Expertenschätzung quantifizieren, die aber transparent zu erläutern ist.

### 21.5.2 Stochastische Methode

Die Risikoquantifizierung ist aus folgenden Gründen nützlich und wichtig (in Anlehnung an Gleißner 2017a):

1. Die Quantifizierung einzelner Risiken ermöglicht deren Priorisierung und den Vergleich mit anderen Risiken eines Unternehmens. Hierzu ist es notwendig, ein Risikomaß zu definieren und/oder die Konsequenz eines Risikos für den Erfolgsmaßstab des Unternehmens (oberstes Ziel, zum Beispiel Unternehmenswert) zu berechnen. Falls Risiken außerdem in mehreren Wirkungsdimensionen gemessen werden, muss eine Verrechnung zwischen den Dimensionen erfolgen (Zeit, Geld, Reputation, menschliche Gesundheit etc.); erst dann ist der Vergleich möglich. Bei Unternehmen zählt letztlich die Wirkung auf Gewinn, Ertrag, Cashflow bzw. Unternehmenswert.
2. Die quantitative Beschreibung von Einzelrisiken ist zudem eine unverzichtbare Grundlage, um anschließend mittels einer Risikoaggregation eine Gesamtrisikoposition zu berechnen und die Wirkungsmechanismen durch die kombinierte Wirkung mehrerer Einzelrisiken zu erkennen.
3. Erst durch die Risikoquantifizierung kann das Risikomanagement in den Kontext von Planung und Controlling gestellt werden, um die Planungssicherheit zu beurteilen.
4. Mit einer Risikoaggregation, die eine Risikoquantifizierung erfordert, sind Aussagen hinsichtlich der nötigen Bemessung von Eigenkapital (Eigenkapitalbedarf) oder Liquiditätsreserven möglich. Auch Aussagen zum angemessenen Rating – also der Insolvenz- bzw. Überlebenswahrscheinlichkeit – sind dann direkt aus der Unternehmensplanung in Verbindung mit den quantifizierten Risiken ableitbar. Zudem können die Konsequenzen der Risiken auch als „kalkulatorische Eigenkapitalkosten“ leicht verständlich dargestellt werden.

Auch im Risikomanagement gilt, wie obige Beispiele zeigen, der bekannte Grundsatz „*If you can measure it, you can manage it*“. Die Notwendigkeit einer klaren quantitativen Beschreibung von Risiken wird daran deutlich, dass eine alleinige verbale Umschreibung ein sehr breites Interpretationsspektrum zur Folge hat (vgl. Hillson 2005a, b). Einer Befragung zur Folge hat beispielsweise die Wahrscheinlichkeitsaussage „almost certain“ eine korrespondierende Eintrittswahrscheinlichkeit von knapp 80 Prozent. „Likely“ liegt bei rund 60 Prozent, und „impossible“ bei immer noch acht Prozent. Auffällig ist, dass die meisten verbalen Wahrscheinlichkeitsangaben zwischen den Befragten eine Spannweite der zuordenbaren Wahrscheinlichkeiten von zehn Prozent und mehr aufweisen. Die Interpretation einer verbalen Wahrscheinlichkeitsaussage ist zudem stark kontextabhängig.

Dass Risiken dennoch häufig nicht quantifiziert werden, hat verschiedene Ursachen. Zu nennen sind insbesondere Probleme mit verfügbaren Daten über Risiken, Kenntnisdefizite hinsichtlich der Methodik zur Risikoquantifizierung und die Aversion vieler Menschen, mit Zahlen und Mathematik umzugehen (und sich damit nachvollziehbar und klar festzulegen, vgl. hierzu die empirischen Untersuchungen zur Risikoeinstellung von Managern bei March und Shapira 1987; Kesten 2007 sowie Günther und Detzner 2012). Als häufigste Begründung hört man in Unternehmen, dass auf eine quantitative Beschreibung des Risikos verzichtet wird, weil über die quantitativen Auswirkungen und die Eintrittswahrscheinlichkeit bzw. Häufigkeit eines Risikos keine adäquaten (historischen) Daten vorliegen. Das Risiko wird dann nicht quantifiziert und nur als „verbale Merkposition“ im

Risikomanagement „verwaltet“. Es fließt entsprechend nicht ein in die Beurteilung der Bestandsgefährdung des Unternehmens, in die Berechnung des Eigenkapitalbedarfs mittels Risikoaggregation oder in die Ableitung risikogerechter Kapitalkostensätze für die Unternehmenssteuerung.

Rechtfertigt eine schlechte Datenqualität einen derartigen Umgang mit einem Risiko? Sicher nicht. Entscheidend ist vor allem, dass mit der hier beschriebenen Vernachlässigung eines Risikos eine „Nicht-Quantifizierung“ überhaupt nicht erreicht wird. Tatsächlich wird das Risiko in allen genannten Berechnungen nicht berücksichtigt, das heißt, es wurde faktisch mit Null quantifiziert (das heißt mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit/Häufigkeit und einer Schadenshöhe von Null).

Hieraus wird deutlich: Eine Nicht-Quantifizierung von Risiken gibt es nicht; Nicht-Quantifizierung bedeutet Quantifizierung mit Null. Und dies ist sicherlich häufig nicht die beste Abschätzung eines Risikos. Statt einer derartigen „Null-Quantifizierung“ eines Risikos bietet es sich an, eine Quantifizierung mit den besten verfügbaren Informationen vorzunehmen und dies können, wenn weder historische Daten noch Vergleichswerte oder andere Informationen vorliegen, selbst subjektive Schätzungen der quantitativen Höhe des Risikos durch „Experten“ des Unternehmens oder externe „Experten“ sein. Eine akzeptable Qualität solcher Schätzungen lässt sich durch geeignete Verfahren, beispielsweise eine Verpflichtung zu einer nachvollziehbaren Herleitung, durchaus sicherstellen. Auch die Verwendung subjektiv geschätzter Risiken und deren Verwendung im Risikomanagement ist methodisch zulässig und notwendig, was Sinn bereits im Jahr 1980 im Rahmen seiner Dissertation „Ökonomische Entscheidungen bei Unsicherheit“ aufgezeigt hat (vgl. vertiefend Sinn 1980). Auch subjektiv geschätzte Risiken können genauso verarbeitet werden, wie (vermeintlich) objektiv quantifizierte. Man muss sich hier immer über die Alternativen klar sein: Die quantitativen Auswirkungen eines Risikos mit den besten verfügbaren Kenntnissen (notfalls subjektiv) zu schätzen, oder die quantitativen Auswirkungen implizit auf null zu setzen und damit den Risikoumfang zu unterschätzen. Insgesamt ist damit klar: Nur die Quantifizierung von Risiken schafft einen erheblichen Teil des ökonomischen Nutzens des Risikomanagements zur Unterstützung von Entscheidungen unter Unsicherheit. Die scheinbare Alternative einer Nicht-Quantifizierung von Risiken existiert, wie schon erwähnt, nicht, da nicht quantifizierte Risiken nichts anderes sind als mit „Null“ quantifizierte Risiken. Ein wirksames Risikomanagement bedingt eine Quantifizierung aller relevanten Risiken (vgl. hierzu vertiefend Romeike 2018, Gleißner 2019d sowie Romeike und Hager 2020).

Nach dem Prozessschritt der Risikoidentifikation sind alle wesentlichen Risiken zu quantifizieren. Dies gilt auch für ESG-Risiken, zumindest deren finanzielle Wirkungen. Nur mit quantifizierten Risiken kann man rechnen, sie vergleichen, und beispielsweise im Hinblick auf die Konsequenzen für Rating oder Unternehmenswert beurteilen. Die Risikobewertung umfasst, wie erwähnt, die quantitative Beschreibung eines Risikos durch eine geeignete Wahrscheinlichkeitsverteilung und die Berechnung von Risikomaßen. Da die Bestimmung einer geeigneten quantitativen Beschreibung für ein Risiko durchaus mit erheblichem Arbeitsaufwand, beispielsweise statistischen Analysen, verbunden sein kann,

wird man sich hier in der Praxis meist nur auf die für das Unternehmen wichtigen Risiken beschränken. Um eine derartige Fokussierung vornehmen zu können, ist jedoch zumindest eine Grobeinschätzung der quantitativen Höhe eines Risikos erforderlich.

Zur quantitativen Beschreibung eines Risikos kann eine Wahrscheinlichkeitsverteilung genutzt werden, die die Ergebnisauswirkungen eines Risikos in einer Periode (etwas bezogen auf ein Jahr) beschreibt (in enger Anlehnung an Gleißner 2017b). Eine differenziertere Betrachtung ist möglich, wenn man ein Risiko beschreibt durch (1) eine Wahrscheinlichkeitsverteilung für die Häufigkeit des Risikoeintritts in einer Periode und (2) eine Wahrscheinlichkeitsverteilung für die Schadenshöhe je eingetretenen Risikofall.

Dabei ist zwischen „Bruttowirkungen“ und „Nettowirkungen“ eines Risikos zu unterscheiden. Für die Risikoquantifizierung sind letztlich die Nettowirkungen relevant, bei denen sämtliche momentan realisierte Risikobewältigungsverfahren (zum Beispiel Versicherungen) bereits berücksichtigt sind. Statt von „Bruttowirkungen“ und „Nettowirkungen“ wäre es angemessener von einem Status-quo-Risiko und einem Ziel-Risiko (Target Risk) zu sprechen (vgl. hierzu vertiefend Romeike und Hager 2020). Bei der Status-quo-Analyse werden alle bereits in der Vergangenheit umgesetzten Maßnahmen berücksichtigt. Das Ziel-Risiko hingegen definiert das angestrebte Niveau nach Umsetzung weiterer und neuer Maßnahmen zur Risikosteuerung. Die Berechnung eines „echten Brutorisikos“ wird in der Praxis nicht möglich sein, da in der Regel keine Informationen über alle Maßnahmen vorliegen, die in der Vergangenheit bereits umgesetzt wurden.

Die wichtigsten **Verteilungsfunktionen** im Rahmen des Risikomanagements sind Binomialverteilung, Normalverteilung, Dreieckverteilung, Poissonverteilung sowie die Compound-Verteilung (vgl. hierzu vertiefend Romeike und Hager 2020; Cottin und Döhler 2013 sowie Stampfer 2019). Diese Verteilungen beschreiben entweder die Häufigkeit oder die monetären Auswirkungen eines Risikos. Oder sie integrieren die Häufigkeit des Eintretens und die Höhe der Auswirkungen des Risikos.

Traditionell häufig Verwendung findet in der Praxis die einfachste **Binomialverteilung**, die ein Risiko nur durch Schadenshöhe und Eintrittswahrscheinlichkeit beschreibt. Diese ist angemessen, wenn man „ereignisorientierte Risiken“ betrachtet. Bei diesen kann man näherungsweise davon ausgehen, dass das entsprechende Risiko genau einmal in einem Jahr mit der Wahrscheinlichkeit  $p$  eintritt und dann einen Schaden zur Konsequenz hat. Typische Anwendungsfälle sind der Verlust eines Schlüsselkunden, der Brand in einer Fabrik oder der Ausfall einer kritischen Maschine. Ereignisorientierte Risiken sind damit entweder „Chance“ oder „Gefahr“, aber nicht beides zugleich. Kann ein Ereignis mehr als einmal innerhalb eines Jahres eintreten, benötigt man dagegen die Poissonverteilung oder eine allgemeine Binomial-Verteilung ( $n > 1$ ).

Risiken, die Chance und Gefahr zugleich darstellen, kann man beispielsweise durch die **Normalverteilung** beschreiben. Für ihre Spezifikation benötigt man den Erwartungswert, der als Lageparameter aussagt, was „im Mittel“ passiert, und die Standardabweichung, die den Umfang „üblicher“ positiver oder negativer Abweichungen spezifiziert. Die Normalverteilung findet insbesondere zur Beschreibung von Risiken Anwendung, die man als Verdichtung vieler einzelner kleiner (und unabhängiger) Einzelereignisse auffassen kann,



wie beispielsweise für Nachfrageschwankungen, Umsatzenschwankungen, Zinsänderungs- und Währungsrisiken, Aktienrenditen sowie Rohstoffpreisänderungen (speziell also für „marktbezogene“ Risiken).

Für die Beschreibung von asymmetrischen Risiken, die entweder einen Chancen- oder einen Gefahrenüberhang aufweisen, kann man im einfachsten Fall die sogenannte **Dreiecksverteilung** verwenden. Bei dieser wird eine betrachtete risikobehaftete Größe (beispielsweise die Kosten eines Projektes) beschrieben durch (a) Mindestwert, (b) wahrscheinlichsten Wert und (c) Maximalwert. Beispiele: risikobedingt mögliche Bandbreite des Marktanteils, der Personalkosten oder der Höhe der Investitionen.

Häufigkeiten können sehr pragmatisch und fundiert mit einer **Poisson-Verteilung** beschrieben werden. Die Poisson-Verteilung wird vor allem dort eingesetzt, wo die Häufigkeit eines Ereignisses über eine gewisse Zeit betrachtet wird. Die Poisson-Verteilung wird auch manchmal als „Verteilung der seltenen Ereignisse“ bezeichnet. Die verallgemeinerte Poisson-Verteilung und die gemischte Poisson-Verteilung werden vor allem im Bereich der Versicherungsmathematik angewendet, wo es auch um die Schätzung der Häufigkeit von Schadensereignissen geht. Ist eine Zufallsvariable  $X$  Poisson-verteilt, so ist  $\lambda$  zugleich Erwartungswert und Varianz.

Die **Compound-Verteilung** ergibt sich auf natürliche Weise aus Anwendungen in der Praxis, wo sich eine zufällige Zahl von Schadenfällen mit je für sich zufälliger Höhe zu einem Gesamtschaden addieren (vgl. vertiefend Romeike und Hager 2020). In Abb. 21.8 ist exemplarisch die Bewertung mit Hilfe einer Compound-Verteilung wiedergegeben (vgl. hierzu vertiefend Romeike und Hager 2020). Im Beispiel wurde das Schadenszenario basierend auf den Parametern „best case“, „realistic case“ und „worst case“ in Form einer PERT-Verteilung modelliert. Die PERT-Verteilung basiert auf einer Transformation der Vierparameter-Beta-Verteilung mit der Annahme, dass der erwartete Wert sich als gewichtetes Mittel aus dem Minimum, dem Maximum und dem wahrscheinlichsten Wert resultiert. In der Standard-PERT-Verteilung wird dabei Vierfache des Gewichts auf den wahrscheinlichsten Wert angewendet. Durch eine Anpassung des Shape-Parameters lässt sich die Unsicherheit der Expertenschätzungen abbilden. Insbesondere für die Bewertung von ESG-Risiken und eine „seriöse“ Berücksichtigung von Unsicherheit bietet die Compound-Verteilung eine solide Basis.

Oft ermöglicht nur eine Kombination von Wahrscheinlichkeitsverteilungen eine adäquate Beschreibung eines Risikos. Eine solche Kombination bildet die Compound-Verteilung ab. Man denke zum Beispiel an den Fall, dass zwar einem ereignisorientierten Risiko eine bestimmte Eintrittswahrscheinlichkeit bzw. Häufigkeit zugeordnet werden kann und auch die Schadenshöhe selbst unsicher ist und nur durch eine Bandbreite beschrieben werden kann (Mindestwert, wahrscheinlichster Wert bzw. Maximalwert).

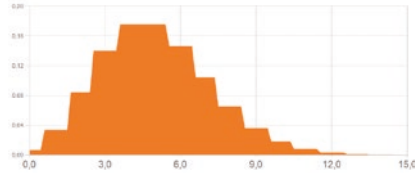
Beispiel: Der Schaden  $S$  tritt zum Beispiel mit  $p = 10$ -prozentiger Wahrscheinlichkeit ein und der unsichere Schaden ist dann durch  $a = 10$  (Mindestwert),  $b = 20$  (wahrscheinlichster Wert) und  $c = 60$  (Maximalwert) charakterisiert, was zum Beispiel eine Dreiecksverteilung zeigt.

Der **Erwartungswert** des Schadens ( $S$ ) beträgt dann

**1. Schritt:**

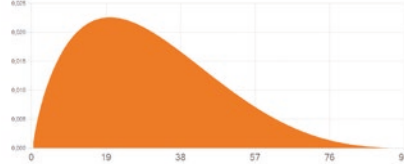
Beschreibung der Häufigkeit  
(bspw. 5 x p.a.)

Beschreibung mit einer Poissonverteilung mit  $\lambda = 5$

**2. Schritt:**

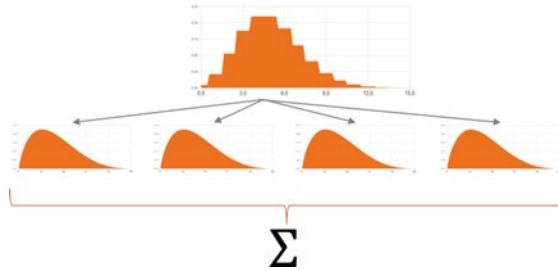
Beschreibung des Schadensmaßes je  
Risikoeintritt  
(beispielsweise worst case= 100 Mio. EUR;  
realistic case= 20 Mio. EUR; best case= 0,25 Mio. EUR)

Beschreibung mit einer PERT-Verteilung mit  
 $wc = 100$ ;  $rc = 20$  und  $bc = 0,25$



**3. Schritt:** Simulation und Analyse  
potenzieller Schadensszenarien  
resultierend aus Häufigkeit und  
Schadensausmaßszenario

In mehreren 100.000en von Simulationsläufen  
werden unterschiedliche Kombinationen simuliert.  
Im nachfolgenden Simulationslauf sind bspw. 4  
Ereignisse aufgetreten, für die jeweils  
Schadensausmaßverteilungen simuliert wird.



**Abb. 21.8** Anwendung der Compoundfunktion in der Praxis. (Quelle: Romeike und Hager 2020)

$$E(S) = p \cdot \frac{(a+b+c)}{3} = 0,1 \cdot \frac{10+20+60}{3} = 3$$

Stochastische Prozesse dienen dazu den Verlauf und Risiken über mehrere Perioden zu beschreiben und ergänzen bisher erläuterte einfache Verteilungen.

Gerade bei der Quantifizierung von ESG- bzw. CSR-Risiken steht man oft vor dem Problem, dass die verfügbaren Daten als unzureichend erscheinen (und man ganz offensichtlich auf Expertenschätzungen angewiesen ist).

Sehr häufig steht man vor der Herausforderung, dass ein ESG-Risiko aus vielen „Facetten“ besteht. Die verschiedenen Teilaspekte oder Einzelrisiken sind entsprechend zu aggregieren. Die Aggregation von Risiken erfordert im Allgemeinen eine stochastische Simulation (Monte-Carlo-Simulation); sofern man von einigen wenig Spezialfällen absieht (beispielsweise wenn sämtliche Risiken normalverteilt sind, vgl. hierzu Romeike

und Hager 2020 bzw. Romeike und Hager 2010). Die Methode der stochastischen Simulation wird entsprechend im nachfolgenden Unterabschnitt etwas ausführlicher erläutert.

### 21.5.3 Stochastische Simulation

Die Stochastische Szenarioanalyse (in der Praxis häufig auch als Monte-Carlo-Simulation bezeichnet) basiert auf der Idee, die Eingangsparameter einer Simulation als Zufallsgrößen zu betrachten (die nachfolgenden Ausführungen basieren auf: Romeike 2018, S. 175 ff.). So können analytisch nicht oder nur aufwendig lösbare Probleme mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitstheorie (die Teil der Stochastik ist, die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik zusammenfasst) numerisch gelöst werden. Generell lassen sich zwei Problemgruppen unterscheiden, bei denen die Stochastische Szenarioanalyse angewendet werden kann. 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 (vgl. Romeike und Spitzner 2013, S. 104). Die Basis für die Simulation bildet eine sehr große Zahl gleichartiger Zufallsexperimente.

Aus einer betriebswirtschaftlichen Sicht können 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 gehören zu dieser Gruppe).

Die Anwendung der Stochastischen Szenarioanalyse ist breit gefächert und reicht unter anderem von der Stabilitätsanalyse von Algorithmen und Systemen, der Aggregation von Einzelrisiken eines Unternehmens zu einem unternehmerischen Gesamtrisiko, der Vorhersage von Entwicklungen, die selbst durch zufällige Ereignisse beeinflusst werden (stochastische Prozesse), der Optimierung von Entscheidungen, die auf unsicheren Annahmen beruhen bis zur Modellierung komplexer Prozesse (Wetter/Klima, Produktionsprozesse, Supply-Chain-Prozesse, Rekonstruktionsverfahren in der Nuklearmedizin) oder der Schätzung von Verteilungsparametern.

Vor diesem Hintergrund ist die Stochastische Simulation auch geeignet, um die Unsicherheit im Bereich von ESG-Risiken abzubilden.

Die Entwicklung der Methode ist eng verbunden mit den Namen der beiden Mathematiker Stanislaw Ulam und John von Neumann. Sie sollen während ihrer Arbeit im Rahmen des Manhattan-Projekts am Los Alamos Scientific Laboratory diese Methode verwendet haben, um hochkomplexe physikalische Probleme numerisch mit Hilfe einer Simulation

zu lösen. Der Anekdote nach wurde als Codename „Monte Carlo“ verwendet. Die ersten wissenschaftlichen Publikationen zu diesem Verfahren erschienen Ende der 1940er-Jahre. Mit dem zur damaligen Zeit parallelen Aufkommen elektronischer Computer fand die Monte-Carlo-Simulation zunächst in der Wissenschaft, später auch in der Wirtschaft ihre Verbreitung. Heute ist die Stochastische Simulation eine etablierte Methode in vielen Themengebieten und zur Lösung vielfältiger Fragestellungen.

Die grundlegende Idee der Stochastischen Simulation ist es, für zufällig gewählte Ausprägungen der Parameter über die entsprechenden Zusammenhänge (Ursache-Wirkungs-Geflecht) die zugehörigen Ergebnis- oder Zielgrößen zu ermitteln. Das zur Ermittlung der Zielgrößen verwendete Modell ist in der Regel deterministischer Natur, das heißt, mit dem Festlegen der Parameter sind die Zielgrößen eindeutig bestimmt. Allerdings sind die Zielgrößen durch den Zufallscharakter der Parameter im Prinzip wiederum zufällige Größen. Jedoch kann im Allgemeinen davon ausgegangen werden, dass eine hinreichend große Anzahl so ermittelter Zielgrößen einen guten Näherungswert für die tatsächlichen Werte dieser Zielgrößen darstellt (genau genommen sind nicht die tatsächlichen Werte, sondern die Erwartungswerte der Zielgrößen gemeint). Mathematisches Fundament dieses Vorgehens sind das Gesetz der großen Zahlen, der Fundamentalsatz der Statistik (Satz von Gliwenko-Cantelli) sowie der zentrale Grenzwertsatz. Die Methode ist damit ein Stichprobenverfahren. Aufgrund der zufälligen Auswahl der Parameter hat sich für die Monte-Carlo-Simulation ebenfalls der Begriff der Stochastischen Simulation bzw. Stochastischen Szenarioanalyse etabliert.

Das Vorgehen bei einer Monte-Carlo-Simulation wurde von Metropolis und Ulam in einem Artikel beschrieben, der im Jahre 1949 im Journal of the American Statistical Association erschienen ist. Darin beschreiben beide Wissenschaftler das Vorgehen bei der Monte-Carlo-Methode durch zwei Schritte: „(1) production of ‚random‘ values with their frequency distribution equal to those which govern the change of each parameter, (2) calculation of the values of those parameters which are deterministic, i.e., obtained algebraically from the others.“ (Metropolis und Ulam 1949).

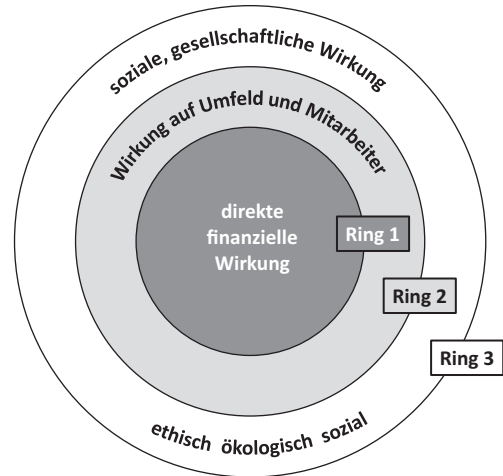
An diesem durch Metropolis und Ulam beschriebenen Vorgehen hat sich in den letzten 60 Jahren nicht viel geändert. Seit 20 Jahren ist die Monte-Carlo-Simulation eine unverzichtbare Methode im Risikomanagement und dient der Risikoaggregation.

#### **21.5.4 Besonderheiten der Quantifizierung von ESG/CSR-Risiken: finanzielle und nicht-finanzielle Wirkungen**

Den Zusammenhang zwischen den sogenannten „nicht-finanziellen“ Risiken und den finanziellen Risiken soll nachfolgend etwas genauer beachtet werden. Hier ist nämlich zu beachten, dass die sogenannten „nicht-finanziellen“ Risiken, wie speziell die ESG- oder CSR-Risiken, eben sehr wohl finanzielle Auswirkungen haben können, die im Risikomanagement zu beachten sind.

Infolge der Global Reporting Initiative (GRI) enthalten die Lageberichte der Unternehmen seit 2017 auch eine Nachhaltigkeitsberichterstattung (Corporate Social Responsibi-

**Abb. 21.9** Wirkungsbereich von ESG- bzw. CSR-Risiken. (Quelle: Gleißner 2019c, S. 95)



lity, CSR), vgl. auch ESG-Ansätze. Eine Beziehung zum Risikomanagement ergibt sich dadurch, dass hier auch auf wesentliche nicht finanzielle Risiken einzugehen ist (vgl. Abschn. 21.1) (in enger Anlehnung an Gleißner 2019c).

Anzugeben sind im Geschäftsbericht allerdings nur Risiken, die (unter Berücksichtigung von Risikobewältigungsmaßnahmen) sehr wahrscheinlich sind und schwerwiegende negative Auswirkungen haben (beispielsweise auf das Unternehmen, Mitarbeiter, Kunden, Natur oder die Gesellschaft). Die Wesentlichkeitsschwelle ist so hoch, dass bisher noch wenig über ESG- oder CSR-Risiken berichtet wird. Dennoch sind „intern“ auch diese CSR-Risiken ein Thema für das Risikomanagement. Empfehlenswert, diese zunächst einmal zu strukturieren (vgl. Abb. 21.9).

Direkte finanzielle Auswirkungen haben etwa „CO<sub>2</sub>-Emissionsrisiken“, die zukünftig einen teuren Kauf von CO<sub>2</sub>-Zertifikaten erfordern können. Beispielsweise fordert in Deutschland § 91 Abs. 2 AktG, dass mögliche „bestandsgefährdende Entwicklungen“, auch aus Kombinationseffekten von Einzelrisiken, früh erkannt werden. Von einer Bestandsgefährdung ist jedoch nur auszugehen, wenn ein „CSR-Risiko“ auch finanzielle Auswirkungen hat und so zur Illiquidität führen kann (also zu Ring 1 oder 2 gehört, vgl. Abb. 21.9). Solche Risiken sind auch im Risikotragfähigkeitskonzept zwingend zu erfassen (bei anderen ist die Art einer möglichen Einbeziehung zu diskutieren).

Bei den Risiken zu Ring 3 sind gesetzliche Vorgaben einzuhalten; ein Thema für „Compliance“. Ob ein Unternehmen mehr als dies tun sollte, ist strittig. Milton Friedman hat argumentiert, Unternehmen sollten nachhaltig (unter Beachtung von Gesetzen) möglichst hohe Gewinne für ihre Eigentümer erwirtschaften und es diesen überlassen, ob sie Erträge für soziale, ökologische oder sonstige Ziele einsetzen möchten (Shareholder-Value-Ansatz).

Im Ergebnis ist festzuhalten, dass sich das Risikomanagement auch mit nicht finanziellen Risiken, speziell den „CSR-Risiken“, befassen muss, also Methoden für die Identifikation, Quantifizierung und Überwachung von Risiken entwickeln muss, die primär Auswirkungen haben auf Mitarbeiter, Kunden, Natur oder die Gesellschaft. Man be-

nötigt Messkonzepte, auch für die nichtfinanziellen Auswirkungen (beispielsweise wie den DALY (Disease Adjusted Life Years) zur Erfassung möglicher negativer gesundheitlicher Auswirkungen). Darüber hinaus ist bei jedem CSR-Risiko, wie bei jedem anderen Risiko, immer auch die finanzielle Auswirkung auf das Unternehmen zu erfassen (inklusive indirekter Auswirkungen beispielsweise durch eine negative Reputationsauswirkung). Wie immer ist zu beachten: neben der Häufigkeit/Eintrittswahrscheinlichkeit ist auch die Unsicherheit der Auswirkungen zu quantifizieren. Dies bedeutet, dass die Wirkungen mit Hilfe einer geeigneten statistischen Wahrscheinlichkeitsverteilung zu beschreiben sind, und nicht etwa durch eine „sichere Schadenshöhe“. Es geht also zur Vermeidung von Scheingenauigkeiten um Bandbreiten. Solche Überlegungen sind auch für die Modelle zur Messung von Risikotragfähigkeit und Risikotoleranz relevant.

Ein Beispiel für die Möglichkeit der Quantifizierung eines ESG-Risikos seien im nächsten Abschnitt die Risiken durch die CO<sub>2</sub>-Emission eines Industriebetriebs betrachtet.

### **21.5.5 Fallbeispiel zur quantitativen Bewertung von ESG-Risiken am Beispiel CO<sub>2</sub>-Emissionen**

Die Quantifizierung der finanziellen Auswirkungen eines Umweltrisikos („E-Komponente“ in ESG) sei nachfolgend am besonders wesentlichen Thema CO<sub>2</sub>-Emissionen verdeutlicht.

Angenommen ein Unternehmen emittiert momentan pro Produktionseinheit, direkt und indirekt, 1000 Tonnen CO<sub>2</sub>.

Die heterogenen Produkte werden dabei in eine einheitliche Maßgröße umgerechnet, wobei hierfür vereinfachend sogar der (preisänderungsbereinigte) Umsatz gesetzt werden kann.

Im Jahr 2020 werden 1000 Produktionseinheiten geplant. Darüber hinaus wird geplant, dass die Produktion im betrachteten Planungszeitraum von fünf Jahren mit einer Rate von fünf Prozent pro Jahr (real) gesteigert werden soll (Unsicherheit: vier Prozent).

Es wird eine Normalverteilung mit einer Standardabweichung der Wachstumsrate von vier Prozent unterstellt. Zudem wird Martingaleigenschaft angenommen, das heißt, die in einem Jahr  $t$  eingetretenen Planabweichungen führen zu einer Anpassung der Planung in entsprechender Höhe in den folgenden Jahren.

Die CO<sub>2</sub>-Intensität der Produktion soll um zehn Prozent pro Jahr reduziert werden (Unsicherheit: fünf Prozent pro Jahr). Unsicherheit bezüglich der geplanten Kosten der CO<sub>2</sub>-Emissionen reduzierenden Maßnahmen sind im didaktischen Beispiel vereinfachend vernachlässigt worden. Ebenso vernachlässigt werden weitere hier noch relevante Teilaspekte des Risikos, zum Beispiel aus der Unsicherheit des politischen Umfelds und der Klimapolitik. Wie stellt sich bei diesen Daten das finanzielle Risiko des Unternehmens dar, das auch bei der Risikoaggregation und der Bestimmung des Gesamtrisikoumfangs (Eigenkapitalbedarf) zu berücksichtigen ist? Und wie stellt sich das ESG-Risiko aus Per-

	2020	2021	2022	2023	2024
Produktionseinheiten (geplant)	1000	1050	1103	1158	1216
Geplante Steigerung p.a.		5%	5%	5%	5%
Standardabweichung (Unsicherheit)	4%	4%	4%	4%	4%
Simulierte Produktionseinheiten	1011	1035	1106	1177	1307
CO <sub>2</sub> /Produktionseinheit (in Tonnen)	1000	1000	1000	1000	1000
CO <sub>2</sub> insgesamt (in Tonnen)	1011208	1034665	1106148	1177360	1307474
Geplante Reduktion CO <sub>2</sub> p.a.	-10%	-10%	-10%	-10%	-10%
Standardabweichung (Unsicherheit)	5%	5%	5%	5%	5%
CO <sub>2</sub> -Reduktion simuliert (in Tonnen)	-99683	-104080	-112239	-119327	-126497
CO <sub>2</sub> insgesamt nach Reduktion (in Tonnen)	911525	930585	993909	1058034	1180977
Kosten CO <sub>2</sub> -Zertifikate / Tonne (realistic case)	20 €	20 €	20 €	20 €	20 €
worst case (PERT-Distribution)	23 €	24 €	26 €	28 €	30 €
best case (PERT-Distribution)	16 €	17 €	17 €	18 €	18 €
Simulierte Kosten CO <sub>2</sub> -Zertifikate / Tonne	21 €	21 €	19 €	22 €	21 €
Kosten CO <sub>2</sub> -Zertifikate insgesamt (Simulation)	18.824.592 €	19.078.845 €	19.337.614 €	22.845.399 €	25.306.378 €
Erwartungswert p.a.	17.871.421 €	19.081.426 €	20.352.336 €	21.884.509 €	23.339.266 €
VaR 99%	20.971.914 €	23.092.915 €	25.837.378 €	28.536.611 €	31.600.413 €
Expected Shortfall 99 %	21.343.149 €	23.613.091 €	26.769.732 €	29.841.663 €	32.975.643 €
					Plot

**Abb. 21.10** Aufbau des stochastischen Simulationsmodells.

spektive des Stakeholders „Gesellschaft“ dar, das heißt, wie relevant sind also die negativen Auswirkungen der CO<sub>2</sub>-Emission des Unternehmens infolge der damit einhergehenden Temperaturerhöhung?

In Abb. 21.10 sind die grundsätzlichen Parameter sowie der Aufbau des stochastischen Simulationsmodells wiedergegeben. Sowohl die gewählten Parameter als auch der Aufbau des Modells sollte hierbei vor dem Hintergrund eines didaktischen Beispiels interpretiert werden. Auf die Berücksichtigung von stochastischen Prozessen wurde beispielsweise im Beispiel verzichtet.

Zunächst werden die finanziellen Risiken des Unternehmens berechnet. Ausgangspunkt ist dabei die Messung der Zusatzkosten, die dem Unternehmen durch eine unplanmäßige Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emission entstehen können.



Die Kosten für die planmäßige CO<sub>2</sub>-Emission sind ebenso wie andere Kosten, speziell auch für die CO<sub>2</sub>-reduzierenden Maßnahmen durch Investition und Technologieveränderung, natürlich in der „erwartungstreuen“ Planung berücksichtigt.

Wird angenommen, dass (real oder zumindest fiktiv) für die CO<sub>2</sub>-Emission CO<sub>2</sub>-Zertifikate gekauft werden, die momentan einen Preis von 20 Euro je Tonne aufweisen.

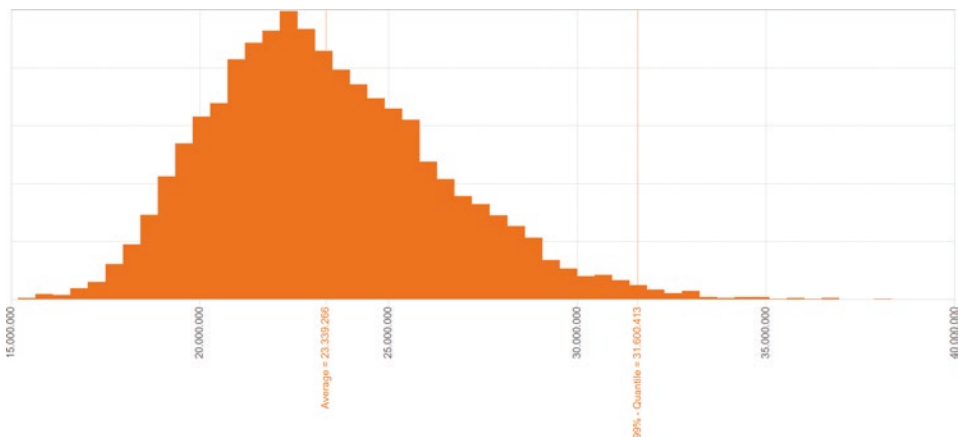
Die zukünftige Preisentwicklung ist unsicher. Diese Unsicherheit wird im Simulationsmodell mit Hilfe einer PERT-Verteilung abgebildet (vgl. Abb. 21.13). Die unsicheren Kosten der CO<sub>2</sub>-Emission ergeben sich daher aus dem unsicheren Preis des CO<sub>2</sub>-Zertifikats einerseits und der unsicheren CO<sub>2</sub>-Emissionsmenge andererseits. Mit einer stochastischen Simulation lässt sich leicht der in Abb. 21.10 gezeigte Korridor für die zukünftigen Kosten „CO<sub>2</sub>-Emissionsrisiko“ angeben.

Der Erwartungswert der Kosten ist in der Planung, wie gesagt, berücksichtigt. Also Risikomaß wird zusätzlich der Value-at-Risk berechnet, und zwar zunächst für jedes einzelne Jahr. Darüber hinaus wird das „CO<sub>2</sub>-Emissionskostenrisiko“ für den gesamten Planungszeitraum von fünf Jahren angegeben. Konkret wird ermittelt, dass beispielsweise mit einer Sicherheit von 99 Prozent aus Sicht des Unternehmens die „CO<sub>2</sub>-Emissionskosten“ von rund 31,6 Millionen Euro im Jahr 2024 nicht überschritten werden.

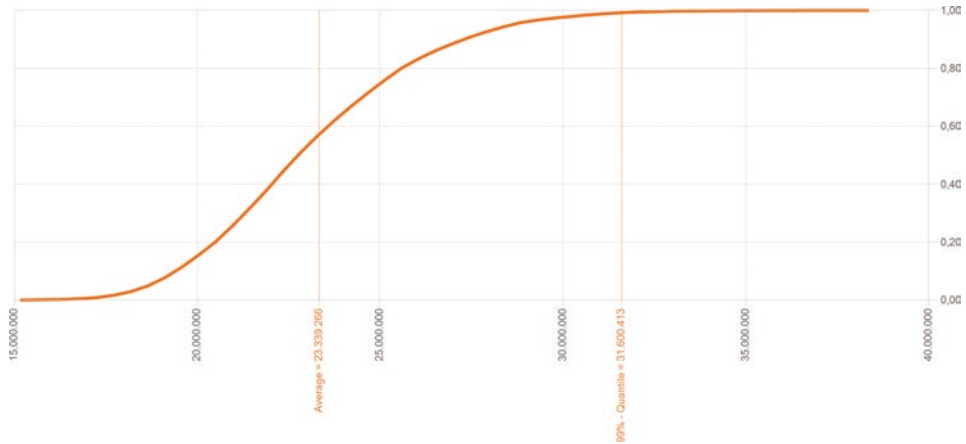
99-Prozent-Quantil, also Value-at-Risk zum entsprechenden Wahrscheinlichkeitsniveau (VaR<sub>p</sub>). Die konkrete Definition des Sicherheitsniveaus ist abhängig vom definierten Risikoappetit bzw. Risikoakzeptanz.

In Abb. 21.11 (Histogramm) sowie in Abb. 21.12 (Kumulierte Dichtefunktion) können sowohl die Erwartungswerte als auch der Value at Risk sowie der Expected Shortfall (vgl. vertiefend Romeike und Hager 2020 sowie Albrecht und Maurer 2002) abgelesen werden.

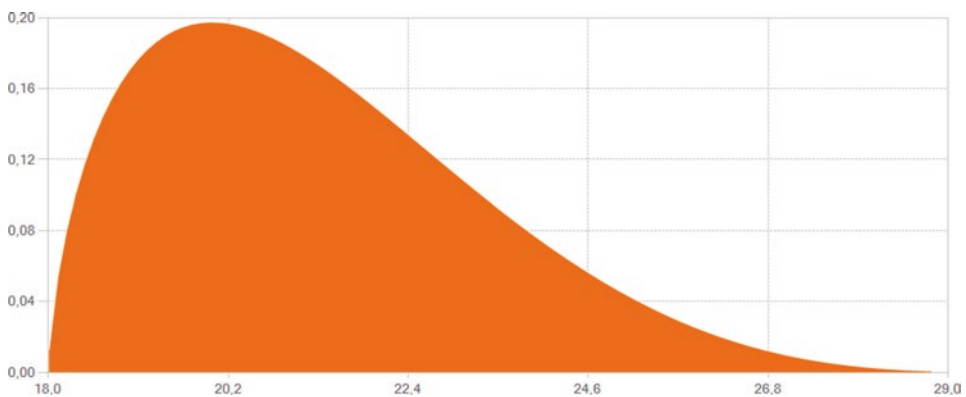
Man hat hier eine Quantifizierung des CO<sub>2</sub>-Emissionsrisikos „Stand alone“. Im Kontext des Risikomanagements werden die von der Planung abweichenden CO<sub>2</sub>-Emissionskosten unmittelbar bei der Risikoaggregation berücksichtigt, um die Wechselwirkung



**Abb. 21.11** Histogramm der Simulationsergebnisse.



**Abb. 21.12** Kumulierte Dichtefunktionen (Cumulative distribution function, CDF) der Simulationsergebnisse.



**Abb. 21.13** Unsicherheit der Preise für CO<sub>2</sub>-Zertifikate wurde mit einer PERT-Verteilung berücksichtigt.

zwischen unsicherer Produktionsmenge und unsicheren CO<sub>2</sub>-Emissionskosten adäquat zu berücksichtigen.

Wie stellt sich die Konstellation aus Ebene der Gesellschaft dar? Natürlich kann man zunächst einmal das CO<sub>2</sub>-Emissionsrisiko als ein „nicht-finanzielles“ Risiko auffassen und die CO<sub>2</sub>-Emissionsdaten, zum Beispiel „in Tonnen“ angeben. Ist aber in vielen Fällen gar nicht nötig, auf dieser Ebene zu verbleiben. Man kann auch hier die finanziellen Auswirkungen angeben, was es ermöglicht, auch unterschiedliche Risiken (in gewissen Grenzen) miteinander zu vergleichen. So sind beispielsweise die Schäden durch CO<sub>2</sub>-Emissionen in verschiedenen wissenschaftlichen Studien durchaus schon quantifiziert worden (vgl. zusammenfassend zum Beispiel Nordhaus 2018).

Nehmen wir an, die globalen Schäden durch die Temperaturerhöhung infolge der CO<sub>2</sub>-Emission lägen bei ca. 30 Euro pro Tonne (und sind unsicher). Durch die Kombination der unsicheren CO<sub>2</sub>-Emissionsmenge des Unternehmens und den unsicheren Schäden durch die CO<sub>2</sub>-Emission kann man nun das ESG-Risiko „CO<sub>2</sub>-Emission“ aus globaler Perspektive wiederum mit einem Simulationsmodell quantifizieren. Zu beachten ist dabei, dass ein Teil der Schäden, die durch die CO<sub>2</sub>-Emission ausgelöst werden, das Unternehmen bereits durch den Kauf von CO<sub>2</sub>-Zertifikaten „kompensiert“ (unter der Annahme, dass die Einnahmen durch die CO<sub>2</sub>-Zertifikate der Start auch adäquat klimapolitisch einsetzt; vgl. Abb. 21.13). Ohne die Details des Modells hier weiter erläutern zu wollen, können auch die volkswirtschaftlichen Kosten (in Form von Erwartungswerten über die Zeit sowie als „Bandbreite“) quantifiziert werden.

---

## 21.6 Zusammenfassung und Ausblick

Der Beitrag hat sich mit der Relevanz und Bewertung von ESG-Risiken in der Praxis auseinandergesetzt und zeigt Ähnlichkeiten zu Social Credit Systemen auf. Wir haben die „Verwandtschaft“ zwischen ESG-Ratings und SCR-Ratings („Social Credit Ratings“) aufgezeigt und uns hierbei auch mit dem potenziellen Missbrauch der Daten sowie der Konzentration in Datenmonopolen (sei es staatlich oder privatrechtliche Unternehmen) auseinandergesetzt. Hierbei müssen sowohl die gesamtgesellschaftlichen als auch individuellen negativen Folgen berücksichtigt und kritisch diskutiert werden. Viele Publikationen, insbesondere aus einer nicht-chinesischen Perspektive, neigen dazu, das „Social Credit Rating“ in China als Orwell’schen Überwachungsstaat zu betrachten. Chinesische Politiker und auch viele Wissenschaftler bewerten das System anders. Als Begründung wird angeführt, dass sich das System nicht sehr stark von einem regulären Kreditratingsystem unterscheidet, das heißt der Einstufung der Bonität eines Wirtschaftssubjekts (Einzelperson, Unternehmen, Staat) oder eines Finanzinstruments.

In unserem Beitrag haben wir diese grundsätzliche Diskussion weitestgehend ausgeblendet und haben uns im Schwerpunkt auf die Möglichkeiten einer Quantifizierung mit Hilfe von Simulationsverfahren konzentriert. ESG-Risiken werden dabei in ihrer Relevanz für Unternehmen *und* Umfeld erläutert und die Notwendigkeit sowie die Möglichkeit der Quantifizierung gezeigt.

Es ist wesentlich zu beachten, dass auch ESG-Risiken finanzielle Auswirkungen haben, die auf jeden Fall zu quantifizieren sind. Würde man die finanziellen Komponenten von ESG-Risiken für das Unternehmen ignorieren, würde man den „Grad der Bestandsgefährdung“ des Unternehmens und den aggregierten Gesamtrisikoumfang (Eigenkapital und Liquiditätsbedarf) unterschätzen. Die Notwendigkeit der Quantifizierung von ESG-Risiken (finanzielle Auswirkungen) ergibt sich aus den gesetzlichen Anforderungen in Deutschland (§ 91 AktG) sowie vielen weiteren gesetzlichen Anforderungen für bestimmte Branchen und auch in verschiedenen Ländern.

Die Möglichkeiten für die Quantifizierung solcher Risiken sind vorhanden, wenn man sinnvollerweise eine Quantifizierung aus den jeweils bestverfügbaren Informationen zulässt (also auch die transparente Quantifizierung basierend auf Expertenschätzungen). Inwieweit man die nichtfinanziellen Aspekte, die Wirkungen für die Gesellschaft und die Umwelt, quantifiziert, ist eigenständig zu diskutieren.

Das im Beitrag skizzierte und didaktische Beispiel der CO<sub>2</sub>-Emissionen zeigt, dass eine solche Quantifizierung durchaus möglich ist. Hilfreich ist hier zunächst eine Strukturierung der Risiken entsprechend der vorgeschlagenen „drei Kreise“ (vgl. Abb. 21.9). Grundsätzlich ist festzuhalten, dass auch die Konsequenz von ESG-Risiken für Gesellschaft und Umwelt entsprechend den allgemeinen Erläuterungen über die Quantifizierungsmöglichkeiten von Risiken quantifizierbar sind (vgl. hierzu Abschn. 21.5.5).

---

## Literatur

- Albrecht, P., R. Maurer (2002): Investment- und Risikomanagement: Modelle, Methoden, Anwendungen, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart 2002.
- Bauer, U./Romeike, F./Weißensteiner, Chr. (2012): Der gute Ruf als nachhaltiger Erfolgsfaktor – Management und Controlling von Reputationsrisiken, Studienergebnisse, RiskNET GmbH und Technische Universität Graz, Brannenburg/Wendelstein und Graz 2012.
- Beckedahl, M./Meister, A. (Hrsg.): Überwachtes Netz: Edward Snowden und der größte Überwachungsskandal der Geschichte, epubli, Berlin 2013.
- Berg, T./Kreft, M. (2020): Digitale Fußabdrücke im Kredit-Scoring – Ein Vergleich von traditionellen statistischen und Machine Learning Verfahren, in: FIRM Jahrbuch 2020, Frankfurt am Main 2020.
- Blum, U./Gleißner, W./Xiao, X.: How Does Market Structure Determine Business Models in a Circular Economy? A Theory-Based Analysis for Plastic-Waste and High-Performance Magnet Markets (noch nicht erschienen).
- Cottin, C./Döhler, S. (2013): Risikoanalyse – Modellierung, Beurteilung und Management von Risiken mit Praxisbeispielen, 2. Auflage, Springer Verlag, Wiesbaden 2013.
- Creemers, R. (2014): Planning Outline for the Construction of a Social Credit System (2014–2020), Internet: <https://chinacopyrightandmedia.wordpress.com/2014/06/14/planning-outline-for-the-construction-of-a-social-credit-system-2014-2020/> [Abruf am 19.8.2020].
- Eberwein, W.-D. (1990): Globale Trends und Strukturbrüche – Weltmodelle als Forschungsinstrumente, Wissenschaftszentrum Berlin (WZB) für Sozialforschung, Paper 90-307, 10/1990.
- Economist Intelligence Unit (2014): Retail banks and big data. Big data as the key to better risk management; Internet: <http://www.eiuperspectives.economist.com/financial-services/retail-banks-and-big-data/white-paper/retail-banks-and-big-data-big-data-key-better-risk-management> [Abruf am 19.8.2020].
- Financial Stability Board (2017): Artificial intelligence and machine learning in financial services - Market developments and financial stability implications, November 2017.
- Ford, M. (2018): Architects of Intelligence – The truth about AI from the people building it, Packt Publishing, Birmingham 2018.
- Forrester, J.W. (1969): Urban Dynamics, Cambridge/Mass. 1969.
- Füser, K./Gleißner, W./Meier, G. (1999): Risikomanagement (KonTraG) – Erfahrungen aus der Praxis, in: Der Betrieb, Heft 15/1999, S. 753–758.

- Gleißner, W. (2006): Risikomaße und Bewertung, dreiteilige Serie, in: Risikomanager, Teil 1 – Grundlagen 12/2006, S. 1–11; Teil 2 – Downside-Risikomaße 13/2006, S. 17–23; Teil 3 – Kapitalmarktmodelle 14/2006, S. 14–20.
- Gleißner, W. (2011): Risikoanalyse und Replikation für Unternehmensbewertung und wertorientierte Unternehmenssteuerung, in: WiSt, Heft 7/2011, S. 345–352.
- Gleißner, W. (2017a): Grundlagen des Risikomanagements, 3. Aufl., Vahlen Verlag, München 2017.
- Gleißner, W. (2017b): Risikoanalyse, Risikoquantifizierung und Risikoaggregation, in: WiSt, Heft 9, 2017, S. 4–11.
- Gleißner, W. (2018a): Insolvenzzrisiko: Top-Kennzahlen für Controlling, Balanced Scorecard und Risikomanagement, in: Controller Magazin, Heft 4, Juli/August 2018, S. 10–15.
- Gleißner, W. (2018b): Risikomanagement 20 Jahre nach KonTraG: Auf dem Weg zum entscheidungsorientierten Risikomanagement, in: Der Betrieb vom 16.11.2018, Heft 46, S. 2769–2774.
- Gleißner, W. (2018c): Risiko, Volkswirtschaft und Wohlstand, in: Growitsch, C./Loose, S./Wehrspohn, R. B. (Hrsg.): Beiträge zu Wirtschaftspolitik und -forschung - Festschrift anlässlich der Emeritierung von Prof. Dr. Dr. h.c. Ulrich Blum, Center for Economics of Materials CEM, Halle (Saale), S. 55–68.
- Gleißner, W. (2019a): Risikoanalyse: Grundlagen der Risikoquantifizierung (Teil 1), in: Controller Magazin, Heft 2 (März/April 2019), S. 42–46.
- Gleißner, W. (2019b): Risikoanalyse: Ein strukturierter Leitfaden zur Risikoquantifizierung (Teil 2), in: Controller Magazin, Heft 3, Mai/Juni 2019, S. 31–35.
- Gleißner, W. (2019c): Nachhaltigkeit, CSR-Risiken und Risikomanagement. Vom CSR-Risiko zum finanziellen Risiko, in: Controller Magazin, Heft 4, Juli/August 2019, S. 95.
- Gleißner, W. (2019d): Cost of capital and probability of default in value-based risk management, in: Management Research Review, Vol. 42, No. 11, S. 1243–1258.
- Gleißner, W. (2019e): Wertorientierte Unternehmensführung, Strategie und Risiko, eBook (amazon kindle).
- Gleißner, W. (2019f): Insolvenzzrisiko, Rating und Unternehmenswert, in: WISU, Heft 6/19, S. 692–698.
- Gleißner, W. (2019g): The real dark side of Valuation. Ertragsrisiken und Insolvenzzrisiken, in: BOARD, Heft 6/2019, S. 215–219.
- Gleißner, W./Ernst, D. (2019): Company valuation as result of risk analysis: replication approach as an alternative to the CAPM, in: Business Valuation OIV Journal, Vol. 1, No. 1 (Frühjahr 2019), S. 3–18.
- Gleißner, W./Füser, K. (2000): Innovative Prognoseverfahren für Unternehmensplanung auf Basis des Risikomanagements, in: Der Betrieb, Heft 19/2000, S. 933–941.
- Gleißner, W./Romeike, F. (2012): Psychologische Aspekte im Risikomanagement – Bauchmenschen, Herzmenschen und Kopfmenschen, in: Risk, Compliance & Audit (RC&A), 06/2012, S. 43–46.
- Gleißner, W./Wolftrum, M. (2015): Problemfelder der Risikoquantifizierung, Datenprobleme und Lösungsstrategien, in: Gleißner, W./Romeike, F. (Hrsg): Praxishandbuch Risikomanagement, ESV, Berlin, S. 274–263.
- Günther, T./Detzner, M. (2012): Das Risiko-Entscheidungsverhalten von Managern – Ergebnisse einer empirischen Studie, in: Altenburger, O. A. (Hrsg.): Instrumente und Aufgaben des Controlling, Linde Verlag, Wien, S. 9–52.
- Günther, T./Günther, E. (2017): Finanzielle Nachhaltigkeit – Messung, finanzielle Steuerung und Herausforderungen, in: Hoffjan, A./Knauer, T./Wöhrmann, A.: Controlling – Konzeptionen, Instrumente, Anwendungen, Schäffer Poeschel, Stuttgart 2017, S. 79–90.
- Günther, T./Gleißner, W./Walkshäusl, C. (2020): What happened to financially sustainable firms in the Corona crisis?, auf: [springer.com NachhaltigkeitsManagementForum](https://link.springer.com/article/10.1007/s00550-020-00503-3), <https://link.springer.com/article/10.1007/s00550-020-00503-3> [Abruf am 19.8.2020].

- Harari, Y. N. (2018): *Homo Deus: Eine Geschichte von Morgen*, C.H. Beck Verlag, München 2018.
- Hassani, H., Silva, E. S. (2015): Forecasting with Big Data: A Review. *Annals of Data Science* 2 (1).
- Hausmann, M. (2019): Artificial Intelligence: Künstliche Intelligenz und datengetriebene Geschäftsmodelle, in: *RISIKO MANAGER* 03/2019, S. 24–32.
- Heck, H.-D. (1992): Die neuen Grenzen des Wachstums, in: *Bild der Wissenschaft*, Heft 6/1992, S. 54
- Heij, C./Schumacher, H./Hanzon, B./Praagman, K. (1997) [Hrsg.]: *System dynamics in economic and financial models*, John Wiley and Sons, Chichester/New York 1997.
- Hillson, D. (2005a): Describing Probability: The Limitations of natural Language, PMI Global Congress.
- Hillson, D. (2005b): *Understanding and Managing Risk Attitudes*, Aldershot.
- Holton, G.A. (2004): Defining risk, in: *Financial Analysts Journal*, Vol. 60, No. 6, S. 19–25.
- IOSCO (2019): Sustainable finance in emerging markets and the role of securities regulators – Consultation report, Internet: <https://www.iosco.org/library/pubdocs/pdf/IOSCOPD621.pdf> [Abruf am 19.8.2020].
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2014): *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Geneva 2014.
- Kesten, R. (2007): Unternehmensbewertung und Performancemessung mit Robichek/Myers-Sicherheitsäquivalent, in: *Finanz Betrieb*, Heft 2/2007, S. 88–98.
- Knight, F. H. (1921): *Risk, Uncertainty and Profit*, Houghton Mifflin, Boston/New York 1921.
- Kurzweil, R. (2012): *How to Create a Mind*, New York 2012.
- Mainzer, K. (2014): *Die Berechnung der Welt – Von der Weltformel zu Big Data*, C.H. Beck Verlag, München 2014, S. 27.
- March, J./Shapira Z. (1987): Managerial Perspectives on risk and risk taking, in: *Management Science*, Vol. 33, No. 11, S. 1404–1418.
- Martin, M. R. W./Quell, P./Wehn, C. S. (Hrsg.) (2013): *Modellrisiko und Validierung von Risikomodelle – Regulatorische Anforderungen, Verfahren, Methoden und Prozesse*, Bank-Verlag, Köln 2013.
- Meadows, D.L. et al. (1972): *The Limits to Growth. A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*, New York 1972.
- Meadows, D.L./Meadows, D.H. (1973): *Toward Global Equilibrium – Collected Papers*, Cambridge/Mass. 1973.
- Meadows, D.L./Behrens III, W.W./Meadows, D.H./Naill, R.F./Randers, J./Zahn, E.K.O. (1974): *Dynamics of Growth in a Finite World*, Cambridge/Mass. 1974.
- Metropolis, N. C./Ulam, S. (1949): The Monte Carlo Method, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 44, No. 247, (Sep. 1949), S. 335–341.
- Meyer, M./Romeike, F./Spitzner, J. (2012): *Simulationen in der Unternehmenssteuerung – Studienergebnisse*, RiskNET GmbH, Brannenburg/Wendelstein 2012.
- MSCI (2020): ESG Ratings Methodology: Executive Summary; Internet: <https://www.msci.com/documents/10199/123a2b2b-1395-4aa2-a121-ea14de6d708a> [Abruf am 19.8.2020].
- Natural Capital Coalition (2016): *Natural Capital Protocol*. Internet: [www.naturalcapitalcoalition.org/protocol](http://www.naturalcapitalcoalition.org/protocol), [Abruf am 19.8.2020].
- Nordhaus, W. D. (2018): *Climate Change: The Ultimate Challenge for Economics*.
- Pestel, E. (1980): *Unsere Chance heißt Vernunft*, Westermann Verlag, Braunschweig 1980.
- Pestel, E. (1988): *Jenseits der Grenzen des Wachstums – Bericht an den Club of Rome*, Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart 1988.
- RiskNET/Bearing Point (2018): *Experten-Studie: Standardmodelle im Spannungsfeld von Risk Analytics und Big Data*, Brannenburg/Frankfurt am Main 2018.

- Romeike, F. (1994): Zum Wechsel von einem traditionellen zu einem interdisziplinären Wachstumsmodell, Köln 1994.
- Romeike, F. (2008): Rechtliche Grundlagen des Risikomanagements, Berlin.
- Romeike, F. (2013): Fooled by Randomness, in: FIRM Yearbook 2013, Frankfurt/Main 2013, S. 25–29.
- Romeike, F. (2015a): Szenarioanalyse: Lernen aus der Zukunft, in: FIRM Jahrbuch 2015, Frankfurt/Main 2015, S. 118–120.
- Romeike, F. (2015b): Scenario analysis: Learning from the future, in: FIRM Yearbook 2015, Frankfurt/Main 2015, S. 14–16.
- Romeike, F. (2018): Risikomanagement, Springer Verlag, Wiesbaden 2018.
- Romeike, F. (2019): Risk Analytics und Artificial Intelligence im Risikomanagement, in: Rethinking Finance, Juni 2019, 03/2019, S. 45–52.
- Romeike, F./Hager, P. (2010): Was ist das Varianz-Kovarianz-Modell?, in: Risk, Compliance & Audit (RC&A), 05/2010, S. 10–11.
- Romeike, F./Spitzner, J. (2013): Von Szenarioanalyse bis Wargaming – Betriebswirtschaftliche Simulationen im Praxiseinsatz, Wiley Verlag, Weinheim 2013.
- Romeike, F./Eicher, A. (2016): Predictive Analytics: Looking into the future, in: FIRM Yearbook 2016, S. 169–171.
- Romeike, F./Hager, P. (2020): Erfolgsfaktor Risiko-Management 4.0, Springer Verlag, Wiesbaden 2020.
- Schellnhuber, H.J. (2015): Selbstverbrennung. Die fatale Dreiecksbeziehung zwischen Klima, Mensch und Kohlenstoff, C. Bertelsmann Verlag, München 2015.
- Schöning, S./Mendel, V./Köse, A. (2020): Mit neuen Controller-Kompetenzen in die Zukunft, in: Controlling & Management Review, Vol. 64, No. 1 (Januar 2020) S. 58–63.
- Schöning, S./Sumer Gogus, H./Pernsteiner, H. (Hrsg.): Risikomanagement in Unternehmen. Interkulturelle Betrachtungen zwischen Deutschland, Österreich und der Türkei, Springer Gabler, Wiesbaden, 2017.
- Shad, M. K./Lai, F.-W./Fatt, C. L./Klemeš, J. J./Bokhari, A. (2019): Integrating sustainability reporting into enterprise risk management and its relationship with business performance: A conceptual framework, in: Journal of Cleaner Production, Vol. 208 (20. Januar 2019), S. 415–425.
- Silver, N. (2013): The Signal and the Noise: The Art and Science of Prediction, Penguin Books, New York 2013.
- Sinn, H.-W. (1980): Ökonomische Entscheidungen bei Unsicherheit, Tübingen 1980.
- Social & Human Capital Coalition (2016): Social Capital Protocol. Internet: <https://www.wbcscd.org/Programs/People/Social-Impact/Social-and-Human-Capital-Protocol>, [Abruf am 19.8.2020].
- Stampfer, E. (2019): Risikosteuerung in der Industrie, Konzepte, Methoden und Verfahren für projektorientierte Unternehmen, Linde Verlag, Wien 2019.
- Sterman, J. D. (1989): Modeling Managerial Behavior: Misperceptions of Feedback in a Dynamic Decision Making Experiment, in: Management Science, 35(3), 321–339.
- The Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (COSO) and World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) (2018): Enterprise Risk Management: Applying enterprise risk management to environmental, social and governance-related risks, October 2018.
- Tuchtfeld, E. (1973): Die Grenzen des Wachstums – Zwischenbilanz einer Diskussion, in: Zeitschrift für Wirtschaftspolitik, April, 1973, S. 129–144.
- Velte, P. (2020): Corporate Social Responsibility (CSR) and Earnings Management: a literature review, in: Corporate Ownership and Control, Vol. 17, No. 2, S. 8–19.
- Weißensteiner, Chr. (2014): Reputation als Risikofaktor in technologieorientierten Unternehmen, Springer Verlag, Wiesbaden 2014.



Wengrzik, D./Demski, C. (2019): Machine Learning: Nachrichtenbasierte Frühwarnung im Kontext Kreditrisiko, in: RISIKO MANAGER 01/2019, S. 4–7.

World Economic Forum (2020): The Global Risks Report 2020, Davos 2020.

Zuboff, S. (2018): Das Zeitalter des Überwachungskapitalismus, campus Verlag, Frankfurt am Main 2018.

**Prof. Dr. Werner Gleißner** ist Vorstand der FutureValue Group AG und Honorarprofessor für Betriebswirtschaft, insb. Risikomanagement, an der Technischen Universität Dresden. Seine Forschungs- und Tätigkeitsschwerpunkte liegen im Bereich Risikomanagement, Bewertung & Rating und Unternehmensstrategie sowie der Entwicklung von Methoden für eine simulationsbasierte Risikoaggregation.

**Frank Romeike** ist Gründer des Kompetenzzentrums RiskNET GmbH – The Risk Management Network sowie der Risk Academy. Er unterstützt Unternehmen und öffentliche Institutionen seit rund 25 Jahren beim Aufbau und der Weiterentwicklung von wirksamen Risikomanagement-Systemen, insbesondere basierend auf Simulationsmethoden.