

Bachelorarbeit
im Bachelorstudiengang
Wirtschaftsingenieurwesen / Logistik
an der Hochschule für angewandte Wissenschaften Neu-Ulm

**Analyse und Konzeption von Frühwarnsystemen
für Lieferketten-Störungen**

Erstkorrektor/-in: Prof. Dr. Carsten Prenzler

Verfasser/-in: Alexander Jersch (Matrikel-Nr.: 276228)

Thema erhalten: 20.09.2024

Arbeit abgegeben: 20.01.2025

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1 Problemstellung und Relevanz	1
1.2 Zielsetzung der Arbeit	2
2. Theoretischer Bezugsrahmen	3
2.1 Einführung in Supply Chain Risk Management	3
2.1.1 Definition	3
2.1.2 Supply Chain Risk Management Prozess	4
2.1.3 Arten von Supply Chain Risiken	7
2.1.4 Auswirkung von Risiken	9
2.2 Einführung in Frühwarnsysteme	9
2.2.1 Definition	9
2.2.2 Anwendungsbereiche	10
2.3 Einordnung von Frühwarnsystemen in SCRM	13
2.3.1 Überwachung und Identifikation von Risiken	13
2.3.2 Maßnahmen	14
2.3.3 Big Data	17
3. Analyse von bestehenden Frühwarnsystemen für Lieferketten-Störungen	20
3.1 Ansatz und Kriterien zur Analyse	20
3.2 Vorhandene SCRM Frühwarnsysteme	20
3.2.1 Sphera	20
3.2.1.1 Funktionen	21
3.2.1.2 Case Study: DEUTZ AG	28
3.2.1.3 Angewandte Technologie	29
3.2.1.4 Abgedeckte Risiken	30
3.2.2 Everstream Analytics	31
3.2.2.1 Funktionen	32
3.2.2.2 Angewandte Technologie	38

3.2.2.3 Abgedeckte Risiken	38
3.2.3 Interos.ai	39
3.2.3.1 Funktionen	40
3.2.3.2 Angewandte Technologie	47
3.2.3.3 Abgedeckte Risiken	48
4. Soll-Konzeption eines Frühwarnsystems für Lieferketten-Störungen	51
4.1 Zielsetzung	51
4.2 Anforderungen	51
4.2.1 Funktionalität	51
4.2.2 Abzudeckende Risiken	52
4.2.3 Technologie	53
4.3 Inhaltlicher Aufbau	53
4.4 Potenzielle Herausforderungen	56
5. Fazit und Ausblick	58
5.1 Zusammenfassung der Ergebnisse	58
5.2 Zukunftsperspektiven und mögliche Entwicklungen	58
Quellenverzeichnis	60
Eidesstattliche Erklärung	65

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Der SCRM Prozess	4
Abbildung 2: Visualisierung des Zustandes der Lieferkette (Sphera)	23
Abbildung 3: Visualisierung (von Datensätzen zu strukturierten Analysen)	35
Abbildung 4: Interos Plattform	41
Abbildung 5: Catastrophic Risk - Visualisierung	47
Abbildung 6: Inhaltlicher Aufbau (Soll-Konzept)	54

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Mikrofaktoren (Risikofaktoren)	8
Tabelle 2: Proaktive & Reaktive Maßnahmen	15
Tabelle 3: Angewandte Technologie (Sphera)	29
Tabelle 4: Abgedeckte Risiken (Sphera)	30
Tabelle 5: Angewandte Technologie (Everstream Analytics)	38
Tabelle 6: Abgedeckte Risiken (Everstream Analytics)	39
Tabelle 7: Angewandte Technologie (Interos.ai)	48
Tabelle 8: Abgedeckte Risiken (Interos.ai)	49
Tabelle 9: Funktionalität (Soll-Konzept)	51
Tabelle 10: Abzudeckende Risiken (Soll-Konzept)	52
Tabelle 11: Technologien (Soll-Konzept)	53

Abkürzungsverzeichnis

B2B - Business-to-Business

BDA - Big Data Analytics

CIM - Compliance Incident Management

CSR - Corporate Social Responsibility

DSGVO - Datenschutzgrundverordnung

ERP - Enterprise Resource Planning

ESG - Environmental-Social-Governance

KI - Künstliche Intelligenz

IT - Information Technology

ROI - Return on Investment

SaaS - Software-as-a-Service

SCRM - Supply Chain Risk Management

1. Einleitung

1.1 Problemstellung und Relevanz

Die zunehmende internationale Vernetzung auf Absatz- und Zuliefermärkten konfrontiert Unternehmen mit signifikanten Herausforderungen in der Logistik und führt zu einer Steigerung der Komplexität ihrer Lieferketten. Diese Entwicklungen erschweren die Gewährleistung von Zuverlässigkeit und Vorhersehbarkeit der gesamten Lieferkette. Faktoren wie globale Handelsbeziehungen, differenzierte Marktanforderungen und die Abhängigkeit von Sub-Lieferanten erhöhen das Risiko von Störungen und machen ein effektives Risikomanagement erforderlich. Unternehmen sind folglich angehalten, innovative Strategien und Technologien zu implementieren, um Transparenz, Resilienz und Effizienz entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu gewährleisten.¹ In diesem Kontext manifestiert sich die Erkenntnis, dass Störungen innerhalb der Lieferkette, ungeachtet ihrer Ursachen, sei es in Form interner Schwachstellen oder aufgrund externer Ereignisse, für Unternehmen eine signifikante Herausforderung darstellen. In Anbetracht der heutigen dynamischen und stark vernetzten Wettbewerbslandschaft können selbst geringfügige Fehler oder Verzögerungen an einem einzigen Punkt der Lieferkette signifikante negative Auswirkungen auf die Performance sämtlicher beteiligten Partnerunternehmen haben. Externe Faktoren, die außerhalb der direkten Kontrolle eines Unternehmens liegen, wie etwa Wirtschaftskrisen, Naturkatastrophen wie Erdbeben und Überschwemmungen, Epidemien, Terroranschläge oder Arbeitsniederlegungen, besitzen das Potenzial, den reibungslosen Ablauf der Lieferkette erheblich zu beeinträchtigen. Diese Ereignisse können zu Unterbrechungen in der Materialversorgung, Produktionsausfällen oder Verzögerungen in der Distribution führen, was sich letztlich nachteilig auf die Geschäftsprozesse und die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen auswirkt. In Anbetracht dieser Risiken gewinnt die Fähigkeit, auf derartige unvorhergesehene Ereignisse vorbereitet zu sein und zeitnah zu reagieren, zunehmend an Signifikanz. Unternehmen sind folglich aufgefordert, robuste Strategien und Technologien zu implementieren, die die Resilienz

¹ Wittenbrink, P. (2014). Strategische Positionierung und Risikomanagement. In P. Wittenbrink (Ed.), *Transportmanagement: Kostenoptimierung, Green Logistics und Herausforderungen an der Schnittstelle Rampe* (pp. 47-71). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-8349-3825-1_3

ihrer Lieferketten stärken und die Auswirkungen potenzieller Störungen minimieren.²

1.2 Zielsetzung der Arbeit

Die vorliegende Arbeit hat zum Ziel, bestehende Frühwarnsysteme für Störungen in Lieferketten zu analysieren und auf dieser Basis ein Soll-Konzept für derartige Systeme zu entwickeln. Im Rahmen der Untersuchung wird darauf verzichtet, ein neues System oder eine Software zu implementieren. Stattdessen wird ein konzeptioneller Rahmen geschaffen, der den groben inhaltlichen Aufbau sowie die zentralen Anforderungen eines solchen Frühwarnsystems beschreibt.

² Tang, C. S. (2006). Perspectives in supply chain risk management. *International Journal of Production Economics*, 103(2), 451-488. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2005.12.006>

2. Theoretischer Bezugsrahmen

2.1 Einführung in Supply Chain Risk Management

2.1.1 Definition

In der wissenschaftlichen Literatur finden sich keine einheitlichen Definitionen der Begriffe "Supply Chain Risk" und "Supply Chain Risk Management". Dies erschwert eine klare Abgrenzung der Begriffe.^{3 4} Im Folgenden werden mögliche Definitionen betrachtet.

Das Supply Chain Risk Management zeichnet sich durch eine unternehmensübergreifende Perspektive aus, die darauf abzielt, Risiken zu identifizieren und zu reduzieren. Dies erfolgt nicht nur auf der Ebene des eigenen Unternehmens, sondern auf der Ebene der gesamten Supply Chain.⁵

Eine weitere Definition beschreibt den Begriff SCRM als einen systematischen Prozess, der die Identifikation, Analyse, Steuerung und Überwachung von Risiken umfasst. Der Einsatz von Instrumenten, Methoden und Strategien sowie die Zusammenarbeit mit externen Partnern innerhalb der Lieferkette sind dabei von entscheidender Bedeutung. Das Hauptziel besteht darin, die Verletzlichkeit der Lieferkette zu verringern, die Kontinuität und Profitabilität zu sichern sowie einen Wettbewerbsvorteil zu schaffen. Die vorangehend beschriebene umfassende Definition verdeutlicht die Ziele des gesamten SCRM-Prozesses. Ein effektives SCRM-Management zielt demnach darauf ab, die negativen Auswirkungen von Risiken zu minimieren und einem Unternehmen damit einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil zu verschaffen.⁶

³ Sodhi, M. S., Son, B. G., & Tang, C. S. (2012). Researchers' perspectives on supply chain risk management. *Production and operations management*, 21(1), 1-13.

⁴ Diehl, D., & Spinler, S. (2013). Defining a common ground for supply chain risk management – a case study in the fast-moving consumer goods industry. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 16(4), 311-327. <https://doi.org/10.1080/13675567.2013.813443>

⁵ Thun, J.-H., & Hoenig, D. (2011). An empirical analysis of supply chain risk management in the German automotive industry. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 242-249. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.10.010>

⁶ Fan, Y., & Stevenson, M. (2018). A review of supply chain risk management: definition, theory, and research agenda. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 48(3), 205-230. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-01-2017-0043>

2.1.2 Supply Chain Risk Management Prozess

Der Supply Chain Risk Management Prozess wird normalerweise in vier zentrale Phasen unterteilt: Risikoidentifikation, Risikobewertung, Risikosteuerung und Risikoüberwachung.⁷

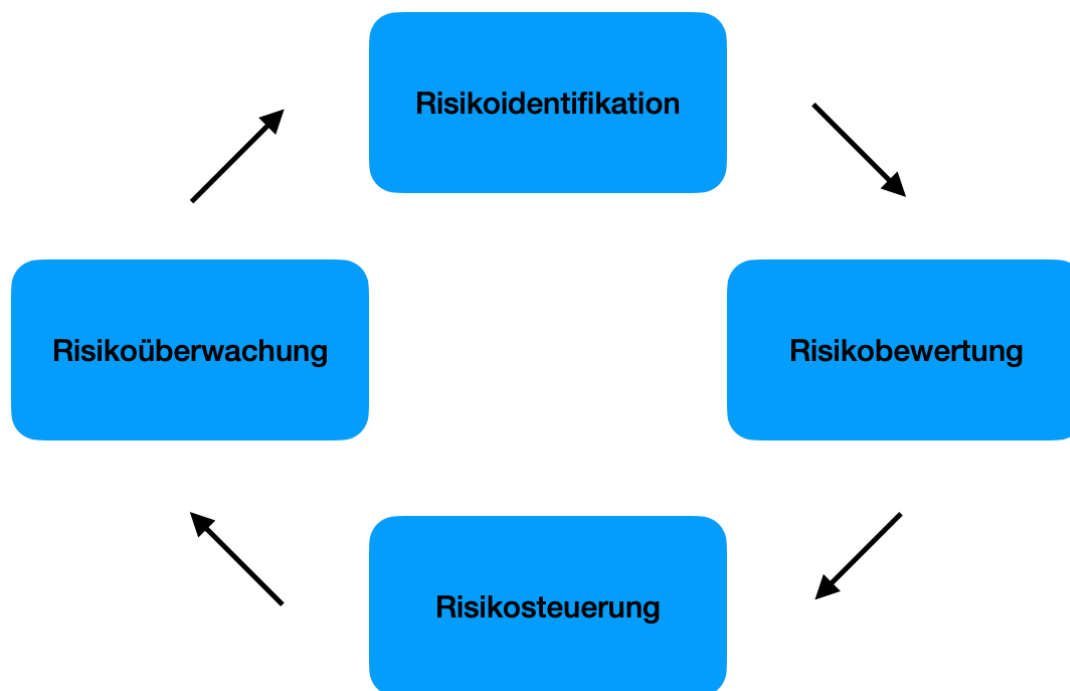


Abbildung 1: Der SCRM Prozess

Die Risikoidentifikation fungiert als ein Instrument zur systematischen Erkennung potenzieller Risiken, zur frühzeitigen Antizipation von Bedrohungen und zur Ermöglichung proaktiver Maßnahmen. Ein signifikanter Aspekt dieses Prozesses ist die Evaluierung neu identifizierter Bedrohungen sowie die strukturierte Kategorisierung der erfassten Risiken. Im Anschluss erfolgt die Risikobewertung, bei der Ursachen, Auslöser und potenzielle Auswirkungen detailliert analysiert werden. Im Rahmen dieses Prozessschrittes werden zudem weitere Daten erhoben und ana-

⁷ Hachicha, W., & Elmsalmi, M. (2014). An integrated approach based-structural modeling for risk prioritization in supply network management. *Journal of Risk Research*, 17(10), 1301-1324. <https://doi.org/10.1080/13669877.2013.841734>

lysiert, um die Relevanz jedes Risikos adäquat bewerten zu können. Da die Ziele der Identifikation und Bewertung von Risiken differieren, werden diese Schritte als separate Prozesse beschrieben.⁸

Ein Risiko-Event tritt jedoch selten isoliert auf, sondern steht oft in wechselseitigen Abhängigkeiten, die Auswirkungen auf die gesamte Lieferkette haben können.⁹ Ein besseres Verständnis solcher Wechselwirkungen ermöglicht eine systematische Priorisierung sowie die Bewertung der Dringlichkeit von Risiken.¹⁰

Insbesondere ist es wichtig, das Risiko zu identifizieren, das einen potenziellen Dominoeffekt auslösen könnte.¹¹ In diesem Kontext wird zwischen positiven und negativen Abhängigkeiten differenziert. Positive Abhängigkeiten charakterisieren sich dadurch, dass die Behebung eines Risikos die Auswirkungen auf andere Risiken reduziert. Negative Abhängigkeiten hingegen implizieren, dass die Behebung eines Risikos die Entstehung weiterer Risiken begünstigt.¹²

Die Risikosteuerung umfasst verschiedene Strategien. Darunter Risikoakzeptanz, -vermeidung, -transfer, -teilung und -minderung.

Risikoakzeptanz: Akzeptierte Risiken werden überwacht, um eine Verschärfung zu vermeiden.¹³

⁸ Kern, D., Moser, R., Hartmann, E., & Moder, M. (2012). Supply risk management: model development and empirical analysis. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 42(1), 60-82. <https://doi.org/10.1108/09600031211202472>

⁹ Kayis, B., & Dana Karningsih, P. (2012). SCRIS. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 23(7), 834-852. <https://doi.org/10.1108/17410381211267682>

¹⁰ Guertler, B., & Spinler, S. (2015). Supply risk interrelationships and the derivation of key supply risk indicators. *Technological Forecasting and Social Change*, 92, 224-236. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.09.004>

¹¹ Venkatesh, V. G., Rathi, S., & Patwa, S. (2015). Analysis on supply chain risks in Indian apparel retail chains and proposal of risk prioritization model using Interpretive structural modeling. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 26, 153-167. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2015.06.001>

¹² Sarker, S., Engwall, M., Trucco, P., & Feldmann, A. (2016). Internal Visibility of External Supplier Risks and the Dynamics of Risk Management Silos. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 63(4), 451-461. <https://doi.org/10.1109/TEM.2016.2596144>

¹³ Aqlan, F., & Lam, S. S. (2015). Supply chain risk modelling and mitigation. *International Journal of Production Research*, 53(18), 5640-5656. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1047975>

Risikovermeidung: Bei nicht akzeptablen Risiken, müssen Organisationen überlegen, wie sie das Risiko vermeiden, transferieren, teilen oder mindern können.¹⁴ Dadurch wird die eigentliche Ursache des Risikos vom Unternehmen beseitigt.¹⁵

Risikotransfer: Die Verantwortung wird an eine externe Partei übertragen.¹⁶

Diese Methode ist besonders bei seltenen, jedoch gravierenden Ereignissen, wie etwa Naturkatastrophen effektiv.¹⁷

Risikoteilung: Risiken werden zwischen beteiligten Akteuren vertraglich aufgeteilt, um Anpassungen an veränderte Risikostrukturen zu ermöglichen.¹⁸

Risikominderung: Ziel dieser Strategie ist es, Risiken auf ein akzeptables Maß zu reduzieren. Die Auswahl der Maßnahmen richtet sich nach dem Risikotyp und den verfügbaren Ressourcen.¹⁹

Strategien zur Risikosteuerung sind typischerweise für operative Risiken mit hoher Wahrscheinlichkeit und geringem Einfluss geeignet.²⁰

Angesichts der dynamischen Natur von Risiken erfordert deren Überwachung eine kontinuierliche Analyse der Ursachen und der Wirksamkeit angewandter Maßnahmen. Der Einsatz moderner Datenmanagementsysteme, spezifischer Überwa-

¹⁴ Hajmohammad, S., & Vachon, S. (2016). Mitigation, avoidance, or acceptance? Managing supplier sustainability risk. *Journal of Supply Chain Management*, 52(2), 48-65.

¹⁵ Aqlan, F., & Lam, S. S. (2015). Supply chain risk modelling and mitigation. *International Journal of Production Research*, 53(18), 5640-5656. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1047975>

¹⁶ Diabat, A., Govindan, K., & Panicker, V. V. (2012). Supply chain risk management and its mitigation in a food industry. *Ibid.*, 50(11), 3039-3050. <https://doi.org/10.1080/00207543.2011.588619>

¹⁷ Aqlan, F., & Lam, S. S. (2015). Supply chain risk modelling and mitigation. *Ibid.*, 53(18), 5640-5656. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1047975>

¹⁸ Buzacott, J. A., & Steve Peng, H. (2012). Contract design for risk sharing partnerships in manufacturing. *European Journal of Operational Research*, 218(3), 656-666. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejor.2011.12.008>

¹⁹ Tummala, R., & Schoenherr, T. (2011). Assessing and managing risks using the Supply Chain Risk Management Process (SCRMP). *Supply Chain Management: An International Journal*, 16(6), 474-483. <https://doi.org/10.1108/13598541111171165>

²⁰ Aqlan, F., & Lam, S. S. (2015). Supply chain risk modelling and mitigation. *International Journal of Production Research*, 53(18), 5640-5656. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1047975>

chungstechniken und Schlüsselkennzahlen (Key Performance Indicators) unterstützt diesen Prozess.^{21 22 23}

Darüber hinaus ermöglichen leistungsorientierte Messsysteme wertvolle Einblicke in die Effektivität der implementierten Maßnahmen.²⁴

2.1.3 Arten von Supply Chain Risiken

Der vorliegende Abschnitt bietet eine systematische Übersicht über die vielfältigen Risikoarten, die innerhalb von Lieferketten auftreten können. Zur Schaffung eines strukturierten Verständnisses erfolgt eine Kategorisierung der Risiken.

Eine grundlegende Klassifikation differenziert zwischen internen und externen operativen Risiken. Interne operative Risiken umfassen Bedrohungen im Zusammenhang mit der Nachfrage, Produktion, Distribution und Beschaffung.

Externe operative Risiken sind demgegenüber externe Ereignisse wie Terroranschläge, Naturkatastrophen oder Wechselkursschwankungen, die sich direkt oder indirekt auf die Lieferkette auswirken können.²⁵

Eine differenzierte Betrachtung erweitert die Klassifikation und identifiziert unter anderem folgende Risikoarten: Nachfragerisiken, Verzögerungsrisiken, Störungsrisiken, Bestandsrisiken, Fertigungsrisiken (Prozessstörungen), Risiken der physischen Anlagen (Kapazitätsrisiken), Beschaffungsrisiken, Systemrisiken, staatliche Risiken (Souveränitätsrisiken) und Transportrisiken.²⁶

²¹ Tummala, R., & Schoenherr, T. (2011). Assessing and managing risks using the Supply Chain Risk Management Process (SCRMP). *Supply Chain Management: An International Journal*, 16(6), 474-483. <https://doi.org/10.1108/13598541111171165>

²² Klassen, R. D., & Vereecke, A. (2012). Social issues in supply chains: Capabilities link responsibility, risk (opportunity), and performance. *International Journal of Production Economics*, 140(1), 103-115. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.01.021>

²³ Lavastre, O., Gunasekaran, A., & Spalanzani, A. (2012). Supply chain risk management in French companies. *Decision Support Systems*, 52(4), 828-838. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.dss.2011.11.017>

²⁴ Bühler, A., Wallenburg, C. M., & Wieland, A. (2016). Accounting for external turbulence of logistics organizations via performance measurement systems. *Supply Chain Management: An International Journal*, 21(6), 694-708. <https://doi.org/10.1108/SCM-02-2016-0040>

²⁵ Kumar, S. K., Tiwari, M. K., & Babiceanu, R. F. (2010). Minimisation of supply chain cost with embedded risk using computational intelligence approaches. *International Journal of Production Research*, 48(13), 3717-3739. <https://doi.org/10.1080/00207540902893425>

²⁶ Tummala, R., & Schoenherr, T. (2011). Assessing and managing risks using the Supply Chain Risk Management Process (SCRMP). *Supply Chain Management: An International Journal*, 16(6), 474-483. <https://doi.org/10.1108/13598541111171165>

Risikofaktoren sind spezifische Bedingungen oder Ereignisse, die das Auftreten oder die Intensität bestimmter Risiken begünstigen. Eine Klassifizierung dieser Faktoren erfolgt in Makro- und Mikrofaktoren. Makrofaktoren sind Ereignisse wie Naturkatastrophen, Terrorismus und Kriege, regionale Instabilität oder staatliche Regulierungen. Mikrofaktoren sind eng an die operativen Prozesse der Lieferkette gebunden und umfassen:

Nachfragefaktoren	Fehler bei der Auftragserfüllung; ungenaue Prognosen; Informationsverzerrung; Nachfrageschwankungen
Fertigungsfaktoren	Arbeitskonflikte; Kosten der Lagerhaltung; Rate der Produktveralterung; mangelhafte Qualität; niedrigere Prozessausbeuten; höhere Produktkosten; Designänderungen; mangelnde Kapazitätsflexibilität; Kosten der Kapazität
Beschaffungsfaktoren	Einzelne Bezugsquelle; Kapazität und Reaktionsfähigkeit alternativer Lieferanten; Unsicherheiten in der Beschaffung; Leistungserfüllung durch den Lieferanten; Servicequalität, einschließlich Reaktionsfähigkeit und Lieferleistung; Fehler bei der Leistungserfüllung durch Lieferanten; Auswahl falscher Partner; hohe Kapazitätsauslastung bei der Bezugsquelle; Unflexibilität der Bezugsquelle; schlechte Qualität oder niedrige Prozessausbeute bei der Bezugsquelle; Insolvenz des Lieferanten; Anteil eines wichtigen Bauteils oder Rohmaterials, das von einer einzigen Quelle bezogen wird
Informationsfaktoren	Zusammenbrüche der Informationsinfrastruktur; fehlende effektive Systemintegration oder umfangreiche Systemvernetzung; mangelnde Kompatibilität der IT-Plattformen zwischen den Partnern der Lieferkette
Transportfaktoren	Übermäßiges Handling aufgrund von Grenzübertreten oder Wechsel des Transportmodus; Hafenskapazität und -überlastung; Zollabfertigungen in Häfen; Transportausfälle; Papierkram und Terminplanung; Hafenstreiks; verspätete Lieferungen; höhere Transportkosten; Abhängigkeit vom gewählten Transportmodus
Finanzfaktoren	Wechselkursrate

Tabelle 1: Mikrofaktoren (Risikofaktoren) ²⁷

²⁷ Ibid.

2.1.4 Auswirkung von Risiken

Lieferkettenrisiken können weitreichende und schwerwiegende Folgen für Unternehmen nach sich ziehen. Sie können die operativen Prozesse beeinträchtigen und die finanzielle Stabilität, die Reputation sowie die langfristige Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens negativ beeinflussen.

Die Überschwemmungen in Thailand im Oktober 2011 stellen ein signifikantes Beispiel für die weitreichende Bedeutung solcher Risiken dar. Diese Naturkatastrophe führte zu tiefgreifenden Störungen globaler Lieferketten. Besonders gravierende Folgen hatte dies auf die Computerindustrie, da viele Hersteller auf die Verfügbarkeit von Festplatten angewiesen waren. Auch japanische Automobilhersteller, die über Produktionsstätten in Thailand verfügen, waren von den Auswirkungen betroffen, da essenzielle Zulieferungen ausblieben, was zu erheblichen Produktionsausfällen und Verzögerungen führte.²⁸

Das vorliegende Ereignis veranschaulicht eindrucksvoll die signifikante Beeinträchtigung globaler und komplexer Lieferketten durch externe Risiken, wie beispielsweise Naturkatastrophen. Diese können den Zugang zu essenziellen Ressourcen einschränken und somit zu erheblichen wirtschaftlichen Verlusten führen. Die Notwendigkeit eines wirksamen Supply Chain Risk Managements zeigt sich in solchen Fällen besonders deutlich. Durch strategische Vorkehrungen und eine vorausschauende Planung lassen sich die negativen Folgen solcher Störungen abmildern und die Widerstandsfähigkeit der Lieferketten nachhaltig stärken.

2.2 Einführung in Frühwarnsysteme

2.2.1 Definiton

Frühwarnsysteme sind integrierte Systeme, die unterschiedliche Komponenten wie Gefahrenüberwachung, Vorhersage, Risikobewertung, Kommunikation und vorbereitende Maßnahmen miteinander verbinden. Das primäre Ziel dieser Systeme besteht in der frühzeitigen Erkennung potenzieller Gefahren für Einzelpersonen, Gemeinschaften, Regierungen, Unternehmen und weitere relevante Akteure, um rechtzeitig präventive Maßnahmen einzuleiten. Diese Systeme bilden die Grundlage für eine proaktive Risikominimierung, indem sie nicht nur potenzielle

²⁸ Chopra, S., & Sodhi, M. (2014). Reducing the risk of supply chain disruptions. *MIT Sloan management review*, 55(3), 73-80.

Bedrohungen identifizieren, sondern auch die effektive und zeitnahe Kommunikation relevanter Informationen sicherstellen. In der Konsequenz tragen Frühwarnsysteme zur Entwicklung und Implementierung strategischer Maßnahmen bei, die die Resilienz der betroffenen Akteure gegenüber bevorstehenden Gefahren signifikant erhöhen und mögliche Katastrophenfolgen abmildern können.²⁹

2.2.2 Anwendungsbereiche

Frühwarnsysteme finden in einer Vielzahl von Bereichen Anwendung, mit dem Ziel, Risiken möglichst frühzeitig zu identifizieren, potenzielle Gefahren zu minimieren und präventive Maßnahmen zu ermöglichen. Im Folgenden werden einige Anwendungsfelder vorgestellt und erörtert.

Frühwarnsysteme zur Überwachung der Trinkwasserqualität sind ein essenzieller Bestandteil moderner Wasserversorgungsstrategien und übernehmen eine wichtige Funktion beim Schutz der öffentlichen Gesundheit. Ihr vorrangiges Ziel besteht darin, potenzielle Kontaminationsereignisse frühzeitig zu erkennen und die Einleitung geeigneter Gegenmaßnahmen zu ermöglichen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass sowohl unbeabsichtigte als auch vorsätzliche Einwirkungen auf die Wasserressourcen zu betrachten sind. Technisch basieren derartige Systeme auf einer kontinuierlichen Messung kritischer Parameter wie pH-Wert, Chlorgehalt, Trübung und Temperatur. Die schnelle und präzise Erkennung von Abweichungen gewährleistet nicht nur die Einhaltung hoher Trinkwasserstandards, sondern ermöglicht auch eine rechtzeitige Reaktion auf potenzielle Gefahren. Ein besonderes Merkmal ist dabei die Datenverarbeitung in Echtzeit. Hochentwickelte Software wertet die kontinuierlich eingehenden Sensordaten aus und liefert unmittelbar verwertbare Informationen, die fundierte und schnelle Entscheidungen fördern. Trotz der großen technologischen Fortschritte, die in diesem Bereich zu verzeichnen sind, stehen Frühwarnsysteme für die Trinkwasserüberwachung vor diversen Herausforderungen. Hierzu zählen insbesondere die mitunter hohen Anschaffungs- und Wartungskosten, die Sicherung der Systemzuverlässigkeit sowie die reibungslose Einbindung in bestehende Infrastrukturen.³⁰

²⁹ UNDRR. (2016). *Report of the open-ended intergovernmental expert working group on indicators and terminology relating to disaster risk reduction*.

³⁰ Storey, M. V., van der Gaag, B., & Burns, B. P. (2011). Advances in on-line drinking water quality monitoring and early warning systems. *Water Research*, 45(2), 741-747. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.watres.2010.08.049>

Ein weiterer Anwendungsbereich von Frühwarnsystemen ist das Gesundheitswesen, insbesondere die Überwachung klinischer Verschlechterungen bei stationären Patienten. In der modernen Medizin stellen sie einen essenziellen Bestandteil des Klinikalltags dar und tragen zur Erhöhung der Patientensicherheit bei. Die Grundlage dieser Systeme bilden speziell entwickelte Scoring-Methoden, die eine kontinuierliche Überwachung essenzieller Vitalparameter wie Herzfrequenz, Atemfrequenz, Blutdruck, Körpertemperatur und mentaler Status ermöglichen. Die Auswertung dieser Parameter ermöglicht eine Prognose von potenziell lebensbedrohlichen Ereignissen wie Herz- oder Atemstillständen, die oftmals bis zu 48 Stunden im Voraus möglich ist. Diese Prognosefähigkeit befähigt das medizinische Personal, zeitnah interventionelle Maßnahmen einzuleiten, um die Patientensituation zu stabilisieren und schwerwiegende Komplikationen zu vermeiden. Die Implementierung solcher Systeme im Gesundheitswesen betont das Potenzial technologiebasierter Ansätze, die medizinische Versorgung signifikant zu optimieren und die Zahl der geretteten Leben zu erhöhen.³¹

Das folgende Beispiel betrifft Frühwarnsysteme zur Überwachung von Erdbeben. Sie stellen einen zentralen Bestandteil von Strategien zur Risikominderung in gefährdeten Regionen dar. Die Funktion dieser Systeme besteht in der frühzeitigen Identifizierung potenzieller Gefahren und der Initiierung präventiver Maßnahmen, mit dem Ziel, die Verluste an Menschen, Eigentum und Umwelt auf ein Minimum zu reduzieren. Ein exemplarisches Beispiel für ein Frühwarnsystem ist das System zum Schutz des Torgiovanetto-Hangrutsches in Zentralitalien. Hier kommen verschiedene Technologien und Konzepte zum Einsatz, die es ermöglichen, die Bewegungsmuster des Hangbereichs kontinuierlich zu beobachten. Zu diesem Zweck werden 13 Draht-Extensometer, ein Thermometer, ein Regenschmessgerät und drei Kameras eingesetzt, die in Echtzeit Daten zu Verschiebungsraten und Umweltbedingungen erfassen und anschließend drahtlos übertragen. Bei Überschreitung festgelegter Grenzwerte bei mindestens zwei Sensoren wird ein Alarm ausgelöst. Infolgedessen werden Maßnahmen wie die Sperrung von Straßen initiiert, um die Sicherheit der Bevölkerung zu gewährleisten. Ein wesentlicher Aspekt des Systems ist die Definition klarer Warnstufen, die von normaler Aktivität bis zum Alarmstatus reichen. Das Torgiovanetto-System zeichnet sich

³¹ Smith, M. B., Chiovaro, J. C., O'Neil, M., Kansagara, D., Quiñones, A. R., Freeman, M., Motu'apuaka, M. L., & Slatore, C. G. (2014). Early warning system scores for clinical deterioration in hospitalized patients: a systematic review. *Annals of the American Thoracic Society*, 11(9), 1454-1465.

insbesondere durch seine Einfachheit, Vielseitigkeit und Zuverlässigkeit aus. Maßnahmen zur Vermeidung von Fehlalarmen sind von entscheidender Bedeutung, um das Vertrauen aller Beteiligten in die Frühwarnstruktur zu gewährleisten. Gleichzeitig sorgen redundante Datenquellen und die enge Verzahnung unterschiedlicher Methoden für eine hohe Genauigkeit bei der Erkennung möglicher Risiken.³²

Der letzte Anwendungsbereich, der beschrieben wird sind Frühwarnsysteme für die Überwachung von seismischen Aktivitäten. Erdbeben-Frühwarnsysteme nehmen dabei eine Schlüsselrolle beim Schutz urbaner Gebiete vor den Auswirkungen von Erdbeben ein. Diese Systeme ermöglichen die frühzeitige Alarmierung der Bevölkerung, wodurch wertvolle Zeit für die Vorbereitung und Umsetzung lebensrettender Maßnahmen entsteht. Als ein Beispiel kann das Frühwarnsystem für die seismisch aktive Region Almaty in Kasachstan angeführt werden. Das System basiert auf einem Netzwerk seismischer Stationen, das kontinuierlich die Bodenbeschleunigung in Echtzeit registriert. Der Kern des Systems liegt in der frühzeitigen Weiterleitung von Warnmeldungen, noch bevor die zerstörerischen S-Wellen das Gebiet erreichen. Dadurch ist es möglich, präventive Maßnahmen wie das Abschalten von Gas- und Stromnetzen, die Sicherung von Hochgeschwindigkeitszügen oder die Evakuierung besonders gefährdeter Gebäude rechtzeitig einzuleiten. Die Planung des Systems umfasste die Analyse von 100 Szenario-Erdbeben und die Simulation seismischer Wellen, wobei geografische und topografische Besonderheiten der Region berücksichtigt wurden. Zudem wurde mithilfe genetischer Algorithmen ermittelt, wie bis zu 12 Messstationen ideal zu platzieren sind, um größtmögliche Warnzeiten bei minimalen Kosten zu gewährleisten. Eine besondere Herausforderung bestand darin, das System so zu konzipieren, dass auch im Falle des Ausfalls einzelner Stationen die Funktionsfähigkeit des Systems gewahrt bleibt. Das Almaty-System verbindet neu errichtete Messstationen mit bereits bestehenden, um die Effizienz zu steigern und gleichzeitig die Kosten zu senken. Darüber hinaus führt das Almaty-System Warnstufen ein, die auf Bodenbewe-

³² Intrieri, E., Gigli, G., Mugnai, F., Fanti, R., & Casagli, N. (2012). Design and implementation of a landslide early warning system. *Engineering Geology*, 147-148, 124-136. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2012.07.017>

gungsintensitäten basieren, und verbessert so die Genauigkeit der Risikobewertung.³³

2.3 Einordnung von Frühwarnsystemen in SCRM

2.3.1 Überwachung und Identifikation von Risiken

Im Rahmen des Supply Chain Risk Managements bilden die kontinuierliche Überwachung und frühzeitige Identifikation von Risiken einen signifikanten Aspekt der Funktion von Frühwarnsystemen. Obwohl die Risikoüberwachung eine bedeutende Rolle innerhalb des gesamten Supply-Chain-Risk-Management-Prozesses darstellt, wurde sie bislang vergleichsweise wenig erforscht. Es besteht jedoch Konsens darüber, dass proaktive Präventionssysteme im Vergleich zu reaktiven Ansätzen zur Risikominderung kosteneffektiver und effizienter sind. Ein innovativer Fortschritt in diesem Bereich ist die Einbindung neuronaler Netzwerke, die bei Abweichungen in der Produktionsqualität frühzeitige Warnungen ausgeben. Dadurch erfahren datenbasierte und automatisierte Technologien eine signifikante Ergänzung herkömmlicher Methoden des Risikomanagements und schaffen die Grundlage für schnellere und präzisere Reaktionen auf potenzielle Gefahren.³⁴ Dennoch zeigt eine Erhebung aus dem Jahr 2019, dass weniger als die Hälfte der Unternehmen auf Technologien zur Überwachung, Messung und Vorhersage von Unterbrechungen in der Lieferkette zurückgreift. Die Integration von automatisch erhobenen Daten in Frühwarn- und Risikoüberwachungssysteme schafft erhebliche Vorteile für das SCRM. Die Effizienz und Präzision solcher Verfahren wird als signifikant höher bewertet als bei traditionellen Methoden. Zudem verschaffen sie Unternehmen eine deutlich höhere Transparenz, insbesondere in komplexen Lieferketten. Dies umfasst nicht nur die direkten Lieferanten, sondern auch nachgelagerte Stufen der Wertschöpfungskette, wodurch potenzielle Risikoszenarien bereits im Frühstadium identifiziert werden können.³⁵ Da SCRM im Sinne eines kon-

³³ Stankiewicz, J., Bindi, D., Oth, A., & Parolai, S. (2013). Designing efficient earthquake early warning systems: case study of Almaty, Kazakhstan. *Journal of Seismology*, 17(4), 1125-1137. <https://doi.org/10.1007/s10950-013-9381-4>

³⁴ Ho, W., Zheng, T., Yildiz, H., & Talluri, S. (2015). Supply chain risk management: a literature review. *International Journal of Production Research*, 53(16), 5031-5069. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1030467>

³⁵ Stampe, L., & Hellgrath, B. (2021, 2021//). Risk Indicators and Data Analytics in Supply Chain Risk Monitoring. Logistics Management, Cham.

tinuierlichen Prozesses erfolgt, sind die Risikomanagementstrategien regelmäßig zu prüfen und zu aktualisieren. Eine robuste Risikoüberwachung steigert nicht nur das Bewusstsein für potenzielle Gefahren, sondern fördert zugleich datenbasierte Entscheidungen. Um die Widerstandsfähigkeit von Lieferketten gegen Störungen zu erhöhen und ihre langfristige Stabilität zu gewährleisten, ist eine Kombination aus modernen Technologien und fundierten analytischen Fähigkeiten von entscheidender Bedeutung. Die Implementierung solcher Systeme in den SCRM-Prozess generiert nicht nur operative Vorteile, sondern ermöglicht es Unternehmen auch, flexibel und proaktiv auf die sich ständig wandelnden Anforderungen globaler Lieferketten zu reagieren.

2.3.2 Maßnahmen

Nach Identifizierung potenzieller Risiken durch eine effektive Überwachung ist es von essentieller Bedeutung, diese mithilfe adäquater Gegenmaßnahmen gezielt zu adressieren. Im Rahmen des Supply Chain Risk Managements werden diese Maßnahmen typischerweise in proaktive und reaktive Strategien unterteilt, die sich jeweils durch unterschiedliche Zielsetzungen und Anwendungsphasen auszeichnen.^{36 37} Diese Strategien sowie ihre jeweiligen Unterschiede sind in der nachfolgenden Tabelle anschaulich dargestellt.

³⁶ Elluru, S., Gupta, H., Kaur, H., & Singh, S. P. (2019). Proactive and reactive models for disaster resilient supply chain. *Annals of Operations Research*, 283(1), 199-224. <https://doi.org/10.1007/s10479-017-2681-2>

³⁷ Thun, J.-H., & Hoenig, D. (2011). An empirical analysis of supply chain risk management in the German automotive industry. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 242-249. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.10.010>

Proaktive Maßnahmen	Reaktive Maßnahmen
Proaktive Strategien zielen darauf ab, potenzielle Störungen in der Lieferkette bereits im Vorfeld zu minimieren. Diese Maßnahmen werden in der Planungs- und Implementierungsphase angewandt, bevor Risiken eintreten, und zeichnen sich dadurch aus, dass ihre Wirksamkeit präventiv nachgewiesen werden kann.	Reaktive Maßnahmen sind spezifische Aktionen, die gezielt ergriffen werden, um auf bereits eingetretene Störungen und Risiken in der Lieferkette zu reagieren. Ein wesentliches Merkmal dieser Maßnahmen ist, dass sie erst nach Eintritt eines Vorfalls zum Einsatz kommen. Das Ziel dieser Maßnahmen ist die Begrenzung der Folgen einer Störung, die zügige Wiederherstellung der Lieferkettenprozesse und die Minimierung von Schäden.

*Tabelle 2: Proaktive & Reaktive Maßnahmen*³⁸

Zu den proaktiven Maßnahmen zählen beispielsweise die Vermeidung geografischer Risiken, die durch die Platzierung von Beschaffungs- und Produktionsstandorten in sicheren Regionen realisiert wird. Ebenso ist ein optimiertes Lieferantenmanagement von wesentlicher Bedeutung, wenn langfristige, vertrauensbasierte Partnerschaften etabliert werden. Die Etablierung solcher Beziehungen gewährleistet nicht nur die Qualität und termingerechte Lieferung, sondern erhöht auch die Resilienz der Lieferkette.³⁹ Ein zentrales Element proaktiver Ansätze stellt die Erhöhung der Transparenz in der Lieferkette dar. Dadurch wird es möglich, potenzielle Risiken frühzeitig zu identifizieren, sodass eine gezielte und rechtzeitige Reaktion der Unternehmen gewährleistet ist.⁴⁰ Proaktive Instrumente zielen primär auf die Minimierung der Risikowahrscheinlichkeit innerhalb der Lieferkette ab, während reaktive Instrumente auf die Reduzierung negativer Konsequenzen bereits eingetretener Risiken abzielen. Der entscheidende Unterschied zwischen den beiden Ansätzen liegt somit in ihrem zeitlichen Fokus und ihrer Zielsetzung. Proaktive Maßnahmen zielen darauf ab, Risiken präventiv zu verhindern, während reaktive Strategien darauf gerichtet sind, die negativen Auswirkungen eingetretener Risiken einzudämmen und den Normalbetrieb möglichst rasch

³⁸ Ibid.

³⁹ Ibid.

⁴⁰ Byrne, P. M. (2005). RFID: Unlocking high performance in supply chain planning. *Logistics Management*, 44(9), 29.

wiederherzustellen.⁴¹ Im Bereich des SCRM ist eine Tendenz hin zu proaktiven Maßnahmen zu verzeichnen. Eine mögliche Erklärung hierfür ist, dass reaktive Instrumente mit hohen Kosten verbunden sind, da sie auf ressourcenbindende Redundanzen, wie beispielsweise Sicherheitsbestände, angewiesen sind.⁴² ⁴³ Der Fokus sollte verstärkt auf proaktive Strategien im SCRM gelegt werden, da sich reaktive Maßnahmen in der Praxis häufig als nachteilig für die Lieferkette erweisen. Diese Sichtweise gründet auf der Erkenntnis, dass die frühzeitige Identifikation, Bewertung und Minderung von Risiken sowie die Entwicklung einer präventiven Strategie potenziell erhebliche Verluste verhindern können. Um eine effektive proaktive SCRM-Strategie zu entwickeln, verlassen sich Unternehmen zunehmend auf moderne Technologien, insbesondere auf Künstliche Intelligenz und fortschrittliche Analytik. Diese ermöglichen eine präzise Vorhersage sowohl der Eintrittswahrscheinlichkeit als auch der potenziellen Auswirkungen von Risiken, wodurch zielgerichtete Maßnahmen zur Risikominderung rechtzeitig umgesetzt werden können.⁴⁴ Die Fähigkeit, effektiv auf Störungen zu reagieren, kann für Unternehmen einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil bedeuten und zugleich die Kundenpräferenzen stärken. In diesem Zusammenhang nehmen insbesondere Frühwarnsysteme eine zentrale Rolle ein, da sie die Umsetzung proaktiver Maßnahmen ermöglichen. Mit ihrer Hilfe lassen sich potenzielle Risiken zeitnah erkennen und geeignete Gegenmaßnahmen einleiten, um die Lieferkette widerstandsfähiger zu gestalten und somit die langfristige Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens zu sichern.⁴⁵

⁴¹ Thun, J.-H., & Hoenig, D. (2011). An empirical analysis of supply chain risk management in the German automotive industry. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 242-249. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.10.010>

⁴² Ibid.

⁴³ Sheffi, Y., & Rice Jr, J. B. (2005). A supply chain view of the resilient enterprise. *MIT Sloan management review*.

⁴⁴ Baryannis, G., Validi, S., Dani, S., & Antoniou, G. (2019). Supply chain risk management and artificial intelligence: state of the art and future research directions. *International Journal of Production Research*, 57(7), 2179-2202. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1530476>

⁴⁵ Elluru, S., Gupta, H., Kaur, H., & Singh, S. P. (2019). Proactive and reactive models for disaster resilient supply chain. *Annals of Operations Research*, 283(1), 199-224. <https://doi.org/10.1007/s10479-017-2681-2>

2.3.3 Big Data

Im Supply Chain Risk Management gewinnen Big Data und Big Data Analytics (BDA) zunehmend an Relevanz. Moderne Strategien des SCRM sind in hohem Maße von der Fähigkeit gekennzeichnet, rasche und anpassungsfähige Entscheidungen auf der Grundlage umfangreicher, multidimensionaler Datensätze zu treffen.⁴⁶ Aufgrund dieser Eigenschaften erweist sich das SCRM als ein ideales Anwendungsfeld für fortschrittliche Analysetechniken, die datenintensive Prozesse effizienter gestalten und die Risikobewertung deutlich präzisieren können.

Big Data Analytics bezeichnet ein breites Spektrum an Verfahren, die darauf abzielen, umfangreiche Datenmengen zu erfassen, zu speichern, zu organisieren, zu analysieren, zu visualisieren und zu verwalten. Diese Datenmengen zeichnen sich insbesondere durch hohe Geschwindigkeit, großes Volumen und eine enorme Vielfalt aus.⁴⁷ ⁴⁸ Die Kombination von KI mit BDA führt zu einer signifikanten Steigerung der Effizienz dieses Prozesses, indem präzise und zeitnahe Einblicke ermöglicht werden. Der Einsatz von KI-Technologien unterstützt nicht nur die Identifikation potenzieller Risiken, sondern auch die Abschätzung ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit und die Bewertung ihrer potenziellen Auswirkungen. In der Konsequenz leisten KI-Technologien einen signifikanten Beitrag zur Entwicklung vorausschauender Risikomanagementstrategien.⁴⁹ Ein signifikanter Vorteil des Einsatzes von KI in Kombination mit BDA liegt in der Reduzierung menschlicher Eingriffe, wodurch das Risiko von Fehlentscheidungen sinkt. KI liefert eine konsistente und objektive Analyse ohne menschliche Verzerrungen und steigert so sowohl die Effizienz als auch die Genauigkeit der Risikobewertung. Darüber hinaus sind KI-Systeme in der Lage, aus historischen Daten zu lernen und somit verlässliche Prognosen über künftige Risiken zu erstellen. Diese prädiktiven Fähigkeiten ermöglichen es Unternehmen, potenzielle Risiken frühzeitig zu erkennen und proaktive

⁴⁶ Baryannis, G., Validi, S., Dani, S., & Antoniou, G. (2019). Supply chain risk management and artificial intelligence: state of the art and future research directions. *International Journal of Production Research*, 57(7), 2179-2202. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1530476>

⁴⁷ Chen, H., Chiang, R. H. L., & Storey, V. C. (2012). Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact. *MIS Quarterly*, 36(4), 1165-1188. <https://doi.org/10.2307/41703503>

⁴⁸ Sanders, N. R. (2016). How to use big data to drive your supply chain. *California Management Review*, 58(3), 26-48.

⁴⁹ Baryannis, G., Validi, S., Dani, S., & Antoniou, G. (2019). Supply chain risk management and artificial intelligence: state of the art and future research directions. *International Journal of Production Research*, 57(7), 2179-2202. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1530476>

Maßnahmen zu ergreifen, um diese effektiv zu bewältigen.⁵⁰ Ein maßgeblicher Vorteil von Big Data Analytics und KI im Kontext des SCRM besteht in der Möglichkeit, die Resilienz von Lieferketten zu erhöhen. Die datenbasierte Entscheidungsfindung befähigt Unternehmen dazu, Risiken gezielter anzugehen und deutlich schneller auf Veränderungen zu reagieren.⁵¹ Ihre Fähigkeit, enorme Datenmengen effizient zu verarbeiten und zu analysieren, in Verbindung mit einem hohen Skalierungspotenzial und präzisen Ergebnissen, lässt Big Data Analytics und KI zu einem unverzichtbaren Werkzeug für ein resilienteres Lieferkettenmanagement werden.⁵² Eine große Herausforderung bei der Implementierung solcher technologischer Lösungen und Plattformen stellen häufig die erheblichen Kosten dar, die sowohl in den Ausbau der erforderlichen Infrastruktur als auch in die Schulung oder Rekrutierung qualifizierter Fachkräfte investiert werden müssen. Langfristig können sich derartige Investitionen jedoch als lohnenswert erweisen, da BDA-Technologien nicht nur die Schaffung von Wettbewerbsvorteilen ermöglichen, sondern auch die Generierung wertvollen Wissens fördern, das zur verbesserten Entscheidungsfindung und strategischen Planung beiträgt.⁵³ Es lässt sich eine Zunahme an Unternehmen beobachten, die sich für Big Data Analytics interessieren. Big Data Analytics ist ein Instrument, um Plattformen und Werkzeuge zu entwickeln, die eine frühzeitige Erkennung und Überwachung von Risiken gewährleisten. Diese Technologien generieren Frühwarnsignale, die es den Anwendern ermöglichen, potenzielle Störungen in der Lieferkette frühzeitig zu identifizieren und gezielt Gegenmaßnahmen einzuleiten.⁵⁴

Von den zahlreichen Faktoren, die die Resilienz von Lieferketten beeinflussen, ist die Transparenz einer der bedeutendsten. Transparenz hat eine entscheidende Auswirkung auf die Qualität der Entscheidungsfindung, die Verkürzung der Reak-

⁵⁰ Rezki, N., & Mansouri, M. (2023). Improving supply chain risk assessment with artificial neural network predictions. *Acta Logistica*, 10(4), 645-658.

⁵¹ Er Kara, M., Oktay Firat, S. Ü., & Ghadge, A. (2020). A data mining-based framework for supply chain risk management. *Computers & Industrial Engineering*, 139, 105570. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.12.017>

⁵² Rezki, N., & Mansouri, M. (2023). Improving supply chain risk assessment with artificial neural network predictions. *Acta Logistica*, 10(4), 645-658.

⁵³ Acharya, A., Singh, S. K., Pereira, V., & Singh, P. (2018). Big data, knowledge co-creation and decision making in fashion industry. *International Journal of Information Management*, 42, 90-101. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.06.008>

⁵⁴ Park, M., & Singh, N. P. (2023). Predicting supply chain risks through big data analytics: role of risk alert tool in mitigating business disruption. *Benchmarking: An International Journal*, 30(5), 1457-1484. <https://doi.org/10.1108/BIJ-03-2022-0169>

tionszeiten sowie die Effektivität der Wiederherstellung nach Störungen. Es ist jedoch zu beachten, dass eine Beschränkung der Transparenz auf die erste Lieferantenebene zu einem eingeschränkten Überblick über die gesamte Lieferkette führt. Diese eingeschränkte Perspektive birgt die Gefahr, unvorhergesehene Störungen in weiter entfernten Stufen der Lieferkette nicht rechtzeitig zu erkennen, was die Gesamtanfälligkeit für Unterbrechungen deutlich erhöht. In der wissenschaftlichen Literatur wird betont, dass die Transparenz in tieferliegende Ebenen der Lieferkette häufig unzureichend beachtet wird, obwohl diese einen enormen Einfluss auf das gesamte Liefernetzwerk haben kann. Für Unternehmen ist es daher von entscheidender Bedeutung, eine umfassende Analyse ihrer End-to-End-Lieferkette durchzuführen.⁵⁵ In einer Studie unter Führungskräften im Bereich des Lieferkettenmanagements ergab, dass lediglich 2 % der befragten Unternehmen über eine Transparenz hinsichtlich der dritten Ebene ihrer Lieferketten hinaus verfügen. Darüber hinaus ergab die Untersuchung, dass weniger als die Hälfte der Unternehmen über grundlegende Kenntnisse hinsichtlich des physischen Standorts ihrer Tier-1-Lieferanten sowie der Risiken, denen diese Lieferanten ausgesetzt sind, verfügen.⁵⁶

⁵⁵ Bowen, F., & Siegler, J. (2024). The role of visibility in supply chain resiliency: Applying the Nexus supplier index to unveil hidden critical suppliers in deep supply networks. *Decision Support Systems*, 176, 114063. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.dss.2023.114063>

⁵⁶ Aliche, K., Barriball, E., & Trautwein, V. (2021). *How Covid-19 is Reshaping Supply Chains*. <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/how-covid-19-is-reshaping-supply-chains>

3. Analyse von bestehenden Frühwarnsystemen für Lieferketten - Störungen

3.1 Ansatz und Kriterien zur Analyse

Im Folgenden werden ausgewählte Frühwarnsystem-Softwares hinsichtlich ihrer Funktionen, der zugrunde liegenden Technologien und der von ihnen abgedeckten Risiken betrachtet. Die Datenbasis für diese Analyse wurde von den Websites der Anbieter von SCRM-Softwares erhoben. Die für diese Untersuchung herangezogenen Software-Anbieter sind Sphera, Everstream Analytics und Interos.ai. Diese Anbieter wurden aufgrund ihrer fortschrittlichen Funktionalitäten, ihrer technologischen Innovationskraft und ihrer führenden Marktposition ausgewählt.

3.2 Vorhandene SCRM Frühwarnsysteme

3.2.1 Sphera

Sphera ist ein führendes Unternehmen, dessen Fokus auf der Unterstützung von Organisationen bei der Realisierung einer sichereren, nachhaltigen und effizienten Geschäftstätigkeit liegt. Durch den Einsatz marktführender Software, proprietärer Datensätze und umfassender Consultingleistungen bietet Sphera eine integrierte Plattform, die es Unternehmen ermöglicht, ihre Leistung gezielt zu steuern und messbare Fortschritte bei der Erreichung ihrer Nachhaltigkeitsziele zu erzielen. Hierbei werden technologische Innovationen mit datengestützten Ansätzen kombiniert, um Risiken effektiv zu minimieren und strategische Ziele, wie die Reduktion von Netto-Null-Emissionen, langfristig zu erreichen. Das Kernstück des Leistungsportfolios bildet die cloudbasierte Plattform SpheraCloud, eine Software-as-a-Service (SaaS)-Lösung. Die Plattform ermöglicht die Integration und Analyse zentraler Daten aus verschiedenen Geschäftsbereichen und dient als Schnittstelle zur Erfassung relevanter Einblicke. Die Plattform unterstützt Unternehmen dabei, Risiken frühzeitig zu identifizieren und Maßnahmen effizient zu koordinieren. Ein besonderes Merkmal der Plattform ist ihre Fähigkeit, relevante Informationen zielgerichtet und in Echtzeit an die richtigen Entscheidungsträger zu übermitteln. Dadurch wird die Grundlage für fundierte Entscheidungsprozesse geschaffen, die zu einer optimierten Unternehmensleistung beitragen. Darüber hinaus fördert die Plattform die Transparenz, indem sie nachvollziehbare Berichte über die Unter-

nehmensleistung für interne und externe Anspruchsgruppen bereitstellt. Die synergetische Kombination aus Software, Daten und Beratungsleistungen etabliert Sphera als zentrale Größe im Bereich des Nachhaltigkeits- und Risikomanagements. Unternehmen profitieren von der Möglichkeit, proaktiv zu handeln, Risiken frühzeitig zu identifizieren und Geschäftsprozesse umfassend zu optimieren.⁵⁷

3.2.1.1 Funktionen

Die SCRM-Lösung von Sphera bietet Unternehmen eine umfassende Möglichkeit, Risiken in ihren Lieferketten frühzeitig zu identifizieren, proaktiv zu steuern und die Stabilität ihrer Versorgungsnetzwerke langfristig zu sichern. Der Einsatz von Künstlicher Intelligenz, Echtzeitdaten und automatisierten Analysefunktionen ermöglicht eine innovative Herangehensweise, um die Herausforderungen globaler Lieferketten effektiv zu bewältigen. Die Plattform verbindet technologische Exzellenz mit strategischen Risikomanagementansätzen und unterstützt Unternehmen dabei, ungeplante Kosten zu reduzieren, die Einhaltung von Vorschriften zu gewährleisten und ethische Standards in der gesamten Lieferkette sicherzustellen. Ein besonderes Merkmal der Lösung ist die Fähigkeit zur Echtzeitüberwachung und Risikofrüherkennung. Die Plattform analysiert dabei bis zu 15 Milliarden Nachrichtenartikel pro Monat aus über 300.000 globalen Quellen und identifiziert potenzielle Bedrohungen frühzeitig. Diese datenbasierte Analyse ermöglicht es Unternehmen, Risiken präzise zu bewerten und innerhalb von nur 36 Stunden effektive Gegenmaßnahmen zu ergreifen. Damit ist ein deutlicher Zeitgewinn im Vergleich zu herkömmlichen Ansätzen zu verzeichnen. Die Plattform generiert dynamische Risiko-Scorecards, die externe Informationen aus renommierten Quellen mit unternehmensinternen Daten kombinieren. Diese umfassende Informationsbasis bildet eine fundierte Grundlage für strategische Entscheidungen und die Umsetzung proaktiver Risikominderungsmaßnahmen. Die Lösung zeichnet sich zudem durch umfassende Funktionen zur Zusammenarbeit und Automatisierung aus. Sphera bietet eine Vielzahl von Lösungen für SCRM an.⁵⁸

⁵⁷ Sphera. (2024a). Retrieved 2025-01-18 from <https://sphera.com/de/unternehmen/was-wir-tun/>

⁵⁸ Sphera. (2024g). *Supply Chain Risk Management*. Retrieved 2025-01-18 from <https://sphera.com/de/loesungen/supply-chain-transparency/sphera-supply-chain-risk-management-scrm/>

Risk Radar: Die Funktion "Risk Radar" stellt ein zentrales Element innerhalb der SCRM-Lösung des Anbieters Sphera dar. Sie ermöglicht es Unternehmen, umfassende Einblicke in das Risikoprofil ihrer Liefernetzwerke zu erlangen. Durch den Einsatz von Künstlicher Intelligenz gewährleistet Risk Radar eine Echtzeitüberwachung und standardisierte Bewertung von Risiken entlang der gesamten Lieferkette. Das Tool kombiniert interne Unternehmensdaten mit externen Quellen, die als vertrauenswürdig klassifiziert wurden. Dadurch wird eine einheitliche Grundlage für die Analyse und das Management von Risiken geschaffen. Ziel ist die frühzeitige Erkennung von Bedrohungen und die proaktive Vermeidung von Unterbrechungen in der Lieferkette. Ein besonderes Merkmal von Risk Radar ist seine Fähigkeit, potenzielle Risiken durch die Verarbeitung von Hunderten Datenquellen und Tausenden Nachrichtenseiten in Echtzeit zu identifizieren. Die Kombination aus KI-gestützten Algorithmen und von Experten überprüften Risikomeldungen erreicht eine Genauigkeit und Relevanz von 99,98 %. Die hohe Präzision des Tools ermöglicht es Unternehmen, ihre Risikosituation zuverlässig zu erfassen und fundierte Entscheidungen zu treffen. Dabei bietet Risk Radar nicht nur Transparenz in Bezug auf aktuelle Gefahren, sondern auch hinsichtlich latenter Risiken, die langfristige Auswirkungen auf die Lieferkette haben könnten. Ein weiteres zentrales Feature ist die visuelle Darstellung des Zustands der Lieferkette über eine interaktive Weltkarte. Dieses Werkzeug unterstützt Unternehmen dabei, Abhängigkeiten und potenzielle Schwachstellen in ihrem Versorgungsnetzwerk zu identifizieren. Die Visualisierung von Risikoszenarien ermöglicht es Unternehmen, präzise Maßnahmen zur Risikominderung zu planen und die durch Risiken verursachten Kosten zu minimieren. Das Tool deckt ein breites Spektrum an potenziellen Gefahren ab, einschließlich finanzieller Risiken, Naturkatastrophen, Reputationsrisiken, geopolitischer Konflikte, vom Menschen verursachter Gefahren und Cyberbedrohungen. Neben der operativen Überwachung bietet Risk Radar Funktionen, die das Risikomanagement effizienter gestalten. Detaillierte Berichte und grafische Darstellungen erleichtern die Nachverfolgbarkeit des Zustands der Lieferkette. Über Dashboards als zentrale Schnittstellen können Unternehmen das gesamte Risikoumfeld übersichtlich analysieren und Abhilfemaßnahmen schneller einleiten. Die gezielte Behandlung kritischer Risiken wird durch die Dashboards erheblich vereinfacht, was zu einer signifikanten Verkürzung der Reaktionszeiten führt. Dank

der KI-basierten Überwachung können Risiken, die die Stabilität der Lieferkette beeinträchtigen, präzise identifiziert und umgehend bearbeitet werden.⁵⁹

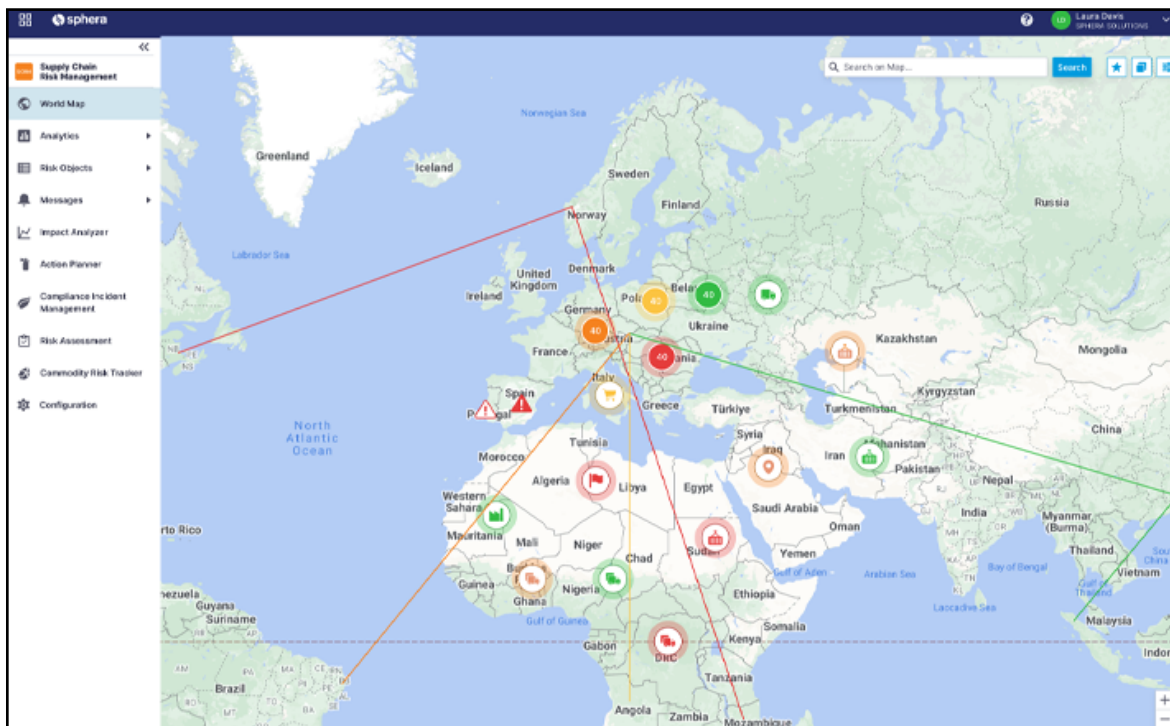


Abbildung 2: Visualisierung des Zustandes der Lieferkette (Sphera)⁶⁰

Impact Analyzer: Der Impact Analyzer von Sphera fungiert als ein zentrales Instrument, welches Unternehmen dabei unterstützt, die geschäftlichen Auswirkungen von Risiken innerhalb ihrer Lieferkette systematisch zu analysieren und gezielt zu minimieren. Das Tool ermöglicht eine detaillierte Bewertung der Kritikalität einzelner Lieferanten und identifiziert Schwachstellen auf Kategorieebene, um die potenziellen Folgen eines Lieferantenausfalls präzise einzuschätzen. Darüber hinaus können betriebswirtschaftliche Einflussfaktoren wie Umsatz und Ausgaben in die Analyse einbezogen werden, um das Ausmaß potenzieller Schäden durch Lieferkettenunterbrechungen zu quantifizieren. Ein wesentlicher Fokus des Impact Analyzers liegt auf der proaktiven Bewertung und Minimierung von Betriebsrisiken. Mittels interaktiver Heatmaps und umfassender Risikobewertungen verschafft das Tool einen Überblick über die Relevanz kritischer Lieferanten für das Unternehmen

⁵⁹ Sphera. (2024e). *Risk Radar*. Retrieved 2025-01-18 from <https://sphera.com/de/supply-chain-transparency/sphera-supply-chain-risk-management-scrm/risk-radar/>

⁶⁰ Sphera. (2024g). *Supply Chain Risk Management*. Retrieved 2025-01-18 from <https://sphera.com/de/loesungen/supply-chain-transparency/sphera-supply-chain-risk-management-scrm/>

in Echtzeit. Die Heatmaps veranschaulichen die Auswirkungen spezifischer Risiken auf Grundlage detaillierter Lieferantenprofile und ermöglichen fundierte Erkenntnisse. Diese Erkenntnisse erleichtern es Unternehmen, ergebnisorientierte Maßnahmen zur Risikominderung zu ergreifen. Die Stärkung der Lieferkette und die Prävention potenzieller Ausfälle sind wesentliche Vorteile, die sich aus der Anwendung des Tools ergeben. Ein besonderes Merkmal des Impact Analyzers ist seine Fähigkeit, Risikolücken innerhalb der Lieferkette präzise zu identifizieren und darauf aufbauend passende Strategien zur Risikominimierung vorzuschlagen. Die Analyse von Faktoren wie Preisschwankungen und Kapazitätsbeschränkungen auf Kategorie- oder Marktebene unterstützt Unternehmen dabei, alternative Bezugsquellen gezielt zu evaluieren. Dies ist insbesondere für Lieferanten relevant, die innerhalb von Einzel- oder Alleinversorgungsketten eine Schlüsselrolle einnehmen. Die daraus resultierende Diversifikation reduziert Abhängigkeiten und erhöht die Resilienz der gesamten Lieferkette.⁶¹

Sub-Tier Visibility: Das Tool Sub-Tier Visibility stellt eine spezialisierte Funktion der auf Sphera basierenden SCRM-Plattform dar, welche es Unternehmen ermöglicht, eine umfassende Transparenz über ihre mehrstufigen Lieferketten hinweg zu schaffen. Es ermöglicht die Visualisierung von Abhängigkeiten und die frühzeitige Erkennung potenzieller Risiken auf verschiedenen Ebenen der Lieferkette, sodass Unternehmen proaktiv Maßnahmen ergreifen können, bevor kritische Probleme auftreten. Ein zentrales Merkmal des Tools ist die Abbildung von lieferantengeprüften Standorten und Lieferwegen innerhalb eines digitalen Netzwerks. Dies ermöglicht eine präzise Analyse der Beziehungen zwischen Tier-1- und Tier-2-Lieferanten sowie ihrer Standorte. Die daraus resultierende detaillierte Transparenz über alle Zuliefererebenen hinweg befähigt Unternehmen, Abhängigkeiten zu identifizieren und potenzielle Risiken frühzeitig zu erkennen. Die visuelle Darstellung auf einer digitalen Weltkarte erleichtert es, Maßnahmen zur Risikominderung zu ergreifen und Unterbrechungen in der Lieferkette zu vermeiden. Ein weiterer wichtiger Bestandteil von Sub-Tier Visibility ist der automatisierte Prozess, der es Unternehmen ermöglicht, ihre Tier-1-Lieferanten einzuladen, dem Supply Risk Network beizutreten. Diese kollaborative Plattform erlaubt einen sicheren Datenaustausch und gewährleistet eine lückenlose Transparenz innerhalb des Lieferantennetz-

⁶¹ Sphera. (2024c). *Impact Analyzer*. Retrieved 2025-01-18 from <https://sphera.com/de/loesungen/supply-chain-transparency/sphera-supply-chain-risk-management-scrm/impact-analyzer/>

werks. Die Verifizierung von Beziehungen zwischen den verschiedenen Ebenen der Lieferkette ermöglicht es Unternehmen, ihre operative Struktur transparent darzustellen, was wiederum die zuverlässige Nachverfolgung und Bewertung von Risiken erleichtert. Zudem werden Risikodaten automatisch erfasst, wodurch manuelle Eingaben minimiert und Fehlerquellen reduziert werden. Zudem werden kontextbezogene Daten zentral verwaltet, sodass Unternehmen schnell auf relevante Informationen zugreifen und koordinierte Maßnahmen einleiten können. Dies fördert eine fundierte und effiziente Entscheidungsfindung. Die Vorzüge von Sub-Tier Visibility sind vielseitig. Es erhöht die Widerstandsfähigkeit der Lieferkette, da Risiken transparenter gemacht werden und Lieferanten proaktiv Maßnahmen ergreifen können. Die Automatisierung der Datenerfassung reduziert die manuelle Eingabe und damit verbundene Kosten. Die detaillierte Analyse der Risiken auf untergeordneten Ebenen ermöglicht es Unternehmen, präzise Prioritäten zu setzen und gezielte Maßnahmen zur Risikominderung zu ergreifen. Zudem wird die Agilität und Effizienz der Risikomanagementprozesse durch die frühzeitige Erkennung potenzieller Engpässe erheblich verbessert. Die Visualisierung und Analyse von Risiken trägt zur Stabilität der Produktionslinien bei und stärkt das Vertrauen der Stakeholder in die Zuverlässigkeit der Lieferkette.⁶²

Compliance Incident Management: Das Tool Compliance Incident Management stellt eine umfassende Lösung dar, die Unternehmen dabei unterstützt, die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften und interner Nachhaltigkeitsziele innerhalb ihrer Lieferkette zu gewährleisten. Das Tool bietet eine zentrale Plattform, die eine systematische Erfassung, Überwachung und Verwaltung von Compliance-Vorfällen ermöglicht. Dadurch können Risiken frühzeitig identifiziert und Abhilfemaßnahmen effizient umgesetzt werden. Dies trägt wesentlich zur Minimierung finanzieller und reputationsbezogener Risiken bei, die durch Verstöße gegen regulatorische oder interne Standards entstehen können. Ein wesentliches Merkmal von CIM ist das zentrale Dashboard, das Unternehmen eine ganzheitliche Übersicht über Compliance-Vorfälle innerhalb der Lieferkette bietet. Das Dashboard erleichtert die systematische Überwachung und Verfolgung des Status von Vorfällen, einschließlich der Umsetzung laufender und abgeschlossener Korrekturmaßnahmen. Die Zentralisierung und Automatisierung der Dokumentation relevanter Vorfalldaten verbes-

⁶² Sphera. (2024f). *Sub-Tier Visibility*. Retrieved 2025-01-18 from <https://sphera.com/de/loesungen/supply-chain-transparency/sphera-supply-chain-risk-management-scrm/sub-tier-visibility/>

sert zudem die Kommunikation mit internen und externen Stakeholdern, einschließlich der Aufsichtsbehörden. Gleichzeitig gewährleistet CIM eine strukturierte und rechtlich abgesicherte Berichterstattung, die alle aufsichtsrechtlich relevanten Informationen sowie die ergriffenen Abhilfemaßnahmen umfasst. Ein weiterer zentraler Aspekt von CIM ist die Überwachung von Risiken im Liefernetzwerk. Mithilfe von künstlicher Intelligenz identifiziert das Tool potenzielle Risiken in Echtzeit und informiert Unternehmen automatisch über relevante Verstöße. Die kontinuierliche Überwachung schafft Transparenz über potenzielle Gefahren und ermöglicht es Unternehmen, frühzeitig Maßnahmen zu ergreifen. Die Integration von CIM in ein ganzheitliches Risikomanagementsystem erleichtert zudem Due-Diligence-Prüfungen, wodurch Bußgelder, Strafen und andere rechtliche Konsequenzen vermieden werden können. Dies ist von besonderer Relevanz, da Verstöße innerhalb der Lieferkette nicht nur finanzielle Schäden verursachen, sondern auch den Ausschluss von öffentlichen Ausschreibungen zur Folge haben können. Das Dashboard des CIM-Tools bietet die Möglichkeit, vorgefertigte und individuell anpassbare Aktionspläne für verschiedene Arten von Risiken zu nutzen. Diese Pläne umfassen sowohl proaktive als auch reaktive Maßnahmen und definieren klare Verantwortlichkeiten. Dadurch wird eine schnellere Reaktion auf Compliance-Vorfälle sowie die Einleitung angemessener Schritte zur Risikominderung ermöglicht. Die Pläne zeichnen sich durch ihre hohe Flexibilität aus, was eine Anpassung an spezifische Anwendungsfälle oder branchenspezifische Anforderungen ermöglicht.⁶³

Risk Assessment: Das Tool "Risk Assessment" ist ein vielseitiges Instrument, das Unternehmen dabei unterstützt, Risiken in ihren Lieferketten systematisch zu bewerten und zu überwachen. Es ermöglicht die Automatisierung der Lieferanten- und Drittanbieterqualifizierung und verbessert die Genauigkeit der Risikobewertungen. Als zentrale Plattform fasst es umfassende Informationen über Unternehmens- und Betriebsrisiken zusammen und gewährleistet damit eine ganzheitliche und effiziente Risikosteuerung. Die Integration von Umfrageergebnissen und Feedback in die Risikoprofile von Geschäftspartnern ermöglicht einen geschlossenen Kreislauf der Risikoanalyse, der Transparenz und proaktive Maßnahmen

⁶³ Sphera. (2024b). *Compliance Incident Management*. Retrieved 2025-01-18 from <https://sphera.com/de/loesungen/supply-chain-transparency/sphera-supply-chain-risk-management-scrm/compliance-incident-management/>

fördert. Ein signifikantes Merkmal von Risk Assessment ist die zentrale Ansicht aller Risiken. Diese Übersicht bietet Unternehmen eine transparente Darstellung potenzieller Gefahren und ermöglicht eine frühzeitige Problemidentifikation. Kontextbezogene Daten werden dabei automatisch erfasst und verarbeitet, wodurch die Notwendigkeit manueller Dateneingaben erheblich reduziert wird. Dies führt nicht nur zu einer Zeitersparnis, sondern auch zu einer Verbesserung der Datenqualität und ermöglicht eine schnelle und zielgerichtete Reaktion auf neue Risiken.

Darüber hinaus unterstützt das Tool die effiziente Verwaltung von Arbeitsabläufen im Risikomanagement. Funktionen wie Eskalationen, E-Mail-Benachrichtigungen und der Activity Stream sowie exportierbare Berichte fördern die Zusammenarbeit und sorgen dafür, dass alle relevanten Stakeholder stets auf dem neuesten Stand sind. Funktionen wie die Überwachung neuer Risiken, die Koordination geeigneter Maßnahmen und die Nachverfolgung von Fortschritten werden durch diese Funktionen ermöglicht. Dadurch wird eine effektive und koordinierte Abwicklung des Risikomanagements sichergestellt. Ein weiterer zentraler Vorteil von Risk Assessment liegt in der Möglichkeit, unternehmensspezifische Standards und bewährte Verfahren für das Risikomanagement zu entwickeln und umzusetzen. Das Tool bietet Unternehmen die Flexibilität, ihre Prozesse an spezifische Geschäftsanforderungen und lokale Gegebenheiten anzupassen. Zudem erlaubt es die Erstellung einer unternehmenseigenen Gefahrendatenbank, die als Wissensbasis für zukünftige Herausforderungen dient. Die Datenbank verbessert den Zugang zu bewährten Lösungen und steigert die Effizienz, indem sie eine fundierte Grundlage für die Bewältigung neuer Risiken bietet. Ein entscheidender Mehrwert von Risk Assessment ist die Fähigkeit, Risiken proaktiv zu minimieren, bevor sie sich materialisieren. Durch regelmäßige Überprüfungen von Zulieferern und Drittanbietern können potenzielle Störungen frühzeitig identifiziert und entsprechende Maßnahmen eingeleitet werden. Dies trägt zur Vermeidung von Kosten für Notfallmaßnahmen, entgangene Umsätze und mögliche Bußgelder bei. Darüber hinaus erlaubt das Tool die unmittelbare Erfassung von Daten durch Lieferanten, die folgend mit anderen Informationen auf der Sphera SCRM-Plattform kombiniert werden können. Diese Vorgehensweise ermöglicht eine ganzheitliche Analyse der Risikosituation und verbessert die Entscheidungsfindung. Die automatisierte Erfassung und Verarbeitung von Lieferantendaten ermöglicht eine präzise Risikoeinschätzung und eine onlinebasierte Überwachung des Fortschritts. Unternehmen erhalten so die

Möglichkeit, Unterbrechungen zu vermeiden, Kosten zu senken und ihre operativen Abläufe ohne größere Störungen aufrechtzuerhalten.⁶⁴

3.2.1.2 Case Study: DEUTZ AG

Die DEUTZ AG, ein führender Anbieter innovativer Antriebssysteme für Off-Highway-Anwendungen, hat im Jahr 2021 die digitale Plattform "Sphera Sub-tier Visibility" in ihr globales Risikomanagement integriert. Das Ziel dieser Maßnahme bestand in der nachhaltigen Steigerung von Transparenz und Resilienz der Lieferkette. Zuvor unternommene Versuche, Risiken in der Lieferkette mittels manueller Verfahren zu identifizieren und zu bewerten, waren mit grundlegenden Herausforderungen konfrontiert: Einerseits konnte die Einhaltung der Anforderungen der europäischen Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) nicht gewährleistet werden, andererseits führte der erhebliche Zeitaufwand zu einem Missverhältnis zwischen Aufwand und Nutzen. Diese Problematik wurde durch zwei Ereignisse im Jahr 2020 verdeutlicht: die Schließung einer Fabrik in Vietnam infolge der Covid-19-Pandemie sowie die Insolvenz eines Unterlieferanten. In beiden Fällen erschwerte die verspätete Informationsbeschaffung die rechtzeitige Einleitung notwendiger Maßnahmen. Die Implementierung von Sphera Sub-tier Visibility führte zu einer signifikanten Verbesserung der Schwachstellenbehebung. Die Plattform ermöglicht die digitale Visualisierung von Daten entlang der gesamten Lieferkette auf einer globalen Karte und erleichtert somit die frühzeitige Identifikation potenzieller Risiken. Die gesteigerte Transparenz ermöglicht es der DEUTZ AG, drohende Engpässe sowie kritische Situationen proaktiv zu adressieren. In der Konsequenz werden Produktionsunterbrechungen und Lieferausfälle erheblich reduziert. Darüber hinaus unterstützt die Plattform die Einhaltung regulatorischer Vorgaben, einschließlich des deutschen Lieferkettensorgfaltspflichtengesetzes, indem sie umfangreiche Möglichkeiten zur Berichterstattung bereitstellt. Ein zentrales Element der Einführung bestand in der aktiven Integration der Lieferanten in die Sphera Supply Risk Network-Plattform. Die Lieferanten wurden dazu eingeladen, Informationen über ihre Unterlieferanten zu teilen, was zu einer mehrstufigen Transparenz innerhalb der Lieferkette führte. Dieser kooperative Ansatz stärkt nicht nur die Fähigkeit der DEUTZ AG zur Bewältigung von Risiken, sondern bietet auch den Lie-

⁶⁴ Sphera. (2024d). *Risk Assessment*. Retrieved 2025-01-18 from <https://sphera.com/de/loesungen/supply-chain-transparency/sphera-supply-chain-risk-management-scrm/risk-assessment/>

feranten selbst die Möglichkeit, ihre eigenen Prozesse besser zu überwachen und auf Störungen schneller zu reagieren. Bis zum Jahr 2022 waren bereits 250 Unterlieferanten in die Plattform integriert, und es ist geplant, diese Zahl kontinuierlich zu erhöhen, um eine noch umfassendere Abdeckung und Resilienz im Netzwerk zu gewährleisten. Die Implementierung von Sphera Sub-tier Visibility ist für die DEUTZ AG von strategischer Relevanz, da sie nicht nur den regulatorischen Vorgaben entspricht, sondern auch substantielle betriebliche Vorteile generiert. Diese umfassen die Vermeidung von Produktionsausfällen, eine optimierte Kostenkontrolle durch frühzeitige Risikominderung sowie eine erhöhte Stabilität der Lieferkette. In der Konsequenz positioniert sich die DEUTZ AG als Vorreiter im Bereich eines proaktiven und nachhaltigen Lieferkettenmanagements.⁶⁵

3.2.1.3 Angewandte Technologie

Cloudbasierte Plattform (SaaS)
Die technologische Grundlage von SpheraCloud ist eine vollständig cloudbasierte Plattform, die als Software-as-a-Service (SaaS) bereitgestellt wird. Diese ermöglicht eine zentrale Erfassung und Verarbeitung von Daten, wobei die kontinuierliche Weiterentwicklung der Plattform eine hohe Flexibilität sicherstellt. Die nahtlose Integration in bestehende IT-Landschaften, einschließlich ERP-Systemen, wird durch diese Merkmale begünstigt.
Echtzeit- und Big-Data-Analysen
Ein herausragendes Merkmal der Plattform ist die Anwendung innovativer Echtzeit- und Big-Data-Analysen. Monatlich können bis zu 15 Milliarden Nachrichtenartikel aus über 300.000 internationalen Quellen verarbeitet werden. Der Einsatz automatisierter Technologien, die auf den Gebieten der Künstlichen Intelligenz und des Maschinellen Lernens basieren, trägt maßgeblich zur frühzeitigen Identifikation von Risiken bei. Hierzu zählen Verfahren wie das Natural Language Processing.

⁶⁵ Sphera. (2022). *Supply Chain Resilience with Sphera Sub-tier Visibility*. Retrieved 2025-01-18 from <https://sphera.com/wp-content/uploads/2024/06/CS3D-SPHERA-Res-Deutz-Case-Study.pdf>

KI-basierte Risikoerkennung
Die KI-basierte Risikoerkennung ermöglicht eine präzise Klassifikation potenzieller Bedrohungen in spezifische Risikokategorien. Gemäß den Herstellerangaben erreicht die Plattform eine bemerkenswerte Genauigkeit von 99,98 % bei der Bewertung von Relevanz und Risiko.
Integration interner und externer Daten
Neben der Einbindung externer Datenquellen bietet SpheraCloud auch die Möglichkeit der Integration interner Unternehmensdaten aus verschiedenen Systemen, wie etwa ERP-, Einkaufs- oder Qualitätsmanagementlösungen. Dieser umfassende Ansatz erweitert die Kontextanalyse durch die Verknüpfung von internen und externen Datenquellen. Dadurch wird ein detaillierteres und ganzheitlicheres Bild potenzieller Risiken ermöglicht, was die Entscheidungsfindung und Risikobewältigung erheblich unterstützt.

Tabelle 3: Angewandte Technologie (Sphera)

3.2.1.4 Abgedeckte Risiken

Sphera stellt eine umfassende Lösung zur Identifikation und Überwachung von Risiken entlang globaler Lieferketten bereit. Die Plattform ermöglicht eine systematische Abdeckung diverser Risikokategorien, die für die Stabilität und Effizienz von Lieferketten von entscheidender Bedeutung sind. Zu den adressierten Risiken zählen:

Finanzielle Risiken
Darunter fallen potenzielle Lieferantenausfälle, Preisschwankungen oder Insolvenzen, die erhebliche wirtschaftliche Auswirkungen auf die Wertschöpfungskette haben können.
Operative und logistische Risiken
Diese umfassen Engpässe in der Produktion, Transportstörungen, Kapazitätsbeschränkungen und Qualitätsprobleme, welche die Funktionalität der Lieferkette nachhaltig beeinträchtigen können.

Externe und geopolitische Risiken
Ereignisse wie Naturkatastrophen, globale Pandemien, politische Instabilität oder Konflikte, die eine erhebliche Bedrohung für Lieferketten darstellen.
Cyber- und IT-Risiken
Hierzu zählen Cyberangriffe auf die IT-Systeme von Lieferanten, Datenlecks oder systemweite IT-Ausfälle, die die Integrität und Sicherheit von Daten gefährden können.
Reputations- und Compliance-Risiken
Verstöße gegen gesetzliche Vorgaben, insbesondere im Bereich von Umwelt- und Sozialstandards sowie ethischen Richtlinien, die das Ansehen eines Unternehmens erheblich beeinträchtigen können.
Nachhaltigkeits- und ESG-Risiken
Zu diesen zählen Herausforderungen im Bereich der Emissionsreduktion, der Berichterstattung zu ESG-Kriterien sowie der Einhaltung regulatorischer Anforderungen, beispielsweise der Lieferkettensorgfaltspflicht.

Tabelle 4: Abgedeckte Risiken (Sphera)

Die Plattform verbindet Echtzeitanalysen mit einem umfassenden globalen Datenpool, um sowohl kurzfristige Störungen als auch langfristige Trends oder Compliance-Verstöße frühzeitig zu identifizieren. Der integrative Ansatz ermöglicht eine differenzierte Risikobewertung und trägt zur Sicherstellung der Stabilität und Nachhaltigkeit von Lieferketten bei. Sphera leistet durch die umfassende Abdeckung und die präzisen Analysefähigkeiten einen wesentlichen Beitrag zur Resilienz moderner Lieferketten.

3.2.2 Everstream Analytics

Everstream Analytics ist ein führender Anbieter prädiktiver Risikobewertungen und Analysen für Lieferketten und unterstützt globale Unternehmen dabei, ihre Lieferketten von operativen Netzwerken in strategische Wettbewerbsvorteile zu transformieren. Durch den Einsatz fortschrittlicher Datenanalysen und Prognosetechnologien ermöglicht Everstream eine umfassende Transparenz und Effizienzsteigerung in der Steuerung von Lieferketten. Zu den Kunden zählen renommierte Un-

ternehmen wie Google, Schneider Electric, Unilever und Campbell's, die auf die Lösungen von Everstream vertrauen, um ihre Lieferketten intelligenter, nachhaltiger und widerstandsfähiger zu gestalten. Everstream setzt innovative prädiktive Analytik ein, die eine breite Integration vielfältiger Datenquellen umfasst. Im Gegensatz zu herkömmlichen Ansätzen, die oft auf eindimensionalen Daten basieren, bietet Everstream durch die Verknüpfung umfangreicher und diversifizierter Daten präzisere Analysen und Vorhersagen. Diese datengetriebene Methodik ermöglicht es Unternehmen, Risiken frühzeitig zu erkennen und zu minimieren sowie strategische Geschäftschancen zu identifizieren und gezielt zu nutzen.⁶⁶

3.2.2.1 Funktionen

Everstream Analytics bietet mit seiner SCRM-Lösung eine progressive Plattform, die es Unternehmen ermöglicht, ihre Lieferketten von reinen operativen Netzwerken in strategische Vermögenswerte zu transformieren. Die Integration proprietärer Datenquellen, prädiktiver Analysen und eines globalen Netzwerks von Experten ermöglicht es Everstream, die herkömmlichen Risikodaten zu erweitern und zu ergänzen. Diese innovative Herangehensweise befähigt Unternehmen, potenzielle Risiken wie logistische Engpässe, ungewöhnliche Wetterbedingungen oder potenzielle Insolvenzen frühzeitig zu identifizieren und gleichzeitig strategische Chancen zu identifizieren, um Wettbewerbsvorteile zu sichern. Ein besonderes Merkmal der Everstream-SCRM-Lösung ist die Fähigkeit, Risiken entlang der gesamten Lieferkette end-to-end zu analysieren und zu überwachen, von der Planung über die Logistik bis hin zur Beschaffung. Die Plattform generiert präzise Prognosen, die nahtlos in bestehende Geschäftsprozesse integriert werden können. Die proaktive Herangehensweise an das Risikomanagement ermöglicht es Unternehmen, Umsatzverluste durch Lieferkettenstörungen um bis zu 30 % zu reduzieren und signifikante Kosteneinsparungen zu realisieren, wie beispielsweise über 2 Millionen Euro jährlich bei temperatursensiblen Frachten oder 100 Millionen Euro durch Transportoptimierung während der Covid-19-Pandemie. Ein zentraler Aspekt der Plattform ist die Schaffung einer intelligenten Lieferkette durch den Einsatz digitaler Zwillinge. Everstream erfasst Standorte, Materialien, Strecken und Sendungen innerhalb des Netzwerks und nutzt fortschrittliche KI-Technologien, um Daten aus

⁶⁶ Analytics, E. (2025a). Retrieved 2025-01-18 from <https://www.everstream.ai/de/ueber-everstream/>

verschiedenen Quellen zu analysieren. Diese Daten stammen aus verschiedenen Quellen, darunter kostenpflichtige und offene Nachrichtenquellen, Analystenberichte, Vor-Ort-Beobachtungen sowie proprietäre Daten von Frachtführern. Die Erkenntnisse aus diesen Analysen ermöglichen es Unternehmen, Risiken frühzeitig zu erkennen und rechtzeitig Gegenmaßnahmen einzuleiten, bevor diese eskalieren. Ein weiteres herausragendes Merkmal der Plattform ist die Echtzeitüberwachung globaler Vorfälle. Everstream versorgt Unternehmen mit Informationen zu mehr als 100 Vorfallkategorien, darunter Naturkatastrophen, Cyberangriffe, Wetterereignisse, Betriebsschließungen und Produktionsstopps. Diese Vorfälle werden oft identifiziert, bevor sie in den Nachrichten erscheinen, was es Unternehmen ermöglicht, schneller zu reagieren und Unterbrechungen in der Lieferkette zu vermeiden. Everstream zeichnet sich zudem durch die nahtlose Integration seiner Plattform in unternehmenskritische Systeme wie ERP-Systeme und andere Lieferkettenlösungen aus. Durch den Einsatz von KI-Algorithmen und voreingestellten Schwellenwerten können automatisierte Pläne erstellt werden, die eine schnellere und effektivere Reaktion auf Risiken ermöglichen. Diese intelligente Automatisierung steigert die operative Effizienz und verbessert die Geschäftsergebnisse erheblich. Ein weiterer Vorteil von Everstream liegt in der Bereitstellung von Expertenunterstützung, die Unternehmen bei der Interpretation der Daten und der Implementierung von Resilienzmaßnahmen begleitet. Das Wertanalysen-Team von Everstream unterstützt Unternehmen dabei, den Return on Investment (ROI) ihrer Maßnahmen zu verfolgen. Die Analyse umfasst die Reduktion von Personal- und Frachtkosten, die Senkung von Umsatzverlusten sowie eine verbesserte Gesamtleistung der Lieferkette.⁶⁷

Everstream Discover: Everstream Discover, ein Tool von Everstream Analytics, adressiert die Herausforderung der Kartierung und Analyse komplexer, mehrstufiger Lieferketten. Es hebt die Transparenz in globalen Liefernetzwerken auf ein neues Niveau. In einer Zeit, in der lediglich etwa 2 % der Unternehmen Einblicke in Lieferanten unterhalb der zweiten Ebene besitzen, schließt Everstream Discover diese kritische Lücke. Die Plattform stärkt die Widerstandsfähigkeit der Lieferkette und ermöglicht es Unternehmen, verborgene Risiken frühzeitig zu erkennen und gezielt zu adressieren. Ein zentraler Vorteil von Everstream Discover ist die

⁶⁷ Analytics, E. (2025e). *SCRM*. Retrieved 2025-01-18 from <https://www.everstream.ai/de/plattform-lieferketten-transparenz/>

Fähigkeit, Lieferketten automatisch bis auf die Ebene von Standorten, Produkten, Teilen und Materialien zu kartieren. Mithilfe proprietärer Daten, KI-gestützter Analysen und fortschrittlicher Datenwissenschaft aggregiert und strukturiert die Plattform Milliarden von Transaktionen und Datensätzen. Die detaillierte Datenverarbeitung ermöglicht präzise Einblicke in die Beziehungen zwischen Lieferanten und Produkten, wodurch potenzielle Risiken wie finanzielle Instabilität, Nachhaltigkeitsprobleme oder Reputationsgefahren frühzeitig erkannt werden können. Die Plattform ermöglicht eine End-to-End-Transparenz der Lieferkette, indem sie Materialflüsse innerhalb und zwischen Betrieben analysiert. Die Überwachung globaler Ereignisse, deren potenzielle Auswirkungen auf Lieferanten und deren Netzwerke automatisch bewertet werden, ergänzt dieses System. Automatisierte Analysen und Warnmeldungen unterstützen Unternehmen dabei, Risiken zu identifizieren und proaktiv Maßnahmen zu ergreifen, bevor Probleme entstehen. Everstream Discover reduziert Störungen selbst in komplexen Lieferketten und stärkt die operative Resilienz. Ein weiteres hervorstechendes Merkmal der Plattform ist ihre Fähigkeit, proaktive Signale von Lieferanten zu identifizieren, die auf finanzielle, Nachhaltigkeits-, CSR- oder Reputationsrisiken hinweisen. Diese Signale ermöglichen es Unternehmen, fundierte Entscheidungen zu treffen, die nicht nur die kurzfristige Betriebskontinuität, sondern auch die langfristige Stabilität sichern. Die Plattform beschränkt sich nicht auf die reine Risikobewertung, sondern wandelt datenbasierte Erkenntnisse in umsetzbare Maßnahmen um, die spezifisch auf Lieferanten, Standorte und Materialien abzielen. Ein weiterer Schlüsselvorteil von Everstream Discover ist die Visualisierung der Lieferkette. Everstream Discover stellt den Unternehmen eine digitale Karte ihres Netzwerks zur Verfügung, die alle Abhängigkeiten und potenziellen Risiken übersichtlich darstellt. Diese Visualisierungen ermöglichen eine bessere Vorhersage der Lieferkettenleistung und die frühzeitige Vermeidung unerwarteter Störungen. Die Plattform gewährleistet einen schnellen und effizienten Zugang zu kritischen Informationen durch die Automatisierung der Ermittlung und Analyse von Lieferantenbeziehungen über mehrere Ebenen hinweg.⁶⁸

⁶⁸ Analytics, E. (2025b). *Everstream Discover*. Retrieved 2025-01-18 from <https://www.everstream.ai/de/discover-supply-chain-mapping/>

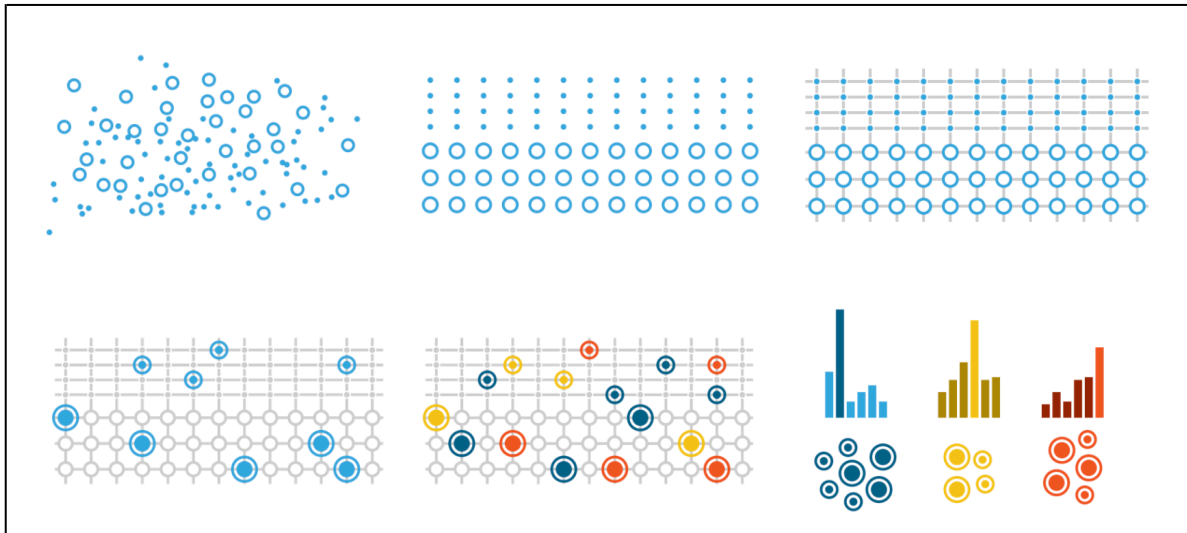


Abbildung 3: Visualisierung (von Datensätzen zu strukturierten Analysen)⁶⁹

Everstream Explore: Das Tool "Everstream Explore" bietet eine progressive Lösung für das strategische Risikomanagement von Zulieferern und assistiert Unternehmen dabei, ihre Lieferketten widerstandsfähiger, berechenbarer und nachhaltiger zu konzipieren. Das Tool verfügt über dynamische, anpassbare Risikobewertungen, die Standort-, Unternehmens- und Materialrisiken in über 30 Kategorien abdecken. Damit geht Explore weit über traditionelle Due-Diligence-Ansätze hinaus. Das Tool ermöglicht eine umfassende Bewertung der Risiken innerhalb von Lieferantennetzwerken und fördert den Aufbau langfristiger Resilienz. Ein besonderes Merkmal von Everstream Explore ist die Bereitstellung strategischer Einblicke in die Lieferantenrisiken. Unternehmen profitieren nicht nur von einem Gesamtrisikoindex, sondern auch von detaillierten Bewertungen, die verschiedene Risikoaspekte wie wirtschaftliche, ökologische, soziopolitische, ethische, betriebliche und Compliance-Risiken umfassen. Diese umfassende Analyse unterstützt Unternehmen dabei, die Häufigkeit und die Auswirkungen potenzieller Störungen zu minimieren. Die Stabilität und Leistungsfähigkeit der Lieferkette kann somit auf lange Sicht gesichert werden, während potenzielle Probleme frühzeitig erkannt und vermieden werden können. Das Tool ermöglicht eine strategische Bewertung sowohl bestehender als auch neuer Lieferanten und bietet spezifische Risikoindizes für Standorte, Unternehmen und Materialien. Die analysierten Risikokategorien umfassen Naturkatastrophen, betriebliche Risiken, politische Gewalt, soziopolitische

⁶⁹ Ibid.

und regulatorische Einflüsse, Nachhaltigkeitsfragen sowie individuelle Sicherheitsrisiken. Die umfassende Bewertung erleichtert es Unternehmen, fundierte Entscheidungen bei der Auswahl und Verwaltung von Lieferanten zu treffen und potenzielle Risiken frühzeitig zu adressieren. Explore zeichnet sich zudem durch eine globale Perspektive aus, die es Unternehmen ermöglicht, Risiken auf Länderebene zu analysieren und interne sowie externe Risikofaktoren zu bewerten. Die umfassende Sichtweise ermöglicht nicht nur die Identifizierung potenzieller Schwachstellen, sondern unterstützt auch die Optimierung von Lieferantennetzwerken und den Aufbau nachhaltiger Beziehungen zu Lieferanten. Ein klares Verständnis der globalen Risikolandschaft befähigt Unternehmen dazu, proaktiv Maßnahmen zu ergreifen, um die Resilienz ihrer Lieferketten zu erhöhen. Everstream Explore unterstützt Unternehmen dabei, eine optimale Balance zwischen Risikominimierung und Effizienz in der Lieferkette zu finden. Die Visualisierung und Priorisierung von Risiken erleichtert die strategische Allokation von Ressourcen und schafft eine solide Grundlage für nachhaltige Entscheidungsprozesse. Die Erhöhung der Transparenz innerhalb der Lieferkette und die Steigerung der Effizienz sind wesentliche Vorteile, die sich aus der Nutzung dieser Funktionalitäten ergeben.⁷⁰

Everstream Reveal: Das Tool "Everstream Reveal" von Everstream Analytics stellt eine moderne Lösung für das Risikomanagement in Lieferketten dar. Das Tool ermöglicht es Unternehmen, potenzielle Störungen und Risiken proaktiv zu identifizieren und Maßnahmen zu ergreifen, bevor Schäden entstehen. Angesichts der zunehmenden Komplexität globaler Lieferketten setzt Reveal neue Maßstäbe, indem es Technologien wie künstliche Intelligenz, maschinelles Lernen und menschliche Expertise kombiniert, um Echtzeit-Einblicke und prädiktive Analysen bereitzustellen. Ein besonderes Merkmal von Reveal ist die globale 24/7-Überwachung von Lieferketten. Die Plattform erfasst und analysiert über 120 Ereigniskategorien, darunter Naturkatastrophen, Cyberangriffe, Wetterereignisse, Betriebsschließungen, Arbeitsunfälle und Produktionsunterbrechungen. Die Echtzeitwarnungen ermöglichen es Unternehmen, frühzeitig auf Vorfälle zu reagieren und Eskalationen zu verhindern. Die Reaktionszeit wird dadurch signifikant verkürzt, was zur Stabilisierung des Betriebs beiträgt und die Resilienz der Lieferkette stärkt. Darüber hin-

⁷⁰ Analytics, E. (2025c). *Everstream Explore*. Retrieved 2025-01-18 from <https://www.everstream.ai/de/explore-lieferanten-risiko/>

aus werden durch Reveal fortschrittliche prädiktive Wetteranalysen bereitgestellt, die auf dem Massiv von Wetterdaten und historischen Trends basieren. Im Gegensatz zu herkömmlichen Wettervorhersagen, die meteorologische Daten verwenden, integrieren diese fortschrittlichen prädiktiven Analysen betriebliche Informationen, um präzisere Prognosen zu erstellen. Unternehmen können auf diese Weise die Auswirkungen von Wetterereignissen auf ihre Lieferkette besser abschätzen und Strategien zur Risikominderung entwickeln. Diese Funktion erweist sich insbesondere für Branchen wie die Logistik- und Landwirtschaft als vorteilhaft, da diese stark von klimatischen Bedingungen abhängen. Ein weiteres Alleinstellungsmerkmal von Reveal ist die Identifikation von Risiken in den Bereichen Nachhaltigkeit, Finanzen und Compliance. Durch den Einsatz von Expertvalidierungen und datenbasierten Analysen identifiziert das Tool Frühindikatoren für Probleme bei Lieferanten, Unternehmen oder Marken, bevor diese negative Auswirkungen auf den Umsatz oder den Ruf haben. Die vorausschauende Perspektive ermöglicht es Unternehmen, nicht nur auf aktuelle Probleme zu reagieren, sondern auch potenzielle Risiken frühzeitig zu adressieren und ihre Widerstandsfähigkeit zu erhöhen. Ein wesentlicher Vorteil der Plattform besteht in ihrer nahtlosen Integration in bestehende Unternehmenssysteme. Die Verbindung mit Drittanbieter-Anwendungen erfolgt problemlos, sodass die Weiterleitung relevanter Informationen zur richtigen Zeit an die richtigen Personen sichergestellt werden kann. Die Integration dieser Plattform in bestehende Unternehmenssysteme erhöht die Effizienz und Präzision des Risikomanagements, da alle relevanten Daten und Erkenntnisse an einem zentralen Ort verfügbar gemacht werden.⁷¹

⁷¹ Analytics, E. (2025d). *Everstream Reveal*. Retrieved 2025-01-18 from <https://www.everstream.ai/de/supply-chain-risk-management-software/>

3.2.2.2 Angewandte Technologie

Prädiktive Analytik & KI
Die Everstream-Plattform bedient sich fortgeschrittener Algorithmen, einschließlich Machine Learning, statistischer Modelle und Natural Language Processing, zur Analyse umfangreicher Datenmengen. Hierbei werden globale Nachrichtenquellen, Analystenberichte, proprietäre Daten von Frachtführern sowie Echtzeit-Sensordaten verarbeitet. Durch den Einsatz dieser hochentwickelten Technologien wird eine präzise Identifikation von Mustern und die Vorhersage potenzieller Risiken innerhalb komplexer Lieferketten ermöglicht.
Cloudbasierte Plattform & Integration
Die Bereitstellung der Lösungen von Everstream erfolgt typischerweise in Form einer Software-as-a-Service (SaaS). Die Integration in bestehende IT-Systeme, wie etwa ERP-Anwendungen, erfolgt nahtlos, was eine hohe Flexibilität gewährleistet. Intelligente Automatisierungsmechanismen, wie automatisierte Workflows und voreingestellte Schwellenwerte, erlauben die effiziente Steuerung spezifischer Risikoszenarien ohne zeitaufwändige manuelle Eingriffe.
Datenvielfalt & Digitaler Zwilling
Ein zentrales Merkmal von Everstream ist der Einsatz digitaler Zwillinge zur virtuellen Abbildung von Elementen der Lieferkette, wie etwa Standorte, Materialien, Routen und Sendungen. Diese digitale Nachbildung ermöglicht fundierte Analysen und präzise Prognosen. Die Plattform integriert kontinuierlich umfangreiche Datensätze, darunter Wetterinformationen, Finanzkennzahlen und operative Daten, um eine Echtzeit-Überwachung globaler Ereignisse zu gewährleisten. Der integrative Ansatz der Plattform unterstützt die Entscheidungsfindung und verbessert die Reaktionsfähigkeit auf unvorhergesehene Ereignisse.

Tabelle 5: Angewandte Technologie (Everstream Analytics)

3.2.2.3 Abgedeckte Risiken

Die Lösung von Everstream bietet eine umfassende Abdeckung verschiedener Risiken entlang globaler Lieferketten und trägt zur proaktiven Steuerung komplexer Herausforderungen bei. Zu den adressierten Risikokategorien gehören:

Operative Risiken
Darunter fallen Produktionsstopps, Betriebsschließungen sowie logistische Engpässe, wie Transportprobleme, Lagerkapazitätsengpässe und Frachtschäden, die die Effizienz der Lieferkette erheblich beeinträchtigen können.
Externe Risiken
Ereignisse wie Naturkatastrophen, extreme Wetterphänomene, geopolitische Konflikte und Cyberangriffe, die sowohl lokale als auch globale Auswirkungen auf Lieferketten haben können.
Finanzielle Risiken
Hierzu zählen Insolvenzen von Lieferanten sowie volatile Rohstoff- und Energiepreise, die wirtschaftliche Stabilität und Planbarkeit gefährden.
Reputations- und Compliance-Risiken
Verstöße gegen Nachhaltigkeitsstandards, soziale und ökologische Missstände sowie die Nichteinhaltung rechtlicher Vorgaben, die sowohl rechtliche Konsequenzen als auch einen Imageschaden nach sich ziehen können.
Strategische Risiken
Dazu gehören Veränderungen in Nachfrage und Märkten, die sich aus globalen Trends ergeben, etwa durch die Auswirkungen der COVID-19-Pandemie oder neue regulatorische Vorgaben, welche strategische Anpassungen erforderlich machen.

Tabelle 6: Abgedeckte Risiken (Everstream Analytics)

Ein wesentlicher Vorteil der Everstream-Lösung liegt in der Fähigkeit, potenzielle Risiken in tieferen Ebenen des Lieferantennetzwerks frühzeitig zu identifizieren. Dies ermöglicht eine präzisere Risikobewertung und bietet zugleich strategische Handlungsoptionen, um potenzielle Engpässe oder Chancen frühzeitig zu adressieren.

3.2.3 Interos.ai

Das Unternehmen Interos.ai bietet eine auf KI basierende Plattform, deren Fokus auf der Unterstützung von Entscheidungsprozessen in den Bereichen Beschaffung und Risikomanagement liegt. Das Ziel besteht darin, Führungskräften die Fähig-

keit zu verleihen, komplexe makroökonomische Herausforderungen sowie steigende Risiken und Prüfanforderungen effizient zu bewältigen. Die Plattform erleichtert nicht nur die Entscheidungsfindung, sondern auch die Umsetzung strategischer Maßnahmen. Globale Lieferketten sind durch ein großes Netzwerk von Abhängigkeiten gekennzeichnet, was sie zu einem klassischen "Big Data"-Problem macht. Angesichts exponentiell wachsender Datenmengen stoßen traditionelle manuelle Ansätze zunehmend an ihre Grenzen. Interos.ai begegnet dieser Herausforderung mit modernen KI-Technologien. Die Plattform überwacht kontinuierlich mehr als 400 Millionen Unternehmen und deren Beziehungen, wobei diverse Risikosignale analysiert werden, um kritische Lieferantenrisiken ebenso wie potenzielle Chancen frühzeitig zu identifizieren.⁷²

3.2.3.1 Funktionen

Zu den Kernfunktionen der Plattform zählen mehrere zentrale Anwendungsbereiche. Im Rahmen der Due Diligence ermöglicht die Plattform eine risikobasierte Prüfung potenzieller Lieferanten. Das System identifiziert potenzielle Schwachstellen bereits im Vorfeld, ermöglicht die Auswahl geeigneter Lieferanten und definiert Verhandlungsthemen. Eine skalierbare Überwachung erlaubt es, eine große Anzahl von Lieferanten automatisiert zu kontrollieren, wobei Risiken in sechs Hauptkategorien bewertet werden. Diese Bewertung wird durch zahlreiche Subfaktoren und Hunderte von Attributen ergänzt. Der firmeneigene i-Score liefert dabei eine präzise und differenzierte Einschätzung von Risiken. Darüber hinaus stellt die Plattform umfassende Berichtsfunktionen und Kommunikationsmöglichkeiten bereit, die es Unternehmen ermöglichen, Entscheidungsgrundlagen zu Risiken und Leistungskennzahlen von Lieferketten zeitnah an relevante Stakeholder, darunter Führungsgremien und Investoren, zu übermitteln. Im Gegensatz zu eindimensionalen Analysen von Cyber- oder Finanzrisiken verfolgt Interos.ai einen ganzheitlichen Ansatz, der die Komplexität moderner Lieferketten berücksichtigt. Die Bewertung umfasst finanzielle Unsicherheiten wie Insolvenzen oder Liquiditätsprobleme, Cyberrisiken wie Ransomware-Angriffe und Datenlecks sowie regulatorische Risiken wie Sanktionen oder Offenlegungspflichten. Darüber hinaus werden auch geopolitische Risiken wie politische Spannungen oder Konflikte, katastrophale Ri-

⁷² Interos.ai. (2025a). Retrieved 2025-01-18 from <https://www.interos.ai/why-interos/>

siken durch Naturkatastrophen und Pandemien sowie ESG-Risiken wie Umweltverstöße und soziale Missstände analysiert. Die technologische Grundlage von Interos.ai bildet der weltweit größte Knowledge Graph für Geschäftsbeziehungen. Mithilfe von maschinellem Lernen und Natural Language Processing werden umfassende Datensätze analysiert, um Abhängigkeiten innerhalb physischer und digitaler Ökosysteme sichtbar zu machen. Dadurch wird eine präzise Überwachung von Risiken und Abhängigkeiten in Echtzeit ermöglicht. Interos.ai bietet damit eine innovative Lösung für die wachsenden Herausforderungen in der Verwaltung globaler Lieferketten. Die Kombination von KI- und Big-Data-Technologien ermöglicht eine Echtzeit-Identifikation von Risiken und unterstützt Organisationen dabei, proaktiv Maßnahmen zur Sicherung ihrer Lieferketten zu ergreifen. Die mehrdimensionale Betrachtung und Bewertung von Risiken gewährleistet, dass Unternehmen nicht nur reaktiv, sondern auch proaktiv agieren können, um langfristig stabil und widerstandsfähig zu bleiben.⁷³

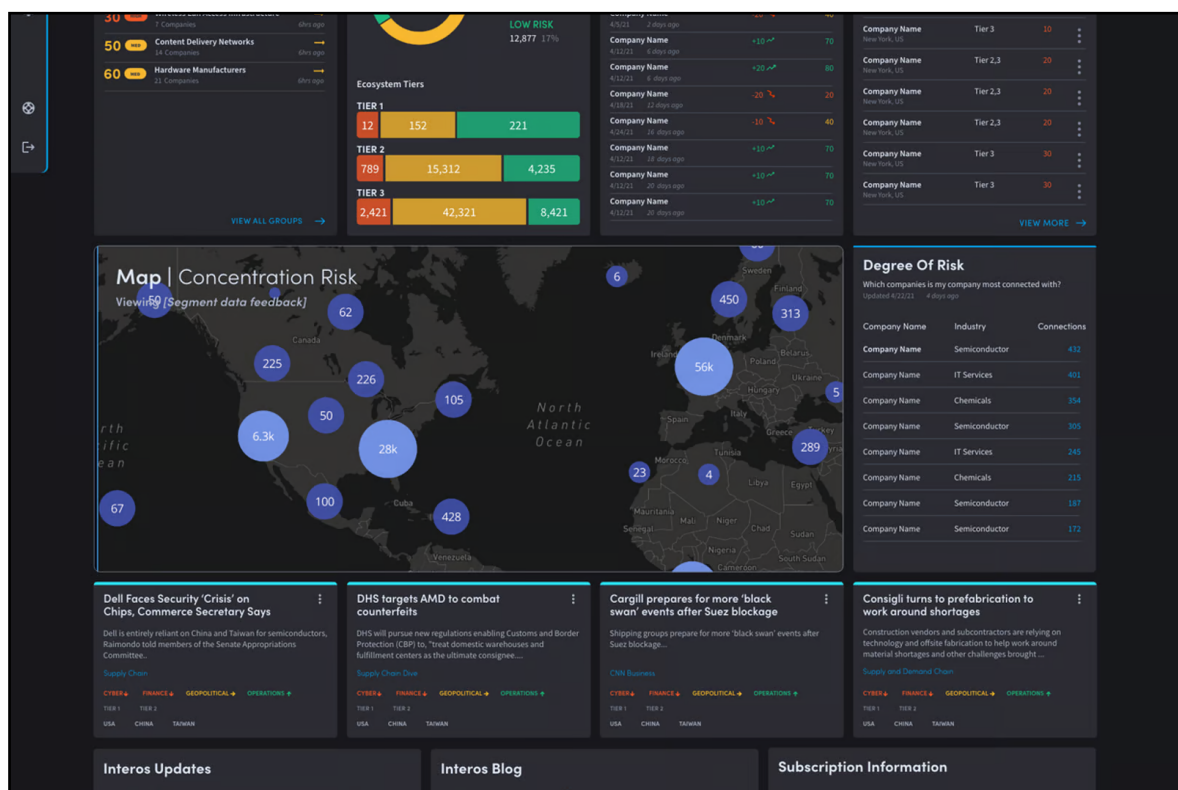


Abbildung 4: Interos Plattform

⁷³ Ibid.

Resilience Watchtower: Der Resilience Watchtower von Interos.ai stellt eine fortschrittliche Lösung für das Risikomanagement in Lieferketten dar. Er bietet Unternehmen die Möglichkeit, Risiken effektiv und skalierbar zu steuern. Die Plattform nutzt maßgeschneiderte Risikoinformationen, um Organisationen bei der Absicherung ihrer wichtigsten Lieferanten vor Störungen und der frühzeitigen Erkennung potenzieller Schwachstellen zu unterstützen. Das Ziel besteht in der Transformation des Risikomanagements von einer passiven Überwachungsfunktion hin zu einer proaktiven und handlungsorientierten Ebene. Die Technologie des Resilience Watchtower zeichnet sich durch ihre Fähigkeit aus, vorhandene Daten nicht nur zu erfassen, sondern sie in den geschäftlichen Kontext einzubetten. Unternehmen können mithilfe der Plattform individuelle Risikomodelle entwickeln, die es ermöglichen, besonders gefährdete Lieferanten zu identifizieren und deren Bedeutung für Geschäftsprozesse zu bewerten. Die personalisierten Modelle des Resilience Watchtower erleichtern es Organisationen, zielgerichtet auf priorisierte Lieferanten einzugehen und präventive Maßnahmen zu ergreifen. Ein zentraler Vorteil des Resilience Watchtower besteht in der Erweiterung des traditionellen Compliance-Ansatzes hin zu einem strategischen Mehrwert. Ein Beispiel für die Anwendung findet sich in der weltweit größten Bank, die die Plattform einsetzt, um spezifische Schwellenwerte für Cyber- und Finanzrisiken bei Drittanbietern zu definieren. Dadurch ist die Bank in der Lage, Risiken präziser einzuschätzen und eine fundierte Diversifikationsstrategie zu entwickeln. Der Nutzen, den die Plattform bietet, übersteigt die regulatorischen Anforderungen und schafft einen langfristigen Wettbewerbsvorteil. Im Vergleich zu herkömmlichen Risikomanagementlösungen, die auf statischen Parametern beruhen, bietet das Resilience Watchtower dynamische und zukunftsorientierte Einblicke. Die Plattform identifiziert nicht nur bestehende Risiken, sondern liefert auch prognostische Informationen, die für langfristige Planungsprozesse von entscheidender Bedeutung sind. In der Konsequenz leistet die Plattform einen Beitrag zur Entwicklung widerstandsfähiger, sicherer und anpassungsfähiger Lieferketten. Die Plattform zur Überwachung der Lieferkettenresilienz wird in mehreren Bereichen eingesetzt. Sie analysiert dabei unter anderem Umweltgefahren, saisonale Risiken und die Kapazität lokaler Infrastrukturen, um Lieferantenbewertungen zu optimieren. Die Plattform zeichnet sich durch eine hohe Geschwindigkeit und Skalierbarkeit aus, wodurch eine kontinuierliche Überwachung physischer und digitaler Lieferkettenrisiken möglich ist. Darüber hinaus ermöglicht die Plattform die zeitnahe Verarbeitung und Bereitstellung von Bedro-

hungsdaten, die innerhalb weniger Stunden an Führungskräfte und Vorstände kommuniziert werden. Zusätzlich werden saisonale und prognostische Risikodaten integriert, um langfristige strategische Planungen zu unterstützen. Die weltweit größte Datenbank für B2B-Beziehungen ermöglicht es Unternehmen, ihre globalen Lieferketten umfassend zu kartieren und zu überwachen. Sub-Lieferkettenrisiken können identifiziert und adressiert werden, bevor sie zu größeren Problemen eskalieren. Die Implementierung dieser Lösung ermöglicht es Organisationen, präzisere Einblicke zu erlangen und eine optimierte Kontrolle über die Gesamtsituation zu erwirken. Dies trägt maßgeblich zur Sicherung des Wachstums, zum Schutz der Rentabilität und zur Stärkung der Reputation bei. Darüber hinaus wird ein Wandel von reaktiven zu proaktiven Risikomanagementstrategien gefördert. Die Plattform verbessert die Einhaltung regulatorischer Vorgaben und ESG-Standards, ermöglicht strategische Wettbewerbsvorteile und eröffnet neue Geschäftsperspektiven. Die innovative Technologie befähigt Unternehmen, die zunehmende Komplexität moderner Lieferketten zu bewältigen und zukünftige Herausforderungen erfolgreich zu meistern.⁷⁴

Procurement: Die Procurement-Funktion stellt eine innovative Lösung für ein agiles und risikobewusstes Beschaffungsmanagement bereit, wodurch Unternehmen in die Lage versetzt werden, neue Partner sicher und effizient in ihre Lieferketten zu integrieren. Angesichts der zunehmenden Komplexität globaler Lieferketten wird die gründliche Prüfung von Lieferanten zu einer zentralen Herausforderung. Die Plattform von Interos.ai ermöglicht es den Beschaffungsteams, Risiken bei neuen und bestehenden Lieferanten zeitnah und umfassend zu bewerten, potenzielle Probleme zu identifizieren und im Bedarfsfall zügig Alternativen zu finden. Darüber hinaus ermöglicht die kontinuierliche Überwachung von Lieferanten und deren Sub-Lieferanten die frühzeitige Erkennung unerwarteter Risiken. Ein wesentlicher Bestandteil der Procurement-Lösung ist die gründliche Bewertung neuer Lieferanten sowie die Analyse von Beschaffungsrisiken. Die Plattform schafft Transparenz über potenzielle Risiken in der Zusammenarbeit mit neuen und unbekanntem Partnern und überprüft gleichzeitig die Risikoexposition bei langjährigen Lieferanten. Die durchgehende Risikoüberwachung sorgt für eine konsistente und zuverlässige Bewertung und stärkt die Sicherheit der Lieferkette. Ein beson-

⁷⁴ Interos.ai. (2025e). *Resilience Watchtower*. Retrieved 2025-01-18 from <https://www.interos.ai/resilience-watchtower/>

deres Merkmal der Plattform besteht in der effizienten Identifikation alternativer Lieferanten. Interos.ai ermöglicht es den Beschaffungsteams, potenzielle neue Partner innerhalb weniger Minuten auf Eignung und Risikofaktoren zu prüfen, was einen erheblichen Vorteil gegenüber herkömmlichen, zeitaufwändigen Verfahren darstellt. Dies gewährleistet nicht nur die Kontinuität der Lieferkette, sondern trägt auch zum Schutz der Reputation der Marke bei, da die Plattform sicherstellt, dass ausschließlich ethische Lieferanten in die Lieferkette aufgenommen werden. Ein weiterer zentraler Vorteil der Plattform besteht in ihrer Fähigkeit, Risiken entlang der gesamten Lieferkette, einschließlich erweiterter Sub-Lieferantenebenen, zu analysieren. Die Plattform ermöglicht eine detaillierte Analyse, die verborgene Schwachstellen aufdeckt und es Unternehmen ermöglicht, potenzielle Störungen proaktiv zu vermeiden. Die kontinuierliche Überwachung ermöglicht zudem die frühzeitige Erkennung von Veränderungen in den Risikofaktoren von Lieferanten, sodass Unternehmen zeitnah Gegenmaßnahmen ergreifen können. Die Procurement-Funktion bietet eine umfassende Analyse von Beschaffungsrisiken, wobei finanzielle, operative, Governance-, geografische und cyberspezifische Risiken berücksichtigt werden. Diese ganzheitliche Perspektive erlaubt es Unternehmen, fundierte Entscheidungen zu treffen, ihre Lieferketten sicher und widerstandsfähig zu gestalten und gleichzeitig die Einhaltung von ESG-Standards zu fördern.⁷⁵

Compliance: Die Compliance-Funktion von Interos.ai stellt eine umfassende Lösung zur Identifikation und Verwaltung von Risiken im Zusammenhang mit Lieferkettenkonformität bereit. In einer Zeit, in der gesetzliche und regulatorische Anforderungen zunehmend komplexer werden, ermöglicht die Plattform Unternehmen, ihre Lieferketten durch kontinuierliche Überwachung und automatisierte Bewertungen sicher und regelkonform zu gestalten. Traditionelle, punktuelle Prüfungen liefern lediglich eine Momentaufnahme, wohingegen die kontinuierliche Überwachung durch Interos.ai die ganze Jahr über die Einhaltung der relevanten Standards gewährleistet. Ein zentraler Aspekt der Compliance-Funktion besteht in der Identifizierung und Bewertung von Risiken innerhalb der Lieferkette. Hierzu zählt die Überprüfung, ob Lieferanten und ihre Partner nachhaltige Geschäftspraktiken umsetzen, ethische Arbeitsbedingungen einhalten, keine gefälschten Produkte produzieren oder verbreiten und Datenschutzstandards beachten. Die umfassen-

⁷⁵ Interos.ai. (2025d). *Procurement*. Retrieved 2025-01-18 from <https://www.interos.ai/solutions/procurement-risk/>

de Analyse befähigt Unternehmen, potenzielle Verstöße gegen Compliance-Vorgaben frühzeitig zu erkennen und gezielt Gegenmaßnahmen einzuleiten. Ein wesentliches Ziel der Funktion ist die Förderung ethischer Beschaffung. Interos.ai unterstützt Unternehmen dabei, sicherzustellen, dass sowohl direkte Lieferanten als auch deren Sub-Lieferanten ethische Standards einhalten und unethische Aktivitäten, wie Zwangsarbeit oder die Verletzung von Arbeitsgesetzen, ausgeschlossen werden. Ein weiterer Aspekt, der durch die Plattform ermöglicht wird, ist die frühzeitige Antizipation regulatorischer Veränderungen, wodurch potenzielle Produktionsausfälle oder andere Störungen in der Lieferkette präventiv verhindert werden können. Ein weiterer Fokus liegt auf der Sicherstellung der Datenintegrität innerhalb der Lieferkette. Die Plattform identifiziert Lieferanten, die von Datenschutzverletzungen betroffen sind oder gegen Datenschutzgesetze verstoßen haben, und bietet Unternehmen die Möglichkeit, ihre Lieferketten vor solchen Risiken zu schützen. Darüber hinaus verbessert Interos.ai die Produktqualität, indem Lieferanten erkannt und ausgeschlossen werden, die minderwertige oder gefälschte Materialien verwenden. Die Compliance-Funktion beinhaltet zudem Mechanismen zur Vermeidung von Geschäftsbeziehungen mit Lieferanten, die in sanktionierten oder eingeschränkten Ländern tätig sind. Durch die Identifikation solcher Lieferanten reduziert die Plattform das Risiko, gegen gesetzliche Vorgaben zu verstoßen, wie sie in Section 889 des US-amerikanischen Gesetzes festgeschrieben sind. Dieses untersagt die Zusammenarbeit mit bestimmten verbotenen Unternehmen.⁷⁶

Catastrophic Risk: Die Catastrophic Risk-Funktion von Interos.ai offeriert Unternehmen eine innovative Option, katastrophale Risiken in ihren Lieferketten frühzeitig zu identifizieren und gezielt zu minimieren. Angesichts der zunehmenden Häufigkeit und hohen Kosten von Naturkatastrophen, die jährlich weltweit zu Schäden in Höhe von über 3 Billionen US-Dollar führen, gewinnt ein proaktives Risikomanagement zunehmend an Bedeutung. Untersuchungen zeigen jedoch, dass 96 % der Unternehmen erst 48 Stunden nach Eintritt eines katastrophalen Schocks in Sub-Lieferketten von dessen Wahrnehmung erfahren. Interos.ai adressiert diese Herausforderung, indem die Catastrophic Risk-Technologie Risiken auf mehreren Ebenen der Lieferkette analysiert und frühzeitige Einblicke auf Basis vergangener, aktueller und prognostizierter Gefahren bereitstellt. Dadurch wird es Unternehmen

⁷⁶ Interos.ai. (2025c). *Compliance*. Retrieved 2025-01-18 from <https://www.interos.ai/solutions/compliance-risk/>

ermöglicht, Risiken zu antizipieren und Unterbrechungen effektiv zu vermeiden. Ein zentraler Vorteil dieser Funktion liegt in der Möglichkeit, von reaktiven Ansätzen zu proaktiven Strategien überzugehen. Die Bereitstellung von Frühwarnindikatoren anstelle rein nachgelagerter Informationen ermöglicht es Unternehmen, wertvolle Zeit zu gewinnen, um sich auf potenzielle Risiken vorzubereiten. Die Plattform versetzt Organisationen in die Lage, Schwachstellen rechtzeitig zu identifizieren und fundierte strategische Entscheidungen zu treffen, um Betriebsunterbrechungen zu vermeiden. Ein praktisches Beispiel für diese Vorgehensweise ist die Zusammenarbeit mit Cooper University Healthcare. Die Interos.ai-Plattform ermöglichte es dem Unternehmen, kritische Lieferanten im Pfad des Hurrikans Idalia zu identifizieren und essenzielle Produkte rechtzeitig abzusichern, um plötzliche Lieferausfälle zu verhindern. Die Catastrophic Risk-Funktion umfasst mehrere zentrale Elemente zur Risikominderung. Hierzu zählt insbesondere eine umfassende Bewertung von Lieferanten unter Berücksichtigung von Umweltgefahren, saisonalen Risiken und der Kapazität lokaler Infrastrukturen. Ergänzend dazu ermöglicht die Plattform eine skalierbare und schnelle Überwachung von Gefahren entlang physischer und digitaler Lieferketten. Ein wesentlicher Vorteil besteht zudem in der zeitnahen Kommunikation von Bedrohungsinformationen an Führungskräfte und Vorstände, oft innerhalb weniger Stunden. Darüber hinaus integriert die Plattform saisonale und prognostische Risikodaten, um langfristige Planungsprozesse zu optimieren und die strategische Entscheidungsfindung zu unterstützen. Die frühzeitige Erfassung katastrophaler Risiken ist für Unternehmen von entscheidender Bedeutung, um operative Sicherheit zu gewährleisten und einen klaren Wettbewerbsvorteil zu erlangen. Organisationen, die Gefahren rechtzeitig identifizieren und handlungsfähig bleiben, können ihre Betriebskontinuität sicherstellen, finanzielle Verluste minimieren und ihre Reputation schützen. Darüber hinaus verbessert die Catastrophic Risk-Funktion die strategische Planungsfähigkeit, indem historische Daten mit zukünftigen Risikoprognosen kombiniert werden, um fundierte Entscheidungen zu ermöglichen.⁷⁷

⁷⁷ Interos.ai. (2025b). *Catastrophic Risk*. Retrieved 2025-01-18 from <https://www.interos.ai/catastrophic-risk-visibility/>

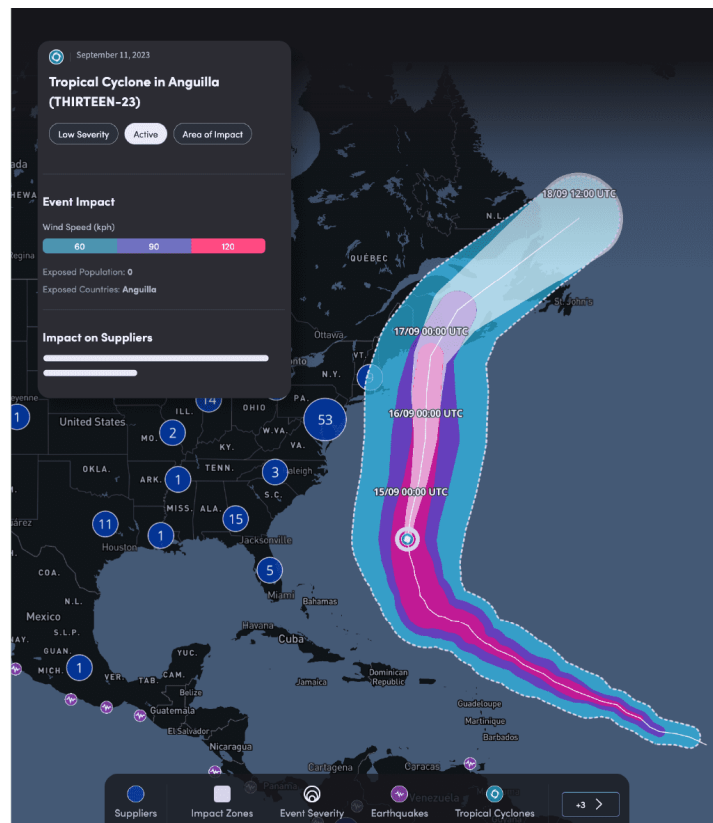


Abbildung 5: Catastrophic Risk - Visualisierung⁷⁸

3.2.3.2 Angewandte Technologie

KI-basierter Knowledge Graph

Der KI-basierte Knowledge Graph bildet das Herzstück der Plattform von Interos.ai und umfasst ein umfangreiches Modell, das über 400 Millionen Unternehmen und deren Abhängigkeiten darstellt. Mittels moderner Technologien wie Machine Learning und Natural Language Processing werden Daten aus diversen Quellen, darunter Finanzberichte, Nachrichtenfeeds und Standortinformationen, in Echtzeit analysiert. Diese umfassende Analyse ermöglicht eine präzise und dynamische Bewertung der Lieferketten, um potenzielle Risiken und Chancen frühzeitig zu identifizieren.

⁷⁸ Ibid.

i-Score
Ein wesentliches Element der Plattform stellt der i-Score dar, eine proprietäre Kennzahl zur Bewertung von Risiken und Chancen. Basierend auf einer Vielzahl von Faktoren wie finanzieller Stabilität, Historie der Compliance und geopolitischen Einflüssen wird ein spezifisches Risiko-Scoring für Lieferanten ermittelt. Diese differenzierte Analyse ermöglicht es Unternehmen, fundierte Entscheidungen im Hinblick auf ihre Lieferketten zu treffen und potenzielle Schwachstellen gezielt zu adressieren.
Big-Data-Architektur und Echtzeit-Überwachung
Die Big-Data-Architektur und Echtzeit-Überwachung der Plattform ermöglicht es, eine große Zahl von Lieferanten automatisiert und skalierbar zu überwachen. Durch den Einsatz von Cloud-Computing und leistungsstarken Analyseprozessen werden Veränderungen in den Risikofaktoren, wie beispielsweise neue Sanktionen, Naturereignisse oder finanzielle Instabilitäten, zeitnah erkannt. Die so gewonnenen Erkenntnisse werden in Form von Warnmeldungen aufbereitet, sodass Unternehmen zeitnah und effektiv auf die sich daraus ergebenden Handlungsoptionen reagieren können.
Personalisierte Risikomodelle
Ein weiterer Vorteil der Plattform besteht in den personalisierten Risikomodellen, welche von Unternehmen gemäß ihrer strategischen Ziele adaptiert werden können. Organisationen haben die Möglichkeit, eigene Schwellenwerte, Prioritäten und Risikokategorien zu definieren, um spezifische Anforderungen zu berücksichtigen. Darüber hinaus erlaubt die Plattform die Betrachtung von Risiken im Kontext der jeweiligen Geschäftsprozesse, beispielsweise durch die Fokussierung auf kritische Lieferanten für bestimmte Produkte oder Märkte.

Tabelle 7: Angewandte Technologie (Interos.ai)

3.2.3.3 Abgedeckte Risiken

Interos.ai bietet eine umfassende Risikobdeckung, die in sechs Hauptkategorien unterteilt ist und durch eine Vielzahl an Subfaktoren ergänzt wird. Diese mehrdimensionale Analyse ermöglicht es Unternehmen, sowohl kurzfristige Bedrohungen zu bewältigen als auch langfristige Schwachstellen in ihren Lieferketten zu erken-

nen und zu adressieren. Die folgenden Risikokategorien sind von besonderer Relevanz:

Finanzielle Risiken
Dazu zählen Insolvenzen, Liquiditätsengpässe und Zahlungsverzug. Diese Risiken können die Stabilität der Lieferkette erheblich beeinträchtigen und erfordern ein genaues Monitoring der finanziellen Gesundheit von Lieferanten.
Cyberisiken
Diese Kategorie umfasst Bedrohungen wie Ransomware-Angriffe, Datenlecks und ungesicherte IT-Infrastrukturen. Angesichts der zunehmenden Digitalisierung von Lieferketten ist der Schutz vor Cyberangriffen von entscheidender Bedeutung.
Regulatorische Risiken
Hierzu gehören Sanktionen, Offenlegungspflichten und die Einhaltung lokaler sowie internationaler Gesetze, beispielsweise Section 889 des US-amerikanischen Rechts oder die europäische DSGVO. Die Nichteinhaltung solcher Vorgaben kann schwerwiegende rechtliche und finanzielle Konsequenzen nach sich ziehen.
Geopolitische Risiken
Politische Spannungen, Konflikte und Handelsbarrieren stellen erhebliche Herausforderungen für globale Lieferketten dar. Diese Risiken können den Warenfluss behindern und strategische Anpassungen erforderlich machen.
Katastrophenrisiken
Naturkatastrophen wie Hurrikans, Überschwemmungen und Erdbeben sowie globale Pandemien können Lieferketten massiv stören. Die frühzeitige Identifikation solcher Risiken ermöglicht es Unternehmen, präventive Maßnahmen zu ergreifen.
ESG-Risiken
Diese Kategorie deckt Umweltverstöße, soziale Missstände und unethische Geschäftspraktiken wie Zwangsarbeit ab. Angesichts wachsender regulatorischer und gesellschaftlicher Anforderungen sind ESG-Kriterien essenziell für die nachhaltige Gestaltung von Lieferketten.

Tabelle 8: Abgedeckte Risiken (Interos.ai)

Die Stärke von Interos.ai liegt in der mehrdimensionalen Betrachtung dieser Risikokategorien. Traditionelle, eindimensionale Ansätze, wie etwa die Fokussierung auf reine Cyber- oder Finanzrisiken, werden hierbei übertroffen. Die Plattform ermöglicht durch die Integration diverser Risikofaktoren nicht nur die Identifikation gegenwärtiger Störungen, sondern unterstützt Unternehmen zudem bei der Erkennung langfristiger Schwachstellen in komplexen Lieferketten. Die Plattform ermöglicht es Organisationen, proaktiv und strategisch auf Risiken zu reagieren, ihre Betriebskontinuität sicherzustellen und ihre Wettbewerbsfähigkeit zu stärken.

4. Soll-Konzeption eines Frühwarnsystems für Lieferketten - Störungen

4.1 Zielsetzung

Das Ziel des vorliegenden Soll-Konzepts besteht in der Entwicklung eines generalisierten und idealtypischen Modells für ein Frühwarnsystem für Störungen in Lieferketten. Dabei werden die Stärken der drei analysierten Systeme (Sphera, Everstream Analytics und Interos.ai) integriert. Das Konzept beschreibt den inhaltlichen Aufbau und die zentralen Anforderungen eines solchen Systems, ohne eine konkrete Software zu entwickeln. Das Konzept stellt somit eine "Best-of"-Zusammenstellung der identifizierten Funktionen, Technologien und Ansätze dar.

4.2 Anforderungen

4.2.1 Funktionalität

Das System sollte folgende Funktionen erfüllen:

Risikofrüherkennung
Echtzeitüberwachung der Risiken
Dauerhafte Überwachung von Risiken
Identifikation und Bewertung potenzieller Risiken
Dynamische Risiko-Scorecards zur fundierten Entscheidungsfindung
Schnelle Reaktionszeiten auf Risiken
Verarbeitung sehr großer Datenmengen
Vorhersage von schwerwiegenden katastrophalen Risiken
Kombination externer Datenquellen mit internen Unternehmensdaten
Identifikation und schnelle Integration alternativer Lieferanten
Strategische, langzeitige Analysen
Automatisierung des Prozesses
einfache Integration in das Unternehmen
End-to-End-Transparenz der Lieferkette
Globale Risikoüberwachung

Automatische Kartierung aller relevanten Risiken
Dashboards für Transparenz
Entscheidungsunterstützung

Tabelle 9: Funktionalität (Soll-Konzept)

4.2.2 Abzudeckende Risiken

Eine Soll-Konzeption sollte außerdem folgende Risiken abdecken:

Finanzielle Risiken
Lieferantenausfälle, Preisschwankungen, Insolvenzen, Liquiditätsengpässe, Zahlungsverzug
Operative und logistische Risiken
logistische Engpässe, Transportstörungen, Kapazitätsbeschränkungen, Qualitätsprobleme, Produktionsstopps, Betriebsschließungen
Externe Risiken
Naturkatastrophen, globale Pandemien, extreme Wetterphänomene
Cyber- und IT-Risiken
Cyberangriffe, Datenlecks, systemweite IT-Ausfälle, Ransomware-Angriffe, ungesicherte IT-Infrastrukturen
Reputations- und ESG-Risiken
Verstöße gegen gesetzliche Vorgaben / ethischen Richtlinien, ESG-Kriterien, Nachhaltigkeitsstandards, soziale und ökologische Risiken
Strategische Risiken
Veränderungen in Nachfrage und Märkten
Geopolitische Risiken
Politische Instabilität, Konflikte, Handelsbarrieren, Sanktionen

Tabelle 10: Abzudeckende Risiken (Soll-Konzept)

4.2.3 Technologie

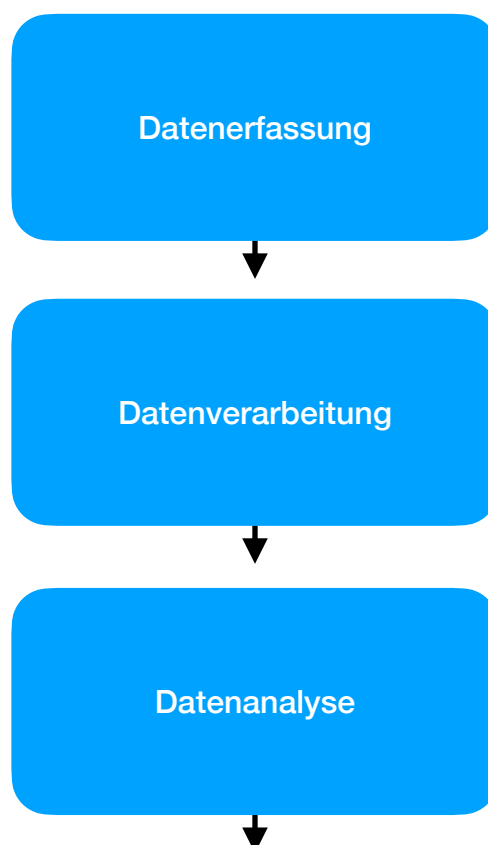
Die wichtigsten technologischen Merkmale eines Frühwarnsystemssystems:

Cloudbasierte Plattform
Big-Data-Analysen
KI-basierte Risikoerkennung
Integration interner und externer Daten
Digitaler Zwilling

Tabelle 11: Technologien (Soll-Konzept)

4.3 Inhaltlicher Aufbau

Die folgende Abbildung zeigt den groben Aufbau eines solchen Soll-Konzepts



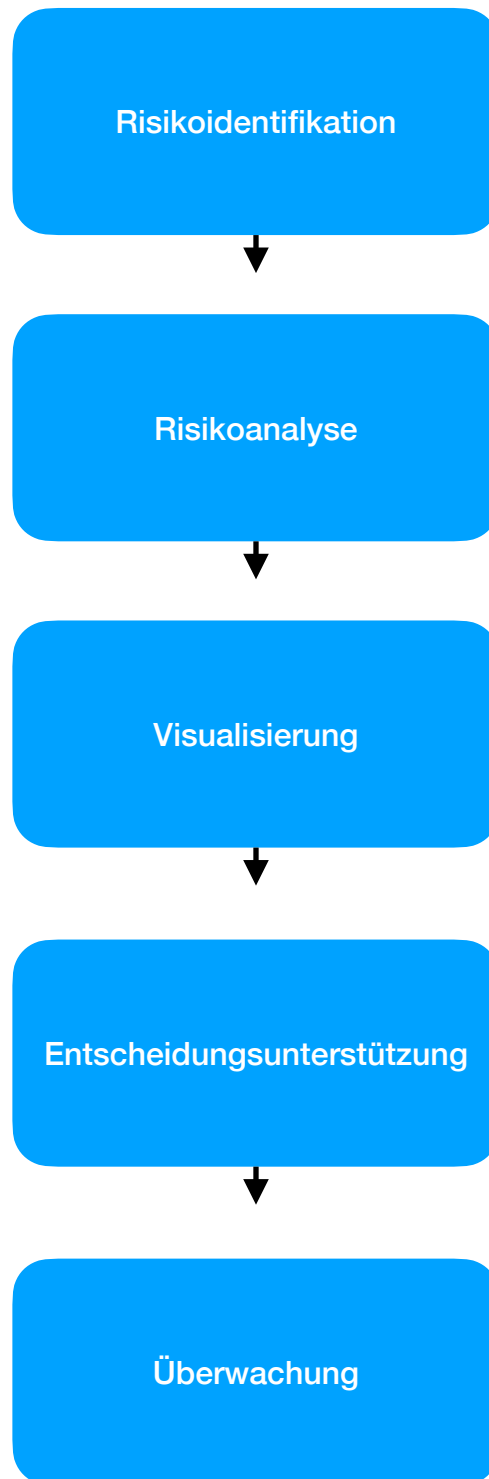


Abbildung 6: Inhaltlicher Aufbau (Soll-Konzept)

Das vorliegende Soll-Konzept eines Frühwarnsystems zur Bewältigung von Störungen in Lieferketten basiert auf einer systematisch aufgebauten Prozesskette, die sämtliche Schritte von der Erfassung relevanter Daten bis zur fortlaufenden Überwachung umfasst. Das primäre Ziel besteht darin, potenzielle Risiken frühzeitig zu identifizieren, umfassend zu bewerten und eine fundierte Entscheidungsgrundlage für proaktive Maßnahmen bereitzustellen.

Zu Beginn des Prozesses erfolgt die Datenerfassung, die auf der Sammlung eines breiten Spektrums an relevanten Informationen beruht. Hierzu zählen interne Unternehmensdaten, beispielsweise Produktions- und Bestandskennzahlen, externe Marktindikatoren sowie Echtzeitinformationen aus global verfügbaren Nachrichtenquellen. Diese heterogenen Datenquellen stellen die essenzielle Basis für die nachfolgenden Prozesse dar.

Im zweiten Prozessschritt, der Datenverarbeitung, liegt der Fokus auf der Harmonisierung und Integration der heterogenen Datenformate und -quellen. Ziel dieses Prozessschrittes ist die Schaffung einer konsistenten und qualitativ hochwertigen Datenbasis, welche eine Grundlage für weiterführende Analysen bietet. Zu diesem Zweck werden bewährte Methoden der Datenstandardisierung und -integration angewendet.

Im Anschluss erfolgt die Datenanalyse, bei der moderne Technologien wie maschinelles Lernen, Predictive Analytics und statistische Modelle genutzt werden, um Muster und Auffälligkeiten in den Daten zu identifizieren. Diese Analyse ermöglicht eine frühzeitige Identifikation potenzieller Risiken und liefert erste Hinweise auf mögliche Störungen.

Im Rahmen des nächsten Schrittes, der Risikoidentifikation, erfolgt eine systematische Untersuchung der analysierten Daten auf spezifische Risikofaktoren. In diesem Zusammenhang werden unter anderem finanzielle Instabilitäten von Lieferanten, politische oder natürliche Ereignisse, Cyberangriffe sowie regulatorische Veränderungen berücksichtigt. Ziel dieses Prozesses ist die präzise Erfassung aller potenziellen Risikotreiber.

Im Zuge der Risikoanalyse wird eine detaillierte Evaluation der identifizierten Risiken hinsichtlich ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit, ihrer potenziellen Auswirkungen sowie ihrer relativen Signifikanz vorgenommen. Die so ermittelten Daten bilden die Grundlage für eine Priorisierung der Risiken, sodass die Ressourcen effizient auf die gravierendsten Bedrohungen ausgerichtet werden können.

Ein zentraler Aspekt des vorliegenden Konzeptes ist die Visualisierung der Resultate. Zu diesem Zweck werden interaktive Dashboards, dynamische Risiko-Heatmaps und geografische Darstellungen eingesetzt, um komplexe Risikozusammenhänge anschaulich und nachvollziehbar darzustellen. Diese Visualisierungen erleichtern es Entscheidungsträgern, fundierte und zeitnahe Entscheidungen zu treffen.

Darüber hinaus ist das System mit einer Entscheidungsunterstützung ausgestattet, die durch automatisierte Handlungsempfehlungen, Echtzeitwarnungen und prädiktive Analysen ergänzt wird. Dieser Aspekt hebt das Frühwarnsystem deutlich von reinen Überwachungswerkzeugen ab, da es aktiv Lösungsvorschläge generiert und damit die Entscheidungsfindung beschleunigt.

Der abschließende Prozessschritt umfasst die kontinuierliche Überwachung des Systems. In diesem Prozess werden neue Daten sowie sich verändernde Risiken fortlaufend integriert. Diese dynamische Anpassungsfähigkeit gewährleistet, dass das System stets auf dem neuesten Stand bleibt und Unternehmen dabei unterstützt, ihre Lieferketten auch in volatilen Umgebungen stabil zu halten.

Das Konzept ermöglicht eine strukturierte Erfassung, Analyse und Kommunikation von Risiken. Es trägt nicht nur dazu bei, Unterbrechungen in Lieferketten zu minimieren, sondern leistet auch einen Beitrag zu einer nachhaltigeren und effizienteren Gestaltung des gesamten Lieferkettenmanagements.

4.4 Potenzielle Herausforderungen

Die Implementierung eines Frühwarnsystems zur Identifizierung von Störungen in Lieferketten ist mit einer Vielzahl potenzieller Herausforderungen verbunden, die auf unterschiedlichen Ebenen auftreten können. Eine der Problematiken betrifft die Qualität und Verfügbarkeit der erforderlichen Daten. Da ein Frühwarnsystem auf eine Vielzahl heterogener interner und externer Datenquellen angewiesen ist, besteht stets das Risiko, dass unvollständige, inkonsistente oder veraltete Informationen die Grundlage der Analysen bilden. Dies kann die Validität der Ergebnisse und die Verlässlichkeit der Risikoabschätzungen substantiell beeinträchtigen.

Ein weiteres zentrales Hindernis ist die technologische Komplexität, die mit der Implementierung eines leistungsfähigen Frühwarnsystems einhergeht. Die Kombination von prädiktiven Analysen mit Echtzeitüberwachung erfordert fortschrittliche Technologien, einschließlich künstlicher Intelligenz und cloudbasierter Infrastrukturen. Die Entwicklung, Integration und kontinuierliche Optimierung solcher Technologien erfordert spezialisierte Kenntnisse, die in vielen Unternehmen möglicherweise nicht in ausreichendem Maße intern verfügbar sind.

Die Kosten-Nutzen-Abwägung stellt eine signifikante Herausforderung dar. Die Entwicklung und der Betrieb eines Frühwarnsystems sind mit finanziellen Investi-

tionen verbunden, sodass Unternehmen sicherstellen müssen, dass der daraus resultierende Nutzen die Aufwendungen rechtfertigt. Es ist daher essenziell, eine Lösung zu finden, die sich durch Kosteneffizienz, Verlässlichkeit und Präzision auszeichnet. Insbesondere für kleinere Unternehmen kann der Ressourcenbedarf für derartige Systeme eine signifikante Herausforderung darstellen.

5. Fazit und Ausblick

5.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurde ein Soll-Konzept für ein Frühwarnsystem zur Bewältigung von Störungen in Lieferketten entwickelt. Dieses Konzept stellt eine methodische Herangehensweise dar, die darauf abzielt, Risiken frühzeitig zu identifizieren, umfassend zu analysieren und Entscheidungsgrundlagen für präventive Maßnahmen transparent bereitzustellen. Das Konzept umfasst eine strukturierte Prozesskette, die von der Datenerfassung und -aufbereitung über die Risikoanalyse bis hin zur Visualisierung und Entscheidungsunterstützung reicht. Dadurch werden Unternehmen in die Lage versetzt, ihre Lieferketten widerstandsfähig und stabil zu gestalten. Mithilfe moderner Technologien, insbesondere künstlicher Intelligenz und prädiktiver Analyseverfahren, können Risiken mit größerer Präzision bewertet und potenzielle Störungen schneller adressiert werden. Die Integration vielfältiger Datenquellen in Verbindung mit interaktiven Visualisierungswerkzeugen fördert ein tiefgehendes Verständnis der komplexen Abhängigkeiten innerhalb der Lieferkette. Dies ermöglicht es Entscheidungsträgern, zeitgerechte Maßnahmen zu ergreifen. Gleichzeitig wird die Reaktionsfähigkeit auf identifizierte Risiken gestärkt, wodurch die Basis für ein langfristig robustes und effektives Risikomanagement geschaffen wird. Das entwickelte Konzept stellt somit eine sowohl theoretisch fundierte als auch praxisorientierte methodische Grundlage bereit, die es Unternehmen ermöglicht, die Robustheit ihrer Lieferketten nachhaltig zu erhöhen und sich besser auf unvorhersehbare Störungen einzustellen.

5.2 Zukunftsperspektiven und mögliche Entwicklungen

Wie bereits aus der Analyse hervorgeht, spielt die Technologie der künstlichen Intelligenz eine zentrale Rolle in der Ausgestaltung eines solchen Frühwarnsystems. Mit der fortschreitenden Entwicklung und dem zunehmenden Einsatz von KI wird das Potenzial solcher Systeme erheblich erweitert. Die Möglichkeit, Entscheidungen schneller und auf Basis präziser Risikoerkennung zu treffen, führt dazu, dass potenzielle Störungen frühzeitig verhindert werden können. Darüber hinaus kann KI durch die Verarbeitung großer Datenmengen in Echtzeit die Effizienz und

Nachhaltigkeit von Lieferketten verbessern.⁷⁹ Die ökonomischen Konsequenzen der Implementierung generativer künstlicher Intelligenz sind signifikant. Schätzungen zufolge hat der Einsatz dieser Technologie das Potenzial, jährlich einen zusätzlichen Wert von bis zu 4,4 Billionen US-Dollar zur globalen Wirtschaftsleistung beizutragen.⁸⁰ Gemäß Prognosen wird die Marktgröße mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 27,74 % expandieren. Basierend auf diesen Prognosen wird für das Jahr 2030 ein Marktvolumen von voraussichtlich 755,50 Milliarden Euro erwartet.⁸¹ Diese Entwicklungen könnten zu einer signifikanten Effizienzsteigerung der Frühwarnsysteme führen und deren Leistungsfähigkeit sowie die Präzision bei der Identifikation und Bewertung von Risiken weiter verbessern.

⁷⁹ Bennett, M. (2024). *The future of AI: What to expect in the next 5 years*. Retrieved 2025-01-19 from <https://www.techtaraget.com/searchenterpriseai/tip/The-future-of-AI-What-to-expect-in-the-next-5-years>

⁸⁰ McKinsey&Company. (2024). *What's the future of AI?* Retrieved 2025-01-19 from <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/whats-the-future-of-ai>

⁸¹ Statista. (2024). *Künstliche Intelligenz - Weltweit*. Retrieved 2025-01-19 from <https://de.statista.-com/outlook/tmo/kuenstliche-intelligenz/weltweit>

Quellenverzeichnis

- Acharya, A., Singh, S. K., Pereira, V., & Singh, P. (2018). Big data, knowledge co-creation and decision making in fashion industry. *International Journal of Information Management*, 42, 90-101. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.06.008>
- Alicke, K., Barriball, E., & Trautwein, V. (2021). *How Covid-19 is Reshaping Supply Chains*. <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/how-covid-19-is-reshaping-supply-chains>
- Analytics, E. (2025a). Retrieved 2025-01-18 from <https://www.everstream.ai/de/ueber-everstream/>
- Analytics, E. (2025b). *Everstream Discover*. Retrieved 2025-01-18 from <https://www.everstream.ai/de/discover-supply-chain-mapping/>
- Analytics, E. (2025c). *Everstream Explore*. Retrieved 2025-01-18 from <https://www.everstream.ai/de/explore-lieferanten-risiko/>
- Analytics, E. (2025d). *Everstream Reveal*. Retrieved 2025-01-18 from <https://www.everstream.ai/de/supply-chain-risk-management-software/>
- Analytics, E. (2025e). *SCRM*. Retrieved 2025-01-18 from <https://www.everstream.ai/de/plattform-lieferketten-transparenz/>
- Aqlan, F., & Lam, S. S. (2015). Supply chain risk modelling and mitigation. *International Journal of Production Research*, 53(18), 5640-5656. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1047975>
- Baryannis, G., Validi, S., Dani, S., & Antoniou, G. (2019). Supply chain risk management and artificial intelligence: state of the art and future research directions. *International Journal of Production Research*, 57(7), 2179-2202. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1530476>
- Bennett, M. (2024). *The future of AI: What to expect in the next 5 years*. Retrieved 2025-01-19 from <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/tip/The-future-of-AI-What-to-expect-in-the-next-5-years>
- Bowen, F., & Siegler, J. (2024). The role of visibility in supply chain resiliency: Applying the Nexus supplier index to unveil hidden critical suppliers in deep supply networks. *Decision Support Systems*, 176, 114063. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.dss.2023.114063>
- Bühler, A., Wallenburg, C. M., & Wieland, A. (2016). Accounting for external turbulence of logistics organizations via performance measurement systems. *Supply Chain Management: An International Journal*, 21(6), 694-708. <https://doi.org/10.1108/SCM-02-2016-0040>
- Buzacott, J. A., & Steve Peng, H. (2012). Contract design for risk sharing partnerships in manufacturing. *European Journal of Operational Research*, 218(3), 656-666. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejor.2011.12.008>
- Byrne, P. M. (2005). RFID: Unlocking high performance in supply chain planning. *Logistics Management*, 44(9), 29.

- Chen, H., Chiang, R. H. L., & Storey, V. C. (2012). Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact. *MIS Quarterly*, 36(4), 1165-1188. <https://doi.org/10.2307/41703503>
- Chopra, S., & Sodhi, M. (2014). Reducing the risk of supply chain disruptions. *MIT Sloan management review*, 55(3), 73-80.
- Diabat, A., Govindan, K., & Panicker, V. V. (2012). Supply chain risk management and its mitigation in a food industry. *International Journal of Production Research*, 50(11), 3039-3050. <https://doi.org/10.1080/00207543.2011.588619>
- Diehl, D., & Spinler, S. (2013). Defining a common ground for supply chain risk management – a case study in the fast-moving consumer goods industry. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 16(4), 311-327. <https://doi.org/10.1080/13675567.2013.813443>
- Elluru, S., Gupta, H., Kaur, H., & Singh, S. P. (2019). Proactive and reactive models for disaster resilient supply chain. *Annals of Operations Research*, 283(1), 199-224. <https://doi.org/10.1007/s10479-017-2681-2>
- Er Kara, M., Oktay Firat, S. Ü., & Ghadge, A. (2020). A data mining-based framework for supply chain risk management. *Computers & Industrial Engineering*, 139, 105570. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.12.017>
- Fan, Y., & Stevenson, M. (2018). A review of supply chain risk management: definition, theory, and research agenda. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 48(3), 205-230. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-01-2017-0043>
- Guertler, B., & Spinler, S. (2015). Supply risk interrelationships and the derivation of key supply risk indicators. *Technological Forecasting and Social Change*, 92, 224-236. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.09.004>
- Hachicha, W., & Elmsalmi, M. (2014). An integrated approach based-structural modeling for risk prioritization in supply network management. *Journal of Risk Research*, 17(10), 1301-1324. <https://doi.org/10.1080/13669877.2013.841734>
- Hajmohammad, S., & Vachon, S. (2016). Mitigation, avoidance, or acceptance? Managing supplier sustainability risk. *Journal of Supply Chain Management*, 52(2), 48-65.
- Ho, W., Zheng, T., Yildiz, H., & Talluri, S. (2015). Supply chain risk management: a literature review. *International Journal of Production Research*, 53(16), 5031-5069. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1030467>
- Interos.ai. (2025a). Retrieved 2025-01-18 from <https://www.interos.ai/why-interos/>
- Interos.ai. (2025b). *Catastrophic Risk*. Retrieved 2025-01-18 from <https://www.interos.ai/catastrophic-risk-visibility/>
- Interos.ai. (2025c). *Compliance*. Retrieved 2025-01-18 from <https://www.interos.ai/solutions/compliance-risk/>
- Interos.ai. (2025d). *Procurement*. Retrieved 2025-01-18 from <https://www.interos.ai/solutions/procurement-risk/>
- Interos.ai. (2025e). *Resilience Watchtower*. Retrieved 2025-01-18 from <https://www.interos.ai/resilience-watchtower/>

- Intrieri, E., Gigli, G., Mugnai, F., Fanti, R., & Casagli, N. (2012). Design and implementation of a landslide early warning system. *Engineering Geology*, 147-148, 124-136. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2012.07.017>
- Kayis, B., & Dana Karningsih, P. (2012). SCRIS. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 23(7), 834-852. <https://doi.org/10.1108/17410381211267682>
- Kern, D., Moser, R., Hartmann, E., & Moder, M. (2012). Supply risk management: model development and empirical analysis. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 42(1), 60-82. <https://doi.org/10.1108/09600031211202472>
- Klassen, R. D., & Vereecke, A. (2012). Social issues in supply chains: Capabilities link responsibility, risk (opportunity), and performance. *International Journal of Production Economics*, 140(1), 103-115. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.01.021>
- Kumar, S. K., Tiwari, M. K., & Babiceanu, R. F. (2010). Minimisation of supply chain cost with embedded risk using computational intelligence approaches. *International Journal of Production Research*, 48(13), 3717-3739. <https://doi.org/10.1080/00207540902893425>
- Lavastre, O., Gunasekaran, A., & Spalanzani, A. (2012). Supply chain risk management in French companies. *Decision Support Systems*, 52(4), 828-838. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.dss.2011.11.017>
- McKinsey&Company. (2024). *What's the future of AI?* Retrieved 2025-01-19 from <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/whats-the-future-of-ai>
- Park, M., & Singh, N. P. (2023). Predicting supply chain risks through big data analytics: role of risk alert tool in mitigating business disruption. *Benchmarking: An International Journal*, 30(5), 1457-1484. <https://doi.org/10.1108/BIJ-03-2022-0169>
- Rezki, N., & Mansouri, M. (2023). Improving supply chain risk assessment with artificial neural network predictions. *Acta Logistica*, 10(4), 645-658.
- Sanders, N. R. (2016). How to use big data to drive your supply chain. *California Management Review*, 58(3), 26-48.
- Sarker, S., Engwall, M., Trucco, P., & Feldmann, A. (2016). Internal Visibility of External Supplier Risks and the Dynamics of Risk Management Silos. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 63(4), 451-461. <https://doi.org/10.1109/TEM.2016.2596144>
- Sheffi, Y., & Rice Jr, J. B. (2005). A supply chain view of the resilient enterprise. *MIT Sloan management review*.
- Smith, M. B., Chiovaro, J. C., O'Neil, M., Kansagara, D., Quiñones, A. R., Freeman, M., Motu'apuaka, M. L., & Slatore, C. G. (2014). Early warning system scores for clinical deterioration in hospitalized patients: a systematic review. *Annals of the American Thoracic Society*, 11(9), 1454-1465.
- Sodhi, M. S., Son, B. G., & Tang, C. S. (2012). Researchers' perspectives on supply chain risk management. *Production and operations management*, 21(1), 1-13.
- Sphera. (2022). *Supply Chain Resilience with Sphera Sub-tier Visibility*. Retrieved 2025-01-18 from <https://sphera.com/wp-content/uploads/2024/06/CS3D-SPHERA-Res-Deutz-Case-Study.pdf>

- Sphera. (2024a). Retrieved 2025-01-18 from <https://sphera.com/de/unternehmen/was-wir-tun/>
- Sphera. (2024b). *Compliance Incident Management*. Retrieved 2025-01-18 from <https://sphera.com/de/loesungen/supply-chain-transparency/sphera-supply-chain-risk-management-scrm/compliance-incident-management/>
- Sphera. (2024c). *Impact Analyzer*. Retrieved 2025-01-18 from <https://sphera.com/de/loesungen/supply-chain-transparency/sphera-supply-chain-risk-management-scrm/impact-analyzer/>
- Sphera. (2024d). *Risk Assessment*. Retrieved 2025-01-18 from <https://sphera.com/de/loesungen/supply-chain-transparency/sphera-supply-chain-risk-management-scrm/risk-assessment/>
- Sphera. (2024e). *Risk Radar*. Retrieved 2025-01-18 from <https://sphera.com/de/supply-chain-transparency/sphera-supply-chain-risk-management-scrm/risk-radar/>
- Sphera. (2024f). *Sub-Tier Visibility*. Retrieved 2025-01-18 from <https://sphera.com/de/loesungen/supply-chain-transparency/sphera-supply-chain-risk-management-scrm/sub-tier-visibility/>
- Sphera. (2024g). *Supply Chain Risk Management*. Retrieved 2025-01-18 from <https://sphera.com/de/loesungen/supply-chain-transparency/sphera-supply-chain-risk-management-scrm/>
- Stampe, L., & Hellingrath, B. (2021, 2021//). Risk Indicators and Data Analytics in Supply Chain Risk Monitoring. Logistics Management, Cham.
- Stankiewicz, J., Bindi, D., Oth, A., & Parolai, S. (2013). Designing efficient earthquake early warning systems: case study of Almaty, Kazakhstan. *Journal of Seismology*, 17(4), 1125-1137. <https://doi.org/10.1007/s10950-013-9381-4>
- Statista. (2024). *Künstliche Intelligenz - Weltweit*. Retrieved 2025-01-19 from <https://de.statista.com/outlook/tmo/kuenstliche-intelligenz/weltweit>
- Storey, M. V., van der Gaag, B., & Burns, B. P. (2011). Advances in on-line drinking water quality monitoring and early warning systems. *Water Research*, 45(2), 741-747. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.watres.2010.08.049>
- Tang, C. S. (2006). Perspectives in supply chain risk management. *International Journal of Production Economics*, 103(2), 451-488. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2005.12.006>
- Thun, J.-H., & Hoenig, D. (2011). An empirical analysis of supply chain risk management in the German automotive industry. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 242-249. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.10.010>
- Tummala, R., & Schoenherr, T. (2011). Assessing and managing risks using the Supply Chain Risk Management Process (SCRMP). *Supply Chain Management: An International Journal*, 16(6), 474-483. <https://doi.org/10.1108/13598541111171165>
- UNDRR. (2016). Report of the open-ended intergovernmental expert working group on indicators and terminology relating to disaster risk reduction.

- Venkatesh, V. G., Rathi, S., & Patwa, S. (2015). Analysis on supply chain risks in Indian apparel retail chains and proposal of risk prioritization model using Interpretive structural modeling. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 26, 153-167. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2015.06.001>
- Wittenbrink, P. (2014). Strategische Positionierung und Risikomanagement. In P. Wittenbrink (Ed.), *Transportmanagement: Kostenoptimierung, Green Logistics und Herausforderungen an der Schnittstelle Rampe* (pp. 47-71). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-8349-3825-1_3

Übersicht verwendeter Hilfsmittel

Für die Erstellung dieser Bachelorarbeit kamen verschiedene IT-/KI-gestützte Schreibwerkzeuge zum Einsatz, um die Effizienz und Klarheit der Forschung und Ausarbeitung zu verbessern. Nachfolgend sind die beiden verwendeten Werkzeuge aufgeführt:

1. GPT-4 von OpenAI (<https://chat.openai.com>): In dieser Bachelorarbeit wurde das Sprachmodell GPT-4 verwendet, um Formulierungsvorschläge für einen klareren und verständlicheren Satzbau zu erhalten, den Text auf Rechtschreibung und Grammatik zu überprüfen sowie Unterstützung beim Paraphrasieren von Zitaten zu bieten.
2. Turnitin (<https://hsnu.turnitin.com/home/>): Um die Einzigartigkeit der Arbeit sicherzustellen, kam das Plagiatprüfungstool Turnitin zum Einsatz. Es führte umfassende Plagiatsprüfungen durch und deckte potenzielle Quellen von Textähnlichkeiten auf.

Die Verwendung dieser Hilfsmittel erfolgte in Übereinstimmung mit den akademischen Richtlinien und Vorgaben der Hochschule für angewandte Wissenschaften Neu-Ulm. Jegliche Auswirkungen dieser Werkzeuge auf den Inhalt der Arbeit wurden sorgfältig geprüft und sie wurden ausschließlich zur Verbesserung der Verständlichkeit der wissenschaftlichen Forschung eingesetzt. Die transparente Auflistung dieser Hilfsmittel gewährleistet, dass die Integrität und Originalität dieser Abschlussarbeit respektiert werden.