

Zusammenfassung der Promotionsschrift

**Eine Bow Tie-basierte Barrieren Management Methode
für die Risikosteuerung im Facility Management von
Hyperscale-Rechenzentren**

zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.)

an der Fakultät Bauingenieurwesen der
Bauhaus-Universität Weimar

vorgelegt von

Jürgen Bieser

geb. 12.04.1963 in Heidesheim am Rhein, Deutschland

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Bargstädt

Status des Doktoranden: extern

Weimar, *Dezember 2023*

Problemstellung und Zielsetzung der Arbeit

1. Das Thema Risikomanagement (RM) für Industrieunternehmen, im Speziellen Rechenzentren (RZ), gewinnt zunehmend an Bedeutung und ist mittlerweile in vielen Gesetzen verankert. Durch die zunehmende Internationalisierung und globale Zusammenarbeit wurden Rahmenwerke für das RM entwickelt, um die vielfältigen Vorgaben zu strukturieren und Leitplanken aufzustellen zur Erfüllung von gesetzlichen Anforderungen sowie Kunden- und Marktbedürfnissen. Internationale Normen wie ISO 31000 und COSO sind die am weitesten verbreiteten und bekanntesten Rahmenwerke des Enterprise Risk Managements (ERM). ERM wird in der Literatur als moderner RM-Ansatz definiert und soll Unternehmen in der Steuerung signifikanter Risiken unterstützen.
2. Im Zusammenhang mit dem Gebäudebetrieb gibt es allein in Deutschland etwa 2000 für das Facility Management (FM) als relevant erachtete Regelwerke und Gesetze. Zusätzlich werden die Betreiber vertraglich verpflichtet, Standards und Normen umzusetzen und durch externe Zertifizierer nachzuweisen. Durch die Vielzahl von Vorgaben geht die Übersicht und besonders die Verknüpfung der für das ERM relevanten Elemente zu den operativen Risiken verloren. Das Ziel einer wirksamen Risikosteuerung wird somit nicht erreicht.
3. Im Rahmen der Digitalisierung steigt der Bedarf an großen Rechenzentren, wofür insbesondere das starke Wachstum von Cloud Service Dienstleistern ursächlich ist. Die Anzahl dieser Spezialimmobilien, den sogenannten Hyperscale-Rechenzentren (HRZ), wird sich mittelfristig verdoppeln.
4. HRZ sind sowohl vom Aufbau der Gebäudestruktur als auch den prozessualen Abläufen im Facility Management (FM) untereinander sehr ähnlich. Dies bietet großes Potenzial einer Standardisierung und Skalierung. Verfügbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Rechtssicherheit stehen im Fokus und sind integraler Bestandteil des ERM der Betreiber, die sowohl Hyperscale-Unternehmen als auch Co-Location Anbieter infrastruktureller Dienstleistungen inklusive FM sein können.
5. Aufgrund der Bedeutung für Wirtschaft und Gesellschaft gehört diese Assetklasse in Deutschland zur kritischen Infrastruktur (KRITIS) und unterliegt ab einer vertraglich vereinbarten IT-Leistung von 3,5 Megawatt besonderen gesetzlichen Anforderungen.
6. Betreiber stehen vor der Herausforderung, dass bislang keine effektiven RM-Systeme verfügbar sind, die technische und regulatorische Risiken im Facility Management von HRZ abbilden und auch die tatsächlichen bzw. vertraglichen Besonderheiten berücksichtigen.
7. Trotz vielfältiger Methoden, Systeme und administrativer Vorgaben, die enorme personelle Ressourcen benötigen, ereignen sich (Beinahe-)Ausfälle mit signifikanten Auswirkungen auf die Reputation und teils hohen ökonomischen Schäden durch Strafzahlungen und Schadenersatzforderungen.
8. ERM-Begrifflichkeiten sind in der Literatur unscharf definiert, was die Vergleichbarkeit von verschiedenen Umsetzungsmöglichkeiten erschwert, und zu unsystematischen Silolösungen führen kann.
9. Für jeden Lifecycle-Abschnitt (Planung-Design-Bau-Betrieb-Verwertung) gibt es unterschiedliche phasentypische Prozesse und Verfahren zur Gefährdungs- und Risikoermittlung. Diese Arbeit fokussiert sich speziell auf operative Risiken in der Betriebsphase, da diese den wirtschaftlich relevanten Teil abbilden.

10. In der Regel fehlen statistische Werte zu Ausfallwahrscheinlichkeiten und Fehlereintrittsraten in der operativen Phase für quantitative Risikoberechnungen. Daher eignet sich vornehmlich ein qualitatives Verfahren für die Risikobewertung, basierend auf Expertenwissen und Betriebserfahrungen, um so ein realistischeres Abbild zu schaffen.
11. Die wesentlichen Risiken im Betrieb von HRZ umfassen externe Einflüsse, wie Ausfälle oder Störungen in Versorgungs- und Kommunikationsnetzen und interne Risiken innerhalb des Campus oder der Gebäude, wie Ausfälle oder Störungen versorgungstechnischer Systeme.
12. Bow Tie Diagramme werden seit den 90er Jahren in der Öl- und Gas- sowie der Prozessindustrie zur Visualisierung von Ursachen, Auswirkungen und Schutzeinrichtungen in Hochrisikoszenarien eingesetzt. Bow Tie Analysen gelten daher als etabliertes Werkzeug im Risikomanagement zur Minimierung von Arbeitsschutzrisiken und gesundheitlichen Gefährdungen von Mitarbeitenden und der Bevölkerung.
13. Das Ziel dieser Arbeit besteht darin, Bow Tie Diagramme als zentrales Werkzeug der Darstellung von Risikoszenarien für die Entwicklung der RM-Methode zur Risikominimierung von branchentypischen Geschäftsrisiken in HRZ zu verwenden. Die Terminologie und Regeln zur Erstellung qualitativ hochwertiger Szenario-Diagramme werden branchenspezifisch angepasst.
14. Im Diagramm sind entscheidende Steuerungselemente zur Risikoreduzierung oder -eliminierung, sog. „Barrieren“, dargestellt. Doch Barrieren können versagen. Daher müssen Organisationen Anstrengungen unternehmen, um Barrieren für ihren jeweiligen Anwendungszweck zu qualifizieren („Barrieren Validierung“) sowie Schwachstellen im Barrieren Lifecycle und Lücken im Managementsystem zu identifizieren und zu beseitigen. Somit wird die Zuverlässigkeit über den gesamten Lebenszyklus aufrechterhalten. Dies wird in dieser Arbeit als Barrieren Management definiert.
15. Die Arbeit soll eine effiziente und nachhaltige RM-Methode für den Betrieb von HRZ aufzeigen, mit dem Fokus auf die Barrieren Validierung und eine operative Umsetzung des Barrieren Managements durch schlanke Prozesse im Facility Management Framework (FMF).

Stand der Wissenschaft

16. Aktuelle Forschungsprojekte untersuchen spezielle Themenkomplexe in einzelnen Lifecycle-Phasen. Beispielsweise gibt es seit 2020 eine Kooperation mehrerer Industriepartner und staatlicher Institute zum Thema BIM-basiertes Risikomanagement und Publikationen zu „Maßnahmen zur Umsetzung eines effizienten RM bei Bauprojekten“.
17. Sowohl Bow Tie Gefahrenanalysen als auch Barrieren Management Ansätze wurden in wissenschaftlichen Projekten erforscht. Sie beschränken sich auf die Anwendung in den Branchen Öl- und Gas-, der Prozessindustrie, Luftfahrt und Sicherheitsdiensten. Hinsichtlich der Forschung im Bereich von Geschäftsrisiken konnten keine Ergebnisse ausfindig gemacht werden.
18. Enterprise Risk Management ist eine noch recht junge wissenschaftliche Disziplin. Es existieren Veröffentlichungen in den Kombinationen allgemeines FM und RM, bzw. Rechenzentren und RM. Jedoch gibt es Lücken hinsichtlich wissenschaftlicher Ergebnisse für das operative RM im FM in Rechenzentren.

Eingesetzte Methoden

19. Eine Literaturstudie und Interviews mit international erfahrenen Experten und Geschäftsführern der RZ-Branche sowie eigene Beobachtungen bilden die Basis dieser Arbeit und identifizieren die Forschungslücke. Die Ergebnisse wurden vom Autor bereits veröffentlicht und untermauern die Problemstellung.
20. Es wird ein branchenspezifisches Referenzmodell entwickelt, welches fünf spezifische Module zu einer Barrieren Management Methode verknüpft. Über Bow Tie Diagramme werden interne und externe Top-Gefahrenszenarien erstellt. Die Aktualisierung der Barrieren erfolgt über einen Lifecycle-Ansatz in Kombination mit einem Facility Management Framework, einer zyklischen Auditierung und einem transparenten Berichtswesen.
21. Für die Validierung kritischer Barrieren wurde ein besonderes branchenbezogenes Verfahren entwickelt.
22. Eine spezielle Bow Tie Software unterstützt die transparente Darstellung komplexer Risikosachverhalte und hilft international agierenden HRZ-Unternehmen hinsichtlich konsistenter Nutzung und Erweiterbarkeit.

Wesentliche Ergebnisse

23. Die wesentlichen Gefahrenszenarien für FM untergliedern sich in interne und externe Ereignisse. Beispiele beider Arten von Szenarien werden in Bow Tie Diagrammen dargestellt. Durch die gewonnene Übersichtlichkeit lassen sich Zusammenhänge von Ursachen und Auswirkungen sowie die Verteilung der Barrieren sehr gut erkennen und verstehen. Dadurch wird es möglich, unzureichend abgedeckte Ursachen festzustellen und die Gewichtung von Prävention und Reaktion innerhalb der Gefahrenszenarien sichtbar zu machen. Dies unterstützt eine risikobasierte Entscheidungsfindung und erleichtert die Maßnahmenplanung.
24. Bow Tie Diagramme enthalten HRZ-relevante Attribute und Metadaten, die eine Bewertung von Kontrollmaßnahmen ermöglichen. Über ein gezieltes Validierungsverfahren werden obligatorische und kritische Barrieren im Kontext qualifiziert.
25. Die Verknüpfung der Risikokontrollmaßnahmen mit den Aktivitäten aus dem Facility Management Framework stellt sicher, dass Barrieren im gesamten Lifecycle wirksam und zuverlässig bleiben.
26. Regelmäßige Trainings von Gefahrenszenarien erhöhen das Risikobewusstsein und die Akzeptanz der Belegschaft und leisten einen wesentlichen Beitrag zur Weiterqualifizierung.
27. Der Nutzen der Arbeit ist ein wirksames und transparentes ERM im Betrieb von HRZ, welches Risiken systematisch überwacht und steuert. Dadurch wird die Effizienz sowohl ablauf- als auch aufbauorganisatorisch, z. B. bezüglich einzusetzender Ressourcen, verbessert.
28. Die Anwendung der entwickelten Barrieren Management Methode wird risikorelevante Elemente aus dem Facility Management Framework stärken und mittelfristig kritische Ereignisse und Ausfälle im FM mindern. Dies führt zu einer signifikanten Reduzierung tatsächlicher operativer Risiken.


Unterschrift Betreuer
Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Bargstädt