



**BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTAL**

**Bewertung von Risiken beim Einsatz neuer Technologien im Anlagenbau –
Risikotransfer an Projektversicherungen und Möglichkeiten einer
Folgenabschätzung vor der Projektrealisierung**

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der

Sicherheitswissenschaften (Dr. rer. sec.)

in der

Fakultät für Maschinenbau und Sicherheitstechnik

der

Bergischen Universität Wuppertal

vorgelegt von

Dipl.-Ing. (TU), Dipl.-Wirt. Ing. (FH) Thomas Michael Gebert
aus Staffeln (CH)

Wuppertal 2020

Die Dissertation kann wie folgt zitiert werden:

urn:nbn:de:hbz:468-20200511-081123-5

[<http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=urn%3Anbn%3Ade%3Ahbz%3A468-20200511-081123-5>]

DOI: 10.25926/yyz2-z810

[<https://doi.org/10.25926/yyz2-z810>]

Erklärung des Verfassers

Ich versichere, dass ich die Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie Zitate kenntlich gemacht habe. Mit Abgabe der Abschlussarbeit erkenne ich an, dass die Arbeit durch Dritte eingesehen und unter Wahrung urheberrechtlicher Grundsätze zitiert werden darf. Ferner stimme ich zu, dass die Arbeit durch das Fachgebiet an Dritte zur Einsichtnahme herausgegeben werden darf.

Thomas Gebert

Staffeln, 10.04.2020

Inhaltsverzeichnis

<i>Danksagung</i>	1
<i>Kurzfassung</i>	2
<i>Abstract</i>	3
1 Einleitung	4
1.1 Zielstellung	7
1.2 Herangehensweise	10
1.3 Risikodefinition	14
2 Herausforderungen im Großanlagenbau	17
2.1 Beispiele für Kapazitätssteigerungen der Anlagen	17
2.2 Maßstabvergrößerung verfahrenstechnischer Prozesse.....	18
2.3 Funktionsfähigkeit von Anlagen mit neuen Technologien oder größeren Maßstäben	21
2.4 Zusammenfassung.....	25
3 Risikolandschaft von Anlagenbauprojekten	26
3.1 Risikoursachen	27
3.1.1 Umweltrisiken – Ort der Projektrealisierung	27
3.1.2 Interne Projektrisiken – Art des Projektes	28
3.1.3 Akteur-Risiken	29
3.1.4 Wirkungsbezogene Projektrisiken.....	29
3.2 Risiken neuer Technologien in der Fachliteratur	31
3.3 Risiken von Bau- und Anlagenbauprojekten im Vergleich	33
3.4 Zusammenfassung.....	34
4 Anlagenbauverträge	36
4.1 Risikoteilung	36
4.2 Versicherungsumfang.....	37
4.3 Reifegrad der zu verwendenden Technologie	41
4.4 Sicht der Fremdkapitalgeber	42
4.5 Arbeitsschutzvorgaben in den Anlagenbauverträgen.....	43

4.6	Zusammenfassung.....	43
5	Projektversicherungen.....	44
5.1	Montageversicherung in Deutschland – AMoB 2011.....	44
5.2	Laufzeit der Montageversicherung.....	46
5.3	Internationale Montageversicherungen	46
5.4	Wichtigste Deckungserweiterungen der Montageversicherung.....	47
5.5	Rückversicherung und internationale Versicherungsprogramme.....	49
5.6	Internationale Rückversicherungszentren am Beispiel des „Londoner – Marktes“	50
5.7	Anlagenbauprojekte aus der Sicht des Projektversicherers	51
5.8	Underwriting von Großprojekten.....	53
5.8.1	Projektpräsentation	54
5.8.2	Ablauf des Underwritings.....	56
5.9	Risikobewertung	59
5.9.1	Naturgefahren	59
5.9.2	Risiken von Sachschäden durch die Projektdurchführung.....	59
5.9.3	Risikolandschaft aus der Sicht des Projektversicherers	63
5.9.4	Risiken durch neue Technologien	66
5.10	Maximalschaden und Risikobereitschaft	67
5.11	Definition von Prototypen oder neuen, unerprobten Technologien	68
5.12	Deckungsausschlüsse	72
5.12.1	Montageversicherungsbedingungen AMoB des GDV	72
5.12.2	MunichRe – Erection All Risk	73
5.12.3	Design Exclusion Clauses – DE Clauses (1995).....	74
5.12.4	London Engineering Group (LEG Group)	75
5.12.5	Vergleich der Deckungskonzepte	77
5.12.6	Anwendbarkeit von Ausschlüssen	78
5.13	Zusammenfassung.....	79
6	Schadenstatistik.....	81
6.1	IMIA-Gesamtprämien	81
6.2	GDV-Gesamtprämien	84
6.3	IMIA-Schadenstatistiken (Prämien und Schäden)	84

6.4	GDV-Schadenstatistiken	87
6.5	Schadenursachen	88
6.6	Zusammenfassung.....	93
7	<i>Beispiele für Schäden durch neue Technologien</i>	94
7.1	Eisenerzdirektreduktion mit Wasserstoff in der zirkulierenden Wirbelschicht – Circored ...	94
7.1.1	Sicht der Projektversicherer	98
7.2	T24 als Kesselwerkstoff für Kohlekraftwerksgeneration.....	100
7.2.1	Reaktion der Projektversicherer auf die beispiellose Großschadenserie.....	104
7.2.2	Zusatzrisiko T24 als Verdampferwerkstoff	106
7.2.3	Bewertung der T24-Problematik.....	107
7.3	Abschätzung der Sicherheitsniveaus von Circored und T24	107
7.4	Zusammenfassung.....	109
8	<i>Risikogerechtes Verhalten beim Umgang mit neuen Technologien</i>	111
8.1	Verbesserte Risikobewertung durch Versicherer	112
8.2	Maßnahmen der Versicherer bei neuen Technologien	115
8.3	Tarifierung von Risiken mit neuen Technologien	116
8.4	Underwriting von Großprojekten in der Praxis	116
8.5	Folgen durch zu weitgehenden Versicherungsschutz	117
8.6	Zusammenfassung.....	117
8.7	Auswirkungen auf die Arbeitssicherheit	118
8.8	Motivationen für den Einsatz von T24 als Verdampferwerkstoff in Kohlekraftwerken	119
8.8.1	Zusammenfassung.....	122
9	<i>Anwendung der VDI-Richtlinie 3780 am Beispiel des T24 als Verdampferwerkstoff.....</i>	123
9.1	Zusammenfassung.....	127
10	<i>Zusammenfassung und Ausblick</i>	128
11	<i>Literaturverzeichnis</i>	132
12	<i>Abbildungsverzeichnis</i>	139
13	<i>Tabellenverzeichnis</i>	141

14	<i>Technikklauseln in Gesetzen und Richtlinien</i>	142
	<i>Lebenslauf</i>	145

Danksagung

Für die vorliegende Arbeit wurde ich durch meine langjährige Tätigkeit als Ingenieur im Anlagenbau und in der Versicherungsindustrie inspiriert. Sie wurde berufsbegleitend verfasst. Ich hoffe, damit Einblicke in Zusammenhänge von der Realisierung neuer Technologien und dem Risikotransfer an Versicherungen ermöglicht zu haben.

Ich möchte allen danken, die das Entstehen der Arbeit unterstützt und gefördert haben: Herr Prof. Dr. rer. pol. Ralf Pieper vom Lehrstuhl für Sicherheits- und Qualitätsrecht der Bergischen Universität Wuppertal hat die Arbeit betreut und begutachtet und den Entstehungsprozess mit vielfältigen Anregungen und Ratschlägen begleitet.

Herr Prof. Dipl.- Chem. Dr. rer. nat. Roland Goertz vom Lehrstuhl für Chemische Sicherheit und Abwehrenden Brandschutz der Bergischen Universität Wuppertal erstellte das Zweitgutachten.

Herrn Dr.-Ing. Hans Mahrla meinem ehemaliger Kollege und späteren Sekretär der International Association of Engineering Insurers, der mich über die Jahre hinweg immer wieder motivierte und wertvolle Ideen einbrachte.

Herr Prof. Dr. jur. Peter Schimikowski vom Institut für Versicherungswesen der Technischen Hochschule Köln unterstützte mich bei der ursprünglichen Entwicklung des Themas.

Herrn Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Detlef Corsten für die Unterstützung bei der Vorbereitung der Abschlussprüfung.

Frau M. A. Anna-Karen Lentz half mir konzeptionell und durch sprachliches Lektorat.

Frau M. A. Martina Leiber für sprachliches Lektorat.

Thomas Gebert

Staffeln 10.04.2020

Kurzfassung

Die Durchführung von Großprojekten des Anlagenbaus ist durch eine Vielzahl von Risiken gefährdet. Dabei realisieren sich oft Sachschäden durch neue Technologien, die, bedingt durch die Konkurrenz zwischen den Anlagenbauern, zu früh im Großmaßstab eingesetzt werden. Dies führt zu hohen Kosten für die Montageversicherer und beeinträchtigt den Arbeitsschutz.

In der vorliegenden Arbeit werden die Herausforderungen beim Entwickeln neuer Technologien und der folgenden Maßstabsvergrößerung betrachtet. Weiter werden die Risikosituation von Großprojekten im Anlagenbau und die im Anlagenbauvertrag vorgenommene Risikoverteilung dargestellt.

Für das Risiko unvorhersehbarer Sachschäden im Anlagenbau gibt es Versicherungslösungen, die sogenannten Montageversicherungen. Dabei handelt es sich um Allgefahrendeckungen mit zum Teil variierenden Deckungsausschlüssen. Eine wesentliche Ursache für Sachschäden sind Mängel. Diese können auf fehlerhafte Planung, Werkstoffe oder Arbeiten, aber auch auf unzureichende Erfahrung mit der Technologie zurückzuführen sein. Montageversicherer analysieren die Projekte, bevor sie Versicherungslösungen anbieten. Obwohl diese Tätigkeit von Spezialisten durchgeführt wird, wird nicht immer beachtet, dass es keine Referenzprojekte gibt. Damit wird ein Entwicklungsrisiko auf den Versicherer übertragen, das dieser nicht tragen sollte, u. a. da er nicht aktiv am Projekt beteiligt ist und keine adäquaten Risikominderungsmaßnahmen ergreifen kann. Dieser Transfer kann bewirken, dass die Anlagenbauer, die das Projekt durchführen, ein geringeres Interesse daran haben, das Risiko durch die neue Technologie zu minimieren, um diesen Kostenfaktor zu vermeiden.

Anhand von Beispielen (u. a. Circored und T24) wird gezeigt, dass unerprobte Technologien für Schäden ursächlich waren. Detaillierte Statistiken dazu werden von den Versicherungsverbänden nicht erhoben. Die Auswirkungen der Sachschäden auf den Arbeitsschutz sind grundsätzlich negativ.

Es wird eine Systematik vorgestellt, mit der neue Technologien für Sachversicherer leichter erkennbar werden. Für Anlagenbauern wird die Anwendung der VDI-Richtlinie 3780 (Technikbewertung) zur Bewertung der Funktionsfähigkeit und der Folgen neuer Technologien empfohlen.

Abstract

Major plant construction projects face a large number of risks. Property damage is often caused by untested technologies that are implemented on a large scale too early due to competition between plant construction companies. This leads to high costs for the insurers of such risks and impairs occupational safety.

This thesis examines the challenges posed by the development of new technologies and their subsequent scale-up. In addition, the risk landscape of major plant construction projects and the distribution of risk in standard construction contracts are analyzed.

There are insurance solutions available against the risk of unforeseeable property damage during plant construction, and these are called construction all risk insurance policies. Such policies are subject to various exclusions. Defects are a major cause of property damage. Whilst such defects can be due to such things as poor planning, defective materials, and poor workmanship, it is possible that they are caused by insufficient experience with a new technology. As part of the underwriting process for insuring such major construction projects, a detailed risk assessment is performed. However, although the assessment is carried out by technical specialists, it is often not considered that there are no reference projects which used the technology. This effectively transfers a technology development risk to the insurer, which arguably the insurer should not bear, inter alia, because it is not actively involved in the project and cannot take adequate risk mitigation measures. This transfer may also result in the plant constructors carrying out the project having less interest in mitigating the risk of the new technology, in order to avoid the costly and time consuming risk mitigation.

Examples (e.g. Circored und T24) are used to show that new/insufficiently tested technologies have already caused major losses. Whilst the insurance associations GDV and IMIA publish statistical loss data, they are not detailed enough to calculate the annual claims costs caused by new technologies. The effects of property damage on occupational health and safety are fundamentally negative.

This paper presents a new method to more easily identify new technologies during the insurance underwriting process. The application of VDI Guideline 3780 (technology assessment) is recommended to help plant construction companies to assess the functionality and consequences of new technologies.

1 Einleitung

Verfahrenstechnische Anlagen werden kontinuierlich weiterentwickelt und modifiziert mit dem Ziel,

- größere Einheiten zu bauen (Scale-up),
- neue Verfahren zu realisieren,
- andere Roh- oder Hilfsstoffe einzusetzen,
- neue Produkte zu erzeugen,
- andere Maschinen und Apparate zu verwenden,
- neuartige Werkstoffe einzusetzen,
- Herstellkosten der Anlage zu reduzieren,
- das Anlagenkonzept an die am Aufstellort vorhandene Infrastruktur anzupassen (Reparaturmöglichkeiten, Ersatzteile, Hilfsstoffe),
- das Anlagenkonzept den lokalen Risiken anzupassen,
- die Betriebskosten zu optimieren,
- umweltfreundlicher, global und flexibel produzieren zu können.

Kürzere Produktzyklen und großer Konkurrenzdruck unter den Anlagenbauern haben dazu geführt, dass Entwicklungsschritte zwischen Laborversuchen und der Realisierung im Großmaßstab sehr stark verkürzt werden bzw. ganz entfallen.

Dabei können entweder das komplette Verfahren, einzelne Komponenten oder Werkstoffe neuartig sein, was hier vereinfacht als „neue Technologie“ bezeichnet wird. Anlagen, bei denen neue Technologien verwendet werden, werden in der Fachliteratur u.a. auch bezeichnet als:

- Erstanlagen/Erstaussführung (vgl. Rintelen 2012: S. 741)
- Montageobjekte mit Erstkonstruktionsmerkmalen (vgl. Martin 1972: S. 82)
- Prototypen (vgl. Rintelen 2012: S. 741; Smith et al. 2010: S. 4)
- Unerprobte Technologien (für Projektversicherungen)

Bei Maschinenversicherungen wird der Begriff „unerprobt“ in anderer Weise verwendet (vgl. Rogers 2008: S. 21 ff.).

Bei Anlagenbauprojekten, bei denen neue Technologien erstmalig bzw. im Großmaßstab eingesetzt werden, kommt es immer wieder zu Sachschäden, die offenbar auf mangelnde Erfahrung der beteiligten Firma mit der neuen Technologie zurückzuführen sind.

Die Durchführung eines Anlagenbauprojektes ist auch ohne den Einsatz neuer Technologien bereits durch eine aus vielen Faktoren bestehende komplexe und variierende Risikolandschaft gefährdet.

Neue Technologien stellen ein Zusatzrisiko dar, da ihr Einsatz ohne ausreichende Erprobung zum Teil sehr hohe Sachschäden und Projektverzögerungen zur Folge haben kann. In Einzelfällen nehmen auch Menschen oder die Umwelt Schaden. Obwohl die Risikolandschaft vor Projektbeginn analysiert wird, wird im Normalfall keine ausreichende systematische Untersuchung durchgeführt, welche Zusatzrisiken sich aus der neuen Technologie ergeben und wie diese reduziert werden können.

Einem Anlagenbauprojekt liegt ein umfangreicher Vertrag zugrunde, der regelt, was der Anlagenbauer in welcher Zeit an den Besteller, den zukünftigen Betreiber, zu liefern hat. Dabei wird ebenfalls festgelegt, welche der umfangreichen Risiken von den einzelnen Parteien zu tragen sind, wobei im Idealfall derjenige ein Risiko tragen sollte, der es aktiv während des Projektverlaufes minimieren kann. Risiken aus „höherer Gewalt“, wie z. B. außergewöhnliche Naturereignisse oder Streiks, werden normalerweise vom Besteller getragen. Alle anderen Risiken, z. B. Technologierisiken, sind meist vom Anlagenbauer zu tragen, solange die Anlage vom Besteller nicht endgültig abgenommen ist.

Im Anlagenbauvertrag wird festgelegt, in welchem Umfang ein Risikotransfer an Versicherungen stattfindet und welche Partei für den Versicherungseinkauf verantwortlich ist. Ein sehr wesentlicher Teil des Risikotransfers ist die Versicherung gegen Sachschäden und Folgeschäden. Dieses Versicherungsprodukt heißt Montageversicherung und wird von spezialisierten Versicherern angeboten.

Die Versicherer legen fest, in welchem Umfang, mit welchem Anteil und zu welchem Preis sie das Projekt versichern möchten. Dieser Vorgang wird Underwriting genannt.

Beim Underwriting werden alle bekannten Risiken und ihr potenzieller Einfluss auf Sachschäden bewertet. Risiken durch neue Technologien können im Normalfall nicht adäquat abgeschätzt werden, da keine ausreichenden Erfahrungswerte vorliegen, weshalb Deckungseinschränkungen zur Anwendung kommen sollten. Ein Einschluss durch höhere Prämien ist mangels Tarifierungsbasis nicht möglich. Ferner stellen Risiken durch die neue Technologie und damit verbundene Kosten durch Schäden einen Teil der Entwicklungskosten dar und sollten daher nicht von Versicherern getragen werden. Allerdings sind die Versicherer oft nicht in der Lage, den Reifegrad einer Technologie richtig einzuschätzen. Weiter führt ein Überangebot an finanzieller Kapazität zu einer starken Konkurrenzsituation unter den Versicherern. In der Folge

findet meist ein Risikotransfer vom Anlagenbauer an den Versicherer statt, ohne dass dieser die notwendigen Deckungseinschränkungen im Versicherungsvertrag umsetzt. Der Risikotransfer reduziert das Interesse des Anlagenbauers an der kosten- und zeitintensiven Risikominimierung.

Es ist deshalb von Interesse, zu untersuchen, welchen Stellenwert Risiken durch neue Technologien in der Risikolandschaft haben, wie stark sie ein Risiko verschlechtern, und welche negativen Auswirkungen sich in der Folge für Mensch und Umwelt ergeben. Versicherer publizieren viel über Risikomanagement im Zusammenhang mit der Durchführung von Großprojekten. Dennoch fanden die massiven und schadenträchtigen Risiken durch neue Technologien und ihr Transfer an Sachversicherer in der Fachwelt bisher kaum systematische Beachtung, weshalb diese Thematik hier näher und ganzheitlich zu untersuchen ist.

1.1 Zielstellung

In der vorliegenden Arbeit soll betrachtet werden, wie neue Technologien im Anlagenbau üblicherweise entwickelt werden und welche Risiken sich bei der großtechnischen Anwendung ergeben.

Neue Technologien im Großanlagenbau

Es soll aufgezeigt werden, wie und zu welchem Zweck neue Technologien im Anlagenbau entwickelt werden und welche Risiken diese bergen. In diesem Zusammenhang soll geprüft werden, ob neue Technologien zu früh und ohne hinreichende Erprobung großtechnisch eingesetzt werden (vgl. Kapitel 3.2 und 7). Weiter wird untersucht, welchen technologischen Entwicklungsstand für den Anlagenbau der Gesetzgeber, der Anlagenbauvertrag und die finanzierenden Banken vorschreiben (vgl. Kapitel 4.3).

Risikolandschaft von Anlagenbauprojekten

Es soll die vollständige Risikolandschaft eines Anlagenbauprojektes aufgezeigt und detailliert dargestellt werden, welchen Stellenwert die Risiken durch neue Technologien darin haben (vgl. Kapitel 3).

Anlagenbauvertrag

Es werden gängige Versionen von Anlagenbauverträgen dahingehend untersucht, wie dort die Risikoverteilung zwischen Anlagenbauer und Besteller geregelt ist, welche Risikotransfers an Sachversicherungen vorgesehen sind und welchen Reifegrad die Technologie haben sollte (vgl. Kapitel 4).

Versicherung von Großprojekten

Es soll detailliert erarbeitet werden, welche Sachversicherungslösungen für Großprojekte existieren, wie Sachversicherer das Underwriting (Risikoselektion, Beteiligungsumfang und Prämienermittlung) durchführen und wie sich ein solches Projekt aus der Sicht des Versicherers darstellt. Dabei sollen die Mechanismen der internationalen Versicherungslösungen und Versicherungsmärkte aufgezeigt werden. Auch die gängigen Versicherungsbedingungen für Montageversicherungen werden im

Hinblick auf potenzielle Ausschlüsse für Risiken durch neue Technologien (Prototypen) beleuchtet (vgl. Kapitel 5.12). Zudem soll eine Systematik erarbeitet werden, mit der Versicherer neue Technologien leichter erkennen können. Falls Montageversicherer die neue Technologie und die damit verbundenen Risiken nicht erkennen und in der Folge im Versicherungsvertrag nicht ausschließen, findet teilweise ein Transfer von Entwicklungsrisiken statt, ohne dass die Versicherer sich dessen bewusst sind. Versicherer können, selbst wenn sie nach Abschluss des Versicherungsvertrages feststellen, dass sie ein erhöhtes nicht kalkulierbares Risiko durch neue Technologien im Portfolio haben, kaum zur Risikominimierung beitragen, da sie nicht direkt am Projekt beteiligt sind. Es kann vermutet werden, dass der partielle Risikotransfer an die Montageversicherer die Motivation des Anlagenbauers, Zeit und Geld für die Risikominimierung einzusetzen, stark mindert.

Statistik

Versicherer arbeiten bei der Prämienermittlung, zumindest in den Massensparten wie z. B. der Kfz-Haftpflichtversicherung mit statistischen Daten. Dabei entwickeln Aktuarien aus den Daten Tarife, die beim Underwriting verwendet werden. Es gibt seitens der Versicherer Fachverbände wie z. B. den Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) oder die International Association of Engineering Insurers (IMIA), die statistische Schadendaten für Projektversicherungen erheben. Es soll deshalb geprüft werden, ob diese Daten es ermöglichen, den finanziellen Schaden zu ermitteln, der der Versicherungswirtschaft durch neue Technologien jährlich entsteht (vgl. Kapitel 6.0).

Arbeitssicherheit

Sachschäden bringen oft zugleich Gefahren für Mensch und Umwelt mit sich. Es ist deshalb zu prüfen, wie sich der Einsatz neuer Technologien auf die Arbeitssicherheit auswirkt (vgl. Kapitel 8.7).

Es kann davon ausgegangen werden, dass der im Vorhergehenden beschriebene Risikotransfer an die Montageversicherer sowie das aus naheliegenden Gründen geringere Interesse des Anlagenbauers an der Risikoreduzierung einen negativen Einfluss auf die Arbeitssicherheit der am Projekt beteiligten Personen hat.

Weiter wird betrachtet, welche Anforderungen an die Technologie der Gesetzgeber vorschreibt.

Beispiele für Sachschäden durch neue Technologien

Sachschäden durch neue Technologien im Großanlagenbau sollen anhand der vorhandenen Literatur belegt werden. Diese Beispiele werden soweit wie möglich recherchiert, um das gesamte Ausmaß der Schäden zu ermitteln. Dadurch kann nachvollzogen werden, weshalb im jeweiligen Fall unzureichend erprobte Technologien im Großmaßstab eingesetzt wurden (vgl. Kapitel 7).

Risikoabschätzung

Die etablierten Risikomanagement-Ansätze, wie z. B. die in den 1960ern entwickelte Hazard and Operability Study (HAZOP) (vgl. Kletz 2001: S. 9), lassen sich bei neuen Technologien nicht hinreichend zur Anwendung bringen (vgl. Loch 2006: S. 3, 47). Daher ist zu prüfen, ob eine Technikfolgenabschätzung gemäß der VDI-Richtlinie 3780 (VDI 2000) eine Grundlage dafür bietet, die Abweichungen der neuen von der erprobten Technologie zu erfassen und die damit verbundenen Risiken darzustellen.

1.2 Herangehensweise

Die Arbeit wurde auf der Basis von frei verfügbarer Literatur erarbeitet. Die Idee für das Thema entstand u. a. durch die berufliche Praxis des Verfassers als Planungsingenieur im internationalen Anlagenbau sowie als Claimsmanager und Underwriter für Industrierversicherer. Besonders inspirierend waren die Teilnahme an der Inbetriebnahme der Erstanlage Circored auf Trinidad und die Tätigkeit bei einem Industrierversicherer während des Baus und der Inbetriebnahme der weltweit modernsten Kohlekraftwerke, bei denen ein neuer Kesselwerkstoff (7CrMoVTiB10-10/ ASTM Bezeichnung: T24) eingesetzt wurde.

- Das Anlagenkonzept der Circored-Anlage basierte auf neuen Verfahren, was viele unvorhersehbare Probleme aufwarf (vgl. Kapitel 7.1).
- Der erstmalige Einsatz des Werkstoffs T24 im Verdampferteil des Kessels bewirkte eine beispiellose Großschadensserie. Grund dafür war, dass mit dem Bau von 18 Kraftwerksblöcken im Zeitraum von 2005 bis 2009 begonnen wurde, bevor auch nur ein einziges dieser Kraftwerke erfolgreich in Betrieb genommen werden konnte. Daher konnten Erfahrungen nur sehr begrenzt von einem Projekt auf ein anderes transferiert werden (vgl. Kapitel 7.2).

Die Bearbeitung der Themen folgte der Struktur der in Kapitel 1.1 „Zielstellung“ aufgeführten Fragestellungen. Die Onlinerecherchen ergaben keinerlei Quellen zu dem Themenfeld „Schäden durch neue/unerprobte/prototypische Technologien im Anlagenbau“ im Zusammenhang mit Versicherungen. Da offenbar nur sehr wenig über Sachschäden publiziert wird, hat der Verfasser die Recherche viel feingliederiger, entlang der in Kapitel 1.1 aufgeführten Themen, gestalten müssen, um das Gesamtergebnis erarbeiten zu können.

Die Recherchen für technische Fragestellungen wurde über die ETH Zürich mit Zugriff auf die Datenbanken „Web of Science“ und „Scopus“ durchgeführt, weitere Recherchen zu rechtlichen Themen über die Universität Zürich in der Datenbank „Juris“.

Neue Technologien im Großanlagenbau

Die Recherche wurde im Hinblick darauf geführt, welche großen Technologiesprünge im Anlagenbau belegt werden können.

Zusätzlich wurde recherchiert, wie eine Technologie vom Labormaßstab bis zur Großanlage normalerweise entwickelt wird, welche technischen Probleme bei der Maßstabvergrößerung, dem Scale-up, auftreten können und ob es bekannte Schäden gibt, die auf die neue Technologie oder den größeren Maßstab zurückzuführen sind.

Es wurde weiter untersucht, welche Definitionen für neue und damit unerprobte Technologien bzw. Prototypen und zu den unterschiedlichen Reifegraden von Technologien in Literatur und Gesetzgebung zu finden sind (vgl. Kapitel 4.3).

Risikolandschaft von Anlagenbauprojekten

Auf der Basis der Literatur wurden sämtliche Projektrisiken zusammengestellt, die Anlagenbauprojekte gefährden können. Im nächsten Schritt wurde detailliert aufgezeigt, wie Risiken für das Projekt durch neue Technologien in der Literatur bewertet werden, und die einzelnen Quellen wurden direkt miteinander verglichen. Das Ziel war u.a., den Nachweis zu führen, dass die Gefahr durch neue Technologie in der Fachliteratur belegt wird (vgl. Kapitel 3.2). Als problematisch erwies sich bei der Recherche, dass die angelsächsische Literatur bei Projektrisiken überwiegend auf Tiefbauprojekte abhebt, deren Risikonatur im Hinblick auf technologische Risiken jedoch nur sehr eingeschränkt mit Anlagenbauprojekten vergleichbar ist.

Anlagenbauvertrag

Dieser Vertrag regelt, was der Anlagenbauer bis zu welchem Zeitpunkt an den Besteller zu liefern hat (vgl. Kapitel 4). Er ist ein komplexes Vertragswerk, das inklusive der Anhänge aus mehreren Tausend Seiten bestehen kann. Diese Verträge sind im Normalfall nur den am Projekt beteiligten Vertragsparteien zugänglich. Literatur über derartige Verträge existiert kaum. Es sind, soweit recherchiert werden konnte, auch nur zwei Standardversionen solcher Verträge frei in der Literatur bzw. im Internet zugänglich: die der International Federation of Consulting Engineers (vgl. FIDIC 2010) und die der Weltbank (vgl. World Bank 2010).

Diese beiden Verträge wurden dahingehend untersucht, wie die Risikoteilung stattfindet (vgl. Kapitel 4.1). Nur diejenige Vertragspartei, die ein Risiko oder juristisch formuliert

eine Gefahr trägt, hat ein Interesse daran, sich gegen die Verwirklichung dieses Risikos bzw. dieser Gefahr zu versichern.

Zudem wurde untersucht, welche Versicherungen von den einzelnen Vertragsparteien einzukaufen sind. Als weiterer Punkt wurde ermittelt, welchen Reifegrad die Technologie gemäß Anlagenbauvertrag haben muss und wie die Sichtweise der finanzierenden Banken ist (vgl. Kapitel 4.3 und Kapitel 4.4.).

Versicherungen

Es wurde umfassend recherchiert, wie Sachversicherungen sich entwickelt haben und welche unterschiedlichen Produktfamilien existieren (vgl. Kapitel 5.1). Weiter wurde untersucht, wie weltweiter Risikotransfer über Rückversicherungen organisiert wird und welche Bedeutung der sehr einflussreiche Londoner Markt dabei hat (vgl. Kapitel 5.6). Auch wurden sämtliche gängigen und frei zugänglichen Montageversicherungsprodukte (in Deutschland und international) im Hinblick auf den potenziellen Ausschluss von Schäden durch neue Technologien detailliert untersucht (vgl. Kapitel 5.12). Zudem wurde auf der Basis der langjährigen Erfahrung des Verfassers der Underwriting-Prozess beim Versichern von Großprojekten dargestellt, der in der Literatur bisher noch nicht beschrieben wurde (vgl. Kapitel 5.8). Der besondere Fokus lag darauf, wie im Rahmen dieses Vorgangs neue Technologien durch den Versicherer erkannt werden sollten und welche Gegenmaßnahmen zur Risikominderung durch unerkannte neue Technologien notwendig werden (vgl. Kapitel 8).

Statistik

Tarife für Versicherungsprodukte werden meist über Schadenstatistiken ermittelt. Dafür nutzen die Versicherer firmeneigene Datenbanken. Bei sehr spezialisierten Versicherungsprodukten ist dies kaum möglich, da wegen der Einzigartigkeit der versicherten Risiken keine statistischen Daten vorliegen. Nach Kenntnis des Verfassers verfügen Versicherer über keine eigenen Datenbanken, aus denen sich Tarife für komplexe Großrisiken mit allen wichtigen Deckungserweiterungen und Deckungsausschlüssen berechnen lassen. Jedoch publizieren die Dachverbände der Versicherer GDV (Deutschland – alle Produktparten) und IMIA (weltweit – nur technische Versicherungen) Daten über Schäden (vgl. Kapitel 6). Diese Daten wurden auf die unterschiedlichen Schadenursachen hin ausgewertet, mit dem besonderen

Fokus darauf, ob feststellbar ist, wie groß der jährliche Gesamtschaden durch neue Technologien ist. Weiter wurde untersucht, wie groß der jährliche Schaden potenziell sein könnte, wenn man die Ungenauigkeit der Statistiken wegen mangelnder Detaillierung zugrunde legt. Die unterschiedlichen Daten der IMIA wurden miteinander verknüpft, mit dem Ziel, aufzuzeigen, dass Schäden durch neue Technologien potenziell eine Schadenursache von großer Relevanz sind. Weiter wurde aufgezeigt, wie die Statistiken verbessert werden müssten, um Schäden durch neue Technologien sicher quantifizieren zu können.

Arbeitssicherheit

Die negative Beeinträchtigung der Arbeitssicherheit durch Sachschäden aufgrund neuer Technologien ist ein wesentlicher zu beachtender Faktor, da Menschen gefährdet werden können. Die Literatur wurde dahingehend ausgewertet, ob die Thematik der Risiken durch neue Technologien im Großanlagenbau im Bereich der Arbeitssicherheit bereits betrachtet wurde. Weiter wurde abgeschätzt, welche grundsätzlichen Folgen für die Arbeitssicherheit Sachschäden durch das unvorhersehbare Versagen der Technik haben können (vgl. Kapitel 8.7).

Beispiele für Schäden durch neue Technologien im Großanlagenbau

Durch die berufliche Praxis ist der Verfasser mit den Themen Circored (vgl. Kapitel 7.1) und T24 im Großanlagenbau (vgl. Kapitel 7.2) vertraut. In beiden Fällen wurden neue Technologien im Großmaßstab eingesetzt, mit negativen Folgen. Durch Detailkenntnisse konnte der Verfasser gezielt recherchieren und fand frei zugängliche zitierbare Quellen, auf deren Basis Kapitel 7 „Beispiele für Schäden durch neue Technologien“, erstellt wurde. Eine Literatursuche über Stichworte wie Schäden, Prototypen, neue Technologien und Anlagenbau führte zu keinem Ergebnis. Ursächlich ist offenbar, dass die Ingenieure ungern Informationen über Schäden publizieren, sodass kein Erfahrungsaustausch innerhalb der Branche stattfinden kann und Fehler wiederholt auftreten können. Die Versicherer dürfen aufgrund von Geheimhaltungsverpflichtungen nur sehr eingeschränkt Informationen über Schäden publizieren.

Risikoabschätzung

Die etablierten Risikomanagementmethoden wie z. B. HAZOP sind bei neuen Technologien unzureichend (vgl. Loch et al. 2006: S. 3). Weil nur eingeschränkt vorhersehbar ist, welche Schäden auftreten können, wird in der vorliegenden Arbeit die Anwendung der Technikfolgenabschätzung nach VDI Norm 3780 geprüft (vgl. Kapitel 9). Dieses Verfahren ist weitgehend in Vergessenheit geraten. Es erlaubt jedoch einen sehr guten Überblick über die zu erwartenden Probleme, da auf diese Weise ein Vergleich mit ähnlichen technischen Neuerungen und deren Auswirkungen stattfindet. Weiter muss bei der Durchführung von VDI 3780 eine Bestandsaufnahme über vorhandene Erfahrungen erstellt werden. In der Konsequenz würde sich bei einem negativen Ergebnis der Technikfolgenabschätzung eine zu frühe großtechnische Umsetzung leichter verhindern lassen, zum Schutz für alle an einem derartigen Projekt Beteiligten.

1.3 Risikodefinition

Bei der qualitativen Risikoanalyse eines Projektes durch den Anlagenbauer werden die Eintrittswahrscheinlichkeiten von Risiken und Chancen ermittelt. Es gibt Einflussgrößen, die sowohl positive wie negative Effekte auf die Projektdurchführung haben können. Als Beispiel dafür können Währungsschwankungen angeführt werden. Im Folgenden wird Risiko als negative Einflussgröße betrachtet. Ein Risiko wird als das Produkt von Eintrittswahrscheinlichkeit und Auswirkung bezeichnet. Bei der Beschreibung der Auswirkungen wird in der Risikomanagement-Literatur (vgl. Wanner 2013: S. 128) meist nur auf die Auswirkungen Kosten, Zeit, Qualität und Leistung eingegangen. Zum Teil wird durch eine fünfte Auswirkung („Sonstige“) noch darauf hingewiesen, dass es Auswirkungen gibt, die nicht so einfach zu quantifizieren sind (vgl. Voigt 2010: S. 145). Sachschäden, die bei der Behebung Kosten und Verzögerungen verursachen, können prinzipiell auch Menschen oder die Umwelt gefährden.

Die Bewertung der Eintrittswahrscheinlichkeit kann unterschiedlich dargestellt werden, zum Beispiel:

Sehr hoch: 80 – 100 %
Hoch: 50 – 80 %
Mittel: 30 – 50 %

Klein: 10 – 30 %

Sehr klein: 0 – 10%

Die negativen Auswirkungen werden ebenfalls quantifiziert zum Beispiel:

Sehr hoch: Terminverzögerung >20 %; Kostenüberschreitung > 20 % ...

Hoch: Terminverzögerung 10 – 20 %; Kostenüberschreitung 10 – 20 % ...

Mittel: Terminverzögerung 5 – 10 %; Kostenüberschreitung 5 – 10 %...

Klein: Terminverzögerung < 5 %; Kostenüberschreitung < 5 %...

Sehr klein: Verzögerungen bzw. Überschreitungen sind unbedeutend

(vgl. Wanner 2013: S. 128)

Eintrittswahrscheinlichkeiten und negativen Auswirkungen werden in einer Matrix zusammengefasst (positive Auswirkungen werden in der Chancen-Matrix bewertet (vgl. Wanner 2013: S. 133).

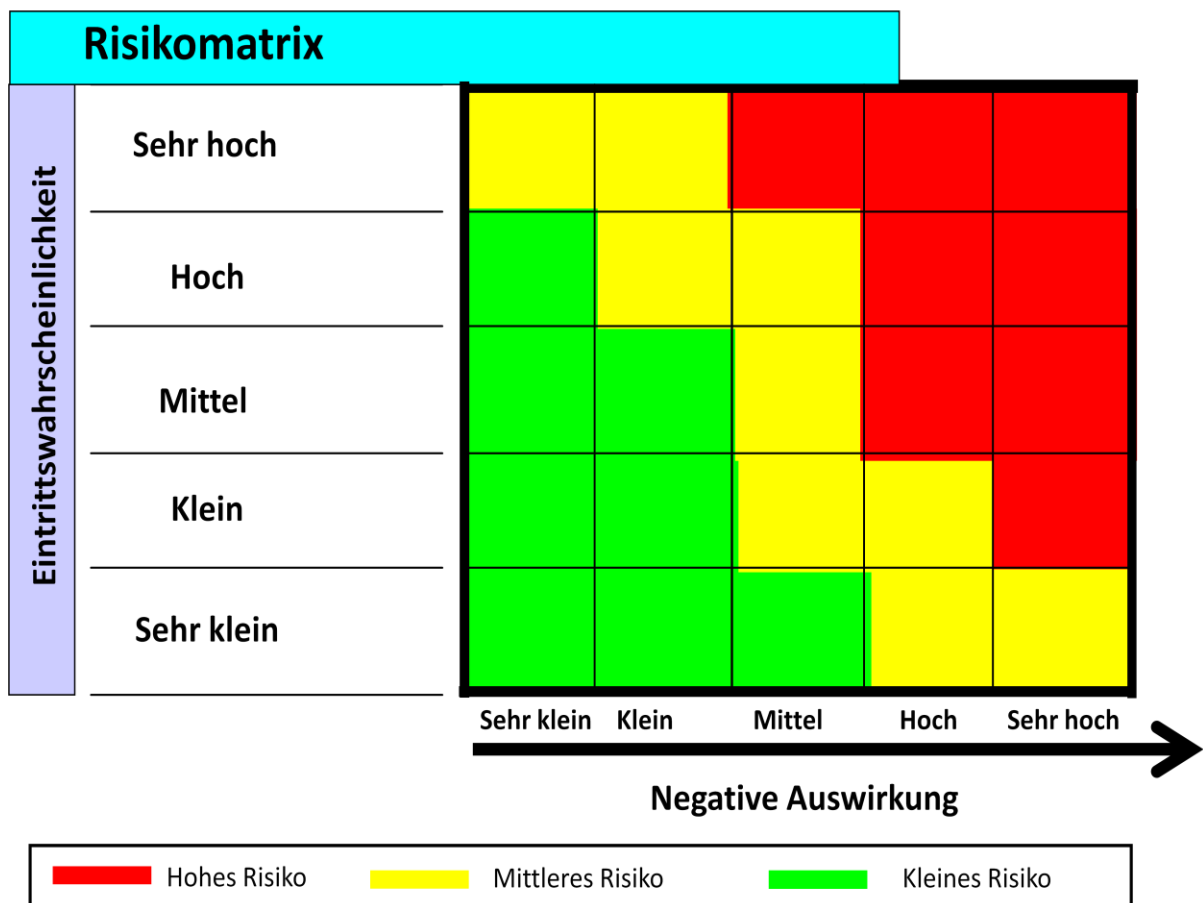


Abbildung 1: Die Risikomatrix (in Anlehnung an Wanner 2013: S. 132)

Dabei ist wichtig, dass die Kalibrierung der Matrix für jedes Projekt individuell ausgeführt wird. Auch muss festgelegt werden, welches Risiko noch als akzeptabel gilt. Es gibt Darstellungen, die mit einer anderen Anzahl von Farben arbeiten. Das jeweilige Risiko, kann nach der Durchführung des Assessments der Matrix entnommen werden. Das Risiko für das Versagen neuer Technologien kann auf diese Art nicht ermittelt werden, da die notwendigen Erfahrungen für den Eintrittswahrscheinlichkeit und die Auswirkungen nicht vorliegen.

Versicherer führen im Underwriting-Prozess keine derartigen qualitativen Risikoanalysen durch und sie erhalten im Normalfall auch nicht das Ergebnis der Risikobewertung durch den Anlagenbauer. Für den Projektversicherer beschränkt sich die Risikobewertung auf Szenarien, die zu Sachschäden führen können (vgl. Kapitel 5.9). Dabei sind Risiken, die mit der Lage des Projekts zusammenhängen, im Normalfall bei Ortskenntnis recht transparent und werden beim Tarifieren eingepreist, gezielt durch Selbstbehalte und Haftungsobergrenzen begrenzt oder ausgeschlossen. Weiter können Auflagen gemacht werden, z. B. zum Hochwasserschutz. Komplexer wird es bei den Risiken, die ausschließlich mit der Durchführung des Projektes zusammenhängen. Das kann dazu führen, dass das Projekt für den Versicherer als unattraktiv eingestuft wird, wenn die am Bau beteiligten Firmen nicht über die notwendige Erfahrung verfügen oder die Technologie noch unausgereift erscheint und demzufolge kein Versicherungsschutz angeboten wird.

Deshalb muss grundsätzlich zwischen der sehr detaillierten Risikoanalyse des Anlagenbauers, die dennoch oft Szenarien, die Sachschäden verursachen können, nicht berücksichtigt, und der recht groben und von Schadenerfahrung getriebenen Risikobewertung des Montageversicherers unterschieden werden.

2 Herausforderungen im Großanlagenbau

Verfahrenstechnische Prozesse werden im Normalfall entwickelt, indem eine kontinuierliche Maßstabvergrößerung vom Laborversuch bis zur kommerziell nutzbaren Anlage stattfindet. Danach findet oft eine Steigerung der Kapazität mit jedem neuen Projekt statt. Zudem können neu entwickelte Maschinen und Apparate etablierte ersetzen, wodurch ebenfalls Innovationen realisiert werden. Eine Begrenzung für die Vergrößerung stellen u. a. diejenigen Maschinen und Apparate dar, die in ihrer Größe limitiert sind. Weiter kann z. B. die lokale Transport-Infrastruktur die maximale Größe begrenzen. Diese Veränderungen sind normal, denn wenn Anlagen immer nur reproduziert würden, gäbe es keine Weiterentwicklung. Es ist daher höchst selten, dass zwei identische Anlagen gebaut werden. Bei der Weiterentwicklung muss extrapoliert werden, da sich die Eigenschaften der größeren Anlage nur bedingt genau vorhersagen lassen. Idealerweise sind die Modifikationen von einer Anlage zur nächsten gering. Daten für kontinuierliche Kapazitätssteigerungen lassen sich nur bedingt in Referenzlisten von Anlagenbauern und Maschinen- bzw. Apparatelieferanten finden.

2.1 Beispiele für Kapazitätssteigerungen der Anlagen

Im Folgenden werden Beispiele für die rasante Entwicklung von Großanlagen zur Stoffgewinnung und Stromerzeugung aufgeführt.

Zinkgewinnung

Zink wird überwiegend als Zinksulfid-Erz abgebaut, das in der Nähe des Abbauortes zu einer konzentrierten Form verarbeitet wird, um einen höheren Zinkgehalt pro Tonne zu erreichen und so den weltweiten Transport per Schiff wirtschaftlicher zu machen. Zinksulfid reagiert in einer stationären Wirbelschicht zu Zinkoxid, das in Schwefelsäure gelöst wird und abschließend elektrolytisch in hochreiner Form gewonnen wird.

Ein wesentlicher Prozessschritt ist die stationäre Wirbelschicht. Dabei wird Luft über einen Düsenboden in den Ofen geleitet, sodass die Partikel schweben und mit Sauerstoff exotherm reagieren. Die Ofengröße wird maßgeblich über die Düsenbodenfläche charakterisiert. 1968 waren Flächen bis 53 m^2 für diese Anwendung realisierbar, 1972 schon 92 m^2 und 2000 123 m^2 (vgl. Lurgi 2000: S. 13).

Methanolherstellung

Methanol wird u. a. aus Erdgas gewonnen. 2004 gelang es, eine einsträngige Anlage mit einem Ausstoß von 5.000 Tonnen Methanol pro Tag mit der sogenannten Mega-Methanol-Technologie zu realisieren. Damit war die Kapazität etwa doppelt so groß wie die von Anlagen, die auf einer herkömmlichen Technologie basieren (vgl. Biewer 2005: S. 11). Es existieren Pläne, die Kapazität mittels der sogenannten Giga-Methanol-Technologie nochmals von 5.000 auf 10.000 Tonnen Methanol pro Tag zu verdoppeln (vgl. Air Liquide 2014: S. 3).

Stromgewinnung

Die elektrische Leistung eines deutschen Steinkohlekraftwerksblocks stieg von 230 MW im Jahr 1960 auf mehr als 1000 MW in 2010 an (vgl. Spliethoff 2010: S. 78).

Bei den Windturbinen stieg der Rotordurchmesser von 15 m (1982) auf 125 m (2010) (vgl. Radevsky 2010: S. 13), wodurch entsprechend mehr Strom erzeugt wird.

Die Auflistung beinhaltet nur wenige Beispiele, zeigt aber deutlich, wie schnell die Kapazität bzw. die Leistung von Anlagen gestiegen ist.

2.2 Maßstabvergrößerung verfahrenstechnischer Prozesse

Eine Maßstabvergrößerung findet statt, wenn Prozesse vom Labormaßstab bis hin zur kommerziellen Anlage vergrößert werden oder bereits erfolgreich realisierte Anlagen im kommerziellen Maßstab mit größeren Kapazitäten gebaut werden sollen.

Die Verfahrensentwicklung besteht aus den folgenden Schritten (vgl. Vogel 2005: S. 11ff.):

- Laborphase (Kapazität < 0,1 kg/h)
- Erstellung eines Verfahrensfließbilds
- Entwicklung der einzelnen Prozessstufen
- Evaluierung der Ergebnisse, ggf. Änderung des Fließbilds oder Aufgabe der Entwicklung
- Entwicklung des Gesamtprozesses als Miniplant (Kapazität < 1 kg/h). Der entscheidende Unterschied zur Laborphase ist, dass die einzelnen Prozessschritte miteinander verschaltet werden, möglichst einschließlich aller

wichtigen Recycling-Ströme, um Erkenntnisse darüber zu gewinnen, wie der gesamte Prozess sich verhält. Beim Prozessanlauf kommt es bei vielen Anlagen zu Amplituden, die sich dann auf ein normales Betriebsmaß reduzieren müssen. Dies ist als „Einschwingen“ bekannt. Es darf kein Aufschaukeln einzelner Komponenten stattfinden, wodurch der Prozess zum Erliegen kommen kann, da einzelne Schritte nicht mehr die notwendigen Wirkungsgrade erzielen oder die Produktreinheit nicht mehr gewährleistet ist.

- Entwicklung einzelner Stufen im Pilotanlagenmaßstab (Kapazität < 100 kg/h)
- Evaluierung der Ergebnisse, ggf. Neuentwicklung einzelner Prozessstufen oder Aufgabe der Entwicklung
- Entwicklung der gesamten Anlage im Pilotanlagenmaßstab (Kapazität < 100 kg/h). Je mehr sich die Anlage dem späteren großtechnischen Maßstab annähert, desto genauer lassen sich der Prozess und die einzelnen Komponenten abbilden.
- Evaluierung der Ergebnisse, ggf. Konzept-Überarbeitung oder Aufgabe der Entwicklung
- Planung einer Anlage im großtechnischen Maßstab

Beim direkten Scale-up von der Miniplant auf die Großanlage ohne Zwischenschritt(e) über Pilotanlage(n) können mehrere Jahre Entwicklungszeit und erhebliche Kosten eingespart werden. Die Entwicklungskosten für ein neues chemisches Verfahren betragen ca. 50 % der Investitionskosten der Großanlage. Wenn eine Pilotanlage notwendig ist, übersteigen die Kosten möglicherweise diesen Wert (vgl. Vogel 2005: S. 7).

Legitimation für das Überspringen einzelner Entwicklungsschritte ist eine erfolgreiche Bewertung der technologischen Risiken. Dabei wird untersucht, ob Prozessschritte, bei denen eine Trennung, physikalische Veränderung oder chemische Reaktion von Stoffen stattfindet, oder ob Maschinen und Apparate neuartig sind (im Hinblick auf Größe, Bauart, Material, Maßstab etc.).

Es werden in der Literatur zwei Wege vorgeschlagen, um die Risiken zu minimieren, die unter Berücksichtigung der Kosten miteinander verglichen werden sollen:

- zusätzliche Untersuchungen, z. B. in der Pilotanlage
- Entwicklung von Fehlerszenarien und möglichen Gegenmaßnahmen

Dabei wird unterschieden (vgl. Vogel 2005: S. 11) zwischen Prozessschritten bzw. Modifikationen, die leichter im größeren Maßstab gebaut werden können, wie z. B. Rektifikationskolonnen (Gas-/Flüssig-Trennung), und Prozessschritten bzw. Modifikationen, die schwerer im größeren Maßstab umgesetzt werden können, wie

- Trennung von zwei flüssigen Phasen,
- höhere Betriebstemperaturen,
- höhere Betriebsdrücke,
- Feststofftransport, Lagerung und Trennung.

Grundsätzlich ist die Betriebssicherheit neuer Technologien geringer als die bereits erprobter. Das Risiko lässt sich reduzieren, wenn identische Apparatetypen sowohl in der Versuchsanlage als auch der Großanlage eingesetzt werden, was nicht immer möglich ist.

Zudem kann eine Aussage über eine mögliche Korrosion nur durch Versuche getroffen werden, bei denen die Versuchsanlage sämtliche relevanten Verschaltungen und Prozessschritte beinhaltet, wodurch auch der Einfluss von Spurenkomponenten sichtbar wird.

Über die Erosion eines Werkstoffs und die Abrasion (unerwünschte Korngrößenverkleinerung) eingesetzter Feststoffe können in Versuchsanlagen wie z. B. Miniplant-Anlagen normalerweise keine Aussagen gemacht werden, da die strömungsmechanischen Verhältnisse nicht miteinander vergleichbar sind.

Jedoch ist die Vorstellung unrealistisch, dass für jedes neue Verfahren eine komplette Pilotanlage gebaut wird, da diese Anlagen sehr teuer und oft auch keine Apparate und Maschinen im Pilotanlagen-Maßstab erhältlich sind (vgl. Simard 2011). Zudem bedeutet ein erfolgreicher Betrieb der Pilotanlage nicht zwangsläufig, dass bei der Maßstabvergrößerung zur großtechnischen Anlage nicht doch Schwierigkeiten auftreten können, die einen erfolgreichen Betrieb unmöglich machen.

Ein wichtiger Faktor, der zu Problemen beim Betrieb führen kann, sind wegen finanzieller und zeitlicher Einschränkungen vorgenommene technische Änderungen bei der Realisierung. Dadurch nimmt die Aussagekraft der Pilotanlagen-Ergebnisse ab und die Unwägbarkeiten bzw. Risiken steigen.

Aus rein technischer Sicht wäre eine stufenweise Maßstabvergrößerung sinnvoll. Bekannte Probleme beim Scale-up sind:

- Agglomeration oder Ablagerung von Partikeln
- Flüssig/Flüssig-Trennung funktioniert nicht
- unkontrolliertes Aufschaukeln von Verunreinigungen, die nur in Spuren vorhanden sein sollten
- Leistungsminderungen durch Verunreinigungen (da Pilotanlagen üblicherweise mit geringeren Konzentrationen betrieben werden)

Als Maßnahme zur Risikoreduzierung empfiehlt Simard die Identifizierung potenzieller Risiken durch Experten und die Abschätzung ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit (vgl. Simard 2011). Dabei sollen unterschiedliche technische Lösungen zur Maßstabvergrößerung miteinander verglichen werden.

Die theoretischen Abhandlungen über Scale-up und Prozessentwicklung machen deutlich, dass eine schrittweise Maßstabvergrößerung in Verbindung mit einer aussagefähigen Dauer eines Miniplant- oder Pilotanlagenbetriebs helfen, die technischen Risiken zu reduzieren.

Jedoch können nicht alle Effekte dargestellt werden, da z. B. die Konzentrationen und damit auch die sich möglicherweise aufschaukelnden Spurenelemente in Pilotanlagen geringer sind, sodass ihr negativer Einfluss nicht hinreichend überprüft werden kann.

Das Risiko, dass ein neuer Prozess oder eine wesentlich größere Anlage (im Vergleich zur existierenden) nicht bestimmungsgemäß betrieben werden kann, ist folglich wesentlich größer als bei der Reproduktion ähnlicher Maßstäbe.

2.3 Funktionsfähigkeit von Anlagen mit neuen Technologien oder größeren Maßstäben

Die Praxis hat gezeigt, dass stark maßstabvergrößerte Anlagen ebenso wie auf neuen Technologien basierende Verfahren oft nicht wie projiziert funktionieren. Diese Problematik wird verschärft durch die Tendenz, Anlagendimensionen in nur einem Schritt extrem zu vergrößern und damit über bekanntes Terrain hinaus zu extrapolieren. Bei neuen Verfahren wird häufig versucht, den Kosten- und Zeitaufwand für eine komplette Pilotanlage einzusparen, und stattdessen gleich im kommerziell einsetzbaren Maßstab gebaut. Dabei werden meist die Ansätze zur Bewertung technischer Risiken und potenzieller Gegenmaßnahmen wie z. B. die Hazard and Operability Study (HAZOP) verwendet. Derartige Verfahren sind extrem detailorientiert und nicht unbedingt dazu

geeignet, die Funktionalität neuer Technologien zu bewerten (vgl. Loch 2006: S. 3, 47). Zusätzlich gewinnt man bei der Betrachtung von Praxisbeispielen den Eindruck, dass die Planungsingenieure auch die Funktionalität technischer Neuheiten und Weiterentwicklungen zu wenig hinterfragen. Ein alternatives Verfahren zur Bewertung neuer Technologien stellt die Technikbewertung dar. Ein solches Verfahren ist beispielsweise in der VDI-Norm 3780 (vgl. Kapitel 9) beschrieben.

Bei diesem Verfahren ist, der zentrale Ausgangspunkt die Funktionalität, von der direkt oder indirekt alle anderen Werte abhängen. In besonderer Weise ist das in der VDI-Norm beschriebene Verfahren darauf fokussiert, systematisch eine Informationsbasis zu schaffen. Dadurch entsteht u. a. Transparenz und es wird möglich, anhand des vollständigen vorhandenen Wissens eine Prognose für die Funktionalität der Neuheit zu ermöglichen.

Die VDI-Richtlinie 3780 beschreibt die Technikbewertung als ein planmäßiges, systematisches, organisiertes Vorgehen, das

- den Stand einer Technik und ihre Entwicklungsmöglichkeiten analysiert,
- unmittelbare und mittelbare technische, wirtschaftliche, gesundheitliche, ökologische, humane, soziale und andere Folgen dieser Technik und möglicher Alternativen abschätzt,
- aufgrund definierter Ziele und Werte diese Folgen beurteilt und auch weitere wünschenswerte Entwicklungen fordert, und Handlungs- und Gestaltungsmöglichkeiten daraus herleitet und ausarbeitet, sodass begründete Entscheidungen ermöglicht und gegebenenfalls von geeigneten Institutionen getroffen und verwirklicht werden können

(vgl. VDI 2000: S. 2 f.).

Werte im technischen Handeln

Der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) hat für das technische Handeln bestimmte Grundwerte erarbeitet. Als Ziel des technischen Handelns sollen die menschlichen Lebensmöglichkeiten durch die Entwicklung und sinnvolle Anwendung technischer Mittel gesichert und verbessert werden. Die Aufgabe des Ingenieurs besteht darin, die hierfür geeigneten Systeme zu entwickeln und ihre Funktionsfähigkeit sicherzustellen. Weiter sollen Ressourcen so eingesetzt werden, dass die technische Funktion möglichst sparsam und damit wirtschaftlich erreicht wird. Im Werteoktagon (vgl. VDI

2000: S. 23) sind acht gesellschaftlich anerkannte Grundwerte für das technische Handeln dargestellt und miteinander verknüpft. Diese Werte stehen in Wechselwirkung miteinander. Es fällt auf, dass letztlich alle Werte direkt oder indirekt in Abhängigkeit von der Funktionsfähigkeit stehen. Die Funktionsfähigkeit ist der Grundwert, von dem alle anderen Werte abhängig sind. Das Werteoktagon zeigt, dass ohne die Funktionsfähigkeit die anderen Werte nicht erreicht werden können. Eine mangelnde Funktionsfähigkeit beeinträchtigt nachteilig die Sicherheit, Gesundheit, Umweltqualität und die Wirtschaftlichkeit.

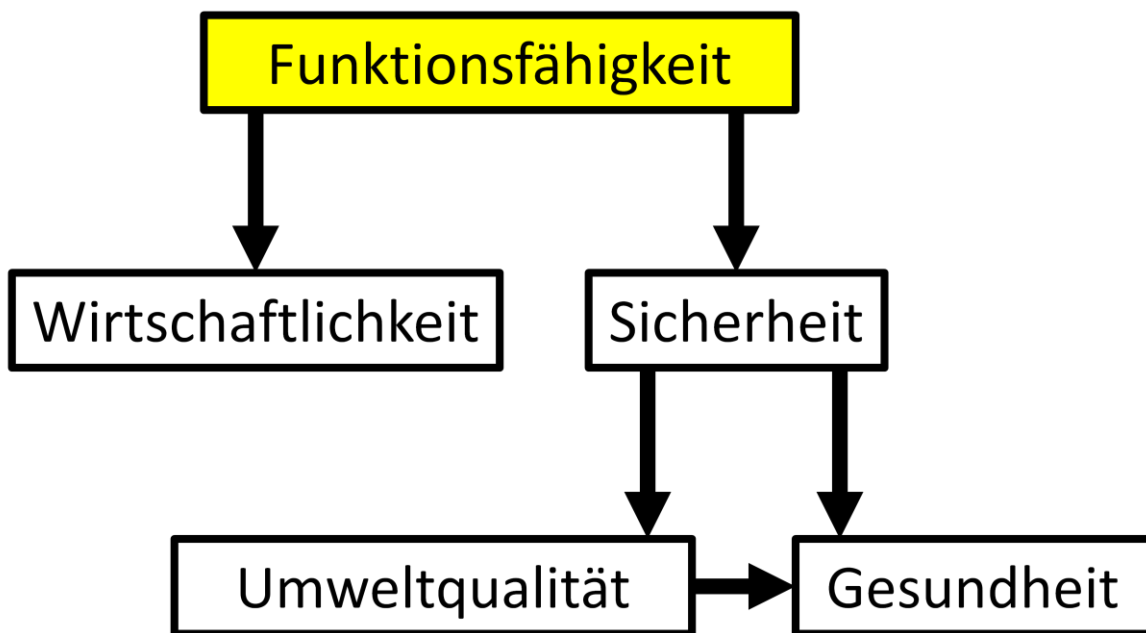


Abbildung 2: Die Funktionsfähigkeit ist Grundlage für das Erreichen der Ziele (in Anlehnung an. VDI 2000: S. 23)

Typen der Technikbewertung

Abhängig von der Fragestellung wird zwischen probleminduzierter und technikinduzierter Technikbewertung unterschieden. Bei der probleminduzierten Technikbewertung sollen für eine gesellschaftlich vorgegebene Aufgabe Lösungen gefunden werden und diese im Hinblick auf Vor- und Nachteile miteinander verglichen werden. Bei der technikinduzierten Technikbewertung wird eine vorhandene oder produktionsreife Technik bewertet.

Weiter wird zwischen innovativer und reaktiver Technikbewertung unterschieden. Die innovative Technikbewertung beginnt sehr früh, wenn die Lösungen für gegebene Probleme gesucht werden und die Entwicklung noch maßgeblich beeinflusst werden kann. Die reaktive Technikbewertung setzt hingegen sehr spät ein, wenn Forschung und Entwicklung kaum in eine andere Richtung gelenkt werden können bzw. die Markteinführung schon begonnen hat (vgl. VDI 2000: 26 f.).

Phasen der Technikbewertung

- Definition und Strukturierung des Problems
- Folgenabschätzung
- Bewertung
- Entscheidung

Gesichtspunkte für die Definition und Strukturierung des Problems

- die Aufgabenstellung und der Gegenstandsbereich
- die vorausgesetzten Rahmenbedingungen
- die zu betrachtenden Größen bzw. Variablen
- die zu beschaffenden Informationen
- der zu betrachtende (wirtschaftliche, politische, ökologische usw.) Kontext
- der zeitliche Horizont
- die Bewertungskriterien

Die Problemdefinition ist wichtig, da der zu untersuchende Bereich sowie mögliche Resultate festgelegt werden (vgl. VDI 2000: S. 27 f.).

Die Folgenabschätzung hat die Aufgabe, mögliche Folgen zu analysieren. Dabei stützt sie sich auf bisherige Erfahrungen und auf Annahmen über zukünftige Entwicklungen.

Elemente der Folgenabschätzung

- Ermitteln des Standes der Technik
- Formulieren des erwarteten Entwicklungsziels
- Ermitteln des zeitlichen Horizontes der Entwicklung und Technik
- Aufarbeiten historischer Daten vergleichbarer Techniken aus der Vergangenheit (historische Analogienbildung)

- Ermitteln direkter kausaler Folgen gegenwärtiger und zukünftiger Anwendungen der Technik
- Erfassen auch solcher Wirkungen, die nicht eindeutig monokausal abgeleitet werden können
- Heranziehen möglicher technologischer oder sonstiger Alternativen.
- Formulieren fachlicher Bewertungskriterien
- Vergleichen des untersuchten Produkt- oder Technologiefelds und seiner Alternativen

(vgl. Zweck 2013: S. 152).

Die Bewertung legt fest, welche Folgen man erzielen, vermeiden oder akzeptieren möchte. Diese Folgen werden im Zusammenhang mit den acht Grundwerten (siehe Werteoktogen) betrachtet und bewertet.

Bei der Entscheidung wird im Hinblick auf die zum Teil konkurrierenden Werte dargestellt, welche Voraussetzungen und Folgen zu erwarten sind. Weiter wird transparent dargestellt, welche Präferenz den einzelnen Werten gegeben wurde. Dadurch werden Voraussetzungen für transparente und vernünftige Entscheidungen getroffen.

2.4 Zusammenfassung

Bei der Entwicklung und Maßstabvergrößerung verfahrenstechnischer Anlagen besteht die Möglichkeit, die Kosten zu senken, wenn einzelne Entwicklungsschritte wie z. B. Miniplant oder Pilotanlage übersprungen werden können. Jedoch erhöht dies das Risiko der Übertragung unerkannter Probleme in die Großanlage, wodurch aufwendige Modifikationen notwendig werden bzw. die Gefahr von Sachschäden besteht. Ein Anlagenbauer könnte durch die Anwendung von VDI 3780 eine größere Sicherheit für die Funktionalität der neuen Technologie erhalten.

3 Risikolandschaft von Anlagenbauprojekten

Im Folgenden wird betrachtet, welche Risiken für Anlagenbauprojekte bestehen und wie diese in den Anlagenbauverträgen auf die Projektbeteiligten verteilt werden. Die Analyse zeigt, dass diese Verträge einen großen Teil der Risiken an die Versicherungen transferieren, wobei aufgrund der Komplexität der eingesetzten Technologien die Entwicklungsrisiken bei Vertragsabschluss nicht ohne Weiteres erkennbar sind.

Eine der wichtigsten Versicherungen für Anlagenbauprojekte ist die Montageversicherung, die im Extremfall, also bei Totalverlust, für die komplette Anlage haftet. In den letzten Jahren sind vermehrt sehr große Schäden durch den Einsatz neuer Technologien aufgetreten, mit hohen Folgekosten zulasten der Montageversicherer.

Die Durchführung jedes Anlagenbauprojektes ist durch eine Vielzahl von Risiken gefährdet, die eine negative Auswirkung auf den Projektverlauf haben können.

In der Literatur sind Risikobetrachtungen vorhanden, die positive wie negative Risiken auflisten (z. B. die Umrechnungskurse von Währungen (vgl. Kapitel 1.3), die positive wie negative Einflüsse auf die finanzielle Situation des Projekts haben können). Wenn man jedoch die Risikolandschaft im Hinblick auf potenzielle Sachschäden betrachtet, ist eine Fokussierung auf die Risiken notwendig, die ausschließlich negative Auswirkungen haben können.

3.1 Risikoursachen

Ein Ansatz, die Risikolandschaft eines Projekts möglichst umfassend zu beschreiben, wird im Folgenden vorgestellt.

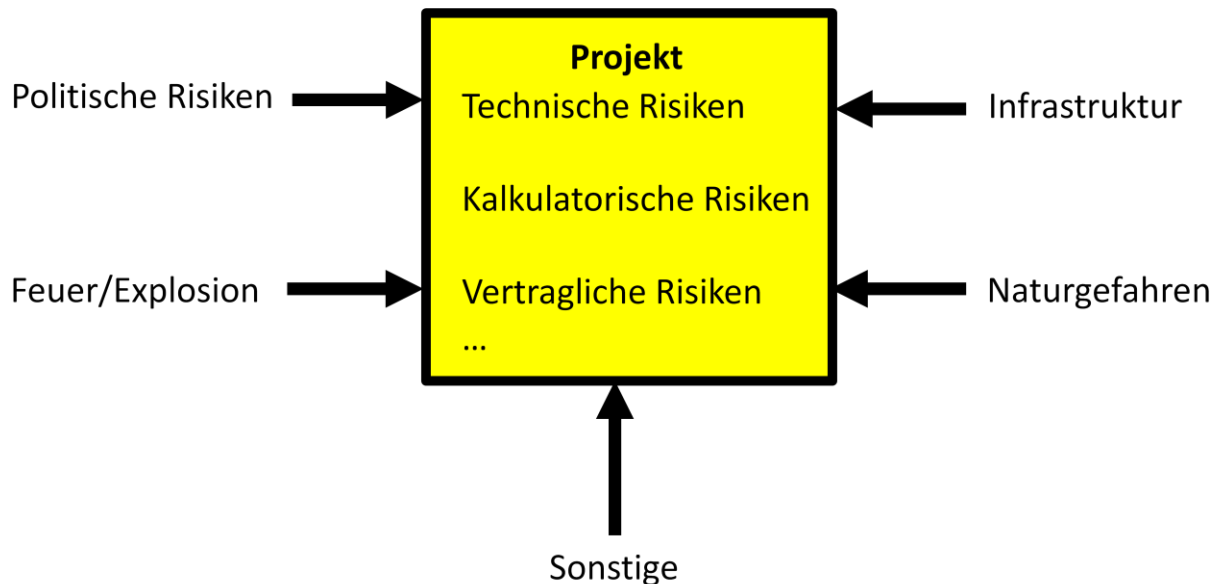


Abbildung 3: Risikolandschaft eines Anlagenbauprojektes (in Anlehnung an Voigt 2010: S. 53)

Bei den Risikoursachen wird zwischen Umweltrisiken (überwiegend durch die örtliche Lage des Projektes vorgegeben), internen Projektrisiken und Akteur-Risiken unterschieden (vgl. Voigt 2010: 52ff.).

3.1.1 Umweltrisiken – Ort der Projektrealisierung

Wirtschaftlich-soziale Bedingungen

- wirtschaftlich begründete Beeinflussung der Währungsparitäten, Veränderung des Preisniveaus von Ressourcen, Änderung von Zinssätzen
- kulturelle Unterschiede, mangelnde Arbeitsmoral/Qualifikation lokaler Kräfte und Restriktionen bei der Zulassung ausländischer Arbeitskräfte

Infrastruktur

- Eigenschaft der Verkehrswege, logistische Anbindung, Transportzeiten
- Notwendigkeit des Aufbaus einer eigenen Infrastruktur

Natürliche Bedingungen

- klimatische Gegebenheiten, Bodenbeschaffenheit, Schadstoffimmissionen durch fremde Verursacher
- Infektionskrankheiten

Politisch-rechtliche Lage

- Krieg, Revolution
- politische Beeinflussung der zwischenstaatlichen Freizügigkeit
- begrenzter Schutz des geistigen Eigentums
- rechtliche Bestimmungen für den Technologietransfer (z. B. Einfuhrbeschränkungen)
- Bestimmungen des Verwaltungs- und Verfahrensrechts
- Lokale arbeits-, sozial- und gesellschaftsrechtliche Bestimmungen

Interessengruppen (die gegen das Projekt eingestellt sind)

- Anrainer am Anlagenstandort
- politische Opposition oder Lobbyisten
- Non-Governmental-Organisations (NGOs)

Force Majeure (höhere Gewalt)

- Naturgefahren (Erdbeben, Sturm, Überschwemmung, Erdbeben etc.)
- Großfeuer, Explosion

3.1.2 Interne Projektrisiken – Art des Projektes

Technische Risiken

- Fehler in der Auslegung, Konstruktion, Montage oder Inbetriebnahme
- Leistungswerte an der Grenze der technischen Machbarkeit definiert

Vertragliche Risiken

- unklare Formulierungen (z. B. Stand der Technik)
- Übernahme von Folgeschäden (z. B. Vermögensschäden bei verspäteter Übergabe)
- unscharfe Risikoabgrenzung

Kalkulationsrisiken

- fehlerhafte Berechnung des Mengen- und Wertegerüsts
- abwicklungstechnische Risiken
- fehlerhafter Terminplan
- fehlerhafte Planung der Projektabwicklung

3.1.3 Akteur-Risiken

Akteur-Risiken ergeben sich durch die verschiedenen am Projekt beteiligten Akteure:

Risiken durch am Projekt beteiligte Firmen

- unzureichende Bonität
- zugesicherte Leistung kann nicht erbracht werden
- Personal unzureichend qualifiziert
- Schäden an Personen oder Sachen aus fremdem Verfügungsbereich
- ungewollter Technologie-, Know-how- oder Hardware-Transfer
- Interaktion mit projektexternen Personen wie z. B. Behörden, Medien

Risiken durch Bauherren

- Verzögerung der Anlagenabnahme
- Inanspruchnahme von Garantien
- langwierige Nachverhandlungen

Risiken durch Finanzinstitute oder Finanzdienstleister

- Begrenzung von Exportkrediten
- Einstellung der Zahlungen
- Einflussnahme auf die Projektabwicklung
- Abnahme der Bonität

3.1.4 Wirkungsbezogene Projektrisiken

Jede der zuvor ermittelten Risikoursachen hat bestimmte Auswirkungen auf den Projekterfolg. Man unterscheidet Qualitäts-, Termin-, Kapazitäts- und Kostenrisiken. Sachschäden verursachen im Normalfall Kosten und Verzögerungen sowie potenzielle Folgeschäden wie z. B. das Verletzen von Menschen und eine Umweltverschmutzung.

Neue Technologien führen jedoch oft auch dazu, dass gewünschte Produktionskapazitäten und Produktqualitäten nicht erreicht werden können, da sich das Betreiben der Anlage anders gestaltet als prognostiziert, wodurch der Projekterfolg ebenfalls negativ beeinflusst wird.

3.2 Risiken neuer Technologien in der Fachliteratur

In der Fachliteratur über Projektrisiken werden neue Technologien zwar benannt, jedoch findet keine nähere Betrachtung statt, wie Tabelle 1 zeigt.

Tabelle 1: Risiken bei Projekten durch neue Technologien in der Literatur

Literatur- quelle	Guserl 1996: S. 525	Gutmannsthal- Krizianits 1994: S. 241, 249	Girmscheid 2010: S. 688	Voigt 2010: S. 62 f.
Festge- stelltes Risiko durch neue Techno- logien	Industriell erstmals eingesetzte technische Entwicklungen können den Projekterfolg stark negativ beeinflussen.	Kein direkter Verweis auf neue Technologien. Fehler bei der technischen Planung lösen Qualitätsrisiken aus.	Technische Risiken sind u. a. neue technische Methoden, neue Materialien und Geräte.	Neue Technologien ohne vorherige Erprobung einzusetzen, kann ein unkalkulierbares Risiko darstellen.
Literatur- quelle	Krügler et al. 2013: S. 43 f.	Smith, Ian et al. 2010: S. 5	Bunni 2003: S. 83 f.	Levine et al. 2008: S. 25 f.
Festge- stelltes Risiko durch neue Techno- logien	Beim Einsatz neuer Technologien sowie beim Bau neuer größerer Anla- genmaßstäbe wird bei der Planung und Auslegung auf Erfahrungen zu- rückgegriffen, die jedoch eine Extrapolation darstellen, wodurch das Fehlerrisiko steigt.	Es bestehen große Un- sicherheiten, ob das neue Design den Anforderungen gerecht wird.	Es werden Beispiele aus der Bauindustrie aufgeführt, bei denen die Verwendung neuer Materialien zu Sachschäden führte.	Neue Technologien werden als Entwicklungsrisiko klassifiziert; sie bedingen ein erhöhtes Schadenrisiko bei der Inbetriebnahme.

Unter allen Quellen geht nur Voigt detaillierter und differenzierter auf dieses Thema ein. Er führt eine Befragung unter acht deutschen, international agierenden Anlagenbauunternehmen in Bezug auf ihre Risikoeinschätzung für Projekte im Jahr 2007 durch (vgl. Voigt 2010: S. 77–128).

Zur Risikobewertung betrachtet Voigt die drei Kriterien Eintrittswahrscheinlichkeit, Schadenauswirkung und Beherrschbarkeit. Dabei wurden unterschiedliche Risikoquellen vorgegeben:

- allgemeine Unternehmenstätigkeit
- spezifische Projektstätigkeiten
 - a) technische Risiken
 - b) kalkulatorische Risiken
 - c) vertragliche Risiken
 - d) abwicklungstechnische Risiken
 - e) Länderrisiken
 - f) Force Majeure
 - g) Interessengruppen
- spezifische Branchenumwelt
- globale Unternehmensumwelt

Folgende Aspekte konnten im Hinblick auf Risiken durch neue Technologien herausgearbeitet werden (vgl. Voigt 2010: S. 77 ff):

- Bei Mega-Projekten werden z. T. Maschinen spezifiziert, die bislang in dieser Größe noch nicht gebaut wurden.
- Verfahrenstechnische Apparate können nicht unbegrenzt vergrößert werden. Wenn der Transport des gesamten Apparates durch logistische Einschränkungen nicht möglich ist und manche Apparateteile erst auf der Baustelle verschweißt bzw. verschraubt werden können, müssen Arbeiten von der Werkstatt auf die Baustelle verlagert werden. Dadurch wird auch ein Teil des Herstellungsrisikos auf die Baustelle verlagert. Die gesicherten Werkstattbedingungen auf der Baustelle herzustellen, ist nur bedingt möglich; zudem gibt es oft kein adäquat qualifiziertes Personal vor Ort.
- Technische Risiken entstehen durch Innovationsversprechen und hohe Projektstandards.
- Kritisch sind noch nicht ausgereifte Technologien.
- Ein besonderes Risiko geht vom Einsatz neuer Technologien aus. Dieses Risiko wird als Unternehmerrisiko eingestuft.
- Technische Risiken bestehen bei der Fehleinschätzung von Verfahren, die der Kunde oder ein Partner mit in das Projekt einbringt.

- Fremde Lizenzverfahren sind das größte technische Risiko.
- Technische Risiken bestehen hauptsächlich darin, dass noch nicht ausgereifte Technologien zu früh großtechnisch umgesetzt werden und in der Folge kostenintensive Nachbesserungen notwendig sind.

Wenn die einzelnen Aspekte bewertet werden, fällt auf, dass unerprobte Technologien und Innovationen von den Unternehmen mehrfach als Risiko benannt wurden, obwohl die Befragung keinen Fokus auf ein bestimmtes Projektrisiko legte. Zudem stellen neuartige größere Dimensionen von Maschinen und Apparaten, die bei ständig steigenden Anlagenkapazitäten unvermeidbar sind, ein technisches Risiko dar.

Wichtig ist, dass neue Technologien als zusätzliches technisches Risiko erkannt wurden. Jedoch fehlen konkrete Beispiele in der Literatur.

3.3 Risiken von Bau- und Anlagenbauprojekten im Vergleich

Die englischsprachige Literatur über Projektrisiken bezieht sich überwiegend auf Bauprojekte, z. B. die Errichtung von Gebäuden oder von Infrastruktur. Die Risikonatur von Bauprojekten ist nur partiell identisch mit der von Anlagenbauprojekten, da die fertigen Projektbestandteile von Bauprojekten im Normalfall statisch sind. Der Abnahmetest erfolgt z. B. bei Brücken durch eine Lastprobe (vgl. Ewert 2003: S. 144), was nicht zu vergleichen ist mit der Inbetriebnahme einer verfahrenstechnischen Anlage, bei der Stoffe chemisch umgewandelt und/oder physikalisch verändert werden. Weiter wird bei Bauprojekten eine Vielzahl der notwendigen Gewerke vor Ort aus Beton gegossen, womit die Erstellung sich oft als sehr schwierig erweist. Hier sind besonders Untergrundbahnhöfe, Hochhäuser und Brücken zu nennen. Für Anlagenbauprojekte sind ebenfalls Bauarbeiten notwendig, für Fundamente, Hallen, Gebäude, Kanalisation etc. Die höchsten Kosten entfallen jedoch auf Maschinen und Apparate, Rohrleitungen, Verkabelung und Instrumentierung, die angeliefert werden und vor Ort durch unterschiedliche Verbindungstechniken wie z. B. Schweißen, Schrauben, Stecken und Löten zusammengesetzt werden. Der Montagevorgang einer Anlage ist, sofern nicht neuartige Werkstoffe, Methoden und Dimensionen eingesetzt werden, genauer planbar als die meisten Tiefbauprojekte, da die Einzelaktivitäten bekannt und bei guter Planung (Logistik, Ressourcen) durchführbar sind.

Die Literatur (vgl. Bunni 2003: S. 52–129) geht sehr detailliert auf potenzielle Risiken ein und differenziert zwischen folgenden Projektphasen:

- Wirtschaftlichkeitsstudie
- Planung
- Bau

Neuerungen als Risiken werden während der Planung und des Baus identifiziert (vgl. Bunni 2003: S. 62, 82).

In der Planungsphase besteht das Risiko, dass unerprobte technische Lösungen für den Einsatz vorgesehen werden. Wesentlich dabei ist, dass Materialien nicht ungeprüft gemäß Lieferantenangaben verwendet werden können, sondern dass die ausführende Firma auch Erfahrung mit ihrer Verarbeitung haben muss (vgl. Bunni 2003: S. 69). Als zusätzliches Risiko während der Errichtungsphase wird die Notwendigkeit neuer Bau- bzw. Montagethoden für die Realisierung technischer Innovationen angeführt (vgl. Bunni 2003: S. 83).

Schäden durch neue Technologien beim Anlagenbau treten im Normalfall während der Inbetriebnahme von Anlagen auf. Als Ursachen werden im Nachhinein häufig fehlerhaftes Material, fehlerhafte Verarbeitung oder fehlerhafte Planung festgestellt (vgl. Levine 2008: S. 25 f.). Die nachträglich festgestellten Fehler bei Prototypen sind jedoch normalerweise nicht auf falsch angewendete Normen oder falsch durchgeführte Berechnungen zurückzuführen, sondern auf die Extrapolation der Daten durch die verantwortlichen Planungsingenieure über ihr vorhandenes Wissen hinaus.

3.4 Zusammenfassung

Die Risikolandschaft von Projekten ist sehr umfangreich und wird in der Literatur entsprechend komplex dargestellt. Die Risikoursache neue Technologien wird ebenfalls in der Literatur beschrieben. Jedoch werden keine Beispiele erwähnt, bei denen diese Technologien zu konkreten Problemen führten. Weiter werden die möglichen Konsequenzen dieses Risikos nur selten beschrieben. Es kann davon ausgegangen werden, dass Anlagenbauer sich sehr schwer-tun, mit diesem Thema offen umzugehen, weil dadurch unmittelbar deutlich würde, wie unsicher sie im Hinblick auf die Umsetzung der vorgeschlagenen technischen Lösungen sind.

Die Bewertung technischer Risiken ist im Normalfall auch nicht in den eigens für Großprojekte erstellten Risiko-Registern zu finden. Dies hängt vermutlich damit zusammen, dass die Personen, die die Risikobewertung durchführen, die technischen Risiken nicht kennen oder diese nicht adäquat quantifizieren können.

4 Anlagenbauverträge

Dem Bau einer Großanlage liegt ein komplexer Anlagenbauvertrag zugrunde. Darin werden der Leistungsumfang des Anlagenbauers sowie die wichtigsten Termine festgelegt. Zwar gibt es unterschiedliche Konstellationen von Vertragsparteien, jedoch ist für die Betrachtung dieser Arbeit die Fokussierung auf die genannten Vertragsparteien hinreichend.

Es sind nur wenige Musterverträge für internationale Anlagenbauprojekte frei zugänglich in Bibliotheken bzw. im Internet zu finden. Ein frei zugängliches Beispiel für einen Anlagenbauvertrag stammt von der Weltbank. Im Kapitel „Risk Distributions“ (vgl. World Bank 2010: Seite 3–52 bis 3–55) wird festgelegt, welche Risiken von Auftraggeber und Auftragnehmer getragen werden müssen (siehe analog dazu die FIDIC-Bedingungen der Multilateral Development Bank (vgl. FIDIC 2010: S. 57 f.)).

4.1 Risikoteilung

Die Gefahrtragung für die Anlage liegt normalerweise bis zur Übergabe beim Anlagenbauer, mit Ausnahme direkter Auswirkungen auf die Projektdurchführung aufgrund von Gefahren, deren Risiken der Auftraggeber zu tragen hat.

Dies sind fast alle Gefahren, die als „höhere Gewalt“ zusammengefasst werden (vgl. FIDIC 2010: S. 63 f.; World Bank 2010: Seite 3–59 bis 3–60), nicht jedoch Streik von oder Aussperrung durch Auftragnehmerpersonal oder ein Auftraggeberschulden.

Vom Auftraggeber zu tragende Risiken sind gemäß FIDIC 2010:

- Krieg (erklärt und unerklärt), Invasion, Aktivitäten ausländischer Feinde
- Rebellion, Terrorismus, Sabotage (sofern nicht durch Auftragnehmerpersonal verursacht), Revolution, Aufstände, Militärputsch oder Bürgerkrieg
- Aufstände und innere Unruhen (sofern nicht durch Auftragnehmerpersonal verursacht)
- Kriegsmunition (z. B. Blindgänger), explosive Materialien, radioaktive Kontamination (sofern nicht durch Arbeit des Auftragnehmers mit explosiven oder radioaktiven Materialien verursacht)
- Druckwellen durch Überschall-Flugkörper

- bei Verwendung durch den Auftraggeber
- Planung oder Ausführung vom Auftraggeber durchgeführt
- außergewöhnliche Naturereignisse, die unvorhersehbar und nicht zu erwarten waren, weshalb der Auftragnehmer keine Schutzmaßnahmen treffen konnte

4.2 Versicherungsumfang

Im Anlagenbauvertrag wird festgelegt, welche Versicherungen notwendig sind und wer für den Einkauf zuständig ist (vgl. World Bank 2010: Seite 3–55 bis 3–57). Dabei schreibt der Weltbankvertrag folgende Versicherungen vor:

- Transportversicherung
- Montage-All-Risk-Versicherung mit Nachhaftung
- Haftpflichtversicherung bei Tod oder Verletzung von Dritten und Auftraggeberpersonal oder Sachschäden am Eigentum Dritter durch die Projektdurchführung, für die Montage sowie den Transport
- Kfz-Haftpflicht
- Versicherung für die am Projekt beteiligten Angestellten (Unfall/Krankheit)
- Haftpflichtversicherung des Auftraggebers/Betriebshaftpflicht

Die Transportversicherung inklusive der Haftpflichtversicherung für den Transport wird im Normalfall separat von der Montageversicherung abgeschlossen, wobei oft auch der Transport vom Seehafen über Land bis zur Baustelle, dann wieder als „Inland-Transit“, unter der Montageversicherung gedeckt sein kann.

Die Montageversicherung mit Nachhaftung sowie die Haftpflichtversicherung für den Auftragnehmer einschließlich der Haftung des Auftragnehmers für nicht vorsätzlich herbeigeführte Verletzungen des Auftraggeberpersonals lassen sich als Zusatz einer Montageversicherung abschließen.

Die Kfz-Haftpflicht für Fahrzeuge auf öffentlichen Straßen wird nicht über die Montageversicherung gedeckt.

Weiter sind die Unfallversicherungen und Krankenversicherungen im Normalfall gesetzlich vorgeschrieben und nicht Bestandteil der Montageversicherung.

Ebenfalls muss der Auftragnehmer eine generelle Haftpflichtversicherung abschließen, sofern gesetzlich vorgeschrieben oder notwendig.

Auftraggeber und Nachunternehmer sind bei der Montageversicherung als Mitversicherte zu nennen, damit deren Interessen ebenfalls versichert sind und Nachunternehmer keine separaten Montageversicherungen für ihre Gewerke abschließen müssen. Die Weltbank hat eigene Spezialisten, die die vom Auftragnehmer oder seinem Versicherungsmakler vorgeschlagenen Versicherungslösungen untersuchen und die Freigabe des Kredits vom positiven Resultat abhängig machen.

Der Weltbankvertrag wird hier als mögliches Beispiel herangezogen. Es ist ebenfalls möglich, dass der Auftraggeber die Versicherung abschließt und den Auftragnehmer sowie seine Nachunternehmer als Mitversicherte benennt.

Die FIDIC-Bedingungen spezifizieren, dass der Deckungsumfang der Projektversicherung alle Gefahren einschließen soll, die nicht dem Auftraggeber zugeordnet sind, und zusätzlich die durch den Auftraggeber zu tragenden Gefahren Aufstand und innere Unruhen, Planung oder Ausführung durch den Auftraggeber und außergewöhnliche Naturereignisse, wie in Kapitel 4.1 „Risikoteilung“ aufgeführt. Dabei fordern die Vertragswerke sowohl der Weltbank als auch der FIDIC eine besonders weitgehende Form der Nachhaftung (Guarantee-Maintenance-Deckung), die am Markt kaum für länger als zwölf Monate erhältlich ist. Die vorgeschriebene Guarantee-Maintenance-Deckung wird meist noch nicht einmal angefragt, obwohl bestimmte Deckungskomponenten laut Anlagenbauvertrag durch eine der Vertragsparteien abzuschließen sind. Das Kapitel „Insurance Requirements“ wird den Versicherern nicht zur Verfügung gestellt, wenn Projektpolicen platziert werden. Daher haben Versicherer auch keine Möglichkeit, eine adäquate Lösung anzubieten. Weshalb die Versicherungsnehmer (Anlagenbauer/Bauherr) die Versicherer nicht mehr einbinden und offen kommunizieren, welchen Versicherungsumfang sie laut Anlagenbauvertrag benötigen, ist nicht nachvollziehbar, denn ein Versicherer, der den Bedarf seines Kunden nicht vollständig kennt, kann keine optimale Lösung erarbeiten.

Anlagenbauer bevorzugen die Möglichkeit, selbst die Montageversicherung abzuschließen und die Kosten im Angebot einzupreisen.

Gründe hierfür sind:

- Sie haben einen direkten Zugriff auf die Versicherung, ohne den Auftraggeber zu involvieren.
- Die Anlagenbauer haben einen Einfluss auf die Auswahl der Versicherungen/Rückversicherungen und können im Schadenfall eine schnellere Abwicklung erwarten als bei einer durch den Auftraggeber abgeschlossenen

lokalen Versicherung, zumal der Auftragnehmer zur termingerechten Übergabe verpflichtet ist und deshalb schnell reparieren muss.

- Anlagenbauer benötigen laufend Versicherungen für ihre Projekte und können deshalb den Bedarf besser abschätzen bzw. verfügen über eigene Versicherungsbedingungen, die oft über Jahrzehnte hinweg speziell für ihren Bedarf entwickelt wurden.

Vorteile für den Auftraggeber beim Abschluss der Versicherung:

- Bei Schäden ist er immer involviert und bekommt ggf. einen prozentualen Anteil pro Schadenzahlung für seine administrative Arbeit.
- Der Abschluss einer Betriebsunterbrechungsversicherung ist einfacher, als wenn der Auftragnehmer dies in seinem Auftrag macht.

Der Projektversicherer erhält keine Kopie des dem Bau der Anlage zugrunde liegenden Anlagenbauvertrags, obwohl dies von Vorteil wäre, um ein besseres Versicherungskonzept zu erarbeiten. Daher sind die beiden frei verfügbaren Musterverträge (World Bank und FIDIC-Bedingungen der Multilateral Development Bank) wichtige Quellen der Versicherungswirtschaft, um überhaupt eine Vorstellung über die vertragliche Risikoverteilung und das Gesamtversicherungskonzept zu erhalten.

Die projektbedingten Risiken werden im Normalfall detailliert untersucht. An dieser Risikoanalyse beteiligen sich je nach den Verantwortlichkeiten, die im Anlagenbauvertrag festgelegt sind (z. B. in den FIDIC Conditions), die Anlagenbauer (Auftragnehmer) und die Betreiber (Auftraggeber). Es gibt in der Literatur verschiedene Ansätze, die Risikosituation eines Projekts systematisch zu gliedern. Bisher einzigartig hat dies Bunni (vgl. Bunni 2003: S. 134 f.) dargestellt, der die möglichen Versicherungslösungen den Risiken zuordnet.

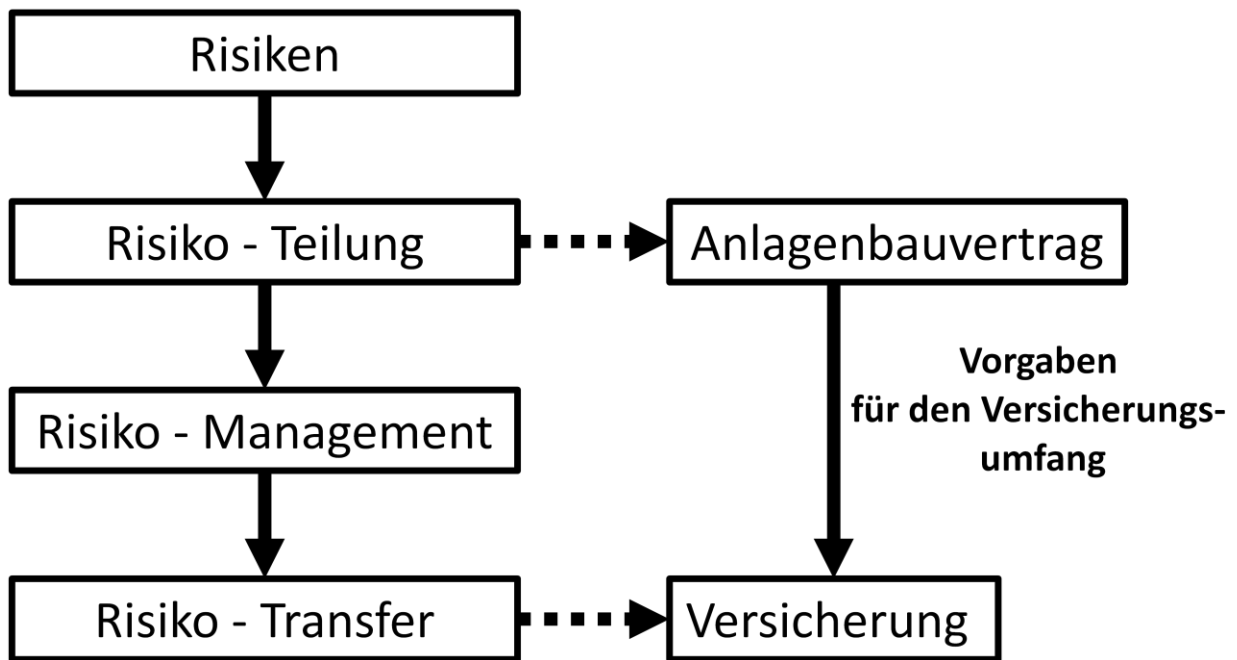


Abbildung 4: Schematische Darstellung des Zusammenhangs von Risikoteilung, Risikomanagement, Risikotransfer und dem Anlagenbauvertrag (eigene Darstellung)

4.3 Reifegrad der zu verwendenden Technologie

In Anlagenbauverträgen werden bei der technischen Spezifikation oft die Begriffe „Stand der Technik“ oder „Anerkannte Regeln der Technik“ verwendet. Der Kunde will damit sicherstellen, keine veraltete, aber auch keine unerprobte Technologie zu erwerben. In den deutschen Werkverträgen gelten, sofern nicht abweichend vereinbart, die Anerkannten Regeln der Technik als Vertragsgrundlage (vgl. Palandt, BGB § 633 6a 2008: S. 9249). Diese beinhalten diejenigen technischen Regeln, Erkenntnisse und Regelwerke, die in der Praxis die größte Verbreitung gefunden haben. Sie finden sich z. B. in Rechtsnormen wie dem Produktsicherheitsgesetz oder den Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften, weiterhin in privaten technischen Regelwerken mit Empfehlungscharakter wie DIN/ISO-Normen, Richtlinien von Verbänden wie dem Verein Deutscher Ingenieure VDI und dem Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnologie VDE (vgl. Krügler et al. 2013: S. 58) und TÜV-Standards. Für das Genehmigungsverfahren in Deutschland ist jedoch der ‚Stand der Technik‘ verbindlich. Dieser ist innovativer als die ‚Anerkannten Regeln der Technik‘ und wird in Abs. 6 Bundes-Immissionsschutzgesetz und § 3 Nr. 11 Wasserhaushaltsgesetz (WHG, vgl. Kapitel 14) bestimmt. Der Stand der Technik setzt die Anwendung neuerer technischer Lösungen voraus, die in der Praxis noch nicht allgemein verbreitet sind (vgl. Krügler et al. 2013: S. 59). Sobald z. B. eine neue Emissionsminderungsmaßnahme in Versuchs- oder Pilotanlagen praktisch erfolgreich war und ihre Umsetzung in großtechnischen Verfahren realistisch erscheint, gehört sie zum Stand der Technik. Sie muss sich nicht im Betriebsalltag bewährt haben (vgl. Kluth et al. 2013: S. 82). Es ist verständlich, dass Gesetze in Bezug auf mögliche Emissionen sicherstellen müssen, dass die Technologie während der Projektdurchführung aktualisiert wird. Aus der Sicht der Versicherer ergeben sich jedoch eigene neue Risiken, da die Technologie möglicherweise noch nicht großtechnisch realisiert wurde und damit unerprobt ist.

4.4 Sicht der Fremdkapitalgeber

Bei der Projektfinanzierung stellen die Kreditgeber dem Eigenkapitalgeber bzw. Projektponsor (z. B. dem Mutterkonzern) die notwendigen finanziellen Mittel zur Verfügung. Dieser leitet sie weiter an das Projekt (im Normalfall eine für die Projektdurchführung gegründete Projektgesellschaft). Sobald die Anlage produziert, zahlt das Projekt aus Erlösen die Zinsen und das geliehene Kapital zurück (im Normalfall nach einem festgelegten Zahlungsplan). Die Rückgriffmöglichkeiten der Geldgeber auf den Sponsor und Eigenkapitalgeber sind begrenzt bzw. nicht vorhanden (vgl. Böttcher 2013: S. 20). Die Projektgesellschaft haftet für die Rückzahlung der Kredite. Für die Fremdkapitalgeber ist damit entscheidend, dass die Anlage wie vorgesehen produziert, da sie sonst das eingesetzte Kapital nicht zurückerhalten. Die Kapitalgeber der Projektfinanzierung legen daher Wert darauf, dass keine unausgereiften Technologien eingesetzt werden, weil das daraus resultierende Funktionsrisiko dazu führen kann, dass die Produkte nicht die geforderte Qualität haben und die Kapazität der Anlage geringer ist als vorgesehen. Die Finanzierung einer neuen Technologie würde demnach bedeuten, dass vorab nicht klar abgeschätzt werden kann, welche Kapazität und Produktqualität erreicht werden. Damit verbunden würden sich die Geldgeber auf einen instabilen Cashflow einlassen (vgl. Böttcher 2013: S. 86; Kienbaum et al. 2003: S. 280). Fremdkapitalgeber legen bei der Finanzierung zudem Wert darauf, dass vergleichbare erfolgreich realisierte Referenzprojekte existieren. Auch soll aus der Sicht der Geldgeber keine veraltete Technik verwendet werden. Die Geldgeber lassen üblicherweise Gutachten von Experten für die Risiken durch unerprobte Technologien anfertigen. Bevorzugt werden Projekte finanziert, bei denen nicht der neueste Stand der Technik angewendet wird, sondern Anlagen, die sich über einen längeren Zeitraum bewährt haben (vgl. Böttcher 2013: S. 91).

Sollen dennoch unerprobte Technologien eingesetzt werden, kann zur Absicherung die Finanzierung in Form einer Unternehmensfinanzierung erfolgen, bei der der Kreditnehmer der Eigenkapitalgeber (z. B. der Mutterkonzern) ist, dieser die Mittel für die Durchführung des Projektes verwendet und selbst für die Rückzahlung haftet, im Gegensatz zur Projektfinanzierung (vgl. Böttcher 2013: S. 20).

Für den Projektversicherer wäre es demnach von Interesse, zu wissen, in welcher Form die Finanzierung durchgeführt wurde, da dies ggf. einen Rückschluss darauf erlaubt, wie die Technologie von den Fremdkapitalgeber eingeschätzt wurde. Diese Information wird jedoch nicht bereitgestellt.

4.5 Arbeitsschutzvorgaben in den Anlagenbauverträgen

Für den Arbeitsschutz wird in den Musterverträgen die Vorgabe gemacht, dass der Anlagenbauer für die Sicherheit und Gesundheit seines Personals verantwortlich ist. Weiter soll er in Zusammenarbeit mit lokalen Gesundheitsbehörden sicherstellen, dass hinreichend medizinisches Personal, Erste-Hilfe-Einrichtungen sowie Krankenwagen permanent auf der Baustelle und im Wohnbereich von Anlagenbauer und Bauherrn vorhanden sind. Ferner soll der Anlagenbauer einen Sicherheitsbeauftragten bestimmen, der für die Sicherheit sowie die Unfallverhütung verantwortlich ist. Die Anwendung einer konkreten Norm wird nicht vorgeschrieben.

Der Anlagenbauer ist verpflichtet, alle Unfälle, inklusive Angaben über Verletzungen und Sachschäden, dem Auftraggeber zu melden. Diese Festlegungen sind weitgehend einheitlich in den Weltbank- und den FIDIC-Musterverträgen (vgl. World Bank 2010; FIDIC 2010) enthalten.

In individuellen Verträgen, die für konkrete Anlagenbauprojekte ausgearbeitet wurden, sind detailliertere Vorgaben festgehalten. Dabei wird die Einhaltung aller gesetzlichen Vorschriften sowie der Standards des Auftraggebers meist sehr viel weitgehender vertraglich vorgegeben.

4.6 Zusammenfassung

Anlagenbauverträge sind sehr komplexe Verträge, die möglichst alle Verpflichtungen der Vertragsparteien detailliert regeln. Besonders wichtig für die Risikosituation ist die Gefahrenenteilung und die daran geknüpfte Verpflichtung, Versicherungen einzukaufen. Für Versicherer wäre es von großer Bedeutung, diese beiden Abschnitte des Vertrages zu kennen, um ein besseres Verständnis für die Interessen der Vertragsparteien zu bekommen und vollständigere Versicherungslösungen anbieten zu können. Dem Anlagenbauer wird oft unterstellt, dass er Deckungen wie z. B. für eine sehr weitgehende Nachhaftung (vgl. Kapitel 5.7) nur einkauft, da er unsicher wegen seiner Technologie ist (vgl. Rauser: 2018). Diese Fälle mag es geben, dennoch ist die Ursache für die Nachfrage meist eine Festlegung im Anlagenbauvertrag, die in der Versicherungswirtschaft weitgehend unbekannt ist. Mehr Transparenz durch den Anlagenbauer würde die Platzierung solcher Deckungskomponenten vereinfachen, da die Versicherer dann besser verstehen würden, weshalb dieser weitgehende Versicherungsschutz benötigt wird.

5 Projektversicherungen

Die Errichtung und Inbetriebsetzung von Anlagen (Montageobjekten) hat sich als besonders schadenträchtiger Zeitraum im Lebenszyklus einer Anlage erwiesen. Es bestand deshalb der Bedarf für ein Versicherungsprodukt, das die Interessen der am Projekt Beteiligten gegen unvorhersehbare Schäden deckt. Die Montageversicherung war von Anfang an als Allgefahrendeckung entwickelt worden und schließt z. B. im Vergleich zur Maschinenversicherung auch Feuer-, Explosions- und Naturgefahrenrisiken ein. Die ersten Montageversicherungen in Deutschland wurden 1924 von der Atlantic-Versicherung und der Allianz mit Unterstützung der Münchener Rück eingeführt (MunichRe 2000a: S. 27). 1931 wurde die Montageversicherung der Versicherungsaufsicht unterstellt und es wurden die „Allgemeinen Versicherungsbedingungen für die Montage (AVB – Montage)“ herausgegeben, aus denen nach der Überarbeitung 1972 die „Allgemeinen Montagebedingungen AMoB 1972“ hervorgingen (vgl. Rintelen 2012: S. 722 ff.). Die AMoB ist seit der Deregulierung des Versicherungsrechts 1994 eine vom Gesamtverband der Deutschen Versicherer (GDV) herausgegebene Musterbedingung (vgl. GDV 2011a).

5.1 Montageversicherung in Deutschland – AMoB 2011

Die AMoB 2011 (vgl. GDV 2011a) ist eine Allgefahrendeckung mit wenigen Ausschlüssen. Gedeckt sind unvorhergesehen eingetretene Beschädigungen oder Zerstörungen an den versicherten Sachen (Sachschaden). Die Montageversicherung ist deshalb eine reine Sachversicherung. Ein Sachschaden setzt eine Beeinträchtigung der Gebrauchsfähigkeit der Sache durch ihre Zustandsveränderung voraus (vgl. Rintelen 2012: S. 737). Die Abgrenzung zum Mangel, einem Zustand, bei dem das versicherte Objekt seinen Sollzustand nie erreicht hat, ist in vielen Fällen schwierig. In der vorliegenden Arbeit soll darauf nicht detailliert eingegangen werden, da dies bereits Bestandteil anderer Publikationen ist (vgl. Thürmann: 1988) und die Bewertung sich sehr stark am Einzelfall orientiert. Hinzu kommt, dass bei internationalen Projekten oft das lokale Versicherungsrecht des Landes greift, in dem die Anlage gebaut wird, sodass die Details der deutschen Rechtsprechung ohnehin nicht unmittelbar zur Anwendung kommen.

Unter der Montageversicherung lassen sich alle Lieferungen und Leistungen versichern, die zum Projekt gehören. Diese Lieferungen und Leistungen müssen Bestandteil der

Versicherungssumme sein, die normalerweise mit dem Projektbudget übereinstimmt, abzüglich der Kosten, die nicht versicherbar sind, wie z. B. die Kosten für den Landerwerb. Als Faustregel kann gelten, dass alles, was vor Projektbeginn auf dem Baugelände ist, nicht unter der Projektdeckung versichert ist. Die Versicherungssumme muss alle Kosten enthalten, die bei der Erstellung der Anlage entstehen. Dies beinhaltet auch die Kosten für die Planung, da ohne diese eine Erstellung nicht möglich wäre.

In gewissem Umfang lassen sich bei Umbauten die bestehenden Anlagenteile gegen Sachschäden durch Montagearbeiten versichern, jedoch nur in Form von Erstrisiko-summen, bei denen unabhängig von den tatsächlich vorhandenen Werten nur maximal bis zu einer vorab festgelegten Summe entschädigt wird.

Die Montageversicherung ist in Anlehnung an Rintelen (2012) wie im Folgenden dargestellt von anderen Versicherungen abzugrenzen:

Bauleistungsversicherung

Die Bauleistungsversicherung ist wie die Montageversicherung eine Sachversicherung für Projekte. Nach AMoB A §1 Nr. 1 (GDV 2011a) werden als Montageobjekte versichert „Konstruktionen, Maschinen sowie maschinelle und elektronische Errichtung“, während nach den Allgemeinen Bedingungen für die Bauleistungsversicherung durch Auftraggeber und nach den Allgemeinen Bedingungen für die Bauleistungsversicherung von Unternehmerleistung (ABN/ABU, vgl. GVD 2011b) Bauvorhaben versichert werden. Erfasst wird damit die Erstellung von Bauleistungen als unbewegliche Sachen. Die ABN wird für Hochbauten verwendet, die ABU für sogenannte „Ingenieurbauten“ wie z. B. Tunnel und Brücken.

Maschinenversicherung

In der Maschinenversicherung werden einzelne Maschinen (z. B. Turbinen), Apparate (z. B. Wärmeaustauscher) oder auch ganze Anlagen versichert, die nicht mehr Bestandteil eines Montagevorhabens, sondern bereits im kommerziellen Betrieb sind, d. h. Montage, Probetrieb und Gefahrübergang an den Betreiber haben stattgefunden. Diese Deckung greift nach der Montageversicherung.

Maschinengarantieversicherung

Die Maschinengarantieversicherung ist eine Versicherung, bei der der Unternehmer einen Teil seines Gewährleistungsrisikos ab der Abnahme durch den Auftraggeber versichern kann. Versichert werden nur Folgeschäden von Sachmängeln an der

gelieferten Sache (z. B. Getriebe eines Windrads). Der eigentliche Mangel wird von der Maschinengarantieversicherung nicht erfasst.

5.2 Laufzeit der Montageversicherung

Die Versicherung beginnt, wenn die ersten Arbeiten vor Ort durchgeführt werden, und endet nach dem erfolgreichen Probetrieb (Preliminary Acceptance Certificate, PAC) und dadurch mit dem kommerziellen Betrieb. Der gesamte Zeitraum erstreckt sich üblicherweise über ein bis drei Jahre. Es kann gesondert eine Nachhaftungsdeckung vereinbart werden, die normalerweise für ein bis zwei Jahre abhängig vom Deckungsumfang einen Versicherungsschutz für noch offene Restarbeiten (Punch List Items) und Schäden als Folge von Montage- bzw. Baufehlern bietet (vgl. Kapitel 5.7).

5.3 Internationale Montageversicherungen

In vielen Ländern verlangt der Gesetzgeber, dass Policen im Inland auf der Basis des lokalen Rechts und oft in der Landessprache abgeschlossen werden müssen. Häufig sind auch Versicherungssteuern zu entrichten. Daher ist es im Normalfall nicht möglich, dass ein deutsches Versicherungsunternehmen mit einer deutschen Lokalpolice (Vertrag zwischen zwei deutschen Firmen) die Errichtung einer Anlage durch eine deutsche Firma im Ausland versichert. Es gibt jedoch Ausnahmeregelungen: So dürfen innerhalb der Europäischen Union unter der FOS-Police (Freedom of Services) Versicherungen über Landesgrenzen hinweg ausgestellt werden. Dies entbindet jedoch nicht von der Steuerpflicht im Land, in dem das Projekt durchgeführt wird, weshalb die legale Versicherung von internationalen Projekten für Versicherer eine administrative Herausforderung darstellt. Der Versicherer muss wissen, in welcher Form die gewünschten Deckungskonzepte umgesetzt werden können, muss dafür mit einem Juristennetzwerk die Gesetzgebung in den Ländern verfolgen, in denen er Risiken versichern möchte, und seine Richtlinien ständig aktualisieren. Weiter muss er ein weltweites Netzwerk eigener lokaler Büros oder Partnerfirmen haben, die Lokalpolicen ausstellen sowie Risikobegleitungen und Schadenmanagement durchführen können. Als internationale Standardmontageversicherungsverträge hatten sich über lange Zeit die EAR-Wordings (Erection All Risk) der Münchener Rück etabliert (vgl. MunichRe 2000b: E 65.0-D1/D2). Sie werden oft in Ländern eingesetzt, in denen keine lokalen

Montageversicherungsbedingungen wie etwa die AMoB in Deutschland existieren, und werden teilweise auch in der jeweiligen Landessprache als Standard verwendet.

5.4 Wichtigste Deckungserweiterungen der Montageversicherung

Es gibt eine Vielzahl von Deckungserweiterungen, die im Regelfall auf bestimmte Summen limitiert sind, die weit unter der Versicherungssumme der Montageversicherung liegen. Diese läuft im Normalfall über die gesamte Projektsumme und stellt die Höchstentschädigung dar.

Die Montage-Betriebsunterbrechungsversicherung ist eine Vermögensschadenversicherung, die bei ersatzpflichtigen Schäden unter der Montageversicherung den Versicherungsnehmer für die zusätzlichen Kosten durch die schadenbedingte Verzögerung des kommerziellen Betriebs entschädigt. Dabei gibt es unterschiedliche Deckungskonzepte. Es können beispielsweise nur die Zinsen, die der Eigentümer für die Finanzierung zu zahlen hat, versichert werden. Bei weitergehenden Deckungskonzepten können die Fixkosten und der entgangene Gewinn versichert werden. Diese Deckungserweiterung ist im Schadenfall normalerweise sehr kostspielig für den Versicherer. Die Reparatur eines Großschadens ist ein eigenständiges Projekt, bei dem die Ursachenforschung selbst schon Monate in Anspruch nehmen kann, aber meist unerlässlich ist zur zukünftigen Schadenvermeidung und Reparaturkonzeptentwicklung. Zudem können Behörden nach Sachschäden, bei denen Personen verletzt oder getötet wurden, das Weiterarbeiten auf der Baustelle zeitweise untersagen, wodurch es zu Verzögerungen kommen kann. Viele Maschinen und Apparate haben lange Lieferzeiten (> 6 Monate). Produzenten haben volle Auftragsbücher und halten im Normalfall keine Spezialwerkstoffe oder Maschinenteile über den geplanten Bedarf hinaus vorrätig, sondern ordern nur bei Auftragserteilung, was unter Umständen mehrere Monate Wartezeit bis zur Lieferung der notwendigen Materialien an den Hersteller bedeutet. Für einzelne Maschinen und Apparate können die Lieferzeiten damit mehr als zwölf Monate betragen. Bei Betriebsunterbrechungsversicherungssummen für Großprojekte von zum Teil mehreren hundert Millionen Euro pro Jahr ergibt sich für den Versicherer ein gänzlich anderes Risikoprofil als beim Versichern reiner Sachschäden.

Zudem kann es bei jedem Projekt zu Verzögerungen kommen, die nicht schadenbedingt sind. Die häufigste Ursache ist, dass die Terminplanung nur eine

Summe positiver Annahmen darstellt. In der Realität starten Projekte meist verspätet, ohne dass der Endtermin angepasst wird. Die Summe der einzelnen Aktivitäten wird damit auf einen kürzeren Zeitraum konzentriert, was größere Ressourcen nötig macht, die oft nicht vorhanden sind oder auf der Baustelle gar nicht gleichzeitig Raum hätten. Für diese normalen Verzögerungen sind je nach vertraglicher Zuständigkeit der Bauherr oder die Montagefirma verantwortlich. Es findet zwischen Bauherren und Montagefirma jedoch oft kein Informationsaustausch über diese Verzögerungen statt, da die Montagefirma bei verzögerter Übergabe an den Bauherrn Vertragsstrafen zahlen muss, sofern die Verzögerungen nicht durch den Auftraggeber verursacht wurden. Der Bauherr muss im Normalfall bestimmte Arbeiten unabhängig von der Montagefirma organisieren und muss bei Verzögerungen damit rechnen, dass die Montagefirma Mehrkosten in Rechnung stellt (Change Order), da ihr durch die vom Bauherrn verschuldeten Verzögerungen Mehrkosten entstehen.

Tendenziell versuchen deshalb die am Projekt Beteiligten, bei Eintritt eines versicherten Sachschadens die gesamte bereits vorhandene Verzögerung als schadenbedingte Verzögerung geltend zu machen. Montagebetriebsunterbrechungsversicherungen bei Großprojekten haben im Regelfall zeitliche Selbstbehalte von 30 bis 120 Tagen. Es liegt in der Natur von Großprojekten, dass die Fertigstellung auch ohne Sachschäden meist verzögert ist. Der Nachweis über die tatsächliche schadenbedingte Verzögerung gestaltet sich im Einzelfall schwierig, da zur Klärung die Mitwirkung von Montagefirma und Bauherrn erforderlich ist. Die zeitliche Abfolge vor Schadeneintritt kann häufig nicht nachträglich ermittelt werden, da die notwendigen Daten von der Projektleitung meist nicht zur Verfügung gestellt werden. Es kann nur vermutet werden, dass diese Intransparenz daher rührt, dass bereits angefallene Projektverzögerungen ebenfalls bei der Versicherung geltend gemacht werden sollen. Deshalb bieten Spezialfirmen Versicherern den Service an, bei Projektbeginn den Terminplan zu überprüfen und monatlich den tatsächlichen Projektfortschritt zu ermitteln. Dies geschieht mit Hilfe von Terminplanungssoftware. Der Projektterminplaner muss monatlich den aktuellen Terminplan in Form einer Datei übermitteln, der mit Spezialsoftware auf Verzögerungen untersucht wird. Ein solcher Ablauf muss jedoch bereits vor Schadeneintritt installiert sein. Der Versicherer kann auf der Basis dieser proaktiven Projektbetreuung (ALOP-Monitoring) einen guten Überblick über die zeitliche Abfolge gewinnen und kann im Schadenfall die versicherte Unterbrechungszeit leichter ermitteln (vgl. Purbrick 2013: S. 3 ff.). Jedoch ist diese Art von Risikobetreuung nur schwer durchführbar. Auf freiwilliger

Basis werden diese Daten oft nicht bereitgestellt. Die am Projekt beteiligten Firmen müssten in der Lokalpolice dazu verpflichtet werden, diese Daten bereitzustellen, aber diese Vertragsklausel wird im Normalfall vom Makler oder dem Versicherungsnehmer abgelehnt. Standard war dabei schon immer, dass dem Versicherer die Projektfortschrittsberichte (Project Progress Reports) zur Verfügung gestellt werden müssen. Jedoch sind keine Konsequenzen daran geknüpft, wenn dies nicht erfolgt, sodass im Regelfall diese Berichte nicht oder nur sehr unregelmäßig bereitgestellt werden, obwohl gemäß den Versicherungsbedingungen (vgl. MunichRe 2000: E 65.1 D 4a) die Verpflichtung dazu besteht.

5.5 Rückversicherung und internationale Versicherungsprogramme

Die Rückversicherung wird zum Risikotransfer zwischen Versicherungsunternehmen eingesetzt. Dabei kann die Rückversicherung unterschiedliche Funktionen erfüllen.

Im einfachsten Fall möchte ein Versicherer, der z. B. ein Großprojekt versichert, einen Teil oder das gesamte Risiko an einen oder mehrere Rückversicherer transferieren. Dies geschieht zum Teil als Quota Share, wobei ein prozentualer Anteil des Gesamtrisikos rückversichert wird, oder auf einer Layer-Basis, bei der Schäden bis zu einer bestimmten Höhe vom Versicherer getragen werden. Darüber hinaus greifen die Rückversicherung, oder ein Carve-Out-Modell, wobei bestimmte Gefahren rückversichert werden, meist solche mit Kumul-Charakter (z. B. Naturgefahren). Grundsätzlich sind auch Kombinationen der drei Varianten möglich.

Die zweite Möglichkeit ist, dass die unterschiedlichen Firmenbereiche in verschiedenen Ländern als Versicherungs- sowie als Rückversicherungsunternehmen fungieren. Diese Lösung wird gewählt, wenn z. B. eine deutsche Firma im Ausland ein Projekt realisieren will und dafür eine Versicherung bei einem deutschen Versicherer abschließt. Die lokale Gesetzgebung verlangt die Ausstellung einer Police im Land durch einen lokalen Versicherer. Der deutsche Versicherer wird dann über sein Büro in dem Land, in dem die Anlage errichtet wird (Receiving Country), die Police ausstellen und gleichzeitig das Risiko über einen internen Rückversicherungsvertrag an das Unternehmen in Deutschland zedieren. Dies ist meist möglich, da die grenzüberschreitende Rückversicherung nur wenigen Beschränkungen unterliegt. Firmen, die internationale Projekte durchführen, wünschen oft den gleichen Versicherungsschutz für alle Projekte weltweit und verfügen über Versicherungsbedingungen, die sie selbst oder ihr

Versicherungsmakler entwickelt haben. Der Export dieser spezifischen Verträge in einen Lokalvertrag im Ausland lässt sich nicht direkt realisieren. Selbst wenn es möglich wäre, würden die Übersetzung in eine andere Sprache sowie das unterschiedliche lokale Recht und die Rechtsprechung zu Abweichungen zwischen gewünschtem und tatsächlichem Versicherungsschutz führen. Die deutsche Police wird deshalb zusätzlich zur Police im Ausland als Konditionsdifferenzdeckung (KDS) ausgestellt. Jedoch gibt es Länder, in denen es verboten ist, als Ergänzung zur Lokalpolice eine KDS-Deckung auszustellen. Der Versicherungsnehmer hat mit einer KDS-Deckung den Vorteil, den Schaden unter der KDS-Police in Deutschland erneut geltend zu machen zu können, wenn ihm eine Deckung im Schadenfall unter der Lokalpolice verweigert wird oder die Entschädigung zu gering ist, wobei unter der Lokalpolice bereits geleistete Schadenzahlungen vom ersatzpflichtigen Betrag abgezogen werden.

5.6 Internationale Rückversicherungszentren am Beispiel des „Londoner – Marktes“

Der internationale Versicherungsmarkt in London hat historisch betrachtet eine besondere Bedeutung, da sich die Versicherungsunternehmen ausgehend von Versicherungen für Schiffe und ihrer Ladung über die Jahrhunderte entwickelt und etabliert haben. Großprojekte bergen immer die Gefahr, dass sehr hohe Schadenzahlungen zu leisten sind, weshalb die Risiken aufgeteilt werden. Hinzu kommt, dass internationale Großprojekte nur von Versicherern mit dem entsprechenden notwendigen Detailwissen versichert werden sollten. Internationale Projekte werden deshalb oft über London versichert, da u. a. Lloyds mit seinen Syndikaten erhebliche finanzielle Kapazitäten bereitstellen kann und die globalen Versicherer und Rückversicherer auch in London Niederlassungen haben. Lloyds of London ist ein internationaler Versicherungsmarkt in Form einer Börse, an der mit Versicherungen gehandelt wird. Sein Ursprung waren Transportversicherungsgeschäfte im Kaffeehaus von Edward Lloyds, das 1688 in London eröffnet wurde (vgl. Flower 1983: S. 20). Der „Londoner Markt“ wird jedoch oft auch als alternative kostengünstigere Lösung zu lokalen Deckungskonzepten angefragt. Versicherungslösungen über London werden normalerweise von Maklern organisiert, die falls nötig zusätzlich einen lokalen Versicherer einbeziehen, der nur die Funktion hat, die Lokalpolice auszustellen (Fronting), sowie einen unterstützenden Service für die Risikobetreuung und

Schadenregulierung zu erbringen. Das eigentliche Know-how für die Risikobetreuung und die Schadenabwicklung wird dabei im Normalfall vom führenden Rückversicherer bereitgestellt. Dafür werden oft externe Firmen beauftragt (Loss Adjuster).

5.7 Anlagenbauprojekte aus der Sicht des Projektversicherers

Die Durchführung eines Projekts zur Errichtung einer verfahrenstechnischen Anlage erfordert im Normalfall große Investitionen, oft mehrere Milliarden Euro. Eine Vielzahl unterschiedlicher Risiken gefährdet den Projekterfolg. Anders als bei klassischen Bauprojekten, bei denen die Errichtung das eigentliche Risiko darstellt, wird eine verfahrenstechnische Anlage nach Abschluss der Montagearbeiten erst noch in Betrieb genommen, d. h. die Errichtung bzw. die Montage ist nur eine Vorstufe, da die Anlage eine bestimmte Funktion übernehmen soll. Das Risiko ändert sich vom Übergang der Montage zum Probetrieb nachhaltig, wobei ein Teil der Montagerisiken weiterbesteht, da z. B. immer noch Schweißarbeiten durchgeführt werden, sodass weiterhin ein Feuerrisiko besteht. Die zusätzlichen Risiken bei der Inbetriebnahme ergeben sich hauptsächlich dadurch, dass die Anlage mit Roh- bzw. Vorstoffen gefüllt wird und der Prozess, der meist chemische Reaktionen beinhaltet, Schritt für Schritt anläuft. Die Dauer der Montagearbeiten kann mehrere Jahre betragen. Die Inbetriebnahme ist normalerweise mit einem bis sechs Monaten veranschlagt, kann jedoch je nach Anlagentyp und den erforderlichen technischen Modifikationen auch deutlich länger dauern.

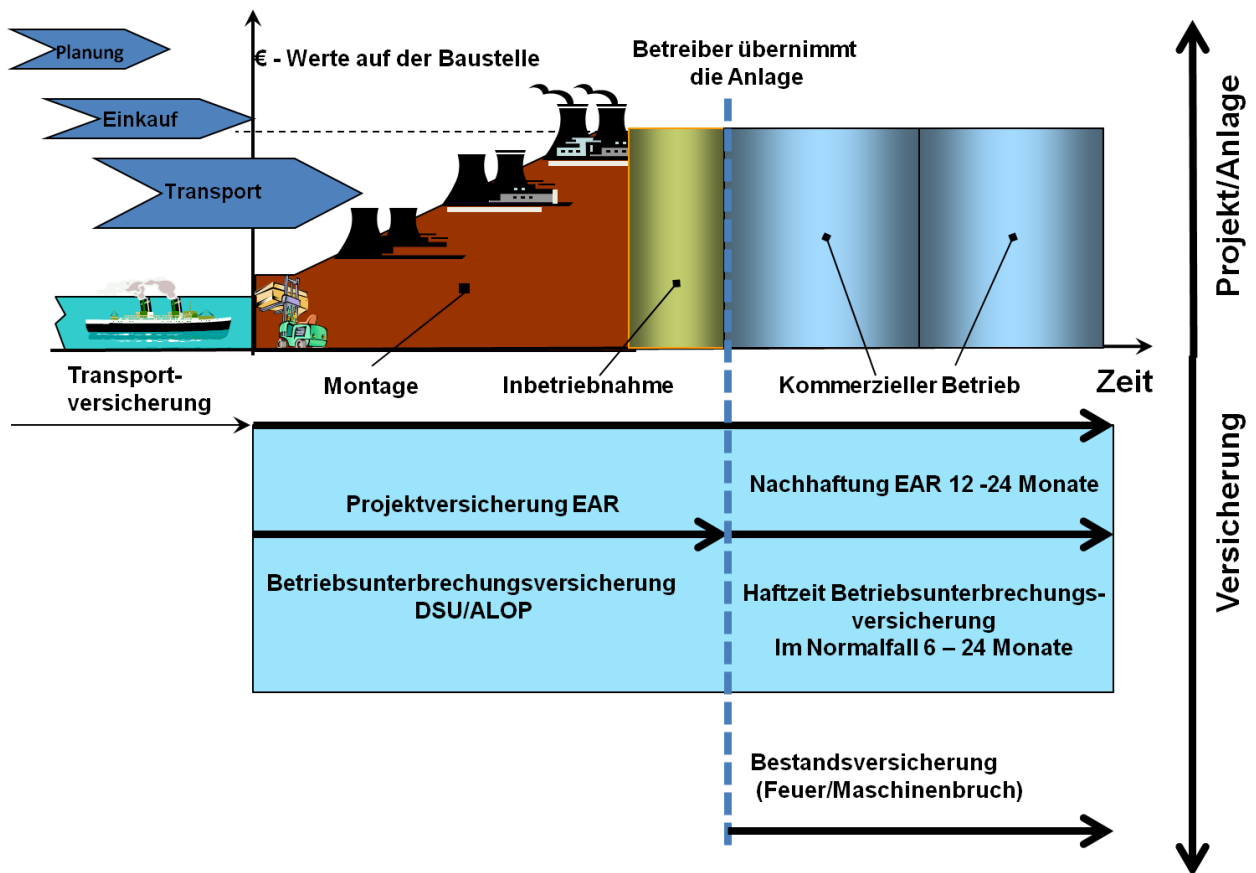


Abbildung 5: Sachversicherungen während Transport, Erstellung und Betrieb einer verfahrenstechnischen Anlage (eigene Darstellung)

Die Projektversicherung wird erst kurz vor oder auch erst nach dem Beginn der Arbeiten auf der Baustelle eingekauft. Dies geschieht so spät, da zu Beginn der Arbeiten auf der Baustelle ein nur sehr geringes Risiko für Sachschäden besteht. In den ersten Monaten werden nur Erdarbeiten ausgeführt und es befindet sich noch kein Material für den Bau der Anlage auf der Baustelle. Die Versicherung steht dabei immer wieder vor der Herausforderung, ein komplexes Projekt, mit dem sich die Projektbeteiligten bereits seit Jahren befassen (etwa im Rahmen einer Wirtschaftlichkeitsstudie, Engineering etc.), in kürzester Zeit, innerhalb oft nicht mehr als einer Woche, zu bewerten und bei Größtrisiken eine Haftung von bis zu einer Milliarde Euro und mehr zu übernehmen.

5.8 Underwriting von Großprojekten

Für die Durchführung eines Großprojekts wird wie zuvor erläutert eine Vielzahl von Versicherungen benötigt. Einige sind gesetzlich vorgeschrieben, andere müssen aufgrund des Anlagenbauvertrags vom Anlagenbauer oder dem Auftraggeber eingekauft werden (vgl. Kapitel 4.2), um einen Risikotransfer herzustellen. Die unterschiedlichen Versicherungen werden normalerweise nicht gemeinsam, sondern separat eingekauft. Gründe hierfür sind, dass Versicherungen für Großprojekte sehr individuell sind und dass es unter den Versicherungsmaklern und Versicherern eine Produktpartenorganisation gibt. Weiter sind die finanzielle Kapazität (Maximalbetrag, der pro Schaden bezahlt werden kann) und der Risikoappetit eines Versicherers für die Produktparten unterschiedlich. Dennoch würde die Verknüpfung aller Versicherungen (Multiline) das Risiko von Deckungslücken und Doppelversicherungen für den Kunden reduzieren. Die Sparte mit der geringsten Kapazität gibt dann den Maximalanteil vor, was zu einer geringeren Gesamtkapazität und in der Konsequenz zu höheren Preisen für den Kunden führt.

Weiter gibt es spezialisierte Versicherer, die zum Beispiel Montage- und Bauleistungsversicherungen anbieten, aber keine Transportdeckungen, und sich deshalb an Multiline-Versicherungen nicht beteiligen könnten, was für den Kunden weniger potenzielle Anbieter und damit höhere Prämien bedeuten würde. Versicherer werden im Normalfall zu zwei möglichen Zeitpunkten innerhalb eines Großprojekts bezüglich einer Projektdeckung angefragt: zum einen während der Angebotsphase, wenn mehrere Anlagenbauer für das gleiche Projekt ein Angebot einreichen und der Anlagenbauer möglichst genau wissen muss, was die Projektdeckung kostet. Dies ist bei Infrastrukturprojekten üblich. Der zweite Zeitpunkt ist kurz vor Beginn der Arbeiten auf der Baustelle oder der Lieferung erster Materialien. Reine Erdbewegungen werden oft noch ohne den Versicherungsschutz einer Montageversicherung durchgeführt.

Im Normalfall sendet der Makler, der den Endkunden (Versicherungsnehmer) unterstützt, dem Versicherer ein Informationspaket mit der Bitte, zu prüfen, ob und zu welchen Konditionen er das Projekt versichern würde und mit welchem Anteil. Der Prozess, bei dem der Versicherer das Projekt im Hinblick auf mögliche Risiken untersucht, eine Prämie ermittelt und den im Normalfall vom Versicherungsmakler vorgeschlagenen Versicherungsvertrag prüft und ggf. modifiziert, wird Underwriting genannt.

Underwriter für Montage- oder Bauleistungsversicherungen besitzen oft einen technischen Berufshintergrund und eine juristische Zusatzausbildung, da diese Funktion technisches und juristisches Fachwissen verlangt.

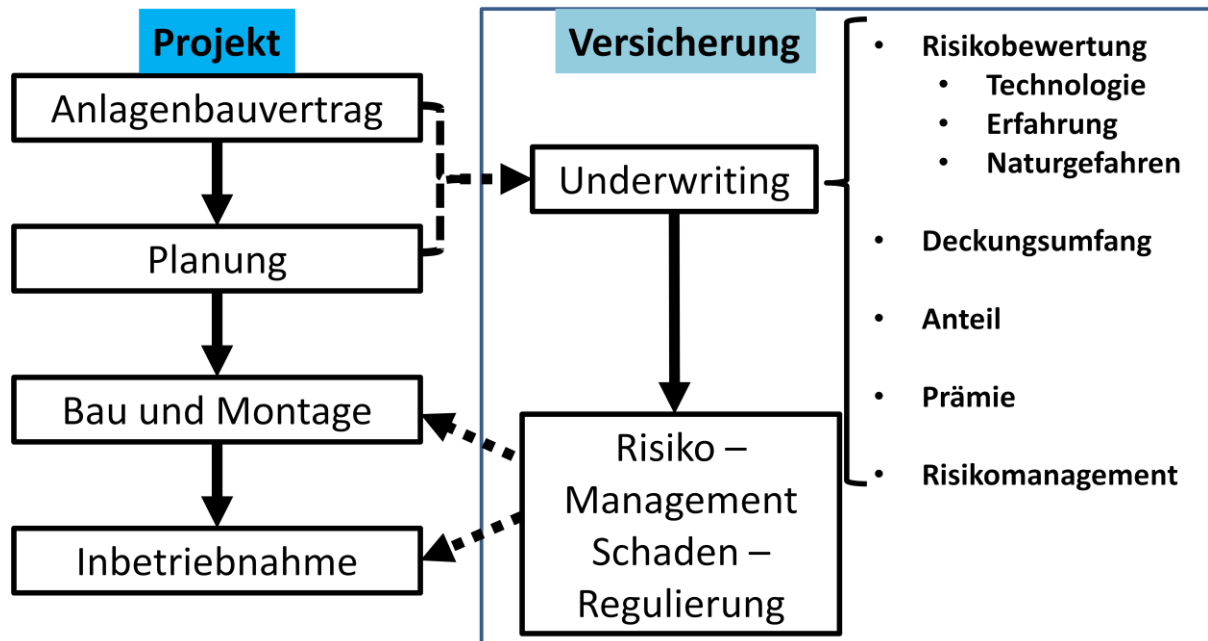


Abbildung 6: Schematische Darstellung der Abläufe innerhalb des Projektes und beim Projektversicherer (eigene Darstellung)

5.8.1 Projektpräsentation

Bei sehr großen Projekten findet oft eine Projektpräsentation für die Versicherer bzw. Rückversicherer statt. Die Präsentation wird normalerweise von einem Mitglied der Projektleitung gehalten mit Unterstützung des Versicherungsmaklers, in dessen Räumen das Ereignis stattfindet.

Projektpräsentationen sind die beste Möglichkeit für Versicherer, einen schnellen Überblick zu erhalten, direkt Fragen zu stellen und Wünsche in Bezug auf den Umfang der Projektdokumentation zu äußern. Es gibt keine einheitlichen Standards für die bereitzustellenden Dokumente.

Dabei hat der Underwriter nicht zwingend vorab Informationen über das Projekt erhalten, d. h., er bekommt im schlechtesten Fall erst während der Präsentation komprimierte Informationen, muss das Projekt und potenzielle Gefahren und Risiken, die unter der Montagedeckung versichert wären, erfassen und durch gezielte Fragen sein Verständnis komplettieren. Zudem wird auch über den Umfang der Versicherungsdeckung diskutiert, z. B. über mögliche Maximalhaftungen für

außergewöhnliche Naturgefahren wie Erdbeben, Sturm (im Wesentlichen Sturmflut) oder Überschwemmungen. Zwar möchte der Kunde die volle Deckung für alle versicherten Gefahren, jedoch ist es die Aufgabe des Underwriters, von Anfang an darauf zu achten, dass das Risiko für seine Versicherung noch tragbar ist. Zur Projekt-Vorstellung werden nicht alle potenziellen Versicherer gleichzeitig eingeladen, damit Fragen in einer eher kleinen Runde diskutiert werden können. Die Präsentation wird mehrfach wiederholt, damit alle Versicherer die Möglichkeit zur Teilnahme haben. Im Idealfall werden sämtliche Fragen schriftlich festgehalten, von der Projektleitung in Zusammenarbeit mit dem Makler beantwortet und Fragen und Antworten nachträglich allen Versicherern zu Verfügung gestellt, damit kein unterschiedliches Informationsniveau entsteht. Auf diesem Weg lassen sich auch Fragen im Nachhinein klären.

Bei der Vorstellung eines Projekts für die Errichtung einer Goldgewinnungsanlage mit einer Versicherungssumme von mehreren Milliarden USD wurde die Frage gestellt, ob die Autoklaven (Reaktoren, die bei hohem Druck arbeiten) in vergleichbarer Größe schon bei der Metallgewinnung eingesetzt wurden. Die Frage wurde nachträglich schriftlich beantwortet. Dazu wurden zwei Tabellen erstellt. Die erste enthielt eine Übersicht über alle großen Autoklaven, die weltweit in der Metallgewinnung eingesetzt wurden (Größe, Material, Betriebsbedingungen), die zweite enthielt diese Informationen speziell in Bezug auf die Goldgewinnung. Dadurch wurde deutlich, dass die vorgesehenen Autoklaven zwar in dieser Größe noch nicht für die Goldgewinnung eingesetzt wurden, jedoch im Bereich der Metallgewinnung durchaus üblich sind. Die Inbetriebnahme der Autoklaven erwies sich Jahre später als unproblematisch.

Der Inhalt der Projektpräsentation variiert zwar je nach Projekt, umfasst jedoch im Wesentlichen folgende Aspekte:

- grundsätzlicher Überblick über das Projekt
- erste Fotos von der Baustelle
- Lageplan
- Eigentümerstruktur
- wichtigste an der Projektdurchführung beteiligte Firmen und ihre Aufgaben
- Terminplan mit wesentlichen Meilensteinen
- Projektkostenaufstellung

- Erklärung des Verfahrens anhand von Blockdiagrammen (im Normalfall wird jedoch nicht darauf eingegangen, ob ein Prozess in der vorgegebenen Konfiguration anderenorts bereits erfolgreich in Betrieb genommen wurde)
- Information über große Maschinen und Apparate und die Lieferanten (Erfahrungswerte)
- Auflistung von Maschinen und Apparaten, die im Schadenfall lange Lieferzeiten haben
- identifizierte lokale Risiken (Naturgefahren, politische Risiken etc.)
- Studienergebnisse zu den Einflüssen auf die Umwelt und die lokale Bevölkerung, falls vorhanden
- Informationen über das Arbeitsschutzmanagementsystem
- Absicherung der Baustelle zur Diebstahlvermeidung

5.8.2 Ablauf des Underwritings

Underwriting ist der Vorgang, bei dem entschieden wird, ob und zu welchen Konditionen ein Versicherer ein Projekt versichern möchte.

Der Vorgang besteht aus verschiedenen Schritten, die sich iterativ wiederholen können, da Abhängigkeiten bestehen. Unabhängig davon, ob eine Projektpräsentation stattgefunden hat, müssen dem Versicherer Schlüsselinformationen über das Projekt bereitgestellt werden, die verbindlich sind und auf deren Basis das Underwriting durchgeführt werden kann. Im Normalfall sendet deshalb der Makler, der den Endkunden (Versicherungsnehmer) unterstützt, dem Versicherer ein Informationspaket mit der Bitte zu prüfen, ob und zu welchen Konditionen er das Projekt versichern würde und mit welchem Anteil. Es kann aber auch eine Anfrage sein, bei der die Konditionen schon feststehen, da bereits ein Versicherer ausgewählt wurde, dieser aber nicht vollständig für alle Prozessschritte zeichnen kann.

Unterlagen für den Underwriting-Prozess

Wie bereits erwähnt, erhält der Versicherer ein Informationspaket für das Underwriting. Bei großen Projekten, die über London (vgl. Kapitel 5.6) platziert werden, wird meist ein separates Dokument (Underwriting Submission) vom Makler für die Montageversicherer erstellt. Dieses enthält Informationen über das zu versichernde Projekt sowie den gewünschten Deckungsumfang, die Versicherungsdauer und die Versicherungssummen. Dies ist u. a. notwendig, da dem Versicherer der

Anlagenbauvertrag nicht zur Verfügung gestellt wird. Der Blickwinkel des Maklers, der die Underwriting Submission geschrieben hat, ist nicht vergleichbar mit dem der Projektleitung, die die übrigen technischen Unterlagen bereitstellt. Der Fokus der Submission ist zum einen auf den Umfang der zu versichernden Arbeiten und die notwendige Versicherungsdeckung, aber zum anderen auch auf mögliche Gefahren ausgerichtet, die das Projekt gefährden können. Die Risikobewertung der Anlagenbauer hat jedoch nur partiell den Fokus auf die Risiken gerichtet, die Sachschäden verursachen können. Natürlich vertritt der Makler die Kundeninteressen, weshalb keine vollständige Objektivität zu erwarten ist, dennoch liefert dieses Dokument wertvolle Informationen und ist der erste Schritt der Transformation von rein technischen Informationen, die für die Projektdurchführung erstellt wurden, zu für den Montageversicherer relevanten Informationen.

Die Underwriting Submission enthält als Anlagen Dokumente, die beim zu diesem Zeitpunkt normalerweise abgeschlossenen Engineering erstellt wurden, wird jedoch ansonsten extra für den Versicherer erstellt. Der Makler extrahiert in Zusammenarbeit mit dem Kunden jene Informationen aus der umfangreichen Projektdokumentation, von denen er glaubt, dass sie der Versicherer für die Risikoprüfung und Preisermittlung benötigt. Weiter ergänzt er Informationen, die zwar relevant, jedoch in der Projektdokumentation nicht enthalten sind, z. B. Sachschaden-Szenarien mit möglichen Kosten sowie die daraus entstehende Verzögerung.

Beispiel für den Inhalt einer Submission

- Beschreibung des Projektziels
- Prozessbeschreibung
- Prozessfließbilder
- Aufstellungsplan
- Terminplan
- Projektkosten
- Lage der Baustelle und damit verbundene Risiken, z. B.:
 - Naturgefahren
 - Terrorismus
 - Sabotage
 - Flugzeuganprall
 - Feuer-/Explosionsgefahr durch existierende Anlagen in der Nachbarschaft

- Technologien:
 - verfahrenstechnischer Prozess
 - wichtigste Apparate und Maschinen sowie ihre Lieferanten
 - Lieferzeiten von Schlüsselkomponenten für den Fall von Totalschäden
- Organisation
- Liste mit Firmen, die direkt am Projekt beteiligt sind
- Referenzen der am Projekt beteiligten Firmen
- Organigramme der Projektorganisation
- Qualitätssicherungskonzept (normalerweise als Beispiel, nicht spezifisch für das Projekt adaptiert)
- Arbeitsschutzkonzept (normalerweise als Beispiel, nicht spezifisch für das Projekt adaptiert)
- Risikoregister (selten)
- HAZOP-Studie (selten)
- Schadensszenarien, Abschätzung der Schadenbeseitigungskosten für spezielle auf das Projekt abgestimmte Szenarien. Die ermittelten Schäden werden im Normalfall auf der Basis der von der International Association of Engineering Insurers (IMIA) publizierten Analyse zum wahrscheinlichen Höchstschaden PML (Probable Maximum Loss) ermittelt (vgl. Schittek 1993). Dabei ist im Regelfall (Ausnahme: Vapour Cloud Explosion) der PML bei ca. 30 % der Versicherungssumme für die „Allgefahren-Versicherung“ (Sachschadenversicherung) und 100 % der Versicherungssumme für die schadenbedingte verzögerte Inbetriebnahme festgelegt.
- Technische Szenarien (Beispiele):
 - Vapour Cloud Explosion (VCE), wenn die Gefahr von Gasexplosionen besteht und bei der Inbetriebnahme eine Berechnung über mögliche Schäden am versicherten Objekt sowie in der Nachbarschaft erstellt wird. Zudem wird abgeschätzt, wie lange die Reparatur dauert.
 - Schäden bei der Montage (Kran fällt um und beschädigt das Montageobjekt)
 - Schäden bei der Inbetriebnahme, z. B. Reaktorexlosion
- Naturereignisse in Abhängigkeit vom lokalen Risiko. Meistens ist eine Überschwemmung das realistischste Szenario, verursacht durch über die Ufer tretende Flüsse oder durch starke Regenfälle. Es muss allerdings darauf

geachtet werden, ob eine Sturmflut der Gefahr „Sturm“ oder „Überschwemmung“ zugeordnet wird.

- Schäden beim Transport vom Hafen oder einer Fabrik zur Baustelle (Inlandtransit) bei Transportschwierigkeiten, da die lokale Infrastruktur den Transport der immer größer werdenden Anlagen-Komponenten kaum noch unterstützt.

Falls unzureichende technische Informationen bereitgestellt werden, muss das Abwicklungskonzept (Projekt Execution Strategy) angefordert werden. Dieses Dokument wird im Projekt erstellt und liegt zum Zeitpunkt des Versicherungseinkaufs vor.

5.9 Risikobewertung

Für die Risikoprüfung wird in unterschiedlichen Schritten vorgegangen, wobei nur Gefahren berücksichtigt werden, die auch unter der Montageversicherung gedeckt werden.

5.9.1 Naturgefahren

Für Erdbeben und Sturm Risiken gibt es Datenbanken (z. B. MunichRe Nathan, SwissRe CatNet). Das Risiko von Überschwemmungen wird durch eine individuelle Analyse und falls verfügbar durch lokale Hochwasserkataster-Daten bewertet. Dabei sollte die Tiefe der Gründungen im Verhältnis zur Geländehöhe berücksichtigt werden. Weiter wird geprüft, ob sich aktive Vulkane in der näheren Umgebung befinden. Es werden zunächst nur die reinen Fakten gesammelt (vgl. Kapitel 3.1.1).

5.9.2 Risiken von Sachschäden durch die Projektdurchführung

Der schwierigste Teil der Analyse ist, das Projekt selbst zu verstehen. Es ist oft schwer, zu ermitteln, was zum Projekt gehört und zu welchem Zweck eine Einheit benötigt wird. Projektkonzepte werden über einen Zeitraum von mehreren Jahren erarbeitet und sind oft derart komplex, dass es Außenstehenden schwerfällt, innerhalb kurzer Zeit die

relevanten Informationen zu sammeln, insbesondere, da das Projekt erst im Planungsstadium ist und damit keine klärenden Vor-Ort-Besichtigungen möglich sind. Wesentlich ist u. a., ob die beteiligten Firmen Erfahrung mit der Durchführung vergleichbarer Projekte unter ähnlichen lokalen Bedingungen haben. Diese Informationen lassen sich normalerweise nur den Referenzlisten entnehmen (vgl. Kapitel 3.1.3).

Was sich als besonders schadenträchtig erwiesen hat, sind technologische Neuerungen, die erstmalig unter den gegebenen Umständen realisiert werden (vgl. Kapitel 3.2). Problematisch ist nicht nur die Tatsache, dass grundsätzlich Schäden auftreten, sondern auch, dass meist nicht bekannt ist, wie die Reparatur durchgeführt werden muss, damit der Schaden nicht erneut auftritt, sodass oft mehrere Reparaturen nacheinander an der gleichen Schadenstelle notwendig werden, bis schließlich die passende Lösung gefunden ist.

Für den Underwriter stellen sich daher unter anderem folgende Fragen:

- Ist der Prozess neu?
- Ist die Anlagengröße neu?
- Werden für die Anwendung neuartige Werkstoffe eingesetzt?
- Werden neuartige Maschinen und Apparate eingesetzt?
- Haben die beteiligten Firmen bereits ähnliche Projekte erfolgreich durchgeführt?
- Gibt es Schadenerfahrungen von ähnlichen Projekten?

In großen Versicherungsfirmen bekommen, wie weiter oben beschrieben, die Underwriter normalerweise Unterstützung durch Risikoingenieure. Ein Risikoingenieur sollte auf die zu bewertende Projektart spezialisiert sein, wie etwa den Kraftwerksbau, um die Reife der Technologie und somit ihre Risikoträchtigkeit bewerten zu können.

Eine Versicherung von Sachschäden und finanziellen Folgeschäden durch die Projektversicherung aufgrund des Einsatzes neuer Technologien ist prinzipiell nicht vorgesehen (vgl. Levine 2008: S. 25), da dieses Risiko vom Unternehmer getragen werden sollte, der die neue Technologie einführt und bei einem Erfolg auch von der Weiterentwicklung profitiert. Die Prämientarifierung basiert auf der Annahme, dass die Technologie erprobt ist (vgl. SwissRe 1980: Kap. 4.2, S. 1). Bei Prämien im einstelligen Promille-Bereich der Versicherungssumme lassen sich diese unkalkulierbaren Risiken

nicht einschließen. Eine Versicherungslösung, bei der in einem Pool solche Prototypen zu wesentlich höheren Prämien versichert werden, existiert nicht.

In der Praxis hat sich jedoch gezeigt, dass Risiken, die neue Technologien in erheblichem Umfang einschließen, so versichert werden (Deckungsumfang, Prämie etc.), als ob es sich um erprobte Technologien handeln würde (vgl. Kapitel. 7.2). Die Kunden und Makler weisen im Normalfall nicht speziell auf diese Risiken hin. Wegen des großen Wettbewerbs unter den Versicherungsunternehmen besteht die Tendenz, die Technologiekomponente von Projekten nicht hinreichend detailliert zu untersuchen; es mangelt dabei oft auch am notwendigen Fachwissen. Ein gewollter Einschluss dieses Risikos mit erhöhter Prämie ist nicht möglich, da es dafür keine Tarifierungsmodelle gibt und die Profitabilität von Versicherungen sich langfristig auf der Portfoliobasis einstellen muss.

Folgende Informationen sind für das Underwriting notwendig:

Informationen über das Projekt

- Beschreibung des Projektziels
- genaue Lage der Baustelle
- Prozessbeschreibung
- Prozessfließbilder
- Aufstellungsplan
- Terminplan
- Projektkosten
- wichtigste Apparate und Maschinen und ihre Lieferanten
- Lieferzeiten von Schlüsselkomponenten für den Fall von Totalschäden
- Liste der direkt am Projekt beteiligten Firmen
- Referenzen der am Projekt beteiligten Firmen
- Organigramme der Projektorganisation
- Qualitätssicherungskonzept
- Arbeitsschutzkonzept
- Risikoregister (sofern vorhanden)
- HAZOP-Studie (sofern vorhanden)

Versicherungsdeckung

- Deckungsumfang
 - Montageversicherung (vgl. Kapitel 4.2)
 - Umfang der Entschädigung bei Mangelfolgeschäden (vgl. Kapitel 5.12)
 - Haftpflichtversicherungseinschluss
 - Nachhaftung (vgl. Kapitel 5.7)
 - Visit Maintenance
 - Extend Maintenance
 - Guarantee Maintenance
 - Betriebsunterbrechungsversicherung
- Versicherungssummen
- versicherter Zeitraum
- Deckungserweiterungen (Beispiele)
 - Terrorismus
 - Inland-Transit
 - externe Läger
- Deckungsobergrenzen für die Erweiterungen
- Selbstbehalte
- Deckungsobergrenzen für bestimmte Gefahren, sofern vorhanden, z. B. Erdbeben. Deckungsobergrenzen für bestimmte Gefahren erfordern ein Risikomanagement seitens der Versicherungsnehmer, das zwar während der Projektdurchführung Kosten verursacht, jedoch bei Eintritt des Ereignisses den möglichen Schadenumfang stark reduziert.

Dem Underwriter obliegt es, bei Unsicherheiten z. B. in Bezug auf die Reife der Technologie oder die Erfahrung der beteiligten Firmen seine Bedenken unmittelbar darzulegen, vor allem im Hinblick darauf, ob eine weitergehende Deckung überhaupt angeboten werden kann. Der gewünschte Deckungsumfang kann einvernehmlich reduziert werden, wenn Kunde und Makler den Eindruck gewinnen, dass die gewünschte Deckung nur mit Schwierigkeiten erhältlich ist. Der Kunde hat in vielen Fällen die Möglichkeit, durch ein gezieltes Risikomanagement potenzielle Schäden zu reduzieren, dennoch wird ein möglichst weitgehender Risikotransfer an die Projektversicherung angestrebt. Die Projektversicherer ihrerseits versuchen dann, wie

zuvor erwähnt, die Haftung zu begrenzen, durch zusätzliche Klauseln Schutzmaßnahmen einzufordern oder bestimmte Risiken über Klauseln auszuschließen.

Grundsätzlich sollte es immer das Ziel aller am Projekt Beteiligten sein, die Risiken zu begrenzen, denn nur so lassen sich die vertraglichen Übergabetermine mit größerer Sicherheit einhalten. Dennoch ist es die Aufgabe des Underwriters, das Projekt im Hinblick auf erhöhte Risiken zu analysieren, die Gegenmaßnahmen zu bewerten und wenn notwendig bessere Maßnahmen im Versicherungsvertrag festzulegen und bei Projektdurchführung überprüfen zu lassen, ob die Maßnahmen auch umgesetzt wurden. Abhängig von der Organisation der Versicherung werden die Underwriter dabei wie bereits erwähnt von Risikoingenieuren unterstützt. Diese haben im Normalfall keine zusätzliche juristische Qualifikation und betrachten deshalb nur die technischen Aspekte des Underwritings. Risikoingenieure erstellen ihren Bericht meist, ohne die Baustelle gesehen zu haben, nur anhand der bereit gestellten Unterlagen. Manche Risikoingenieure nehmen auch an den Projektpräsentationen teil. Die Einbeziehung des Risikoingenieurs soll verhindern, dass negative Risikofaktoren mit großem Schadenspotenzial beim Underwriting übersehen werden.

Die Einschätzung der Naturgefahren und Sicherungsmaßnahmen sowie die Aspekte der Feuervermeidung und Baustellensicherung beherrschen normalerweise alle auf Projektrisiken spezialisierten Risikoingenieure. Falls der Underwriter die Bewertung ohne Risikoingenieur durchführt, muss er selbst den genannten Anforderungen genügen. Bei vielen Versicherungen gibt es interne Richtlinien, die abhängig vom Risikotyp, der Versicherungssumme oder PML (vgl. Kapitel 5.10) und dem Deckungsumfang die Einbeziehung eines Risikoingenieurs verbindlich vorschreiben.

5.9.3 Risikolandschaft aus der Sicht des Projektversicherers

In Kapitel 3.0 wurde die Risikolandschaft eines Anlagenbauprojektes aufgezeigt. Jedoch sind nicht alle diese Risiken für die Risikobewertung durch den Versicherer relevant, da die Haftung mit einem unter der Police gedeckten Sachschaden eintritt. Ausnahmen bilden direkte Kosten für die Schadenvermeidung, die in unterschiedlicher Form als Rettungskosten mitversichert sind. Die bei Projekten üblichen Verzögerungen aufgrund schlechter Koordination, die Mehrkosten verursachen, sind nicht versicherbar. Beim Vergleich mit der zuvor dargestellten Risikolandschaft für die Projektbeteiligten und für den Projektversicherer sind deshalb Unterschiede festzustellen. Die

Projektversicherung deckt nur einen Teil der potenziellen Risiken ab. Beim Detailvergleich der Risiken ist für den Projektversicherer bei den Umweltrisiken Folgendes von Bedeutung:

Zu den wirtschaftlich-sozialen Bedingungen zählen die Risiken, dass lokal kein qualifiziertes Personal verfügbar ist und lediglich eine unzureichende Anzahl von Fachkräften eine Arbeitserlaubnis erhält. Das könnte zur Folge haben, dass das lokale Personal nicht hinreichend eingewiesen und die Arbeiten nur unzureichend überwacht werden. Dadurch können mangelhaft ausgeführte Arbeiten auftreten, die direkt oder indirekt Sachschäden verursachen.

Weiter kann Unzufriedenheit auf der Baustelle zu Ausschreitungen und Sachschäden führen (z. B. Schießerei). So kam es beim Neubau einer Goldmine in der Dominikanischen Republik auf der Baustelle wegen Streitigkeiten um die Bezahlung erbrachter Teilleistungen zu einem Schusswechsel. Dabei wurden mehrere Menschen durch Schrotkugeln zum Teil schwer verletzt.

Für die lokale Infrastruktur (vgl. Kapitel 3.1.1) ist zunächst der Deckungsumfang der Versicherung von Bedeutung. Ist der „Inland-Transit“ Bestandteil der Versicherungsdeckung, dann ist zu prüfen, ob z. B. die Eignung der Brücken vor Ort für Schwerlasttransporte untersucht wurde. Es sind Fälle aufgetreten, bei denen die Brücken samt Schwerlasttransporter einstürzten. Weiter können ggf. notwendige Änderungsprojekte an der lokalen Infrastruktur mitversichert sein. Da die Änderungen meist keine großen Maßnahmen darstellen, muss vorrangig untersucht werden, welche Schäden bei Dritten auftreten und für eine Haftpflichtdeckung als Zusatz zur Projektversicherung relevant werden können. Schlechte und jahreszeitabhängige Transportwege sowie unzureichend spezialisierte Werkstätten können unter einer Zusatzdeckung für Betriebsunterbrechungsschäden kostspielig werden, da sich die Reparatur oder der Austausch verzögern kann.

Klimatische Gegebenheiten, die Bodenbeschaffenheit sowie Schadstoffimmissionen durch fremde Verursacher werden vom Versicherer unter natürlichen Bedingungen untersucht. Schadstoffimmissionen können die Anlage während der Bauzeit beschädigen, z. B. können Eisenstaubablagerungen auf einer Aluminiumverkleidung eine Korrosion verursachen.

Verzögerungen durch Infektionskrankheiten sind nicht versichert, obwohl immer wieder versucht wurde, dieses Risiko, das sich im Normalfall nicht als Folge von Sachschäden verwirklicht, als Zusatz der Betriebsunterbrechungsversicherung zu definieren.

Sachschäden durch politische Risiken sollen weitgehend ausgeschlossen werden. Allerdings werden oft in begrenztem Umfang Sachschäden durch Streik, Aufstand und innere Unruhen mitversichert.

Politisch-rechtliche Risiken und die Gefahr von Verzögerungen durch Interessengruppen sind für Projektversicherer kritisch, da diese sehr große Projektverzögerungen verursachen können, durch die der Versicherer zeitlich länger haftet. Bei der Unterbrechung der Arbeiten sind die Baustellen dann oft schlechter gesichert und es können zusätzlich Schäden durch unsachgemäße Konservierung und Lagerung auftreten. Hinzu kommt in Gebieten mit Naturgefahren eine größere Wahrscheinlichkeit von Schäden.

Schäden durch außergewöhnliche Naturereignisse, Brände und Explosionen, die Schäden am versicherten Objekt verursachen, sind im Normalfall gedeckt und stellen für die Projektversicherung eines der Hauptrisiken dar.

Bei den identifizierten internen Projektrisiken sind für die Projektversicherung die technischen Risiken das Hauptkriterium. Diese können z. B. von Planungsfehlern oder mangelnder Erfahrung herrühren.

Vertragliche Risiken sind normalerweise nicht kritisch für die Projektversicherung, mit Ausnahme der unscharfen Risikoabgrenzung, was dazu führen kann, dass unter der Police Arbeiten und Objekte versichert sind, die dem Versicherer bei Vertragsabschluss nicht bekannt waren.

Die zuvor erwähnten Kalkulationsrisiken sind nicht versichert (vgl. Kapitel 3.1.2).

Bei den Akteur-Risiken (vgl. Kapitel 3.1.3) besteht das größte Risiko darin, dass die beteiligten Firmen die zugesicherten Leistungen nicht erbringen können und z. B. Sachschäden durch Mängel verursacht werden. Unzureichend qualifiziertes Personal kann ebenfalls Sachschäden verursachen.

Mögliche Schäden an Personen (vgl. Kapitel 4.2.) oder Sachen aus fremdem Verfügungsbereich sind über eine Haftpflichtdeckung versicherbar und stellen abhängig vom Projekttyp und der Lage der Baustelle u. U. ein großes Risiko für den Projektversicherer dar. Die anderen aufgeführten Gefahren sind für den Projektversicherer im Wesentlichen nur in Bezug auf mögliche Verzögerungen von Bedeutung.

5.9.4 Risiken durch neue Technologien

Versicherungsunternehmen, die Montageversicherungen für Großprojekte abschließen, beobachten eine Häufung von Großschäden bei Projekten, die wesentliche Neuerungen beinhalten (vgl. Kapitel 7). Dabei kann es sich um den Einsatz neuer Werkstoffe, Maschinen und Apparate, geänderte Betriebsbedingungen oder neue Verfahren handeln. Gründe hierfür sind, dass bei Vertragsabschluss (Underwriting) oft nicht erkannt wird, dass die Technologie unerprobt ist. Später, bei der Schadenregulierung wird die Untersuchung oft nur partiell durchgeführt, ohne das Gesamtprojekt nochmals aus technischer Sicht zu hinterfragen. Zudem erlauben es die dem Verfasser bekannten Schadenerfassungssysteme nicht, „Prototyp, unerprobte oder neue Technologie“ als Schadenursache anzugeben. Ohne separate Schlüsselung für Schäden durch unerprobte Technologien sollten diese der Rubrik „Mangelhafte Planung, Werkstoffe oder Ausführung“ zugeordnet werden (vgl. Levine 2008: S. 25).

Neuentwicklungen stellen ein zusätzliches Risiko dar, da im Großanlagenbau ein sehr großer Teil der Anlagen Einzelanfertigungen sind, was die Erprobung im Vorfeld erschwert.

Die Großanlagen sind u. a. Einzelanfertigungen, da

- die Kapazitäten abweichen,
- lokal abweichende Rohstoffe vorhanden sind,
- andere Betriebsmittel lokal vorhanden sind und genutzt werden müssen (z. B. wird für ein sehr energieintensives Verfahren wie die Tonerde-Kalzinierung Schweröl statt Erdgas als Brennstoff verwendet),
- die Umgebungsbedingungen wie Außentemperaturen (Klima) und Luftdruck (Höhe über dem Meeresspiegel) abweichen,
- andere Maschinen und Apparate eingesetzt werden (wegen einfacherer Logistik oder einer Lieferantenbeziehung des Betreibers) und
- andere technische Standards zu berücksichtigen sind, wie eigene Werknormen des Kunden, Nordamerikanische Standards (American Society of Mechanical Engineers) anstatt Europäischer Normen (EN).

5.10 Maximalschaden und Risikobereitschaft

Die Risikobewertung bezieht sich zunächst auf Projektrisiken, die direkt oder indirekt versicherte Schäden verursachen können. Es wird bewertet, welche Gefahren Sachschäden am Projekt verursachen und wie hoch die Wahrscheinlichkeit eines Eintritts ist. Die dabei entwickelten Schadenszenarien werden verwendet, um den „wahrscheinlichen Maximalschaden“ zu ermitteln. Die Ermittlung des „wahrscheinlichen Maximalschadens“ (Probable Maximum Loss – PML) gemäß IMIA-Definition (vgl. Schittek 1993: S. 3 ff.) ist für den Versicherer von großer Bedeutung, da rechtlich betrachtet meist die Versicherungssumme die Haftungsobergrenze für den Versicherer darstellt, was seine Kapazität einschränken würde. Die Kapazität ist festgelegt durch das eigene Risikokapital und Rückversicherungen. Da die Bereitstellung von beider Komponenten Geld kostet, sollten sie möglichst effizient ausgenutzt werden. Der PML beträgt erfahrungsgemäß bei Montageprojekten ca. 30 % der Versicherungssumme (bei Deckung ohne Haftpflicht und Betriebsunterbrechung) und wird bei den meisten Versicherungsfirmen verwendet, um den maximalen Anteil am Risiko festzulegen.

Unter Berücksichtigung der Risikoqualität und des PML wird bestimmt, welcher Versicherungsschutz angeboten werden soll. Bei einem sehr hohen Naturgefahrnisiko wird versucht, die Maximalhaftung zu begrenzen, um das eigene Risiko zu minimieren und Vorsorgemaßnahmen zu treffen.

Bei noch nicht erprobten Technologien lassen sich Schäden ausschließen oder bzw. auf Folgeschäden begrenzen.

Die Berechnung der Prämie für Großprojekte findet bei vielen Versicherern mit Computerprogrammen statt, die von namhaften Rückversicherungen wie z. B. SwissRe (Project Underwriting Management Application) oder MunichRe (MunichRe Engineering Expert Tool) bereitgestellt werden.

Einige Versicherer benutzen die Ergebnisse als Grundlage für eine weitere Berechnung mit einem eigenen Programm, um interne Kosten und Abweichungen von den Standardbedingungen, die nicht in den Tarifierungstools der Rückversicherer enthalten sind, abzubilden.

5.11 Definition von Prototypen oder neuen, unerprobten Technologien

In dieser Arbeit wird der Begriff „neue Technologien“ als Sammelbegriff für unterschiedliche in der Literatur zu findenden Begriffe, wie z. B. Prototyp, unerprobte Technologien, Montageobjekte mit Erstausführungscharakter, Erstanlagen und Erstausführung verwendet.

Ein Verfahren wird als „neue Technologie“ bezeichnet, wenn eine oder mehrere der folgenden Kriterien erfüllt sind:

- neuartiges Verfahren (zumindest teilweise neue Anordnung von Prozessschritten)
- bekanntes Verfahren mit veränderten Betriebsbedingungen:
 - höherer Druck
 - niedrigerer Druck (im Vakuumbereich)
 - höhere Temperatur
 - niedrigere Temperatur (bei Tieftemperaturprozessen)
 - höhere Konzentrationen
 - höhere Kapazität
- Einsatz anderer Werkstoffe
- neuartige Maschinen oder Apparate
- Verwendung anderer Rohstoffe oder Betriebsmittel

Dabei kann der Grad der Abweichung von bereits erfolgreich eingesetzten Technologien unterschiedlich hoch sein (vgl. Kapitel 8.1).

Es existiert keine allgemeingültige, in Gesetzen festgehaltene Definition für neue Technologien oder Prototypen für Industrieanlagen.

Der Duden gibt zu dem Wort „Prototyp“ mehrere Definitionen an.

Für den Bereich Technik steht dort „[vor der Serienproduktion] zur Erprobung und Weiterentwicklung bestimmte erste Ausführung (von Fahrzeugen, Maschinen o. Ä.)“.

Der Begriff wird allgemein allerdings auch im Sinne von „als Vorbild, Muster dienende charakteristische Ur-, Grundform“ verwendet (Duden).

Obwohl die Fachliteratur über das Projektrisikomanagement neue Technologien als Risikoursache identifiziert, existierten dort keine Hinweise, wie diese von erprobten Technologien abzugrenzen sind. Die in der Literatur genannten hier verwertbaren Definitionen stammen ausschließlich aus dem Sachversicherungsbereich, hauptsächlich aus Projektversicherungen. Bei den Bestandsversicherungen für die Versicherung des kommerziellen Betriebs ist die Thematik von geringerer Bedeutung, da die Probleme meist bereits während der Inbetriebnahme auftreten. Im Folgenden werden verschiedene Ansätze beschrieben, die derzeit in der Sachversicherung angewendet werden.

Vorhandene Definitionen

Die London Engineering Group (LEG Group) ist eine Vereinigung von Versicherern, die auf Projektsachversicherungen (Bauleistung und Montage) sowie andere technische Versicherungen spezialisiert ist.

Die London Engineering Group unterscheidet zwischen vier Arten von Prototypen, die ausschließlich für Versuche und Tests verwendet werden (vgl. Smith et al., 2010: S. 6 ff.):

- Prototyp, der nur verwendet wird, um ein Prinzip zu überprüfen. Das Aussehen muss nicht mit der endgültigen Version übereinstimmen
- Prototypen für reine Formstudien, ohne Funktion
- visuelle Prototypen, die optisch mit dem geplanten Produkt identisch sind, jedoch ohne Funktion (für Marketingzwecke)
- Erstauführungen im verkleinerten oder Originalmaßstab zu Testzwecken

Auch der Begriff „unerprobt“ wird als nicht präzise genug erachtet. Konkreter ist gemäß LEG die Formulierung „Material, Apparate oder Technologien ohne eine bereits erfolgreiche großtechnische Anwendung“ oder für ausgewiesene Prototypen (Versuchsanlagen) „Sachen oder Prozesse, die vollständig neu für den Industriezweig des Versicherungsnehmers sind“.

Die deutschen Montageversicherungsbedingungen (GDV 2011) verwenden die Begriffe „Prototyp“ und „Erstauführung“. Rintelen (vgl. Rintelen 2012: S. 742 ff.) definiert Prototypen und Erstauführung in seinem Kommentar zur AMoB 2011 § 2 Nr. 2 I als „Lieferungen und Leistungen, die der Versicherungsnehmer der Art nach ganz oder teilweise erstmalig ausführt“. Damit geht es nicht nur um die technische Neuerung,

sondern auch darum, ob die verantwortliche Firma Erfahrung mit der allgemeinen Art der auszuführenden Leistungen hat. Die der Art nach gleiche Vorgängerleistung muss jedoch nicht vollständig abgenommen worden sein. Es reicht, dass die Leistung ausgeführt wurde. Dabei können einzelne Teile der Gesamtleistung bereits Erstauführungen darstellen. Die Definition von Rintelen (vgl. Rintelen 2012, S. 742. ff.) besagt, dass eine Erstauführung bzw. ein Prototyp dann vorliegt, wenn die montierende Firma (Versicherte oder Mitversicherte) keine einschlägigen Erfahrungen mit ähnlichen Konstruktionen hat. Ob bereits eine ähnliche Anlage von anderen Firmen erfolgreich in Betrieb genommen wurde, ist nach dieser Definition unerheblich. Die geforderten einschlägigen Erfahrungen werden nicht eindeutig spezifiziert.

In einem älteren Kommentar von Martin (vgl. Martin 1972: S. 82 f.) zur damals gültigen Fassung der AMoB, die nur die Formulierung „Erstkonstruktionsmerkmale“ enthielt, wird folgende Definition verwendet: „Erstkonstruktionsmerkmale können sich auf die Anlage als ganze oder Teile beziehen. Es kommt allein darauf an, ob der montierende Unternehmer bereits einschlägige Erfahrungen besitzt. Von hinreichend einschlägigen Erfahrungen ist in der Regel nicht schon wegen einer einzigen fertig gestellten Anlage zu sprechen; vielmehr sind je nach Art der Anlage bis zu fünf Vorgängeranlagen erforderlich. Ein Vorgänger zählt nur dann, wenn bei Beginn der Montage des versicherten Objektes bereits erfolgreich der Probetrieb abgeschlossen war oder sofern der Probetrieb später abgeschlossen wird, keine Änderungen an der Konstruktion vorgenommen worden sind, nachdem mit der Konstruktion der versicherten Anlage begonnen wurde.“

Die neuere Definition von Rintelen (vgl. Rintelen 2012: S. 742. ff.) weicht damit in wesentlichen Punkten von der ursprünglichen Definition von Martin (vgl. Martin 1972: S. 82) ab. Insbesondere, dass die Errichtung einer Anlage ohne erfolgreichen Probetrieb bereits als einschlägige Erfahrung gezählt wird, ist eine deutliche Aufweichung des Begriffs. Bei Anlagen ist das Ziel nicht nur die Errichtung, sondern vielmehr die erfolgreiche Inbetriebsetzung, weil nur dadurch der bestimmungsgemäße Betrieb eingeleitet wird, der das Ziel des Projekts ist. Es ist deshalb fraglich, ob Rintelens Auslegung sachlich korrekt ist.

Bei der Neuentwicklung von Maschinen, die in Serien gefertigt werden, wie z. B. Gasturbinen, gibt es im Versicherungsbereich klare Definitionen, wie viele Betriebsstunden das neue Modell ohne wesentliche Probleme absolviert haben muss. Maschinentypen, die weniger als 8.000 Betriebsstunden absolviert haben, werden als Prototyp bezeichnet. Bei Gasturbinen wird eine Pilotanlage für das neue Turbinenmodell gebaut, in der die Turbine im Originalmaßstab unter realen Bedingungen betrieben werden kann.

Dabei unterscheidet die Versicherungsindustrie bei der Maschinenversicherung zwischen Prototyp und unerprobter Technologie (vgl. Rogers 2008: S. 21 ff.)

- Prototyp: Keine Maschine wurde 8.000 Stunden ohne Probleme betrieben und damit ist offen, ob sie für die Anwendung geeignet ist oder langfristig eine hohe Verfügbarkeit aufweist.
- Unerprobt: Eine oder mehrere Maschinen waren mehr als 8.000 Stunden (etwa ein Jahr) in Betrieb ohne wesentliche Probleme, jedoch hat kein Modell der Serie hat 24.000 Stunden erfolgreich absolviert. Damit hat die Maschine gezeigt, dass die Verfügbarkeit für kürzere Betriebszeiträume gut ist. Es können jedoch keine Aussagen über die langfristige Zuverlässigkeit getroffen werden.

Die Definitionen für Prototypen bzw. unerprobte Technologien gemäß Rogers lassen sich nicht direkt auf eine komplette Anlage übertragen, sondern sind für einzelne Maschinen wie z. B. Gasturbinen gedacht, die in größeren Stückzahlen gefertigt werden. Da selten identische Anlagen gebaut werden, muss detaillierter bewertet werden, ob die vorgenommenen technischen Abweichungen im Vergleich zu den Vorgängeranlagen relevant sind.

Die zuvor erwähnte Definition von Martin (vgl. Martin 1972: S. 82) ist bei näherer Betrachtung sehr gut geeignet, neue Technologien abzugrenzen, da eine vergleichbare Anlage bereits in Betrieb und von der ausführenden Firma realisiert worden sein muss.

5.12 Deckungsausschlüsse

Die Montageversicherung ist eine Allgefahren-Versicherung, unter der Deckung für Sachschäden besteht, sofern kein spezieller Ausschluss vorliegt. In den nachfolgenden Kapiteln werden die Ausschlüsse betrachtet, die potenziell geeignet sind, Schäden durch neue, nicht ausreichend erprobte Technologien auszuschließen.

5.12.1 Montageversicherungsbedingungen AMoB des GDV

Die AMoB 2011 (vgl. Kapitel 5.1) schränkt die Deckung unter *A § 2 Nr. 2 Prototypen, Erstausführung und Montageausrüstung* für jegliche Arten von Prototypen und Erstausführungen dahingehend ein, dass diese Objekte nur gegen Schäden durch äußere Einwirkung gedeckt sind (z. B. Naturgefahren) (vgl. Rintelen 2012: S. 739). Das Risiko für Sachschäden, bedingt durch den Prototypencharakter, wird scheinbar damit ausgeschlossen. Ob dieser Ausschluss tatsächlich greift, ist offen, da er an objektive Umstände anknüpft, die bereits zum Zeitpunkt des Vertragsabschlusses vorhanden sind. Nach der BGH-Rechtsprechung kann die gesetzlich vorgesehene Risikoprüfung nicht durch Risikoausschlüsse ersetzt werden (vgl. Rintelen 2012: S. 739). Die Beweislast für den Prototypencharakter liegt beim Versicherer.

In der Praxis bestehen die Versicherungsnehmer bei Großrisiken ohnehin auf einer Streichung von *A § 2 Nr. 2 Prototypen, Erstausführung und Montageausrüstung*, was von den Versicherern üblicherweise akzeptiert wird.

Einschränkend auf die Deckung von Prototypen wirkt sich jedoch der Umfang der Ersatzpflicht aus, der in § 8 der AMoB definiert ist:

§ 8 Umfang der Entschädigung

2. Wiederherstellung

Entschädigt werden alle notwendigen Aufwendungen für die Wiederherstellung des Zustandes unmittelbar vor Eintritt des Versicherungsfalls abzüglich des Wertes des Altmaterials.

d) Der Versicherer leistet keine Entschädigung für

aa) Kosten, die auch unabhängig von dem Versicherungsfall aufzuwenden gewesen wären, insbesondere für die Beseitigung eines Mangels der versicherten Sache. (GDV 2011a)

Danach muss der Versicherungsnehmer die Kosten selbst tragen, die ohnehin angefallen wären, um den Mangel zu beseitigen.

Beispiel: Eine Rohrleitung wurde versehentlich für einen zu geringen Betriebsdruck ausgelegt. Bei Inbetriebnahme explodierte sie und Bruchstücke zerstörten einen in der Nähe montierten Behälter. Die Mangelbeseitigung vor Schadeneintritt hätte den Austausch der Rohrleitung gegen eine mit dickerer Wandstärke notwendig gemacht. Die Kosten für den Ersatz der geborstenen Rohrleitung gegen eine Leitung mit korrekter Wandstärke inklusive der Montage muss der Versicherungsnehmer selbst tragen. Der Folgeschaden am Behälter wird von der Montageversicherung gezahlt.

Die Deckung für Mangelfolgeschäden unter der Bauleistungsversicherung ABN ist sehr viel weitgehender:

§ 7 Umfang der Entschädigung

1. Wiederherstellungskosten

b) Führt ein Mangel zu einem entschädigungspflichtigen Schaden, so leistet der Versicherer Entschädigung unter Abzug der Kosten, die zusätzlich aufgewendet werden müssen, damit der Mangel nicht erneut entsteht.

(GDV 2011b)

Dies bedeutet, dass nur die Nachbesserung nicht erstattet wird. Auf das zuvor erwähnte Beispiel angewendet, würden einzig die Kosten für die Leitung mit einer größeren Wandstärke vom Versicherer nicht erstattet. Diese Deckung ist analog zu LEG 3.

5.12.2 MunichRe – Erection All Risk

Diese Standardbedingungen werden in englischer und spanischer Sprache immer noch oft angewendet, insbesondere in Ländern, in denen es keine weit entwickelten lokalen Versicherungsbedingungen gibt. Die MunichRe-Standardbedingungen schließen zunächst alle mangelbedingten Schäden aus. Durch den Einschluss von Klausel 200 werden jedoch Mangelfolgeschäden eingeschlossen, allerdings unter Abzug der „Ohnehin-Kosten“:

Erection All Risk

Ausschlüsse zu Abschnitt I

Der Versicherer haftet jedoch nicht für: [...]

c) Verluste oder Schäden als Folge von Planungsfehlern, Material-, Guss- und Ausführungsmängeln, ausgenommen für Montagefehler. (MunichRe 2000b: E65.0-D2)

Eine Rückfrage bei der MunichRe ergab, dass das Wording tatsächlich Schäden aus Montagefehlern ohne Abzüge deckt, was im Widerspruch zum Ausschluss von Mangelfolgeschäden durch andere Ursachen steht. Die Philosophie ist, dass alle Schäden, die durch Tätigkeiten auf der Baustelle selbst entstehen, vollumfänglich gedeckt sein sollen. Sämtliche Schadenursachen, die vor der Baustelle gelegt wurden, wie z. B. fehlerhafte Planung, sollen ausgeschlossen sein:

Klausel 200: Deckung für das Herstellerrisiko

Es wird hiermit vereinbart, daß unbeschadet der Bestimmungen, Ausschlüsse, Klauseln und Bedingungen der Police oder etwaiger zusätzlich vereinbarter Bedingungen und unter der Voraussetzung, daß der Versicherungsnehmer die vereinbarte Zuschlagsprämie bezahlt hat, Buchstabe c der „Besonderen Ausschlüsse zu Abschnitt 1“ wie folgt ersetzt wird: [...]

c) alle Kosten für Reparatur und/ oder Ersatz von Teilen, die unmittelbar durch fehlerhafte Planung, Material-, Guß- oder Ausführungsmängel, ausgenommen Montagefehler, betroffen sind und die der Versicherungsnehmer für die Behebung des ursprünglichen Fehlers zu zahlen gehabt hätte, wenn der Fehler vor Schadeneintritt erkannt worden wäre. (MunichRe 2000b: S. 81)

5.12.3 Design Exclusion Clauses – DE Clauses (1995)

Diese Klauseln wurden ursprünglich in den 1980er Jahren entwickelt und 1995 zuletzt von einer Gruppe führender Underwriter für Bauprojekte überarbeitet (vgl. Alderton 1999: S. 162 ff.).

DE 1 schließt als einzige Gefahr lediglich den Mangel aus.

DE 2 bis DE 4 schließen eine Sache aus – das defekte Objekt bzw. Teil. In der Praxis hat sich herausgestellt, dass gerade dieser Ausschluss schwer anwendbar ist und oft für Streit bei der Schadenregulierung gesorgt hat. Wurde z. B. eine Schweißnaht mit der falschen Elektrode geschweißt und die Leitung wird deshalb beim Probetrieb zerstört, stellt sich die Frage, ob der Mangel bei der Naht oder bei der Leitung als Gesamtes lag. Gerichtsurteile zu einer derartigen Frage können abhängig vom anwendbaren Recht und Gerichtsstand unterschiedlich ausfallen. Daher war die Anwendung der DE-Klauseln schon immer mit Problemen behaftet.

DE 5 ist analog zu LEG 3 bzw. zu der Regelung in der deutschen ABN, wie bereits ausgeführt:

DE 1: Outright Defect Exclusion.

Excludes any and all damages due to property in a defective condition.

DE 2: Extended Defective Condition Exclusion.

Excludes damages to (a) property that is in a defective condition, or (b) property that relies on (a) for support. Consequential damage to any other property free of defective conditions, however, is covered.

DE 3: Limited Defective Condition Exclusion. Excludes damages to property that is in a defective condition, in whole or in part; Covers consequential damage to any other property free of defective conditions.

DE 4: Defective Part Exclusion. Excludes damages to only that constituent part of the property that is deemed defective (the "faulty part"); Covers consequential damage to any other property free of defective condition.

DE 5: Design Improvement Exclusion. Covers all damages excluding only the additional costs of improvements to the original design, materials, etc. (vgl. Alderton 1999: S. 162 f.)

5.12.4 London Engineering Group (LEG Group)

Die London Engineering Group hat in den 1990er Jahren ein alternatives Konzept zu den DE-Klauseln entwickelt (vgl. Alderton 1999: S. 165 f.). Die LEG-Klauseln finden international bei den meisten Projektversicherungen Anwendung, unabhängig davon,

ob die Versicherungspolice auf der Basis eines Maklerwordings oder eines MunichRe EAR Standardwordings beruht. Eine deutsche Übersetzung liegt nicht vor. Dennoch ist der Deckungsumfang von LEG 2 analog zur Mangelfolgeschadenregelung in der AMoB 2011 zu lesen.

Analog zu DE 1 schließt die LEG 1 die Gefahr „Mangel“ und alle damit verbundenen Schäden von der Ersatzpflicht aus:

LEG 1/96 Model “outright” Defects Exclusion

[...] not be liable for Loss or damage due to defects of material workmanship design plan or specification

(vgl. Alderton 1999: S. 165)

Anders als bei DE 2 bis 4 werden jedoch keine Sachen (defekte Teile) ausgeschlossen, sondern nur die Ersatzleistung im Schadenfall reduziert.

Dabei zieht LEG 2 analog zu AMoB 2011 § 8 Nr. 2.d.aa die Kosten ab, die ohnehin zur Mangelbeseitigung aufgewendet worden wären.

LEG 3 ist analog zu DE 5 und ABN 2011 §7. Nr. 1. b. Einzig die Kosten für die reine Verbesserung, z. B. Edelstahl statt C-Stahl, werden nicht erstattet. Alle De- bzw. Remontagekosten sind gedeckt.

LEG 2/96 Model “Consequences” Defects Wording

[...] hereby excluded is that cost which would have been incurred if replacement or rectification of the Insured Property had been put in hand immediately prior to the said damage. [...] (vgl. Alderton 1999: S. 165)

LEG 3/96 Model “Improvement” Defects Wording

[...] hereby excluded is that cost incurred to improve the original material workmanship design plan or specification. [...]

(vgl. Alderton 1999: S. 165)

5.12.5 Vergleich der Deckungskonzepte

Die Frage, ob Schäden bedingt durch Prototypen versichert sind und wenn ja, in welchem Umfang, hängt damit von dem gewählten Umfang der Deckung für Mangelfolgeschäden ab.

Unter LEG 1, DE 1, MunichRe EAR (ohne Klausel 200) wären alle Schäden als Folge des Mangels ausgeschlossen. Die deutschen Versicherungsbedingungen sehen eine solche geringe Deckung gar nicht vor.

Unter AMoB 2011 § 8 Nr. 2.d.aa, LEG 2, DE 2-4 und MunichRe EAR (inkl. Klausel 200) sind zumindest die Folgeschäden ersatzpflichtig. Diese können z. B. bei Explosionen erheblich sein.

ABN 2011 § 7 Nr. 1. B, LEG 3 und DE 5 decken sämtliche Kosten abzüglich der reinen Verbesserung.

5.12.6 Anwendbarkeit von Ausschlüssen

Im Folgenden soll die Anwendbarkeit von Ausschlüssen exemplarisch aufgezeigt werden. In der Regel wird die Tatsache, dass eine Sache für den vorgesehen Einsatz nicht geeignet war, als Mangel eingestuft. Der Mangel wird meist erst erkannt, wenn ein Sachschaden auftritt.

Als Beispiel kann hier der konkrete Fall eines Beton-Wasserbehälterschadens aufgeführt werden. Der Verfasser arbeitete an der Regulierung des Schadens bei seiner beruflichen Tätigkeit. Der Schaden ist in keiner Weise einzigartig und soll hier veranschaulichen, welche Folgen eine fehlerhafte Berechnung haben kann. Es wird daher auch kein Bezug auf die Originalquelle genommen.

Wassertank aus Beton

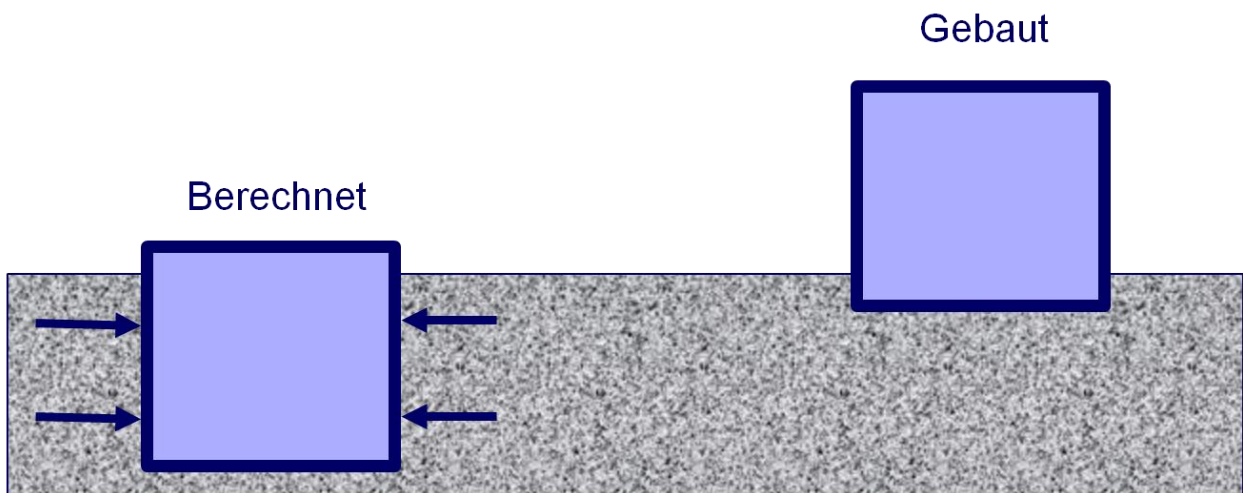


Abbildung 7: Anordnung des Beton-Wasserbehälters (eigene Darstellung)

Für eine Fabrik sollte ein neuer Wasserbehälter konstruiert werden. Der zuständige Planer gab versehentlich in die Berechnungssoftware ein, dass der Behälter im Erdreich platziert wird und damit seitlich abgestützt wäre. In der Folge wurde die Stahlarmierung in den Behälterwänden zu schwach dimensioniert, sodass der freistehende Behälter beim Auffüllen kollabierte. Der Zusammenhang zwischen dem Mangel (der falsch ausgelegten Behälterwand) und dem aufgetretenen Sachschaden lässt sich bei diesem Beton-Wasserbehälter-Beispiel unschwer erkennen, da der Fehler, der bei der Berechnung gemacht wurde, leicht nachvollziehbar war.

Bei Schäden durch neue Technologien ist dies meist schwieriger, da es im Normalfall keine korrekten Berechnungsansätze gibt oder diese wegen zuvor unbekannter Umstände bei der Montage oder dem Betrieb nicht hätten angewendet werden dürfen. Als Beispiel kann der Schaden beim Neubau des RWE-Kraftwerks in Neurath (vgl. Kapitel 7.2) angeführt werden. Im Oktober 2007 stürzte eine ca. 100 Tonnen schwere Seitenwandbandage, ein Teilstück des Großkessels, aus zunächst ungeklärter Ursache ab. Dabei wurden drei Arbeiter getötet und fünf weitere verletzt (vgl. Aachener Zeitung 2008). Eine umfassende nachträgliche Analyse (vgl. Schmidt, H. 2008: S. 868) zeigte, dass mangelnde Erfahrung über die korrekte Dimensionierung der Fachwerkknotens einer so großen Konstruktion die Ursache für den Schaden war. Planung und Bau erfolgten nach den geltenden Regelwerken, aber die auf den Regelwerken basierenden und daraus extrapolierten Daten ließen sich nicht auf die größere Konstruktion übertragen. Durch die letztendlich fehlerhaften Berechnungen lag ebenfalls ein Mangel der Knotenverbindung vor, der den Planern wegen der scheinbar korrekten Anwendung der Regelwerke verborgen blieb. Bei der Montage kam es zum Versagen des Bauteils und es trat ein fataler Schaden ein.

Der Fall wurde von der Staatsanwaltschaft untersucht, da mehrere Menschen starben. Ursache für den Einsturz der Konstruktion war laut Staatsanwaltschaft die „Unkenntnis über die fehlende physikalische Belastbarkeit“ der erstmals an so großen Konstruktionen eingesetzten Knotenverbindungen. Diese „Stabilitätsproblematik“ sei in der Fachwelt nicht ausreichend bekannt gewesen. Die durch das Gutachten gewonnenen Erkenntnisse würden jetzt bei anderen Bauarbeiten berücksichtigt und bereits fertiggestellte Bauwerke verstärkt, soweit dies nötig sei (vgl. Aachener Zeitung 2008).

5.13 Zusammenfassung

Montageversicherungen sind speziell für den Bau von Industrieanlagen entwickelte Produkte. Die wesentlichen Unterschiede zwischen den Deckungen bestehen darin, was bei Mangelfolgeschäden erstattet wird. Mängel resultieren aus fehlerhafter Planung, fehlerhafter Herstellung und fehlerhaften Werkstoffen. Mängel durch neue Technologien manifestieren sich oft als Mangelfolgeschäden, da aufgrund notwendiger Erfahrung die Auslegung falsch ist, die Materialien falsch verarbeitet werden oder die

Werkstoffe nicht die notwendigen Eigenschaften haben. Abhängig vom Versicherungsumfang werden

- keine Mangelfolgeschäden erstattet,
- Mangelfolgeschäden erstattet abzüglich der Kosten, die ohnehin angefallen wären, wenn der Mangel kurz vor Schadeneintritt erkannt und behoben worden wäre („Ohnehinkosten“), oder
- Mangelfolgeschäden erstattet abzüglich der Kosten für die Verbesserung, damit der Schaden nicht erneut auftritt (nur die Verbesserung ist ausgeschlossen).

Für die Platzierung der Versicherung von Großprojekten werden im Idealfall spezielle Projektpräsentationen angeboten und Projektbeschreibungen (Insurance Submissions) für die Versicherer erstellt. Die Versicherer versuchen, die Projektrisiken detailliert zu ermitteln und darauf basierend einen Versicherungsschutz anzubieten. Ein besonderer Fokus liegt auf dem Erkennen neuer risikoträchtiger Technologien. Es existieren vertragliche Möglichkeiten, diese Technologien nur eingeschränkt zu versichern, um die Entwicklungsrisiken beim Anlagenbauer zu belassen, der diese minimieren kann. Jedoch sind Versicherer oft nicht in der Lage, derartige Technologien zu erkennen oder Deckungseinschränkungen durchzusetzen, beteiligen sich aber dennoch, da Umsatzziele erreicht werden müssen.

6 Schadenstatistik

Für die zukünftige Schadenvermeidung muss bei der Schadenursachenermittlung die gesamte Kette von der ursprünglichen Ursache bis zu den Konsequenzen ermittelt werden. Im Idealfall sollte dies durch aussagekräftige Statistiken erfolgen, um einen repräsentativen Überblick zu erhalten. Versicherungen melden Prämien und Schäden im Normalfall an den jeweiligen Landesverband. Bei Großschäden wird oft noch eine Schadenursache angegeben. Die auf der Landesebene gesammelten Daten werden an die weltweit tätigen Fachverbände übermittelt. Im Folgenden werden die statistischen Daten des Gesamtverbands der deutschen Versicherungsindustrie (GDV) als Bundesverband (mit allen Versicherungssparten) sowie der International Association of Engineering Insurers (IMIA) als Weltverband (nur für technische Versicherungen) betrachtet. Jedoch gibt es keine umfassenden detaillierten Schadenstatistiken über Sachschäden im Zusammenhang mit der Durchführung von Montageprojekten. Zusätzlich erschwert wird der Austausch dadurch, dass die Sachversicherer wegen ihrer Geheimhaltungsverpflichtungen keine Detailinformationen über Sachschäden publizieren dürfen. Ferner gibt es keine gesetzliche Verpflichtung, große Sachschäden zu melden und öffentlich aufzuarbeiten, anders als bei Zug- und Flugzeugunfällen. Dadurch wird ein Informationsaustausch zwischen den Firmen verhindert, sodass die Gefahr besteht, dass sich Schäden wiederholen. Selbst in der gleichen Anlagenbaufirma findet oft kein detaillierter Informationsaustausch statt. In Ausnahmefällen werden Schäden anonymisiert auf der IMIA-Internetseite publiziert. Die Anonymisierung führt dazu, dass meist keine Fotos von den Schäden bereitgestellt werden und Details fehlen, sodass der Informationswert für eine künftige Schadenvermeidung begrenzt ist.

6.1 IMIA-Gesamtprämien

Die IMIA gibt die weltweite Gesamtprämie für den Zeitraum von 2009 bis 2018 für technische Versicherungen mit durchschnittlich 9,166 Milliarden USD pro Jahr an, wobei mit 3,924 Milliarden USD 44 % davon auf die Projektversicherungen entfallen (vgl. IMIA 2010–2019). Jedoch wird bei Projektversicherungen nicht zwischen Montage- (EAR) und Bauleistungsversicherung (CAR) differenziert. Zudem liefern nicht alle Länder ihre Daten an die IMIA, sodass das tatsächliche Gesamtprämienvolumen deutlich höher sein dürfte.

Die IMIA führt Statistiken für folgende Versicherungsprodukte:

- BE – Boiler Explosion
- CAR – Contractors` All Risks
- EAR – Erection All Risks
- EE – Electronic Equipment
- G – Guarantee (bis 2013)
- IDI – Inherent Defects (Decennial) Insurance
- LoP – Loss of Profits (MLoP & ALoP)
- M – Machinery Breakdown

Die IMIA publiziert keine separaten Daten über Montageversicherungen. Montageversicherungen wurden bis 2013 gemeinsam mit Bauleistungsversicherungen und Maschinengarantieversicherungen aufgeführt (vgl. Kapitel 5.1). Seit 2014 ist die Maschinengarantieversicherung nicht mehr Bestandteil der Daten. Die Montageversicherung wird seitdem zusammen mit der Bauleistungsversicherung sowie mit Betriebsunterbrechungsversicherungen aufgeführt, die als Deckungserweiterungen der Projektversicherungen abgeschlossen wurden. Eine Trennung von Bauleistungs- und Montageversicherungen ist nicht möglich, da nicht alle der von den Landesverbänden jährlich bereitgestellten Daten detailliert genug sind. Zudem werden Prämien und Schäden der Betriebsunterbrechungsversicherung als Deckungserweiterung zu den Projektversicherungen nicht durchgängig separat gemeldet, weshalb sich die IMIA entschloss, diese Erweiterung in die Daten einzuschließen.

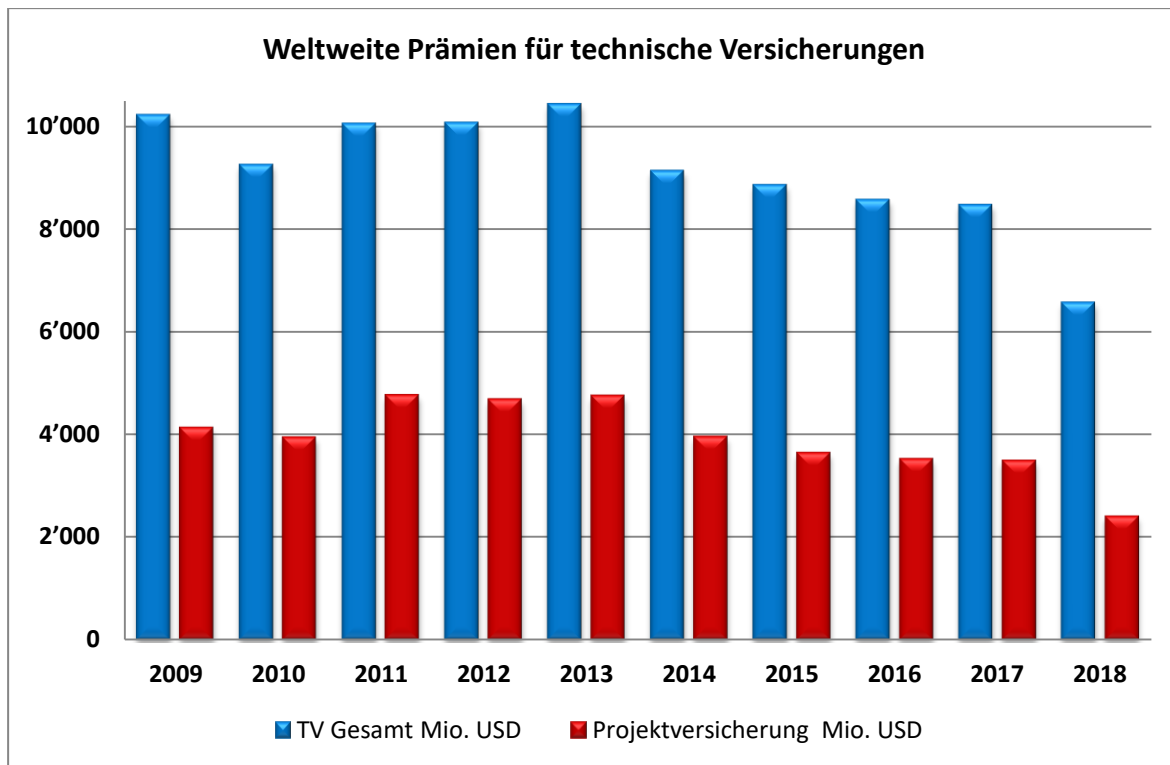


Abbildung 8: Weltweite Prämien für technische Versicherungen (vgl. IMIA 2010–2019)

6.2 GDV-Gesamtprämien

Der GDV publizierte bis 2012 separate Daten für die Montageversicherungen. Im Zeitraum von 1992 bis 2012 beträgt der Anteil der Montageversicherungen durchschnittlich 9 %. Ab 2013 sind Gesamtdaten für alle Technischen Versicherungen verfügbar.

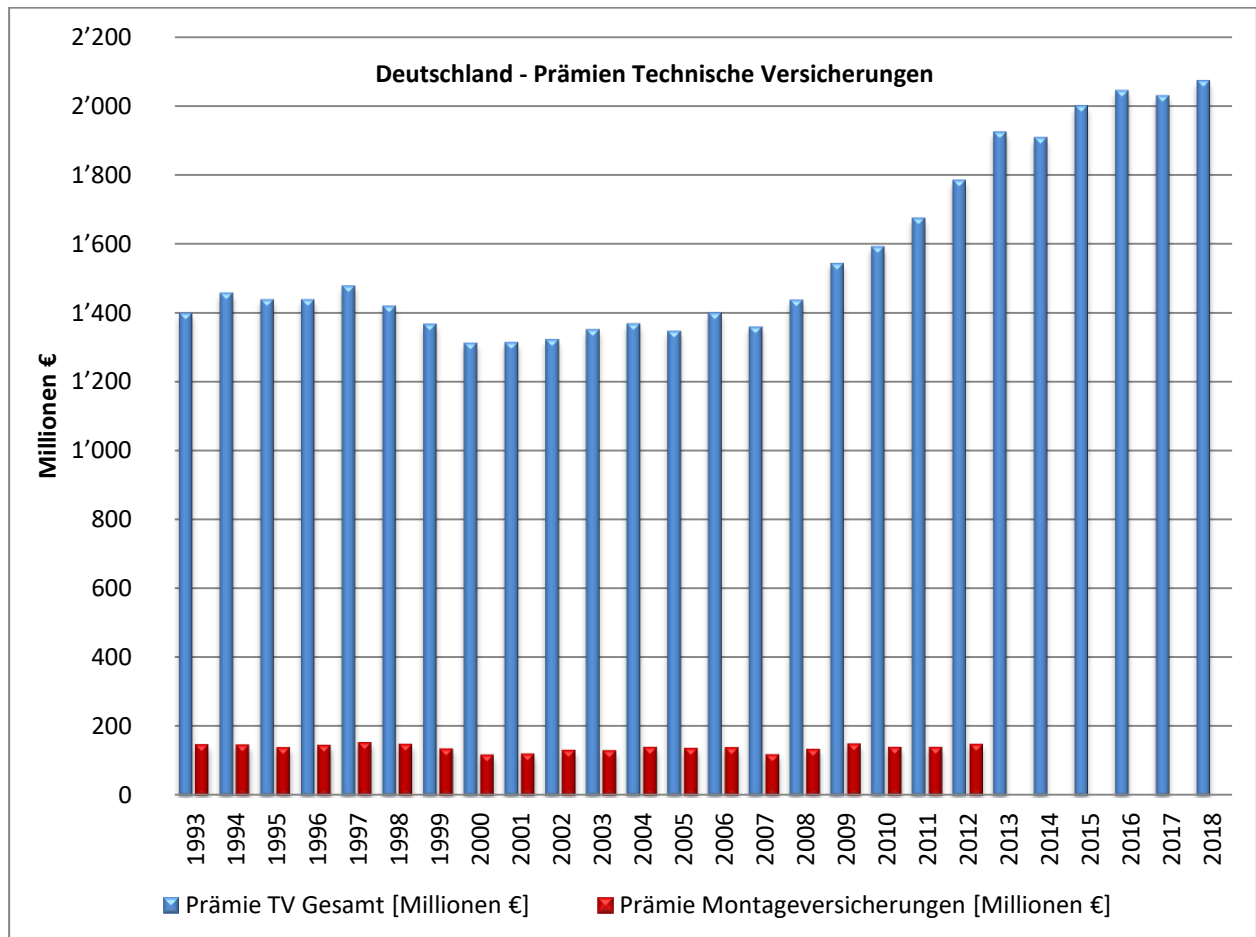


Abbildung 9: Versicherungsprämien Deutschland – technische Versicherungen 1993–2014 gesamt und Montageversicherungen 1993–2012. Es sind keine separaten Daten für Montageversicherungen für die Jahre 2013 bis 2018 verfügbar (vgl. GDV 2013; GDV 2019: S. 78).

6.3 IMIA-Schadenstatistiken (Prämien und Schäden)

Die IMIA-Statistiken unterscheiden wie bereits erwähnt nicht zwischen Montage- und Bauleistungsversicherungen. Die Details, die im Folgenden aufgezeigt werden, lassen jedoch Schlüsse auf Schadenursachen zu, die im Normalfall nur bei Montageprojekten auftreten können. Die Gesamtkosten für Schäden werden für 2014 für die technischen

Versicherungen insgesamt mit 4,6 Milliarden USD und für die Projektversicherungen mit 1,71 Milliarden USD, also 37% der Gesamtsumme, angegeben.

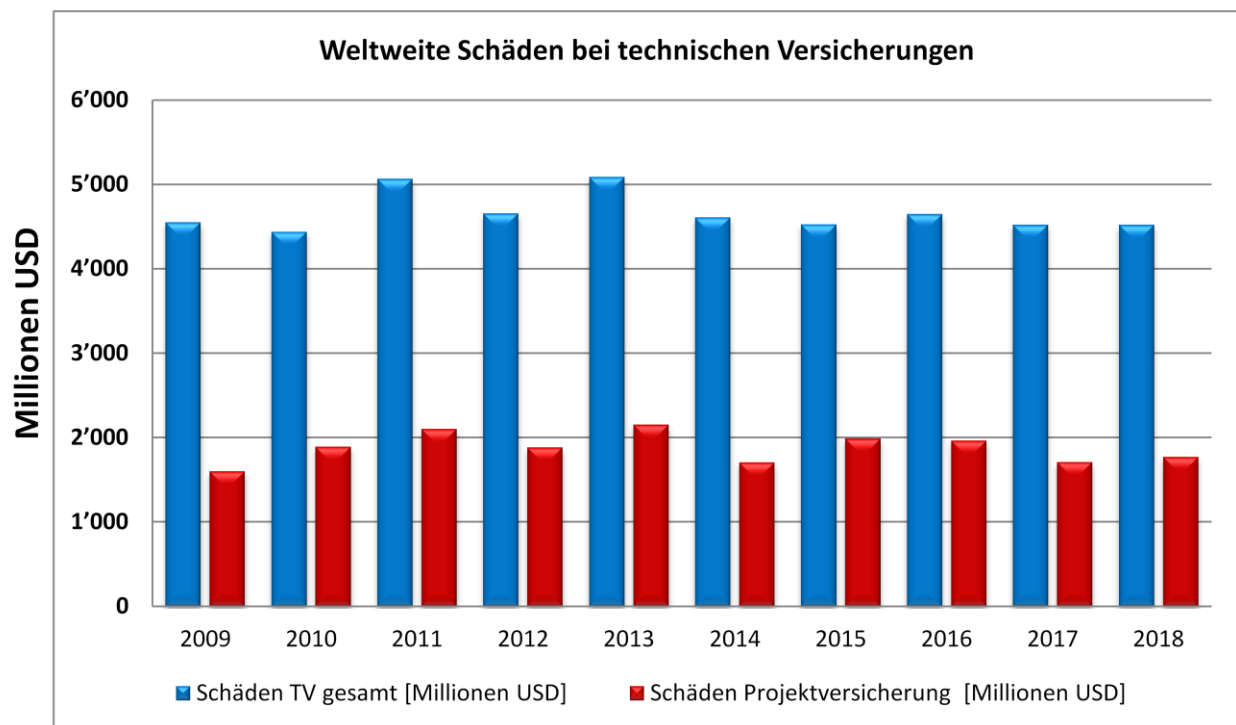


Abbildung 10: Gesamtschäden weltweit, technische Versicherungen und Projektversicherungen im Zeitraum 2009 - 2018 (vgl. IMIA 2010–2019)

Die Profitabilität einzelner Versicherungsprodukte wird meist durch zwei Kenngrößen dargestellt:

- Schadenquote[%]=(Schadenzahlungen*100)/Prämien:
 Schadenzahlungen enthalten alle Kosten, die im direkten Zusammenhang mit der Schadenregulierung stehen, also Entschädigungen sowie Kosten für externe Spezialisten wie Loss Adjuster, Juristen und Sachverständige. Die Kosten für interne Spezialisten gehören bei den meisten Versicherungen nicht zur Schadenzahlung. Als Faustregel gilt, dass bei einer Schadenquote von unter 70% das Produkt im Normalfall profitabel für den Versicherer ist.
- Combined Ratio[%]=(Schadenzahlungen und zusätzliche Kosten)*100/Prämien:
 Zusätzliche Kosten sind Makler-Courtage und interne Kosten. Bis zu einem Combined Ratio von 100 % sind die Versicherungsprodukte wirtschaftlich. Übersteigt das Combined Ratio 100 %, bedeutet dies finanzielle Verluste.

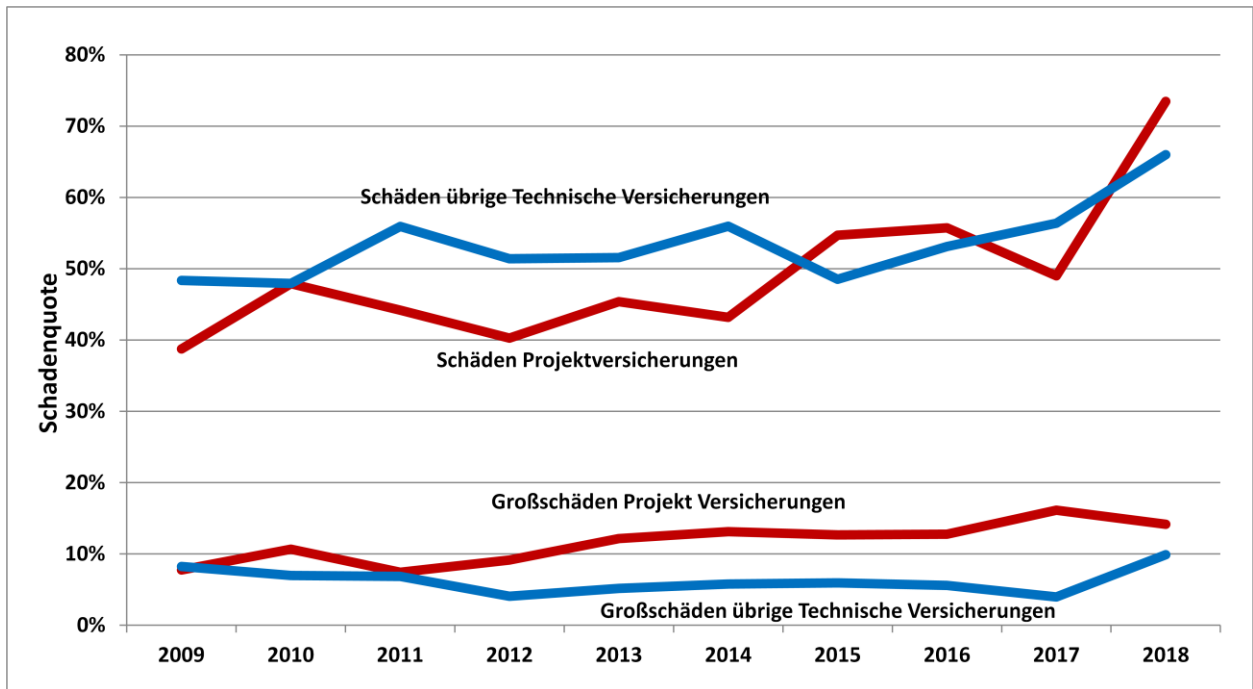


Abbildung 11: Schadenquoten/Großschadenquoten, Projektversicherungen und übrige technische Versicherungen im Zeitraum 2009 bis 2018. Großschäden sind dabei gemäß IMIA alle Schäden oberhalb von 1 Million USD (vgl. IMIA 2010–2019).

Das Diagramm zeigt, dass durchschnittlich mehr Großschäden unter den Projektversicherungen auftreten als bei den übrigen technischen Versicherungen, obwohl die durchschnittliche Schadenquote der Projektversicherungen unter der Schadenquote der übrigen technischen Versicherungen liegt.

6.4 GDV-Schadenstatistiken

Der GDV publiziert in unregelmäßigen Abständen (letztmalig 2013) detaillierte Daten über die Schadenquoten der einzelnen technischen Versicherungen in Deutschland.

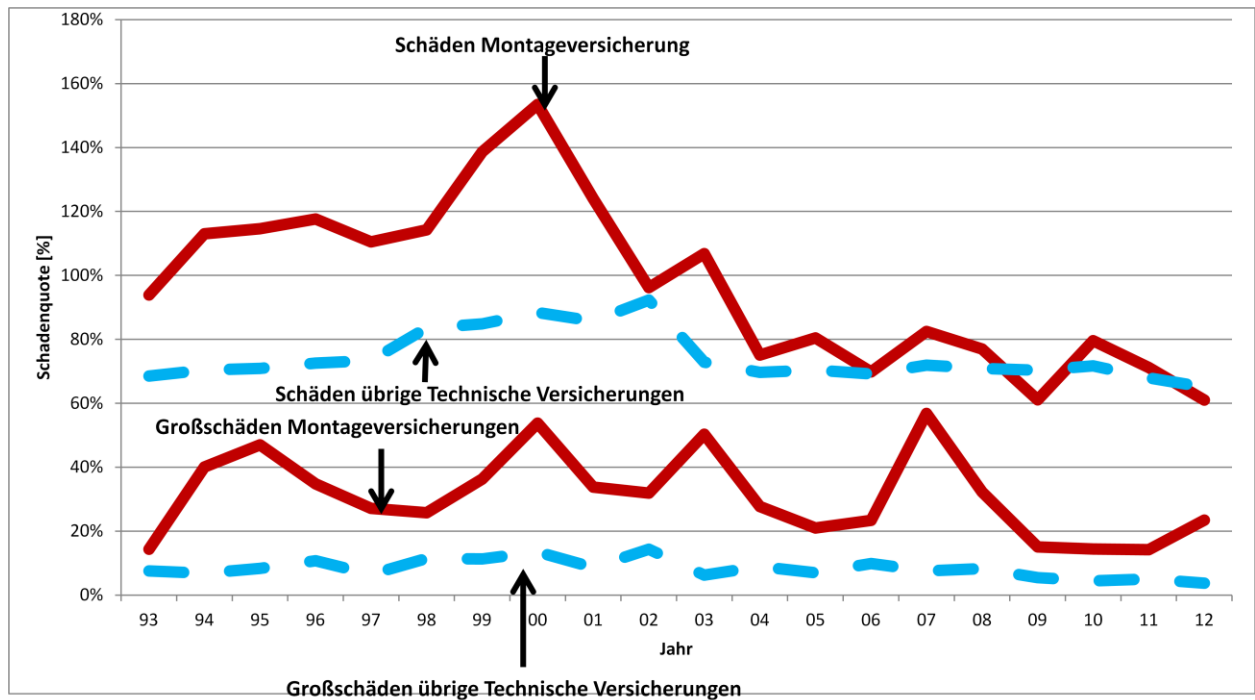


Abbildung 12: Großschäden/Schäden in Deutschland, Montageversicherungen und übrige technische Versicherungen (vgl. GDV 2013). Großschäden gemäß GDV-Definition sind alle Schäden > 500.000 €.

Die GDV-Statistik weist für die Montageversicherungen durchschnittlich höhere Schadenquoten aus als für die übrigen technischen Versicherungen. Auffallend ist der hohe Anteil von Großschäden verglichen mit den übrigen technischen Versicherungen. Die IMIA weist keine separaten Daten für Montageversicherungen aus. Die Schadenquote für Projektversicherungen liegt durchschnittlich unter der Schadenquote der übrigen technischen Versicherungen im betrachteten Zeitraum (2009–2014). Die Schadenquoten für Großschäden (IMIA-Definition > 1 Million USD) liegt im Schnitt über den sonstigen technischen Versicherungen und zeigt, dass bei Projektversicherungen eine eindeutig größere Tendenz für Großschäden besteht. Letzteres deckt sich mit den GDV-Statistiken, die ebenfalls einen deutlich höheren Anteil von Großschäden (laut GDV-Definition > 500.000 €) ausweisen. In Deutschland sind die Schadenquoten verglichen mit den weltweiten Daten im betrachteten Zeitraum höher. Dies kann mit einem niedrigeren Prämienniveau zusammenhängen. Bei Projekt- und

Montageversicherungen treten im Vergleich zu den übrigen technischen Versicherungen vermehrt Großschäden auf. Um eine Aussage treffen zu können, ob dies auf Schäden durch Prototypen zurückzuführen ist, müssen die Schadenursachen analysiert werden. Jedoch enthalten die GDV-Statistiken keine Informationen über die Schadenursachen, sodass im Weiteren nur die IMIA-Statistiken betrachtet werden können.

6.5 Schadenursachen

Die IMIA-Statistiken enthalten Informationen über die Ursache von Großschäden. Die Statistiken erlauben eine Unterscheidung in Bezug auf die Ursachen und die beschädigten Leistungen, Maschinen und Apparate. Gemäß den gängigen Definitionen (vgl. Levine 2008: S. 25) werden Schäden durch Prototypen als fehlerhafte Werkstoffe, Arbeitsausführung und Planung der Statistik eingeordnet. Diese drei Begriffe lassen sich unter „Mängel“ zusammenfassen. Die Ursachen für Feuer und Explosionen werden nicht weiter erläutert, können jedoch prinzipiell auch auf Mängel zurückzuführen sein. Sturm, Überschwemmung und Erdbeben können als „Naturgefahren“ zusammengefasst werden. „Betrieb“ bedeutet für die Projektversicherungen Schäden während der Inbetriebnahme, ohne näher auf die Ursachen einzugehen, bei der Maschinengarantieversicherung auch während des kommerziellen Betriebs. Der Rubrik „andere Ursachen“ sind auch Schäden zugeordnet, deren Ursachen nicht bekannt oder nicht angegeben waren.

Schadenursachen gemäss IMIA für Projektversicherungen

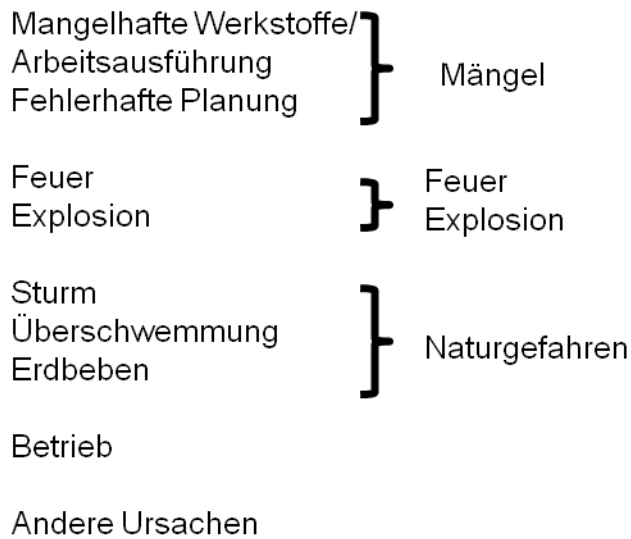


Abbildung 13: Schadenursachen gemäß IMIA-Statistik (vgl. IMIA 2015: S. 12)

Die IMIA-Daten über Schadenursachen für den Zeitraum 2009 bis 2018 wurden wie beschrieben zusammengefasst und die durchschnittlichen Schadenzahlungen pro Jahr für die Ursachen im betrachteten Zeitraum berechnet.

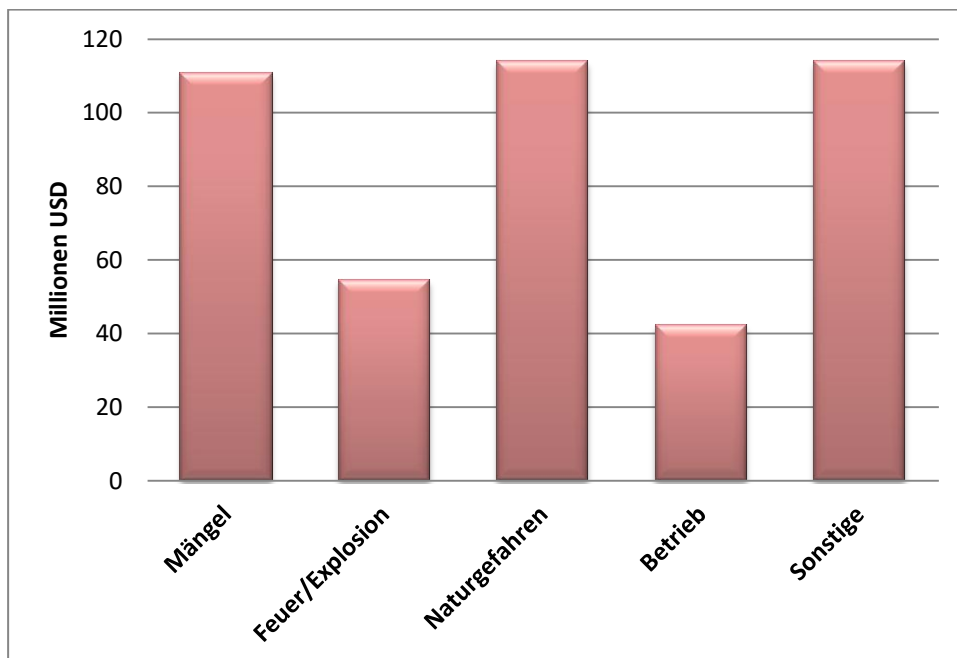


Abbildung 14: Ursachen für Großschäden gedeckt unter Projektversicherungen im Zeitraum 2009 bis 2018 im Durchschnitt pro Jahr (vgl. IMIA 2010-2019)

Bei korrekter Zuordnung sollten Schäden durch Prototypen unter der Rubrik „Mängel“ aufgeführt sein. Auffallend ist, dass Mängel nach „Naturgefahren“ die zweithäufigste Schadenursache für Großschäden sind. Jedoch lässt sich aufgrund mangelnder Datenlage nicht auswerten, wie viele Brände, Explosionen und Schäden durch „sonstige Ursachen“ aufgrund von Mängeln verursacht wurden. Potenziell können Mängel auch Ursachen für Schäden während des Probetriebs sein.

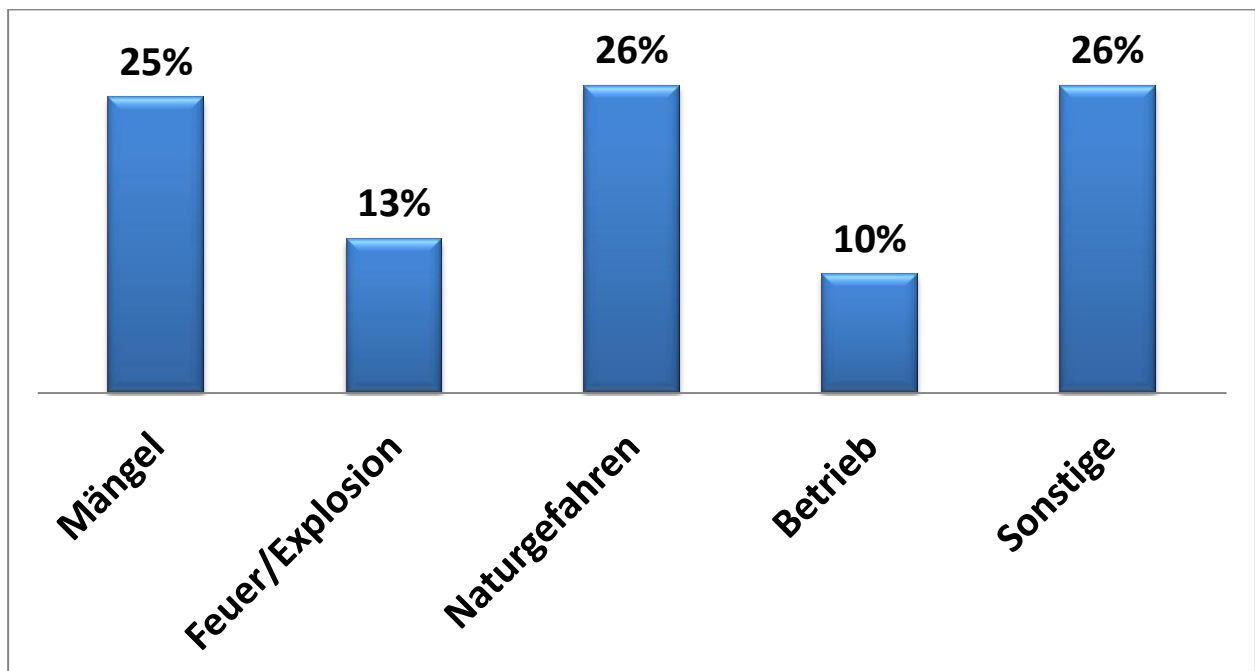


Abbildung 15: Schadenursachen für Großschäden im Zeitraum 2009 bis 2018 für Projektversicherungen. Angaben in %, im Schnitt 435 m USD pro Jahr. Großschaden gem. IMIA > 1 Mio. USD (vgl. IMIA 2010–2019)

Die Auswertung zeigt, dass Mängel eine sehr bedeutende Schadenursache für Großschäden sind. Es kann jedoch ausschließlich auf dieser Datenbasis nicht ermittelt werden, wie viele dieser Schäden bei Montageversicherungen (EAR) aufgetreten sind, da Bauleistungsversicherungen und zu einem vernachlässigbaren geringen Anteil Maschinengarantieversicherungen in der Statistik enthalten sind, wie die IMIA auf Anfrage mitteilt. Die IMIA publiziert zudem, an welchen Leistungen, Anlagen, Maschinen und Apparaten Schäden aufgetreten sind.

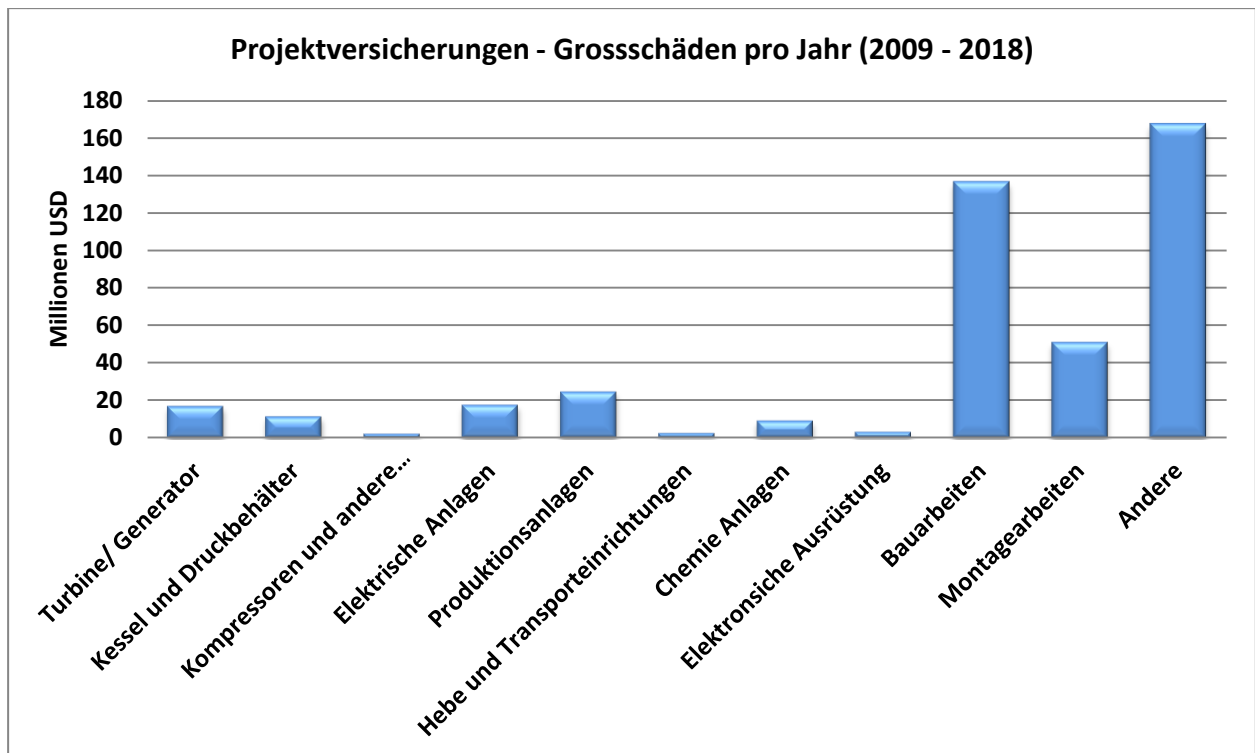


Abbildung 16: Grossschäden an beschädigten Leitungen, Maschinen und Apparaten im Zeitraum 2009 bis 2018 durchschnittlich pro Jahr (vgl. IMIA 2010–2019)

Die aufgeführten Maschinen, Apparate, Anlagen und Montagetarbeiten wurden zur Kategorie „Montage“ zusammengefasst, da derartige Sachen normalerweise Bestandteile von Montageprojekten sind und nicht von Bauprojekten. Damit kann die Darstellung auf drei Kategorien reduziert werden: Montage, Bau und „Sonstige“.

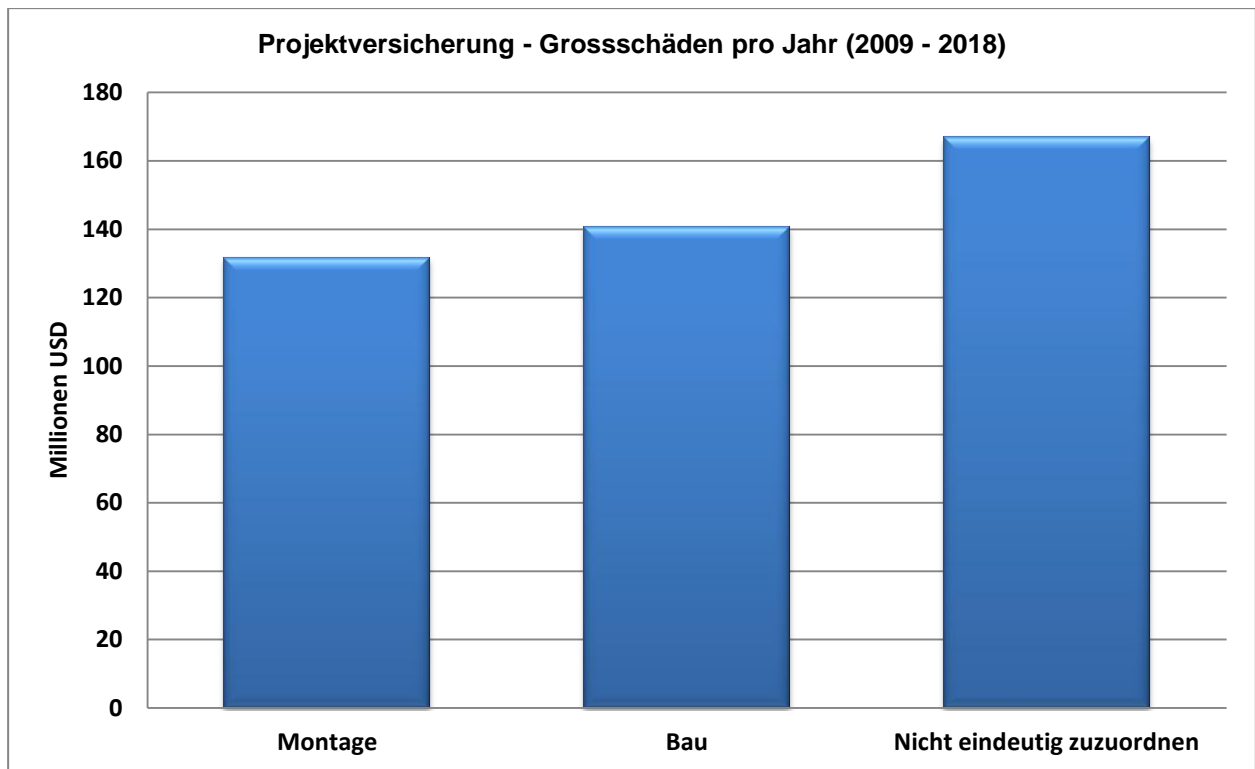


Abbildung 17: Grossschäden durchschnittlich pro Jahr gedeckt unter Montageversicherungen (30 %) sowie unter Bauleistungsversicherungen (32%). Ein großer Anteil, etwa 38 %, lässt sich nicht eindeutig zuordnen (vgl. IMIA 2010–2019).

Die Analyse der IMIA-Statistiken zeigt, dass viele Schäden durch Mängel verursacht werden. Es kann nicht genau bestimmt werden, wie viele dieser Schäden unter Montageversicherungen reguliert wurden. Die Auswertung der beschädigten Leistungen, Maschinen und Apparate zeigt, dass mindestens 30 % der Schäden unter einer Montageversicherung gedeckt waren. Der hohe Prozentsatz von Schadenzahlungen, die nicht klar zugeordnet werden können, erschwert die Analyse zusätzlich. Es ist nochmals darauf hinzuweisen, dass die Auswertung der Schadenursachen nur Grossschäden enthält (> 1 Million USD). Im Zeitraum von 2009 bis 2014 traten bei den Projektversicherungen im Schnitt 108 Grossschäden pro Jahr auf und bei den übrigen technischen Versicherungen 93. Ein Grossschaden belief sich bei den Projektversicherungen im Schnitt auf 4,1 Millionen USD und bei den übrigen technischen Versicherungen auf 3,7 Millionen USD.

6.6 Zusammenfassung

Gemäß den IMIA-Daten liegt die Schadenquote im Zeitraum von 2009 bis 2014 für die Projektversicherungen bei durchschnittlich 46 %. Dies deckt sich nicht mit den Schadenquoten, die der GDV ermittelt hat.

Gemäß GDV (vgl. GDV 2013) liegen die Schadenquoten in Deutschland deutlich höher: So betragen die Quoten im Zeitraum von 1993 bis 2012 96,3 %, bei Bauleistungsversicherungen 98,1 %.

Die GDV-Statistik enthält noch nicht die notwendigen sehr hohen Nachreservierungen in 2015 für Schäden im Zusammenhang mit den Kohlekraftwerkprojekten, bei denen T24 als Kesselwerkstoff im Verdampferbereich eingesetzt wurde.

Die in der Schadenregulierungspraxis festgestellten hohen Schäden bei Großprojekten im Zusammenhang mit dem Einsatz neuer Technologien, die nicht hinreichend erprobt sind, lässt sich anhand der Daten aus der IMIA-Statistiken nicht eindeutig erhärten. Dort sind die Schadenquoten für die Projektversicherungen mit unter 50 % im Durchschnitt sehr moderat. Die Schadenquoten in Deutschland liegen deutlich darüber (> 70 %); damit haben Montageversicherungen in Deutschland einen sehr viel schlechteren Schadenverlauf als global betrachtet.

Auffällig ist, dass gemäß der IMIA Mängel eine wesentliche Schadenursache im Bereich der Projektversicherungen sind. Potenziell könnten diese Mängel auf den Einsatz neuer, unerprobter Technologien zurückzuführen sein.

Gemäß der IMIA ist die Qualität der statistischen Daten schlecht, da in den einzelnen Ländern die Daten nicht konsistent erhoben werden, wie der Verband auf Anfrage mitteilt. Die Daten des GDV werden in unregelmäßigen Zeiträumen zusammengestellt und sind deshalb nicht sehr aktuell.

Um aus den Statistiken genauere Aussagen dazu zu erhalten, inwiefern der Einsatz neuer, unerprobter Technologien zu Schäden geführt hat, müsste eine separate Schadenursachenkategorie für neue Technologien bzw. Prototypen aufgeführt werden. Die derzeitige Zuordnung unter der Kategorie Mängel ist unzureichend, da auch einfache Berechnungsfehler bei der Planung Schäden verursachen können. Weiter wären Informationen erforderlich, bei welchen Projektgrößen die Schäden aufgetreten sind, da potenziell, wie die tägliche Praxis gezeigt hat, neue, unerprobte Technologien in größten Anlagenmaßstäben eingesetzt werden.

7 Beispiele für Schäden durch neue Technologien

Nach den Erfahrungen des Verfassers, kann weltweit eine große Anzahl von Anlagen vermutet werden, die aufgrund technischer Probleme nie richtig oder nur nach erheblichen Modifikationen in Betrieb ging. Jedoch gibt es in der Literatur kaum Publikationen über Probleme durch neue Technologien im Anlagenbau. Im Folgenden sind zwei Beispiele beschrieben, die dem Verfasser aufgrund seiner beruflichen Tätigkeit bekannt sind. Es bestand deshalb die Möglichkeit, in frei zugänglichen Informationsquellen (Fachzeitschriften, Bücher und Internet) die Sachverhalte zu recherchieren.

7.1 Eisenerzdirektreduktion mit Wasserstoff in der zirkulierenden Wirbelschicht – Circored

An der Inbetriebnahme der Circored-Anlage in Point Lisas auf Trinidad nahm der Verfasser der vorliegenden Arbeit selbst als Inbetriebnehmer und Spezialist für Wirbelschicht-Prozesse im Jahr 1999 teil. Die damaligen Erfahrungen legten den Grundstein für diese Arbeit. Der Verfasser hatte zuvor erfolgreich Anlagen in Betrieb genommen, die auf erprobten Technologien basierten. Im Vergleich dazu, stellte sich die Inbetriebnahme der Erstanlage als Vorgang, mit nicht vorhersehbar auftretenden Problemen heraus. Der betreffende Prozess arbeitet bei einem Betriebsdruck von 4 bar, das Reaktionsgas besteht überwiegend aus Wasserstoff mit einer Temperatur von über 600 °C (vgl. Stahlinstitut VDEh 2007: S. 44). Zudem reagiert das Zwischenprodukt, pulverförmiges Elementareisen (Eisenschwamm), exotherm, wenn es mit Luft in Kontakt kommt, weshalb eine Brikettierung notwendig ist, um das Produkt transportieren zu können. Eine Leckage an der Anlage hätte demnach zu einem großen Schaden führen können. Das Gefahrenpotenzial einer Explosion der Anlage ist mit der Explosion eines Hochofens zur Stahlerzeugung vergleichbar (vgl. Weigel 2014: S. 125). Bei Hochofenexplosionen hat es schon viele Tote und Verletzte gegeben, zusätzlich treten immer sehr hohe Sachschäden auf (HSE 2008).

Es ist dem Verfasser nicht bekannt, in welcher Form dort eine Projektversicherung bestanden hat und ob die aufgetretenen Schäden über darüber reguliert wurden.

Die Stahlerzeugung fand um die Jahrtausendwende im Wesentlichen auf zwei Herstellungsrouten statt:

- Verfahrensrouten Hochofen/Konverter, bei der das Eisenerz durch Zugabe von Koks zu flüssigem Eisen umgesetzt wird.
- Verfahrensrouten Lichtbogenofen, die als Ausgangsmaterial Eisen statt Eisenerz verwendet. Das Eisen kann zum einen Schrott sein, aber auch industriell hergestelltes Elementareisen in Form von Briketts oder Stückgut, da pulverförmiges Eisen recht schnell mit Luft exotherm reagiert und deshalb nur bedingt transportfähig ist.

Ob die Hochofenroute oder die Lichtbogenofenroute angewendet wird, hängt von vielen Parametern ab, z. B. davon, welche Stähle hergestellt werden sollen, welche Ressourcen verfügbar sind, ob das Eisen überwiegend als Magnetit oder Hämatit vorliegt und welche Kapazitäten benötigt werden.

In den 1990er Jahren war die Firma Cliffs auf der Suche nach einem geeigneten Verfahren, um Eisenerz aus Brasilien in Trinidad/Tobago mit dem damals dort verfügbaren Erdgas in Elementareisen umzuwandeln (Eisenerzreduktion), das in den USA als Ersatz für Schrott in Elektroöfen zur Stahlerzeugung eingesetzt werden sollte. Die am weitesten verbreiteten Verfahren zur Eisenerzreduktion waren der Midrex- und der HyL-Prozess. Beide Prozesse arbeiten mit Erdgas, das verfügbar gewesen wäre, allerdings muss das Eisenerz als Stückgut dem Prozess zugeführt werden, was eine kostenintensive Vorbehandlung (Agglomeration) notwendig macht. Das Ziel war, ein Verfahren zu finden, bei dem die Feinerze als Pulver direkt verarbeitet werden können, um die Wirtschaftlichkeit zu erhöhen (vgl. Elmquist et al. 2002: S. 59). Die bereits vorhandenen Verfahren wurden als nicht effizient genug betrachtet, weshalb 1995 die Entscheidung getroffen wurde, das neuartige Circored-Verfahren einzusetzen (vgl. Elmquist et al. 2003: S. 40). Als ideale Auslegung für die Wirtschaftlichkeit wurde eine Anlage mit einer Produktionskapazität von 2 Millionen Tonnen Eisen als Briketts betrachtet. Allerdings waren bislang nur die chemischen Reaktionen im Versuchsreaktor (20 kg/h) getestet worden. Eine komplette Pilotanlage hätte nur eine Kapazität von ca. 50.000 Tonnen Eisen pro Jahr gehabt und wäre daher unwirtschaftlich gewesen. Es wurde die Entscheidung getroffen, die Anlage kleiner zu bauen, als es für die reine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sinnvoll gewesen wäre, aber deutlich größer als die Pilotanlage. Die Kapazität der zu realisierenden Anlage wurde

mit 500.000 Tonnen Eisen pro Jahr festgelegt, ein Scale-up-Faktor von 5.000 im Vergleich zu den Labortests. Weiter existierte keine Laboranlage, die alle Prozessschritte inklusive Rückführungen beinhaltete (vgl. Loch 2006: S. 39).

Die Arbeiten auf der Baustelle wurden 1997 begonnen und die Anlage war Ende April 1999 mit 6-monatiger Verzögerung vollständig montiert. Die Inbetriebnahme begann im Mai 1999. Ursprünglich war geplant, dass die Anlage zu diesem Zeitpunkt bereits im kommerziellen Betrieb sein sollte, der jedoch erst im März 2001 mit 27 Monaten Verspätung erreicht wurde. Dabei resultieren allein 22 Monate aus unerwarteten Inbetriebnahme-Problemen, die zum großen Teil auf die Neuartigkeit des Verfahrens zurückzuführen waren. Die Anlage konnte nicht schrittweise angefahren werden, da die komplexe Verschaltung der einzelnen Schritte dies nicht erlaubte. Das bedeutete im Umkehrschluss, dass auftretende Probleme meist dazu führten, dass die Anlage komplett abgefahren werden musste. Die Ausmauerung der gasführenden Leitungen und Apparate reagiert immer sehr sensibel auf ständige Temperaturänderungen. Es trat dadurch bereits während der Inbetriebnahme ein Verschleiß auf, der normalerweise erst nach mehreren Betriebsjahren zu erwarten gewesen wäre. Die wesentlichsten Probleme, die bei der Inbetriebnahme der Circored-Anlage auftraten, waren:

Heißes Gas gelangte aufgrund der geringen Dichte von Wasserstoff unerwartet hinter die Ausmauerung des Reaktors und verursachte zu hohe Temperaturen auf der Außenseite, sodass eine Wasserkühlung von außen notwendig wurde. In der Folge kollabierte die Ausmauerung eines Reaktors (vgl. Loch 2006: S. 42), die komplett durch eine gegossene Verkleidung ersetzt werden musste (vgl. Elmquist et al. 2003: S. 43).

Da bei dem Prozess Wasserstoff zugeführt wurde, der mit dem Eisenoxid zu Wasserdampf reagierte, musste der entstandene Wasserdampf auf einen niedrigeren Druck gebracht werden, um ihn ausschleusen zu können. Das Ausschleusen erfolgte über eine stehende Wassersäule, die ebenfalls modifiziert werden musste, da sie den Anforderungen nicht genügte. Zum einen brach heißer Wasserstoff bereits bei 2 bar Druck durch und gelangte in die Atmosphäre, zum anderen verstopfte mitgerissener Staub die Ausschleuseeinrichtung (vgl. Loch 2006: S. 42; Elmquist et al. 2003: S. 43). Der produzierte Eisenschwamm wurde ursprünglich vom Betriebsdruck in drei Behältern auf Umgebungsdruck gebracht. Dieses System musste komplett ersetzt werden, da durch die Anhaftung von Feststoffen die Ventile zum Teil nicht geöffnet wurden, was ein Abfahren der gesamten Anlage notwendig machte. Zudem riss eine der Hauptleitungen innerhalb der Gaserhitzer und konnte nicht sofort geschweißt

werden, weil dafür ein spezieller Werkstoff benötigt wurde, was zu erheblichen Verzögerungen führte.

In der Summe wurden Probleme mit vielen der verwendeten Apparate, Mess- und Regeleinrichtungen sowie Maschinen festgestellt, die einen Austausch oder eine Modifizierung notwendig machte. Ursächlich war die mangelnde Erfahrung, wie die Ausrüstung auszulegen und zu gestalten ist, die unter heißen, aggressiven und abrasiven Bedingungen eingesetzt werden soll. Da die Anlage mit heißem Wasserstoff gefüllt war, der explodieren konnte, musste die Anlage für jede Modifikation mit Stickstoff inertisiert werden. Während der Phase der Inbetriebnahme kam es permanent zu neuen Problemen; nach jeder Problembehebung ergaben sich weitere unvorhergesehene Schwierigkeiten (vgl. Loch 2006: S. 43).

Nachdem eine erfolgreiche Inbetriebnahme nicht möglich erschien, wurde im Mai 2000 – ein Jahr nach dem Beginn der ersten misslungenen Inbetriebnahme – eine Untersuchung dazu gestartet, wie die notwendige Verfügbarkeit erzielt werden könnte. Es wurden 120 notwendige Veränderungsmaßnahmen ermittelt, die die verbleibenden Probleme bereits ein Jahr nach der Inbetriebnahme lösen sollten. Nach der Umsetzung konnte die Anlage in Betrieb genommen werden und produzierte ab März 2001 mit 27 Monaten Verzögerung, davon 22 Monate Verzögerung bei der Inbetriebnahme entstanden, durch Schäden und durch notwendige Modifikationen der Ausrüstung, die den Anforderungen nicht gerecht wurde. Die umgesetzten Verbesserungsmaßnahmen kosteten etwa 45 Millionen US-Dollar, was 25 % bis 30 % Kostensteigerung im Vergleich zum Ursursungspreis bedeutete, den Verlust durch den Produktionsausfall nicht eingerechnet.

Vor Projektbeginn hatte eine technische Risikobetrachtung stattgefunden, die sich jedoch als unzureichend erwies. Beim Scale-up um den Faktor 5000 sowie der Neuartigkeit des gesamten Prozesses konnten Probleme mangels einschlägiger Erfahrungswerte nicht vorab erkannt werden. Die klassischen Risikomanagementansätze basieren darauf, dass die Gefahr bekannt ist und daraus die Eintrittswahrscheinlichkeit und ihre Wirkung für die eigentliche Risikoabschätzung ermittelt werden können. Bei einem neuartigen Verfahren kann dieses Vorgehen nur partiell funktionieren, da nicht vorhergesagt werden kann, wie sich die Anlage in der Realität verhält und welche Ausrüstungsteile versagen und ausgetauscht oder modifiziert werden müssen. Zudem war eine schrittweise Inbetriebnahme aufgrund der komplexen Verschaltung nicht möglich, woraus sich ein zusätzliches Risiko ergab.

Entscheidend ist, wie am Circored-Projekt gezeigt, dass Anlagenbauer und Betreiber das Risiko eingehen, vom Versuchsreaktor, der nicht alle Prozessschritte darstellt, direkt auf einen industriellen Maßstab zu extrapolieren. Schnell und möglichst kostengünstig soll einem neuen Verfahren durch großtechnische Realisierung der Durchbruch gelingen. Dies bringt dem Anlagenbauer technologische Vorteile gegenüber Mitbewerbern. Für den Betreiber bedeutet eine kostengünstiger arbeitende Anlage höhere Gewinne. Die Vorgehensweise, sich nach dem Laborversuch über eine Miniplant und Pilotanlage langsam dem industriellen Maßstab anzunähern, birgt deutlich weniger Risiken, da weniger über bekanntes Wissen hinaus extrapoliert werden muss. Ein Versuchsreaktor kann nie den kompletten Prozess mit all seinen Rückführungen und unterschiedlichen Apparaten zum Wärmeaustausch und zur Stofftrennung abbilden. Hinzu kommt, dass das Verhalten des Gesamtsystems nur begrenzt vorhersehbar ist und deshalb erhebliche Unsicherheiten in Bezug auf den bestimmungsgemäßen Betrieb bestehen. Das Verhalten der Anlage kann zu unvorhersehbaren Sachschäden führen, was gleichzeitig ein Risiko für das Betriebspersonal wie für die Umwelt bedeutet.

Die Circored-Anlage in Trinidad wurde nach der erfolgreichen Inbetriebnahme bis 2002 betrieben, danach bis 2004 vorübergehend und Ende 2005 endgültig stillgelegt (vgl. Stahlinstitut VDEh 2007: S. 45). Eine weitere geplante, auf dem Circored-Verfahren basierende Anlage wurde nicht mehr gebaut. Da Investitionen im Stahlindustriebereich immer eine Laufzeit von mindestens 10 Jahren zugrunde gelegt wird, war die Circored-Anlage vermutlich nicht wirtschaftlich, da sie sonst länger betrieben worden wäre.

7.1.1 Sicht der Projektversicherer

Aus der Sicht des Projektversicherers bergen derartige Erstanlagen sehr hohe Risiken. Dies hat verschiedene Gründe. Unter einer Montageversicherung (vgl. Kapitel 5.1) sind alle Sachschäden gedeckt, sofern die Ursache nicht explizit ausgeschlossen ist (Allgefahrendeckung). Die auftretenden Sachschäden sind im Normalfall nicht vollständig darauf zurückzuführen, dass der Anlagentyp neu ist. Aber die Kombination von verzögerter Inbetriebnahme mit permanentem An- und Abfahren der Anlage erhöht das Risiko von Verschleißschäden. Diese sind zwar unmittelbar nicht versichert, dafür jedoch Folgeschäden an anderen Ausrüstungsteilen. Weiter ist es für den

Projektversicherer immer schwer, bei relativ neuen Anlagen den Verschleiß nachzuweisen. Im Normalfall geht der Versicherer davon aus, dass der größte versicherte Zeitraum die Montage ist. Die Risiken während der Montagephase sind andere als während der Inbetriebnahme und für den Projektversicherer besser abschätzbar. Eine verzögerte Inbetriebnahme ist in jedem Fall unerwünscht.

Es ist deshalb sehr wichtig, dass der Projektversicherer erkennt, wenn Erstanlagen versichert werden sollen (vgl. Kapitel 8.1), und einen möglichst geringen Deckungsumfang für Mangelfolgeschäden anbietet sowie Schäden durch Erstauführungen bzw. Prototypen am besten ausschließt. Bei Vertragsabschluss muss festgelegt werden, welche Teile wie Ausrüstungsteile oder Prozessschritte als Prototyp eingestuft werden oder ob sogar ggf. die Anlage in ihrer Gesamtheit betroffen ist. Damit bleibt die Sachschadenkomponente des Entwicklungsrisikos beim Anlagenbauer oder Betreiber und wird nicht an den Versicherer transferiert, da das Entwicklungsrisiko ein Unternehmerrisiko darstellt und vom Versicherer nicht über die Risikogemeinschaft abgedeckt werden soll.

In der täglichen Praxis hat der Verfasser festgestellt, dass viele Versicherer nicht in der Lage sind, neuartige Technologien zu erkennen, und diese als normale Projekte basierend auf erprobten Technologien versichern, mit negativen Folgen für die Ergebnisse des Versicherungs-Portfolios.

Erschwerend kommt hinzu, dass zunehmend als Deckungserweiterung der Projektversicherung die Betriebsunterbrechung als Folge eines versicherten Sachschadens eingeschlossen wird. Erstanlagenprojekte sind meist extrem verzögert, weshalb im Schadenfall schwer festzustellen ist, welche Verzögerungen überhaupt durch den Sachschaden verursacht wurden und welche ohnehin vorlagen (vgl. Kapitel 5.4). Oft werden die Reparaturzeiten ausgedehnt, um ohnehin notwendige Modifikationen an anderen Anlagen- bzw. Ausrüstungsteilen vorzunehmen. Der Versicherer muss überblicken, welche anderen Arbeiten während der Reparatur durchgeführt werden. In der Summe kommt bei Erstanlagen zum erhöhten Sachschadenrisiko eine aufgrund von Intransparenz erschwerte Schadenregulierung der Betriebsunterbrechungsversicherung hinzu, die die Risikoqualität erheblich herabsetzt.

7.2 T24 als Kesselwerkstoff für Kohlekraftwerksgeneration

Im Zeitraum von 2005 bis 2009 wurde mit der Montage von 18 Kohlekraftwerksblöcken in Deutschland, den Niederlanden und Tschechien begonnen. Die zu installierende elektrische Leistung sollte mehr als 15 GW betragen. Die Größe der Blöcke stellt für die in Europa gebaute Anlagenkonfiguration das obere Ende der derzeit erreichbaren Kapazität dar. Bei insgesamt fünf Blöcken wurde der eingesetzte unerprobte Verdampferwerkstoff T24 nach Schäden gegen einen konventionellen Werkstoff ausgetauscht (KW Duisburg Block Walsum 10, KW Boxberg Block R, KW Hamburg Moorburg Blöcke A+B und Wilhelmshaven). Bei dem Kraftwerk Datteln 4 wurde mit dem Austausch 2018 begonnen. Beim Kraftwerk Westfalen Block D wurde die gesamte Anlage nach Schäden im Verdampferbereich stillgelegt und soll abgebaut werden.

Tabelle 2: In Europa begonnene Kraftwerksprojekte, bei denen T24 als Verdampfer eingesetzt wurde, Stand Mai 2018

Nr.	Land	Name	Standort	Blöcke	Elektrische Leistung pro Block (MW)	Montagebeginn (Jahr)	Geschätzte Verzögerung (Jahre)	Verdampferwerkstoff	Quelle
1	CZ	Ledvice 4	Ledvice	1	660	2008	1,5	T 24	1, 2
2	D	Neurath F & G	Neurath	2	1100	2005	2,5	T 24	1, 2
3	D	Datteln 4	Datteln	1	1100	2007	> 4	Austausch T 24 notwendig	1, 2, 5
4	D	Moorburg A -B	Hamburg	2	820	2007	2	Austausch T 24 gegen T 12	1, 2, 6
5	D	Boxberg Block R	Boxberg	1	675	2006	2	Austausch T 24 gegen T 12	1, 2
6	D	GKM Block 9	Mannheim	1	911	2007	2	T 24	1, 2
7	D	RDK 8	Karlsruhe	1	912	2008	2	T 24	1, 2
8	D	Walsum 10	Duisburg	1	725	2006	3	Austausch T 24 gegen T 12	1, 2
9	D	Lünen	Lünen	1	750	2008	0,5	T 24	1,
10	D	Wilhelmshaven	Wilhelmshaven	1	800	2008	1,5	Austausch T 24 gegen T 12	1, 2, 3
11	D	Westfahlen D & E	Hamm	2	800	2008	2	Rückbau Block D	1, 2, 4
12	NL	Eemshaven	Eemshaven	2	800	2008	1,5	T 24	1, 2
13	NL	Rotterdam	Rotterdam	1	750	2009	1	T 24	1, 2
14	NL	Maasvlakte 3	Maasvlakte	1	1100	2008	2,5	T 24	1, 2

1: Then: 2015: S. 4 ff. 2: Metzger: 2016: S. 13. 3: Wilhelmshavener Zeitung 2015. 4: Flauger: 2015. 5: Dattelner Morgenpost: 2018, 6: Kopp: 2012

(Eigene Darstellung, Stand 2019)

Die Wirkungsgrade dieser 18 Blöcke liegen deutlich höher als bei Vorgängeranlagen. So waren vermutlich auch aus wirtschaftlichen Gründen, Betreiber und Anlagenbauer bereit, einen für diese Anwendung neuartigen Werkstoff ohne aussagekräftige Vorversuche fast zeitgleich in vielen Großprojekten einzusetzen. Die bei den Inbetriebnahmen auftretende Großschadensserie stellte neben den am Projekt beteiligten Firmen auch die Industrieversicherer vor eine große (finanzielle) Herausforderung (vgl. Langheid 2016: S. 15). Bei einem Gerichtsverfahren vor dem Landgericht Essen, bei dem ein Industrieversicherer verklagt wurde, da er nicht für die Kosten des Austauschs des Verdampferwerkstoffs T24 gegen T12 aufkommen wollte,

hat der Versicherer das Argument angeführt (vgl. LG Essen: Abs. 42), dass man sich für den Einsatz des T24-Werkstoffes entschieden hätte, weil

- der Wirkungsgrad des Kraftwerks dadurch um 2 % steigt, was zu Wettbewerbsvorteilen, Kostensenkungen und einem zusätzlichen Gewinn von 19 Millionen € führt, und
- die Errichtungskosten geringer sind, weil T24 in dünnerer Form verwendet werden könne, sodass z. B. weniger Transportkosten anfallen.

Zudem sei der Einsatz des T24 ein Pilotprojekt gewesen, da der Werkstoff noch nie in so einem großen Projekt eingesetzt wurde.

Diese vom Projektversicherer genannten Argumente hatten nach dem Erachten des Verfassers jedoch keinen Einfluss darauf, wie das Gericht für die Ersatzpflicht entschied, dennoch blieben die Argumente laut Urteil unwidersprochen und geben einen Einblick in die wirtschaftlich motivierte Risikobereitschaft der Industrie beim Einsatz neuer Werkstoffe.

Die Stromerzeugung in Kohlekraftwerken findet durch Verbrennung von Kohle bei bis zu 1.200 °C statt, wobei ein heißes Rauchgas entsteht. Das Rauchgas gibt im Kessel die Wärme über Membranwände an einen geschlossenen Wasser-/Dampfkreislauf ab. Das Wasser verdampft bei der Wärmeaufnahme unter hohem Druck. Der entstehende Dampf wird dann weiter erhitzt und über eine Dampfturbine entspannt, die mit einem Generator verbunden ist, der die Rotationsbewegung in Strom umwandelt. Um die Dampfparameter auf 600 °C und ca. 300 bar anheben zu können, musste ein für diese Anwendung neuartiger Werkstoff eingesetzt werden. Der Werkstoff T24 (7CrMoVTiB10-10) wurde u. a. in den Membranwänden des Verdampfers eingesetzt. Der Werkstoff wurde bereits in den 1990er Jahren von Vallourec & Mannesmann Tubes entwickelt und erhielt im Jahr 2003 seine VdTÜV-Zulassung (vgl. Metzger 2016: S. 13). Kessel aus dem Werkstoff T24 wurden von unterschiedlichen Firmen geplant, geliefert und montiert. Als erstes Kraftwerk der neuen Generation sollten ursprünglich die Blöcke Neurath F und G in Betrieb gehen. Bedingt durch die lange Verzögerung aufgrund des Absturzes des Kesselmontagegerüsts 2007 (siehe Kapitel 5.12.6) wurde der Block Walsum 10 in Duisburg zuerst fertigmontiert. Die Inbetriebnahme des Kessels begann im März 2010. Nach ca. 400 Stunden Probetrieb mit Ölbefuerung (der Brennstoff im Normalbetrieb ist Kohle) wurden Risse im Kessel festgestellt, sodass er abgeschaltet

werden musste. Als Schadenmechanismus wurde eine durch den Beizprozess verursachte Spannungsrisskorrosion vermutet (vgl. Nowack 2011: S. 2; Langheid 2016: S. 15). Die Schweißnähte wurden durch das Einsetzen neuer Rohrstücke repariert und die Anlage zunächst wieder in Betrieb genommen. Nach weiteren 200 Betriebsstunden traten im März 2011 erneut Leckagen auf. Soweit sich ermitteln ließ, wurde der Werkstoff nie im Verdampferbereich des Kessels, d. h. dort, wo ein Zweiphasengemisch vorliegt (Wasser flüssig und gasförmig), vorab getestet, dennoch fand die Umsetzung im Größtmaßstab bei 18 Blöcken gleichzeitig statt. Das Ziel war eine größere Wirtschaftlichkeit. Die Planer gingen davon aus, dass kein Nachglühen notwendig sein und somit der Werkstoff leichter und kostengünstiger zu verarbeiten sein würde. Zum anderen erwarteten sie für den Betrieb, dass der Werkstoff aggressivere Betriebsbedingungen (Druck/Temperatur) und damit höhere Wirkungsgrade erlauben würde.

Da zwar der Schadenmechanismus bekannt war, jedoch nicht die genauen Ursachen, wurde entschieden, den Verdampfer des Kessels mit dem konventionellen Werkstoff (T12) zu ersetzen. Eine analoge Schadenserie trat beim Kraftwerk Boxberg auf.

Beim Kraftwerk Boxberg (Block R) traten bei der Inbetriebnahme im Oktober 2010 Leckagen an den T24-Schweißnähten des Verdampfers auf. Die Schadenursachenermittlung wurde u. a. von einer speziell dafür gebildeten Arbeitsgruppe des Verbandes der Großkraftwerksbetreiber (VGB) unterstützt. Jedoch wurden die Untersuchungsergebnisse nicht vollständig publiziert, da befürchtet wurde, damit bei möglichen Schadenersatzklagen der Klägerseite Argumente zu liefern. Den Eigentümern (Steag und EVN) des Kraftwerks Duisburg-Walsum wurden in einem Schiedsgerichtsverfahren tatsächlich 200 Millionen EUR Schadenersatz für die Verzögerungen bei der Inbetriebnahme zugesprochen, zu tragen durch den Generalunternehmer Hitachi (vgl. Der Standard 2016).

Als Schadenursache wurde die wasserstoffinduzierte Spannungsrisskorrosion ermittelt. Die RWE führte nach Bekanntwerden der Schäden Untersuchungen in Duisburg und Boxberg durch und ermittelte folgende Optimierungsmaßnahmen, um die Gefahr des Auftretens wasserstoffinduzierter Spannungsrisskorrosion bei der Inbetriebnahme zu reduzieren (vgl. Nowack 2001: S. 4 f.):

- Minderung der externen Spannungen durch eine Wärmebehandlung des fertig errichteten Kessels bei 450 bis 500 °C über einen Zeitraum von 24 bis 48 h

- Verminderung des Einflusses des Beizens als Schadensursache durch optimierte Beizungen, d.h. Aussparung der T24-Bereiche beim Beizen (ca. 25 % der gesamten Heizfläche)
- Optimierung der Wasserchemie beim Anfahrprozess durch Einstellung eines hohen pH-Werts und Absenkung des O₂-Gehalts im Speisewasser auf unter 20 ppm
- Optimierung der Anfahrprozedur durch einen erhöhten Temperaturgradienten im Anfahren, mit Beibehaltung bis zum Erreichen einer Dampftemperatur im Bereich des Verdampferaustritts von > 300 °C

Bemerkenswert ist, dass die Untersuchungen dazu, wie die Spannungsrisskorrosion verhindert werden kann, erst nach den Schäden in Duisburg und Boxberg durchgeführt wurden. In Duisburg und Boxberg wurde der Verdampferwerkstoff T24 gegen einen konventionellen Werkstoff (13CrMo4-5/ASTM, Bezeichnung T12) ausgetauscht, um sicherzugehen, dass die Rissbildung nicht erneut auftreten kann. Dies ging zu Lasten des Wirkungsgrades und war mit enormen Kosten verbunden, geschätzt ca. 100 bis 200 Millionen EUR pro Kessel. Insgesamt wurde bei sechs Kesseln der T24-Werkstoff ausgetauscht (vgl. Tabelle 2). Weiterhin wurde bei einer Anlage nach Schäden im T24-Verdampferbereich der Rückbau begonnen (RWE Hamm, Block D).

7.2.1 Reaktion der Projektversicherer auf die beispiellose Großschadenserie

Beim Kraftwerksprojekt Duisburg-Walsum war die Allianz Global Corporate & Specialty der führende Versicherer (vgl. Juve.de 2015). Da Informationen über Schäden nicht publiziert werden durften, war die Problematik zunächst nur den an diesem Projekt beteiligten Versicherern bekannt. Publik wurden die Ausmaße des Problems durch einen Artikel im SPIEGEL (vgl. Der Spiegel 2011: S. 124–126). Durch die Publikation wurden sämtliche Underwriter und die zuständigen Entscheidungsträger der Versicherungen im deutschsprachigen Raum und möglicherweise in ganz Europa alarmiert. Jeder Versicherer fand individuelle Wege, mit der T24-Problematik umzugehen. Bei zumindest einem großen internationalen Projektversicherer wurde die Anwendung von T24 im Verdampferbereich von Kohlekraftwerken als von Menschen geschaffene Gefahr (Man Made Peril) mit Kumuleigenschaft eingestuft. Als Folge wurde eine Anweisung an alle Underwriter weltweit (Underwriting Alert) versendet, in der die

Versicherung neuer Projekte für Kohlekraftwerke mit T24 als Verdampferwerkstoff untersagt wurde. Damit sollte vermieden werden, dass weitere derartige Risiken in das Portfolio gelangen.

Wie kritisch der Einsatz des T24 für diese Anwendung war, war der Mehrheit der Underwriter in Europa nicht bekannt; anders ist es nicht zu erklären, weshalb fast alle Projekte ohne jegliche deckungsmäßigen Einschränkungen in Bezug auf den Verdampfer akzeptiert wurden. Soweit bekannt wurde nur in einem Fall die Deckung für Mangelfolgeschäden auf den Umfang der deutschen AMoB (vgl. Kapitel 5.1) analog LEG 2 eingeschränkt, sämtliche anderen Projekte wurden auf der Basis der erweiterten Mangelklausel analog LEG 3 versichert (vgl. Kapitel 5.12). Bei zwei Projekten wurde sogar eine Betriebsunterbrechung für schadenbedingte Verzögerungen versichert (vgl. Kapitel 5.4). Bei einem Gespräch mit einem Underwriter der MunichRe, des größten Rückversicherers weltweit, wurde die Frage gestellt, wie die MunichRe mit dem Thema umgeht. Deren Standard-Bedingungen (vgl. MunichRe EAR) sehen keinen Ausschluss für Schäden durch Prototypen vor, schließen allerdings Mangelfolgeschäden komplett oder bei Klausel 200 bis auf die für den Versicherungsnehmer ohnehin aufzuwendenden Kosten aus. Das MunichRe-EAR-Wording findet überwiegend Verwendung in der englischen oder spanischen Fassung, nicht jedoch als deutsches Wording in Deutschland. Allerdings wurden einige der Kraftwerksprojekte über den Londoner Markt (vgl. Kapitel 5.6) platziert, weshalb potenziell ein MunichRe-Wording verwendet wurde. Die Politik, für Mangelfolgeschäden nur einen eingeschränkten Versicherungsschutz zu bieten, wurde von der MunichRe auch bei der Zeichnung fakultativer Projekt-Rückversicherungen verfolgt. Damit konnte vermieden werden, einen umfassenden Versicherungsschutz für Prototypen-Technologien zu geben, der meist auch bedeutet, dass die Entwicklungskosten mitfinanziert werden und das Risiko getragen wird, da normalerweise die beteiligten Firmen auch nicht wissen, wie Schäden vermieden werden können, und damit ggf. mehrfach die gleiche Sache repariert werden muss, was extrem kostspielig ist.

Der zuständige Kessellieferant des Kraftwerkblocks Duisburg-Walsum 10 präsentierte 2008, dass die T24-Verdampfer bereits existieren, ohne dass eine Anlage erfolgreich in Betrieb genommen worden ist, und ab 2014 sollten durch Einsatz neuer Werkstoffe bereits deutlich höhere Dampfparameter von 700 °C und 365 bar erreicht werden (Mäenpää 2008: S. 12).

Von den Versicherern wurde 2016 die Technologie mit T24 im Verdampferbereich (285 bar) als vorhandene aber noch im Entwicklungsstadium befindliche Technologie eingestuft (vgl. Jennings 2016: S. 3).

7.2.2 Zusatzrisiko T24 als Verdampferwerkstoff

Der komplette Austausch des Verdampferbereichs im Kessel kostet bei Kraftwerken der zuvor beschriebenen Kapazität ca. 100 bis 200 Millionen EUR und verursacht eine Projektverzögerung von ein bis zwei Jahren. Insgesamt betragen die Mehrkosten, die als Folge der Schäden durch den T24-Einsatz im Verdampferbereich entstanden, mehr als eine Milliarde EUR (Kosten für den Austausch und verzögerte Inbetriebnahme bei den betroffenen Kraftwerken). Für die Sachversicherer sind derartige Zusatzrisiken durch unerprobte Technologien nicht tragbar und auch bei der Ermittlung der Versicherungsprämie nicht vorgesehen. Die Kosten für sechs ausgetauschte Verdampfer betragen 0,6 bis 1,2 Milliarden EUR, ohne die Verluste durch die verzögerten Inbetriebnahmen (Rückbau des KW Hamm Block D nicht eingerechnet). Unter der Annahme, dass ein Block ca. 1 Milliarde EUR kostete und die Versicherungsprämie ca. 3,5 bis 5 per Mille der Investitionssumme betrug (vgl. SwissRe 1980: Kapitel 1), bewegten sich die Versicherungsprämien im Bereich zwischen 60 und 90 Millionen EUR für alle Blöcke zusammen. Die notwendige Versicherungsprämie, um das zusätzliche T24-Risiko abzudecken, würde jedoch ca. 35 bis 70 per Mille betragen, was sehr viel höher ist als die geschätzte erzielbare Prämie von ca. 3,5 bis 5 per Mille. Damit wäre auch nur der Anteil des direkten zusätzlichen Risikos durch T24 abgedeckt, ohne dass Reserven für interne Kosten und andere Schäden wie z. B. Naturereignisse vorhanden wären. Daran wird deutlich, dass die Prämien nicht ausreichend sind, um zusätzliche Risiken durch unerprobte Technologien oder Prototypen abzudecken, was letztlich auch dadurch bestätigt wird, dass die Tarifierung nur für Technologien anwendbar ist, die bereits erfolgreich realisiert wurden (vgl. SwissRe, 1980: Kapitel 4.2).

7.2.3 Bewertung der T24-Problematik

Der gleichzeitige Einsatz eines unerprobten Werkstoffs bei insgesamt 18 Kraftwerksblöcken im Großmaßstab, ohne vorab aussagekräftige Versuche durchzuführen, zeigt, welch hohes Risiko die Industrie beim Einsatz neuer Technologien für eine potenzielle Gewinnsteigerung einzugehen bereit ist. Als vorausgehende Versuche sollen nur einige T24-Membranrohrelemente in einem bestehenden Kraftwerk im Überhitzer (im Bereich des Kessels, in dem Wasser ausschließlich gasförmig vorliegt) zeitweise zum Test eingesetzt worden sein (vgl. Götte 2012: S. 1).

Die Triebkraft für dieses Vorgehen waren die erhofften potenziellen Einsparungen bei Bau und Betrieb einer Großanlage. Auf den Bau und längerfristigen Betrieb einer Pilotanlage wurde verzichtet, vermutlich, um Zeit und Geld einzusparen. Es ist nicht genau bekannt, welche Einsparungen beim Bau durch die vermeintlich leichtere Verarbeitung gemacht und welche Senkung der Betriebskosten durch die Erhöhung des Wirkungsgrades realisiert werden sollten. Festzuhalten ist, dass der Werkstoff T24 nicht mehr als Verdampferwerkstoff bei neuen Kraftwerken eingesetzt wird, seitdem durch die Vorfälle bekannt ist, wie schwierig und teuer die Verarbeitung ist, um das Auftreten von Rissen zu vermeiden. Wie in Kapitel 7.2.1 dargestellt plant die Industrie seit Langem, noch innovativere Werkstoffe einzusetzen. Wenn dies wieder ohne aussagekräftige Versuche bzw. vorherige Erprobung erfolgt, besteht das Risiko einer erneuten Großschadensserie.

7.3 Abschätzung der Sicherheitsniveaus von Circored und T24

Die Sicherheitsniveaus von Maschinen und Anlagen werden wie folgt unterschieden:

- Allgemein anerkannte Regeln der Technik
- Stand der Technik
- Stand von Wissenschaft und Technik

Dabei gilt in der Literatur als gesetzt, dass das Sicherheitsniveau von oben nach unten steigt (vgl. WEKA 2014: S. 1). Für den Sachversicherer stellt sich die Thematik jedoch in umgekehrter Reihenfolge dar, da ein höherer Entwicklungsstand auch weniger Erprobung bedeutet (vgl. Voßkühler 2004: S. 1749), weshalb es potenziell zu mehr

Sachschäden kommt. Das bedeutet, dass eine Anlage, die auf der Basis der „Allgemein anerkannten Regeln der Technik“ ausgelegt ist, für den Sachversicherer das bessere Risiko darstellt, verglichen mit einer Anlage, die auf dem „Stand der Technik“ basiert.

Circored-Verfahren

Das Circored-Verfahren war neu und zum Zeitpunkt der Planung bislang nur im Laborreaktor getestet worden (vgl. Loch 2006: S. 46). Die Fachliteratur zeigt, dass 1997 die erste und einzige Circored-Anlage noch in der Montage und damit das Verfahren selbst nicht auf dem Niveau „allgemein anerkannter Regeln der Technik“ anzusiedeln war. Ob die erfolgreichen Laborversuche ausreichend waren, das Verfahren als auf dem Niveau des „Standes der Technik“ anzunehmen, ist nicht eindeutig festlegbar, da der Umfang der Versuche nicht genau bekannt ist. Sicher ist jedoch, dass eine Vielzahl von Maschinen und Apparaten modifiziert werden musste, die für die vorliegenden Betriebsbedingungen nicht richtig ausgelegt waren. Das bedeutet: Auch wenn der Prozess selbst auf der Basis erfolgreicher Laborversuche als Stand der Technik eingeordnet werden kann, waren es viele der technischen Lösungen nicht, da diese zuvor nicht unter Vergleichsbedingungen getestet werden konnten und sich letztlich als zu risikobehaftet herausstellten.

T24

Die Kohlekraftwerke mit T24 als Werkstoff für die Membranwände sollten bei höherem Dampfdruck und höherer Dampftemperatur betrieben werden mit dem Ziel, im Vergleich zu konventionellen Kohlekraftwerken höhere Wirkungsgrade zu erzielen (vgl. Metzger 2016: S. 13). Der Prozess wurde zuvor nicht mit Dampfparametern über 300 bar und 600 °C betrieben, da die konventionellen Werkstoffe für diese Temperaturen nicht geeignet waren. Die geänderten Dampfparameter wurden theoretisch realisierbar, wenn ein für diese Anwendung zuvor nicht eingesetzter Werkstoff T24 im Verdampferteil des Kessels eingesetzt würde. Da es sich um eine neue technische Lösung handelte, ist das Niveau nicht auf der Basis der allgemein anerkannten Regeln der Technik anzusiedeln.

Der Einsatz des T24 im Verdampferteil des Kessels war zum damaligen Zeitpunkt wegen der geringen Wandstärke von 10 mm ohne Spannungsarmglühen nach dem Schweißen zulässig (vgl. Langheid 2016: S. 16), was sich als falsch herausstellte. Dennoch war der Einsatz von T24 zum damaligen Zeitpunkt üblich, da er von

verschiedenen Herstellern zeitgleich als Kesselwerkstoff für eine neue Kraftwerksgeneration verwendet und bei der Mehrheit der Kraftwerke (mit erheblichem Zusatzaufwand) erfolgreich eingesetzt wurde. Bei Folgeprojekten wurde jedoch auf den Einsatz des T24 verzichtet, vermutlich, da die erhöhten Kosten für die fachgerechte Verarbeitung den Einsatz unwirtschaftlich machen und die Empfindlichkeit des Werkstoffs ein erhebliches Sachschadenrisiko darstellt.

Bei einer Ausschreibung für ein Kraftwerk in Polen, die nach dem Bekanntwerden der Probleme mit T24 in Deutschland stattfand, wurde explizit darauf hingewiesen, dass T24 nicht im Bereich von unter Druck stehenden Komponenten des Kessels eingesetzt werden darf (vgl. Higgins 2012: S. 19).

In den Versicherungsverträgen existiert keine Festlegung, ob eine Technologie auf dem Niveau des „Standes der Technik“ oder den „allgemein anerkannten Regeln der Technik“ sein muss. Je konventioneller jedoch die Technologie ist, desto geringer ist das Risiko von Sachschäden, was positiv für den Sachversicherer ist.

7.4 Zusammenfassung

Die beiden sehr unterschiedlichen Beispiele T24 und Circored zeigen, welche Schwierigkeiten bei Bau und Inbetriebnahme von Anlagen, die auf neuen Verfahren/Technologien basieren, auftreten können. Es ist naheliegend, dass es sehr viele ähnlich gelagerte Fälle gibt, die sich jedoch nicht ermitteln liessen, da selten Informationen über Misserfolge publiziert werden.

Bei der Circored-Anlage wurde ein komplett neues Anlagenkonzept realisiert. Daher wurde die Anlage in einer kleineren Dimension gebaut, als bei einem erprobten Verfahren, um zuerst Erfahrungen sammeln und die Anlage aufgrund der kleineren Dimensionen leichter umbauen, modifizieren und optimieren zu können. Die Modifikationen und Umbauten fanden während der mehrjährigen Inbetriebnahme statt, bis die Anlage am Ende funktionstüchtig war. Allerdings wurde sie stillgelegt und es wurde soweit bekannt auch keine weitere Anlage auf der Grundlage des Circored-Verfahrens gebaut, was darauf schliessen lässt, dass der Prozess unter den derzeitigen Rahmenbedingungen nicht wirtschaftlich ist.

Beim Einsatz des Kesselwerkstoffes T24 im Verdampferbereich von Kohlekraftwerken ist der Sachverhalt insofern deutlich einfacher, da sich nur ein begrenzter Teil der

Anlage als problematisch erwiesen hat. Aufgrund der gewaltigen Anlagendimensionen von Kohlekraftwerken machte der Austausch der defekten Kesselpartien jedoch sehr komplexe Projekte notwendig. Als sehr nachteilig erwies sich das Vorgehen, mit 14 Kraftwerksprojekten (mit insgesamt 18 Blöcken) zu beginnen, bevor eine einzige dieser Anlagen die Inbetriebnahme absolviert hatte. Dadurch stießen die Inbetriebnehmer wiederholt auf die gleichen Schwierigkeiten, ohne von vorhergehenden Erfahrungen profitieren zu können.

Die ersten Risse an den Verbindungsschweißnähten der Rohre in der Verdampfermembranwand wurden 2010 bei der Inbetriebnahme des Kessels in dem Neubauprojekt Walsum festgestellt. In der Folge wurden der Schadenmechanismus erforscht und Gegenmaßnahmen entwickelt. Nur 11 der insgesamt 18 Blöcke mit T24 als Verdampferwerkstoff gingen letztlich wie vorgesehen in Betrieb. Bei den verbliebenen 7 Blöcken wurde in einem Fall die Anlage zurück gebaut und bei 6 Blöcken wurde der Austausch von T24 gegen T12 notwendig (zum Teil vorsorglich). Beim letzten Kraftwerk (Datteln 4) begann die Inbetriebnahme 2018, und obwohl bereits Erfahrungen mit der erforderlichen aufwendigeren Behandlung des Werkstoffes aus den Vorgängerprojekten vorhanden war, ist ein Austausch des Werkstoffes notwendig, da auch in Datteln Risse an den Verdampferwänden auftraten.

Aus der Sicht des Montageversicherers ist es interessant, ein Verständnis für die Details der Schadenmechanismen zu bekommen. Dennoch legen die bis zuletzt immer wieder aufgetretenen Probleme mit dem Werkstoff T24 bei dieser Anwendung als Verdampferwerkstoff den Schluss nahe, dass die Industrie derzeit nicht über die notwendige Erfahrung verfügt, um den Werkstoff sicher einsetzen zu können. Dies wird dadurch untermauert, dass es, soweit bekannt, keine vergleichbaren Folgeprojekte gibt.

8 Risikogerechtes Verhalten beim Umgang mit neuen Technologien

Es gibt eine Reihe von Gründen, weshalb die Sachversicherer immer wieder in die Situation kommen, neue Technologien ohne adäquate Einschränkungen zu versichern. Der häufigste Grund ist, dass viele Anlagenbauer und Anlagenbetreiber Verträge mit ihren Versicherungen haben, bei denen alle Projekte bis zu einer bestimmten Investitionssumme automatisch versichert sind. Die Investitionssumme kann dabei bis zu 200 Millionen EUR betragen. Das bedeutet, dass eine Vielzahl kleiner und mittlerer Projekte ohne Prüfung durch den Sachversicherer und im Normalfall mit maximalen Deckungserweiterungen versichert wird. Trotzdem ist den Projektversicherern die Gefahr, die von neuen Technologien ausgeht, durchaus bewusst. Dennoch machen Versicherungsverbände und andere versicherungsnahe Organisationen keine Anstrengungen, dieses große geschäftliche Risiko zu unterbinden oder es auch nur als Problem zu identifizieren. Da es kaum einen firmenübergreifenden Austausch gibt, erfolgt normalerweise auch kein Lerneffekt auf der anderen Seite, also für Anlagenbauer bzw. Anlagenbetreiber.

Die zweite Gruppe von Projekten umfasst solche, die aufgrund ihrer Größe nicht automatisch in einem Programm versichert werden können, etwa die zuvor beschriebenen T24-Kohlekraftwerke. Hierzu ist festzustellen, dass für jede der Projektversicherungen ein aufwendiges Underwriting bei verschiedenen der namhaftesten Industrieversicherer und Rückversicherer durchgeführt wurde. Es stellt sich die Frage, weshalb die Gefahr, die von diesem Werkstoff ausging, nicht erkannt wurde. Keine einzige Versicherung wurde nur unter Einschränkungen angeboten. Dass die Dampfparameter von konventionell 262 bar und 542 °C/562 °C auf 285 bar und 600 °C/610 °C gesteigert wurden, war sicher nicht zu übersehen. Deshalb ist davon auszugehen, dass nicht hinreichend hinterfragt wurde, ob der Werkstoff je unter vergleichbaren Bedingungen verwendet wurde. In der Literatur wird oft darauf hingewiesen, dass der T24-Werkstoff bereits in den 1990er Jahren von Vallourec & Mannesmann entwickelt wurde. Das bedeutet jedoch nicht, dass auch bekannt war, wie der Werkstoff in Membranwänden eines riesigen Kohlekraftwerks eingesetzt werden muss. Der T24-Werkstoff wurde eingesetzt, weil davon ausgegangen wurde, dass er günstiger zu verarbeiten sei, da kein spannungsarmes Glühen nach dem Schweißen nötig ist, wodurch mit dünneren Wandstärken eine Einsparung an Werkstoffen

realisierbar und aggressivere Betriebsbedingungen mit einem höheren Wirkungsgrad, der Einsparung von Brennstoffen und insgesamt einer Senkung der Betriebskosten möglich sind. Weshalb seitens der Versicherungen nicht hinterfragt wurde, ob die Technologie tatsächlich schon hinreichend entwickelt war, lässt sich heute nicht mehr klären. Die Tatsache, dass die Kraftwerksprojekte versichert wurden, als handele es sich um erprobte Technologien, kann als klares Fehltriteil des Underwritings eingestuft werden. Hinzu kommt, dass keine Reparaturkonzepte griffen, nachdem der Werkstoff erst einmal verbaut war und die ersten Schäden in Duisburg-Walsum und Boxberg aufgetreten waren. Bei einer Technologieextrapolation dieses Ausmaßes gibt es auch keine Experten, die zielführende und wirtschaftliche Reparaturen empfehlen können. Dies ist sehr negativ für die Projektversicherer, die dadurch Gefahr laufen, einen ähnlichen bis gleichen Schaden mehrfach zu bezahlen. Eine Kündigung des Versicherungsvertrags vor Ende des Projekts ist im Normalfall nicht möglich. Im vorliegenden Fall stellte sich der Rückgriff auf den erprobten Werkstoff T12 als einzig sinnvolle Reparaturmaßnahme bei den Kesseln heraus, die bereits Schäden an den T24-Schweißnähten aufwiesen. Dieser Umstieg wurde vom TÜV vorgegeben, da wegen der noch unklaren Schadenursache und der vielen beschädigten Schweißnähte keine Reparatur am T24-Werkstoff möglich war und nur der Austausch der Kesselelemente sinnvoll erschien.

8.1 Verbesserte Risikobewertung durch Versicherer

Underwriter für Projektversicherungen sind im Idealfall auf bestimmte Industriezweige wie z. B. die konventionelle Stromerzeugung spezialisiert. Da die Versicherungsbranche stark fragmentiert ist, wird jedoch zunehmend ein Generalistenaufreten vom Underwriter gefordert. Dagegen spricht prinzipiell nichts, jedoch steigt der Aufwand beim Underwriting dadurch deutlich. Spezialisierte Underwriter erkennen neue Technologien, da sie auf Fachmessen die Trends beobachten und den Kontakt mit Anlagenbauern, Lieferanten, Betreibern und Fachverbänden suchen. Die Anzahl an Generalisten steigt jedoch, sodass einfache und griffige Definitionen zum Erkennen neuer Technologien benötigt werden.

In der Literatur ist nach dem Ermessen des Verfassers der vorliegenden Arbeit die Definition von Martin (vgl. Martin 1972: S. 82) am treffendsten:

Erstkonstruktionsmerkmale können sich auf die Anlage als ganze oder Teile beziehen.

Es kommt allein darauf an, ob der montierende Unternehmer bereits einschlägige Erfahrungen besitzt. Von hinreichend einschlägigen Erfahrungen ist in der Regel nicht schon wegen einer einzigen fertiggestellten Anlage zu sprechen; vielmehr sind je nach Art der Anlage bis zu fünf Vorgängeranlagen erforderlich.

Ein Vorgänger zählt nur dann, wenn bei Beginn der Montage des versicherten Objektes bereits erfolgreich der Probetrieb abgeschlossen war oder, sofern der Probetrieb später abgeschlossen wird, keine Änderungen an der Konstruktion vorgenommen worden sind, nachdem mit dem Beginn der Konstruktion der versicherten Anlage begonnen wurde.

Der Begriff neue Technologien ist weit gefasst und bezieht sich auf einzelne Produktionsteile oder die Anlage als Ganzes. Er bezeichnet auch den Einsatz neuer Werkstoffe oder neue Kombinationen. Darüber hinaus stellt Martin fest, dass bei einer Produktionsanlage nicht nur die Errichtung selbst von Bedeutung ist, sondern auch die erfolgreiche Inbetriebnahme.

Bei Abweichungen vom Vorgängermodell rückt die Anlage wegen fehlender Erfahrungswerte wieder in Richtung Erstausführung. Sobald Abweichungen zum Vorgängermodell vorliegen, ist von fehlenden Erfahrungswerten auszugehen und somit handelt es sich bei der Konstruktion im Sinne der Versicherung um eine Erstausführung, bei der unerprobte Technologien verwendet werden.

Weiter definiert Martin die Wichtigkeit, dass ein solches Projekt erfolgreich vom gleichen Unternehmer realisiert wurde. Dieses für die problemfreie Realisierung entscheidende Kriterium wird in gängigen Normen und Gesetzen nicht berücksichtigt, ist aber für den Versicherer ein wichtiger Parameter bei der Risikobeurteilung.

Um Abweichungen zu Vorgängeranlagen zu erkennen, eignen sich die vom Verfasser der vorliegenden Arbeit abgeleiteten Bewertungskriterien für signifikante Abweichungen, die im Folgenden aufgelistet werden:

- neuartiges Verfahren (zumindest teilweise neue Anordnung von Prozessschritten)
- bekanntes Verfahren mit veränderten Betriebsbedingungen
 - höherer Druck

- niedrigerer Druck (im Vakuumbereich)
- höhere Temperatur
- niedrigere Temperatur (bei Tieftemperaturprozessen)
- höhere Konzentrationen
- höhere Kapazität
- größere Dimensionen (ca. plus 15-20 %)
- Einsatz anderer Werkstoffe
- neuartige Maschinen oder Apparate
- Verwendung anderer Rohstoffe oder Betriebsmittel

In einem ersten Schritt können vergleichbare Referenzanlagen eine Indikation dafür liefern, dass es sich um ein konventionelles Projekt ohne zusätzliche technologische Risiken handelt. Werden für das Projekt keine Änderungen gegenüber Vorgängermodellen ermittelt, bietet sich in einem zweiten Schritt die Überprüfung der Anlagenbauererfahrung wie von Martin definiert an.

Werden Abweichungen gegenüber erprobten Anlagen bzw. Technologien ermittelt, muss dies mit dem Versicherungsnehmer diskutiert werden. Er sollte durch weitere Informationen den Nachweis erbringen, dass die Neuerungen kein zusätzliches Risiko darstellen. Im Einzelfall kann allerdings der Nachweis dafür, dass die technischen Regelwerke tatsächlich für neue Dimensionen uneingeschränkt gültig sind, schwer zu erbringen sein.

Als Identifikation von Risiken durch neue Technologien oder von zusätzlichen Risiken durch mangelnde Erfahrung der ausführenden Firmen ist die hier dargestellte Klassifizierung geeignet.

Die Durchführung einer Technikbewertung durch den Anlagenbauer und die Weitergabe des Ergebnisses an den Versicherer würden die Transparenz sehr steigern.

Auf der Basis einer solchen Technikbewertung könnte der Versicherer erkennen, dass der Anlagebauer sich mit möglichen Risiken durch die neue Technologie systematisch befasst hat und zu welchem Ergebnis er dabei gekommen ist. Zusätzlich wäre eine Diskussion um notwendige Ausschlüsse zur Vermeidung des seitens des Versicherers ungewollten bzw. unerkannten Transfers von Entwicklungsrisiken deutlich einfacher.

8.2 Maßnahmen der Versicherer bei neuen Technologien

Falls es sich um ein technisch aufwendiges Projekt handelt und die beteiligten Firmen über keine vergleichbaren Referenzprojekte verfügen, sollte überprüft werden, ob das notwendige Detailwissen anderweitig bereitgestellt wird, z. B. von Lizenzgebern oder Experten, die vergleichbare Projekte bereits realisiert haben. Ist dies nicht der Fall, sollten sich Versicherer idealerweise nicht an der Projektversicherung beteiligen oder nur eine sehr eingeschränkte Deckung für Mangelfolgeschäden, z. B. auf der Basis von AMoB (für Deutschland) oder LEG 2/DE 3 (vgl. Kapitel 5.12) oder niedriger (international), anbieten.

Wird ermittelt, dass die Technologie neu ist, müssen zusätzliche Informationen eingeholt werden, die belegen, dass eine Projektrealisierung ohne zusätzliche Risiken möglich ist. Seitens der Versicherer gibt es keine publizierten Indikationen dazu, welche Modifikationen noch als unproblematisch erachtet werden.

Allgemein werden Prozesse ab einem Scale-up Faktor von 20 % als prototypisch betrachtet.

Falls der Anlagenbauer keinen Nachweis erbringen kann, dass die technischen Neuerungen kein zusätzliches Risiko darstellen sollten alle Schäden durch die neue Technologie ausgeschlossen werden. In Deutschland würde dies konsequent bei Vertragsabschluss durch die Benennung der Anlagenteile, Maschinen oder Apparate erfolgen, die als prototypisch eingestuft werden, in Verbindung mit AMoB 2011 A § 2 Nr. 2 Prototypen, Erstausführung. Dieser Ausschluss würde in der Konsequenz bedeuten, dass nicht nur direkte Sachschäden durch die prototypische Technologie von der Ersatzpflicht ausgeschlossen werden, sondern auch Folgeschäden, z. B. durch eine Explosion beschädigte andere Anlagenteile. International könnte eine Deckung auf der Basis von LEG 1 oder DE 1 eingeschränkt werden.

Wenn der Versicherungsnehmer kooperativ ist, wird er die entsprechenden Ausschlüsse akzeptieren und das Entwicklungsrisiko selbst tragen.

8.3 Tarifierung von Risiken mit neuen Technologien

Es besteht keine Möglichkeit, das zusätzliche Risiko neuer Technologien durch eine Mehrprämie zu kompensieren. Versicherungen versichern nicht nur einzelne Projekte, sondern eine Vielzahl. Das daraus entstehende Portfolio gleicht einer Risikogemeinschaft. Die Projekte, die keine Schäden haben, zahlen für diejenigen, die Schäden haben. Übersteigt die Schadenssumme die eingenommenen Prämien, verliert der Versicherer Geld, anderenfalls generiert er Gewinn. Da die Prämien im niedrigen einstelligen Promille-Bereich der Investition liegen und der Versicherer normalerweise bis zur Versicherungssumme – die üblicherweise der Investitionssumme entspricht – sowie weitere Zusatzkosten zahlt, wird deutlich, dass die erfahrungsbasierte Tarifierung nur unvorhersehbare Schadenereignisse berücksichtigen kann, die insbesondere im Hinblick auf Großschäden nur sehr selten eintreten dürfen. Die Zusatzrisiken durch neue Technologien hingegen verursachen oft große Sachschaden-Serien, die die Profitabilität von Portfolios gefährden können. Tendenziell ist das Versichern kleinerer Risiken profitabler als das Versichern von Großprojekten, da der Einsatz neuer Technologien vor allem im Großmaßstab erfolgt, und die Schäden dann entsprechend hoch sind.

8.4 Underwriting von Großprojekten in der Praxis

Underwriter haben oft Prämienziele zu erfüllen, zudem ist zu viel finanzielle Kapazität im Versicherungsmarkt vorhanden, insbesondere, seit die Leitzinsen so stark gesunken sind. Diese beiden Faktoren führen dazu, dass die Risikoprüfung oft oberflächlich verläuft. Selbst wenn erfolgreich zusätzliche Risiken durch neue Technologien erkannt werden, besteht die Tendenz, nicht adäquat mit den notwendigen Ausschlüssen zu reagieren. Hinzu kommt, dass Underwriter oft von Versicherung zu Versicherung wechseln. Mangels Personalkonstanz lassen sich Zusammenhänge zwischen dem Erfolg, beachtliche Prämien geschrieben zu haben, und einem Jahre später eintretenden Misserfolg durch schlechte Schadenquoten möglicherweise gar nicht mehr mit dem Mitarbeiter, der das Risiko versichert hat, in Verbindung bringen. Ein Lerneffekt für alle Beteiligten bleibt aus. Das ist auch eine Erklärung dafür, dass dieses Problemfeld von den Versicherern nicht strategisch in Angriff genommen wird. Ein weiterer Grund ist die enorme Konkurrenz unter den vielen Versicherern, die große Kapazitäten für Projektversicherungen bereitstellen können. Für die Underwriter liegt

der Fokus auf dem Erreichen bzw. Übertreffen vorgegebener Prämienziele, was ein möglicherweise für den Versicherer nachteiliges Handeln fördert bzw. belohnt, da nicht immer die langfristige Wirtschaftlichkeit im Vordergrund steht.

8.5 Folgen durch zu weitgehenden Versicherungsschutz

Der Versicherer stellt Kapital zur Verfügung, um potenziell große Sachschäden zu beheben. Beim Einsatz neuer Technologien ohne Deckungseinschränkung erhöhen sich zum einen die Schadenquoten, d. h., schlechte Risiken müssen durch gute Risiken im Portfolio subventioniert werden. Unter Umständen wird das gesamte Portfolio unwirtschaftlich.

Ein weiterer Effekt ist, dass hierbei ein großer Teil des Entwicklungs- und Geschäftsrisikos des Anlagenbauers an den Versicherer transferiert wird, was diesem u. U. gar nicht bewusst ist. Der Anlagenbauer hat somit einen Anreiz, finanzielle und zeitliche Investitionen bei technischen Entwicklungsschritten und beim Scale-up zu überspringen. Dadurch findet ein Risikotransfer von der Partei, die am meisten vom Projekterfolg unter Einsatz neuer Technologien profitiert, hin zum Versicherer statt. Die weitgehenden und umfassenden Versicherungsdeckungen haben vermutlich die Risikobereitschaft der Planer beim Einsatz neuer Technologien im Größtmaßstab massiv gefördert. Anders wären Großschadenserien wie beim Kesselwerkstoff T24 kaum denkbar.

Der Versicherer trägt zwar die finanziellen Risiken, profitiert finanziell jedoch nicht von den technischen Weiterentwicklungen. Auch hat er praktisch keine Möglichkeit, das Risiko zu reduzieren, da er mit Ausnahme regelmäßiger Baustellenbesuche häufig keinen Kontakt zum Projekt hat.

8.6 Zusammenfassung

Die Versicherungsindustrie hat die Risiken des Einsatzes des Werkstoffes T24 im Verdampferteil von Kohlekraftwerken überwiegend nicht richtig erkannt und eingeschätzt. Ein passendes Instrumentarium dazu, neue Technologien beim Underwriting zu erkennen und adäquat darauf zu reagieren, wurde in Kapitel 8.1 vorgestellt. Weiter können die Anlagenbauer selbst durch die Anwendung der Technikbewertung (VDI 3780) die Folgen neuer Technologien besser bewerten und die

Transparenz gegenüber Kunden und Versicherern nachhaltig steigern (siehe Kapitel 2.3).

8.7 Auswirkungen auf die Arbeitssicherheit

Der Einsatz neuer Technologien in einem verfahrenstechnischen Prozess oder eine Extrapolation bekannter Dimensionen auf größere birgt das Risiko zusätzlicher nicht prognostizierbarer Sachschäden und Folgeschäden wie z. B. die Verletzung oder Tötung von Menschen und Umweltverschmutzungen (vgl. Kapitel 4.5).

Bei den meisten Sachschäden, die bei Inbetriebnahmen auftraten, wurden keine Menschen gefährdet, da der Schaden im Inneren der Anlage auftrat, wo sich während des Betriebs niemand aufhalten kann. Allerdings lässt sich daraus nicht ableiten, dass für die Arbeitssicherheit das Risiko nicht nachteilig beeinträchtigt wird. Prinzipiell können bei einem Sachschaden etwa gefährliche Stoffe austreten, es kann zu Explosionen kommen, Elemente der Anlage können kollabieren, umstürzen oder umherfliegen. Bei all diesen Szenarien können Menschen gefährdet werden.

Wie am Beispiel des Kesselgerüsts des Kraftwerkes Neurath gezeigt wurde, können Menschen zu Schaden kommen, wenn unvorhersehbar Bauteile versagen (vgl. Kapitel 5.12.6).

Die Beschreibung der Probleme bei der Inbetriebnahme der Circored-Anlage auf Trinidad zeigt die schwerwiegenden Risiken, die aufgrund des massiven Scale-up im Vergleich zum getesteten Laborreaktor und wegen des mangelnden Wissens über die Auslegung von Maschinen und Apparaten bei den heißen, aggressiven und abrasiven Bedingungen auftreten (vgl. Loch 2006: S. 42). Es wurde nicht publiziert, wie die tatsächlichen Gefahren für das Betriebspersonal eingeschätzt worden waren. Die Liste der aufgetretenen Probleme lässt jedoch die Einschätzung zu, dass diese im Vergleich zur Inbetriebnahme eines erprobten Prozesses deutlich erhöht waren.

Die klassische Risikoanalyse nach DIN EN 31010, die zur Gefährdungsbeurteilung beim Arbeitsschutz eingesetzt wird, setzt voraus, dass die zu berücksichtigenden Gefahren bekannt sein müssen und nach Art und Auswirkungen eindeutig beschreibbar sind (vgl. Brenig 2014: S. 152). Einer solchen Analyse sind jedoch Grenzen gesetzt,

wenn Gefahren nicht bekannt sind oder unterschätzt werden, weil die notwendige Erfahrung mit der Technologie fehlt.

In Kapitel 7.2 wurde beschrieben, wie die Industrie den Werkstoff T24 im großen Maßstab für Kohlekraftwerkskessel einsetzte, ohne hinreichende Referenzversuche durchzuführen, was zu Sachschäden, extremen Verzögerungen und Mehrkosten bei mehreren Kraftwerken führte. Die notwendigen Reparatur- und Austauschmaßnahmen waren sicher nicht leicht ausführbar und stellten komplexe und wahrscheinlich im Hinblick auf die Arbeitssicherheit schwer umsetzbare Tätigkeiten dar. Gründe hierfür sind die Dimensionen der eingesetzten Bauteile und die Tatsache, dass der komplette Austausch von Kesselwandbereichen in diesem Umfang normalerweise nicht vorgesehen ist.

Die Kosten wurden von Anlagenbauern, Betreibern, Versicherungen und vielen anderen Parteien getragen, die in irgendeiner Form mit den betroffenen Projekten verbunden waren und die negativen Folgen der Schäden trugen. Die Gründe, weshalb es dazu kommen konnte, sind vielschichtig und auf mehrere Akteure verteilt. Für die Handlungsmotivation der Beteiligten ist von mehreren Faktoren auszugehen.

8.8 Motivationen für den Einsatz von T24 als Verdampferwerkstoff in Kohlekraftwerken

Neben Anlagenbauern und Betreibern waren Banken, Versicherungen und Behörden bei dem Bau der Kraftwerke mit unterschiedlichen Zielen involviert.

Motivation der Anlagenbauer

Es ist unklar, auf welcher Ebene die Anlagenbauer entschieden haben, den Werkstoff einzusetzen, obwohl offensichtlich notwendige Erfahrung fehlte. Fehlentscheidungen dieser Dimension können zum Scheitern von Unternehmen führen. Da die Entscheidung von mehreren Anlagenbauern zeitgleich getroffen wurde und namhafte Stromerzeuger in Deutschland diese technische Lösung akzeptierten, liegt die Vermutung nahe, dass ein starker Konkurrenzkampf zwischen den Firmen bestand. Die Anlagenbauer in Deutschland reduzieren seit Jahrzehnten Arbeitsplätze. Nach dem Abschluss der Bauaktivitäten für die meisten der neuen Kohlekraftwerke gab es bis 2015 erneut einen massiven Stellenabbau (vgl. Handelsblatt 2015) in den Kraftwerkssparten des Anlagenbaus. Wenn plötzlich ein großer Markt für eine neue

Technologie vorhanden ist, herrscht bei den Anbietern generell die Sorge, dass die Mitbewerber schneller liefern können und das eigene Unternehmen aus dem Markt verdrängt wird. Unklar bleibt, wie die Entscheidungen im Einzelnen zustande kamen. Denkbar sind verschiedene Szenarien. Es kann eine vorsätzliche Täuschung der Unternehmensleitung durch einzelne Planungsabteilungen vorgelegen haben. Auch können sich Entscheider auf höchster Ebene über alle Bedenken hinweggesetzt und die neue Technologie zur Auftragsicherung und in der Hoffnung angeboten haben, bei einem Erfolg technologisch einen Fortschritt verbuchen zu können. Es kann auch tatsächlich das Risiko kollektiv falsch eingeschätzt worden sein. Nicht auszuschließen ist, dass die Unternehmen die weitreichenden Montageversicherungsdeckungskonzepte gegen mögliche Sachschäden in ihre Betrachtung miteinbezogen haben und dadurch einen Risikotransfer für potenzielle Entwicklungsrisiken durchführten.

Motivation der Betreiber

Es ist zu vermuten, dass sich die Betreiber eine Technologie mit einem höheren Wirkungsgrad erhofften. Damit wären günstigere Produktionskosten bei gleichzeitiger Senkung der CO₂-Emissionen erzielbar, d. h. auch die Vorgaben der bis 2020 zu erreichenden Klimaschutzziele erfüllbar. Aufgrund dieser Parameter erschien der Einsatz einer konventionellen und erprobten Technologie wenig attraktiv.

Weiter haben die Stromerzeuger vermutlich interne Fachabteilungen über die letzten Jahrzehnte massiv abgebaut und Dienstleistungen komplett an externe Firmen ausgelagert. Dadurch ging die Expertise verloren, Technologien umfassend zu hinterfragen und ihre Risiken zu bewerten.

Politisch-wirtschaftliche Situation

Verschärft wurde die Situation dadurch, dass die Bundesregierung 2011 als Folge der Reaktorkatastrophe in Fukushima die Abschaltung von acht Atomkraftwerken direkt und der restlichen in Deutschland vorhandenen neun bis zum Jahr 2022 beschloss. Die neuen Kohlekraftwerke sollten als Ersatz für den wegfallenden Atomstrom für Stabilität im Stromnetz sorgen (vgl. Der Spiegel 2011: S. 124–126). Erschwerend kam hinzu, dass in Deutschland seit etwa 15 Jahren kein neues Kohlekraftwerk mehr gebaut worden war (vgl. Nowack 2011 S. 1), sodass der Kraftwerkspark veraltet war. Durch

das Zusammentreffen aller dieser Faktoren entstand akuter Handlungsbedarf für neue, sauberere und sparsamere Möglichkeiten der Stromerzeugung.

Sicht der Genehmigungsbehörden

Die Genehmigungsbehörden ihrerseits hatten den Fokus auf dem hohen Wirkungsgrad und den geringen Emissionen, im Einklang mit den politischen Zielen der CO₂-Emissionsreduzierung. Selbst der TÜV gab den Werkstoff für die Anwendung frei. Die Ziel-Wirkungsgrade von 43 % für Braunkohle und 46 % für Steinkohle waren nur durch eine Anhebung der Dampfparameter erreichbar (vgl. Nowack 2011: S. 1).

Motivation der Versicherer

Die Montageversicherer hätten erkennen müssen, dass es sich um keine ausreichend erprobte Technologie handelt, und hätten mit entsprechenden Deckungseinschränkungen reagieren müssen. Dies hätte die Anlagenbauer gezwungen, ein besseres Risikomanagement durchzuführen, was zusätzliche Kosten verursacht hätte. Das Entwicklungsrisiko liegt sinnvollerweise vollständig beim Anlagenbauer, der vom Erfolg profitiert und als Experte und direkt maßgeblich an Planung und Ausführung Beteiligter als Einziger Maßnahmen gegen potenzielle Risiken ergreifen kann. Die Montageversicherer haben zwar Anlagenbauer und Betreiber finanziell gegen Sachschäden abgesichert, jedoch ungewollt dazu beigetragen, die Risikobereitschaft zu erhöhen. Dadurch wuchsen die Gefahr von Sachschäden und die Unsicherheit für alle am Projekt Beteiligten einschließlich des Personals vor Ort.

Die Versicherer befinden sich ebenfalls in einer extremen Wettbewerbssituation. Es gibt allein in Deutschland mindestens vier Versicherer, die solche komplexen Projekte versichern sowie die notwendigen Besichtigungen während der Bauzeit und die Schadenregulierung vornehmen können. Zudem können solche Projekte auch über den Londoner Markt versichert werden, was mindestens in einem Fall geschah, wodurch sich die Konkurrenzsituation noch weiter verschärfte. In der Folge wurden die Projekte weitgehend ohne die notwendigen Einschränkungen versichert. Ob die Versicherungsunternehmen übersehen haben, dass keine konventionelle Technologie versichert wurde, oder ob Prämienziele zu erfüllen waren und die Konkurrenz so groß war, dass sich Ausschlüsse nicht durchsetzen ließen, ist offen. Vermutlich war es eine Kombination von beidem.

Motivation der Kreditgeber

Die finanzierenden Banken hatten es mit sehr solventen Kreditnehmern zu tun, sodass vermutlich weniger kritisch geprüft wurde, ob die Technologie tatsächlich erprobt ist, was üblicherweise eine Bedingung für die Finanzierung ist (vgl. Böttcher 2013: S. 86; Kienbaum et al. 2003: S. 280).

Rolle der Fachverbände

Die Rolle der Fachverbände war zu passiv. Das Thema T24 hätte zeitnah aufgearbeitet werden und die Erkenntnisse allen Betroffenen und Branchenunternehmen zur Verfügung gestellt werden müssen. Als sich 2014 die erste Klage gegen einen Anlagenbauer ankündigte, wollten die Fachverbände offenbar keiner der Parteien Argumente liefern.

8.8.1 Zusammenfassung

Die unterschiedlichen Interessenlagen der Beteiligten sind sicher der Hauptgrund dafür, dass der Werkstoff T24 im Verdampferbereich ohne hinreichende Erprobung eingesetzt wurde. In der Folge musste bei mindestens sechs Kraftwerksblöcken der Verdampferenteil nachträglich aufwendig gegen einen konventionellen Werkstoff getauscht werden, was in der Summe für alle Beteiligten Gesamtmehrkosten von über einer Milliarde EUR bedeutete. Bei den erfolgreich in Betrieb gegangenen Kraftwerken war ein deutlich erhöhter und mit weiteren hohen Kosten verbundener Aufwand bei der Inbetriebnahme notwendig. Ein Kraftwerksblock wurde nach Schäden am T24-Verdampferenteil rückgebaut, wobei nicht eindeutig erwiesen ist, ob die Empfindlichkeit des Werkstoffs mitursächlich für die Schäden war. Folgeprojekte werden soweit bekannt nicht mehr mit T24 als Verdampferwerkstoff durchgeführt. Diese Fakten zeigen, dass der gleichzeitige Einsatz in zahlreichen Projekten zur Erprobung des Werkstoffs in der Anwendung der falsche Weg war.

9 Anwendung der VDI-Richtlinie 3780 am Beispiel des T24 als Verdampferwerkstoff

Die Anwendung der VDI-Richtlinie 3780 beim erstmaligen Einsatz des Kesselwerkstoffes T24 im Verdampferbereich hätte sicherlich dazu geführt, dass die Anlagenbauer, Kraftwerksbetreiber und Genehmigungsbehörden eher erkannt hätten, dass eine großtechnische Realisierung verfrüht war. Die Anwendung der Technikbewertung muss innerhalb eines Unternehmens von der Geschäftsleitung unterstützt werden. Während der Technikbewertung werden bewusst Risiken benannt, die bei den üblichen Arbeitsroutinen nicht erkannt werden. Die Ergebnisse liefern der Geschäftsleitung Informationen in einer systematischen Form, die für weitere Entscheidungen genutzt werden können (vgl. Kapitel 1.2).

Definition und Strukturierung des Themas T24 als neuer Verdampferwerkstoff in Kohlekraftwerken

Hierbei wird das als besonders wichtig erachtete Themenfeld definiert und abgegrenzt. Für den vorliegenden Sachverhalt kann das Thema wie folgt spezifiziert werden:

Beim Neubau von Kohlekraftwerken sind höhere Wirkungsgrade von 45 % bis 47 % statt bisher 43 % (vgl. Mäenpää 2008: S. 9) erforderlich, um die CO₂-Emissionen zu senken und die Wirtschaftlichkeit zu erhöhen. Als Lösung wurde die Änderung der Betriebsbedingungen (höherer Dampfdruck und höhere Dampftemperatur) gewählt (vgl. Schmidt, K. 2013: S. 13). Die konventionellen erprobten Werkstoffe (13CrMo44/T12) waren unter diesen Bedingungen im Verdampferbereich des Kessels nicht einsetzbar, daher musste ein anderer Werkstoff verwendet werden. Die Wahl fiel auf T24. Weiter sollte der neue Werkstoff mit dünneren Wandstärken (max. 10 mm) ausgeführt werden, um auf eine Wärmebehandlung nach dem Schweißen verzichten zu können (vgl. Götte 2012: S. 2).

Folgenabschätzung

Ermittlung des Standes der Technik

Die Ermittlung zum Stand der Technik im Jahr 2006, als die ersten Genehmigungen erteilt wurden, hätte ergeben, dass noch kein vergleichbares Referenzkraftwerk gebaut war. Praxiserfahrungen für den Einsatz des T24 lagen lediglich im Überhitzerteil eines Kessels, nicht aber im Verdampferbereich vor (vgl. Götte 2012: S. 1), in dem ein Gas/Flüssig-Gemisch in den Rohren ist. Weiter gab es Forschungsergebnisse aus dem

Jahr 2001, die zeigten, dass der Werkstoff die gewünschten mechanischen Eigenschaften nur dann aufweist, wenn eine Wärmenachbehandlung zur Entspannung durchgeführt wird (vgl. Langheid, 2016: S. 16).

Weiter lagen die VdTÜV-Werkstoffblätter und somit der Nachweis der Eignung des Stoffes gemäß Druckgeräteverordnung vor (vgl. Götte, 2012: S. 1).

Erwartetes Entwicklungsziel

Das Entwicklungsziel war ein Kraftwerk mit höherem Wirkungsgrad, das weniger CO₂-Emissionen produziert. Weiter sollte die Wirtschaftlichkeit beim Bau (durch Wegfall der Wärmenachbehandlung) sowie beim Betrieb (durch geringeren Brennstoffverbrauch) erhöht werden.

Zeitlicher Horizont

Der zeitliche Horizont, um die Technologie weiterzuentwickeln, hätte im Jahr 2001 bei etwa vier bis fünf Jahren gelegen. Im Jahr 2007, als anhand von Forschungsergebnissen erneut festgestellt wurde, dass der Werkstoff dringend eine Wärmenachbehandlung erfordert (vgl. Langheid 2016: S. 16), waren die Anlagenbauer bereits in der Planungsphase und hatten kaum noch einen zeitlichen Puffer.

Historische Daten

Die Aufarbeitung historischer Daten mit vergleichbaren Techniken hätte u. U. wertvolle Hinweise geliefert, da die beteiligten Firmen auf sehr lange Traditionen zurückblicken und es vermutlich schon in der Vergangenheit beim Umstellen auf neue Werkstoffe Probleme wegen aggressiverer Betriebsbedingungen gegeben hat. Es hätten technische Alternativen zum Einsatz gebracht werden können, wie etwa die Entwicklung einer geeigneten Wärmenachbehandlung.

Direkte und kausale Folgen

Direkte kausale Folgen der Anwendung wären bei sofortigem Erfolg ein technologischer und damit wirtschaftlicher Vorsprung des Unternehmens gegenüber Mitbewerbern gewesen, bei Misserfolg hohe Kosten und Reputationsverlust. Weitere Folgen des Scheiterns sind Kosten, die für andere Firmen wegen der notwendigen Nachbesserungen und der damit verbundenen Verzögerungen entstehen. Der

Austausch der betroffenen Kesselbereiche ist potenziell ein komplexes und für die Monteure nicht ungefährliches Unterfangen.

Technologische Alternativen

Es ist dem Verfasser nicht bekannt, welche Alternativen neben dem Einsatz des konventionellen Werkstoffs noch existierten. Möglicherweise wäre man zu dem Ergebnis gekommen, dass ein Kohlekraftwerk die angestrebten Wirkungsgrade und Emissionen nicht sicher erreichen kann und man hätte auch nach anderen technischen Lösungen gesucht.

Fachliche Bewertungskriterien

Fachliche Bewertungskriterien wären gewesen:

- Ist die Anwendung hinreichend erprobt?
- Welche Schritte sind notwendig, um das Vorgehen abzusichern?
- Besteht die Notwendigkeit, eine Pilotanlage zu bauen und zu betreiben?
- Besteht ein Risiko, dass es zu Problemen bei der Inbetriebnahme kommt?
- Wie groß wäre der Aufwand, den Schaden zu reparieren bzw. den eingesetzten Werkstoff komplett gegen einen konventionellen Werkstoff auszutauschen?

Vergleichen des untersuchten Produkt- oder Technologiefeld und seiner Alternativen

Die kostengünstigste Alternative wäre vermutlich der Einsatz des konventionellen Werkstoffs von Anfang an gewesen. Dabei hätte jedoch das Entwicklungsziel eines Kohlekraftwerks mit höherem Wirkungsgrad nicht erfüllt werden können.

Auf fossile Kraftwerke zu verzichten und stärker auf erneuerbare Energien zu setzen, wäre wegen des Zeitdrucks und der höheren Kosten vermutlich keine Option gewesen.

Abhängig von der Sicherheit ist auch die Gesundheit der in diesen Kraftwerken Beschäftigten, die ein Werkstoffversagen prinzipiell gefährden könnte.

Bewertung

Eine seriöse Bewertung hätte ergeben, dass der Grundwert der Funktionsfähigkeit des Werteoktogens nicht sicher erreicht werden kann. Alle anderen Werte leiten sich davon ab. Die direkt von der Funktionsfähigkeit abhängigen Werte Wirtschaftlichkeit und

Sicherheit werden negativ beeinträchtigt, weshalb eine weitere Betrachtung der Auswirkung nicht sinnvoll ist, wenn die Funktion nicht garantiert werden kann.

Die Bewertung zeigt das grundsätzliche Risiko für ein Versagen des Werkstoffes auf, da vor dessen Einsatz keine ausreichende aussagekräftige Erprobung erfolgt war. Zusätzliche Versuche wären erforderlich gewesen, die jedoch erst viel später, nach den Schäden in den Kraftwerken Walsum und Boxberg, durchgeführt wurden.

Im vorliegenden Fall, bei dem es sich um den Einsatz in einer Großanlagen und um den Bau gleich mehrerer solcher Anlagen handelte, sind die mit einem Werkstoffversagen verbundenen Kosten unkalkulierbar. Auch der mögliche Reputationsverlust wiegt schwer. Der Einsatz von T24 ohne weitere Erprobung hätte eindeutig weitreichender überdacht werden müssen.

Das Risiko von Schäden, Nachbesserungen und Verzögerungen stellt die berechnete Wirtschaftlichkeit in Frage. Weiter ist u. U. die Betriebssicherheit nicht gegeben und es besteht Gefahr für die Gesundheit des Montage- und Betriebspersonals.

Der Erfolg ohne weitere Erprobung würde einen schnellen technologischen Vorsprung bedeuten und damit Wettbewerbsvorteile.

Abschließend bleibt festzustellen, dass ein Funktionsrisiko kaum beherrschbar ist. Ein solches Risiko kann eingegangen werden, wenn die Anlage relativ klein ist und ein weitgehender Verlust der Investition vertretbar wäre bzw. wenn Nachbesserungen aufgrund der kleinen Dimensionen möglich wären. Dafür müsste ein Rahmen geschaffen werden, der trotz eingetretener Schäden die Sicherheit und Gesundheit des Montage- und Betriebspersonals gewährleistet.

Entscheidung

Eine korrekte Entscheidung auf der Basis der damals vorhandenen Informationen hätte dazu führen müssen, dass die Technologie zunächst noch im Detail untersucht wird. Man hätte den Werkstoff in einem existierenden Verdampfer testen müssen. Jedoch wären die Ergebnisse nur von begrenzter Aussagekraft gewesen, da existierende Anlagen bei geringerem Druck und niedrigerer Temperatur arbeiten, weshalb vermutlich eine Versuchsanlage erforderlich gewesen wäre.

9.1 Zusammenfassung

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Technikbewertung nach der VDI-Richtlinie 3780 geeignet ist, eine Bestandsaufnahme des vorhandenen Wissens und den daraus resultierenden Risiken für die Funktion und Sicherheit der neuen Technologie abzuleiten. Sie bietet der Unternehmensleitung eine Grundlage, die Aussagen der Fachabteilungen zu hinterfragen, um so unkalkulierbare Risiken vom Unternehmen abzuwenden. Gleichzeitig wird damit eine umfassende Betrachtung der im Werteoktagon (vgl. VDI 2000: S. 23) dargestellten Grundwerte möglich. Die Wirtschaftlichkeit wäre bei einer Funktionsfähigkeit mit gleichzeitiger Steigerung der Umweltqualität gegeben gewesen.

10 Zusammenfassung und Ausblick

Das Risiko, dass ein neuer Prozess oder eine deutlich größere Anlage (im Vergleich zur existierenden) nicht bestimmungsgemäß betrieben werden kann, ist wesentlich höher als bei der Reproduktion ähnlicher erfolgreich eingesetzter Maßstäbe. Diese Tatsache führt insbesondere bei Großprojekten während der Inbetriebnahme zu unvorhersehbaren Schäden, die potenziell auch eine Gefährdung der Gesundheit und Sicherheit des Montage- und Betriebspersonals hervorrufen können.

Die Risikolandschaft eines Anlagenbauprojekts ist vielfältig und partiell auch abhängig von der geographischen oder politischen Lage, z. B. wegen Naturgefahren oder politischer Risiken. Ein wesentlicher Bestandteil des Risikos sind der Erprobungsgrad und die Reife der eingesetzten Technologie sowie die Erfahrung der planenden und ausführenden Firmen.

Die Risiken werden im Anlagenbauvertrag aufgeteilt, wobei der Grundsatz gelten sollte, dass immer die Partei ein Risiko tragen sollte, die die Möglichkeit hat, dieses Risiko zu minimieren.

Für den Arbeitsschutz wird in den Musterverträgen (vgl. FIDIC 2010; World Bank 2010) die Vorgabe gemacht, dass der Anlagenbauer für die Sicherheit und Gesundheit seines Personals verantwortlich ist. Weiter soll er in Zusammenarbeit mit lokalen Gesundheitsbehörden sicherstellen, dass hinreichend medizinisches Personal, Erste-Hilfe-Einrichtungen und Krankenwagen permanent auf der Baustelle und im Wohnbereich von Anlagenbauer und Bauherren vorhanden sind. Ferner soll der Anlagenbauer einen Sicherheitsbeauftragten bestimmen, der für die Sicherheit sowie die Unfallverhütung verantwortlich ist. Die Anwendung einer konkreten Norm wird nicht vorgeschrieben. Der Anlagenbauer ist verpflichtet, alle Unfälle inklusive Angaben über Verletzungen und Sachschäden dem Auftraggeber unverzüglich zu melden.

Risiken können sich als Sachschäden realisieren. Unvorhersehbare Sachschäden können weitgehend über Montageversicherungen abgedeckt werden. Die Montageversicherung haftet im Normalfall bis zu dem Totalverlust der Investition (z. B. nach einem Naturereignis, einem Brand oder einer Explosion). Sie ist damit bei immer höheren Investitionssummen (oft mehreren Milliarden EUR bei einem einzigen Projekt) ein notwendiges Instrument des Risikotransfers, ohne das kein privatwirtschaftliches Großprojekt möglich wäre.

Ein oft beobachtetes Phänomen ist, dass Sachschäden infolge mangelnder Erfahrung mit der eingesetzten Technologie auftreten. Dieses Risiko wird auch von der einschlägigen Fachliteratur bestätigt.

Die Versicherungsbedingungen für Montageversicherungen bieten einen umfassenden Schutz gegen Sachschäden während Bau, Montage und Inbetriebnahme der Anlage, unabhängig von der Ursache (Allgefahrendeckung). Allerdings existieren Standardausschlüsse, z. B. durch Schäden als Folge eines Kriegereignisses.

Weitere wesentliche Einschränkungen sind der Umfang der möglichen Entschädigung, wenn die Ursache des Sachschadens ein Mangel ist, z. B., weil ein Apparat versagte, da nicht bekannt war, wie er für die vorgesehene Aufgabe hätte ausgelegt werden müssen. Diese Deckungseinschränkungen helfen dem Montageversicherer, sein Risiko bei neuen Technologien zu begrenzen, werden jedoch immer seltener angewendet, weshalb Entwicklungsrisiken an die Projektversicherung transferiert werden.

Die Montageversicherer betreiben einen großen Aufwand, um die Risikoqualität eines Projekts vor Vertragsabschluss zu ermitteln, mit dem Ziel, die richtige Prämie zu tarifieren, die notwendigen Ausschlüsse zu formulieren und Erstrisikosummen festzulegen. Weiter wird entschieden, ob der Versicherer das Projekt überhaupt versichern möchte. Falls notwendig, werden Experten z. B. zur Analyse der Technologie und von Überschwemmungsrisiken eingebunden. Dieser Vorgang läuft für ein einzelnes Großprojekt parallel und unabhängig voneinander bei verschiedenen Versicherungen ab, die dann in Konkurrenz zueinander Angebote erstellen.

Die Versicherungsverbände GDV und IMIA stellen Schadendaten zusammen, die jedoch keinen gezielten Rückschluss auf die Ursache unerprobter Technologien erlauben. Festzustellen ist, dass bei Montageversicherungen eine höhere Großschadentendenz vorliegt als bei Bauleistungsversicherungen, da Anlagen häufig auch unerprobt in Betrieb genommen werden müssen, was ein erhöhtes Risiko für Großschäden bedeutet.

In der jüngeren Geschichte wurde insbesondere der Einsatz des Werkstoffes T24 zu einer Herausforderung für Industrie und Projektversicherer. Bei der Inbetriebnahme des Kohlekraftwerks Walsum 2010 traten Risse an den Schweißnähten im Verdampferbereich auf (vgl. Metzger 2016: S. 1). Ein Gerichtsverfahren sollte klären, ob es sich dabei um einen reinen Mangel oder einen Mangel mit ersatzpflichtigem Folgeschaden handelt (vgl. Langheid 2016: S. 15). In der Folge wurde der Werkstoff T24 im Verdampferbereich bei einigen Kraftwerksblöcken trotz des damit verbundenen

geringeren Wirkungsgrades gegen einen konventionellen Werkstoff getauscht. Die meisten der anderen Kraftwerke konnten mittlerweile in Betrieb genommen werden. Jedoch war bei diesen eine aufwendige Wärmenachbehandlung der Schweißnähte notwendig, die vom TÜV in den Werkstoffnormen nicht vorgesehen war. Zudem mussten die Anfahrprozeduren aufwendig modifiziert werden. All dies führte dazu, dass der Werkstoff soweit dem Verfasser bekannt bei Folgeprojekten nicht mehr im Verdampferbereich eingesetzt wird.

Die Projektversicherer hatten die Projekte weitgehend ohne wichtige Deckungseinschränkungen versichert, die jedoch notwendig gewesen wären, um einen (partiellen) Transfer des Entwicklungsrisikos zu vermeiden, da die Prämientarifierungsmodelle nur für erprobte Technologien Gültigkeit haben. Für den Arbeitsschutz ist die Gefahr unvorhersehbarer Sachschäden wegen unausgereifter Technologien grundsätzlich negativ zu bewerten.

Die Anlagenbauverträge haben als Grundlage das Entwicklungsniveau der allgemein anerkannten Regeln der Technik, während Gesetze wie z. B. das Bundesimmissionsschutzgesetz oder das Arbeitsschutzgesetz den Stand der Technik vorschreiben. Für den Montageversicherer ist es günstiger, wenn eine Technologie dem Niveau der allgemein anerkannten Regeln der Technik entspricht, da das Risiko von Sachschäden mit dem Erprobungsgrad abnimmt.

Die Montageversicherung ist für die Durchführung privatwirtschaftlicher Großprojekte notwendig, um unvorhersehbare Risiken für Sachschäden transferieren zu können. Wenn Versicherer den Reifegrad von Technologien falsch bewerten oder aus wirtschaftlichen Erwägungen trotzdem Versicherungsschutz ohne Deckungseinschränkungen anbieten, besteht die Gefahr, dass ein Risikotransfer von Entwicklungsrisiken stattfindet.

Das kann dazu führen, dass Anlagenbauer weniger in die Entwicklung investieren, als notwendig wäre. Dies führt zu Nachteilen beim Arbeitsschutz, da neue Lösungen u. U. im Großmaßstab umgesetzt werden, was größere Risiken birgt als bei kleinen Pilotanlagen.

Zudem können Versicherer frei entscheiden, ob und zu welchen Konditionen sie etwas anbieten, da sie viel Erfahrung mit Sachschäden haben. Diese Erfahrung sollte beim Versichern von Projekten mit den Kunden geteilt werden, um diese für potenzielle Risiken zu sensibilisieren.

Es wurde eine Klassifizierung zum Erkennen neuer Technologien entwickelt und vorgestellt.

Eine wichtige Methodik zur Analyse der Funktionsfähigkeit und der potenziellen Folge neuer Technologien ist die Technikbewertung nach der VDI-Richtlinie 3780. Diese strukturierte Vorgehensweise kann im Unternehmen implementiert werden und könnte bei korrekter Anwendung Firmen davor bewahren, zu früh mit neuen Technologien auf den Markt zu gehen, was einen Reputationsverlust und hohe Kosten nach sich ziehen kann. Jedoch kommt dies wegen des großen Konkurrenzdrucks immer wieder vor. Die Richtlinie liefert auch Informationen, wie sich mangelnde Funktionsfähigkeit auf die Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten auswirken kann, und erhöht somit die Arbeitssicherheit.

Derzeit wird eine Diskussion über die tatsächlichen Kosten für Sachschäden durch neue Technologien dadurch erschwert, dass die Versicherer keine Statistiken führen, aus denen sich dies erschließen ließe.

Dies sollte geändert werden. Zumindest für Großschäden über einer Million USD gemäß IMIA-Definition sollte die Schadenursache präzisiert werden, um Schäden durch Prototypen überhaupt erfassen zu können.

Ein Transfer von Entwicklungsrisiken an Versicherer, die einen sehr begrenzten Einfluss auf das Risikomanagement eines Projektes haben, sollte grundsätzlich vermieden werden. Dieses Risiko sollte beim Anlagenbauer verbleiben, da er dann versuchen wird, das Risiko aktiv zu minimieren oder es erst gar nicht einzugehen, was eine geringere Gefahr von Sachschäden und eine Verbesserung der Arbeitssicherheit bedeuten würde.

Die Versicherer müssen sich ihrer Verantwortung bewusst werden, die über die Erstattung von Sachschäden hinausgeht. Die bloße Übernahme von Entwicklungsrisiken ohne Prüfung bewirkt eine Verschlechterung der Arbeitssicherheit, da die Risikobereitschaft der Industrie gefördert wird.

Weiter sollte die Industrie kritischer hinterfragen, ob gewählte technische Lösungen tatsächlich in der geplanten Dimension umsetzbar sind. Eine mögliche Vorgehensweise dazu ist in der VDI-Richtlinie 3780 beschrieben.

11 Literaturverzeichnis

- Aachener Zeitung (2008): Ermittler: Kein Schuldiger für Kraftwerksunfall. 9. 12.2008 Online unter https://www.aachener-zeitung.de/nrw-region/ermittler-kein-schuldiger-fuer-kraftwerksunfall_aid-27780949 [Abrufdatum: 01.05.2018].
- Alderton, N.D. (1999): *Construction Insurance*. The Insurance Institute of London. Trowbridge, Wiltshire: Cromwell Press Limited.
- Air Liquide (2014): *Lurgi Methanol. Proven technology, flexible in Feedstock*. Firmenpublikation. <https://www.engineering-airliquide.com> [Abrufdatum: 18.02.2016].
- Böttcher, J. (2013): *Projektfinanzierung, Risikomanagement und Finanzierung*. 3. Aufl., München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Brenig Heinz-Willi (2014): Die Sicherheitskultur in den Ingenieurwissenschaften. In: Lange, Hans-Jürgen (Hrsg.), *Dimensionen der Sicherheitskultur*, Wiesbaden: Springer Fachmedien, S. 146–161.
- Bunni, Nael G. (2003): *Risk and Insurance in Construction*. 2. Aufl., London: Spon Press.
- Biewer, Sabine (2005): Superlativ produzieren – Größter Methanolkomplex der Welt steht auf Trinidad. In: *CHEMIE TECHNIK*, Jg. 34, Nr. 6, S. 11–12.
- Dattelner Morgenpost (2018): Inbetriebnahme verzögert sich – Weiterer Rückschlag für Datteln 4. Aktualisiert 20.05.2018 Online unter <http://www.dattelner-morgenpost.de/staedte/datteln/45711-Datteln~/Inbetriebnahme-verzoegert-sich-Weiterer-Rueckschlag-fuer-Datteln-4;art1008,2212423> [Abrufdatum: 19.08.2018].
- Duden, „Prototyp“. Online unter <https://www.duden.de/rechtschreibung/Prototyp> [Abrufdatum: 26.08.2018].
- Elmqvist, S. A./ Weber, P./Eichenberger, H. (2002): Operational results of the Circored fine ore direct reduction plant in Trinidad. In: *Stahl und Eisen*, Nr. 122, S. 59–64.
- Elmqvist, S. A./ Kipfstuhl, L.C./Dowling, E.C. (2003): Cliffs and Associates' Circored iron plant. In: *Mining Engineering*, Bd. 55, Ausgabe 11, November 2003, S. 40–44.
- Ewert, S. (2003): *Brücken – Die Entwicklung der Spannweiten und Systeme*. Berlin: Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften.

- FIDIC (2010): Contract for Construction for Building and Engineering Works Designed by the Employer. Multilateral Development Bank, Harmonised Edition June 2010. General Conditions, online unter http://fidic.org/sites/default/files/cons_mdb_gc_v3_unprotected_0.pdf [Abrufdatum: 16.11.2018].
- Flauger, Jürgen (2015): RWE zieht bei Pannenkraftwerk den Stecker. In: Handelsblatt, 18.12.2015, online unter <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/energie/kohlekraftwerk-hamm-rwe-zieht-bei-pannenkraftwerk-den-stecker/12741680.html> [Abrufdatum: 15.07.2016].
- Flower, Raymond/Jones, Michael Wynn (1983): *Lloyds of London*. 3. Aufl., London: Verlag Lloyds of London.
- GDV, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (2011a): Allgemeine Bedingungen für die Montageversicherungen. AMoB 2011. Version 01.01.2011. Online unter <https://www.gdv.de/resource/blob/6236/642eaa397e1194b90aaa26e3a074f11e/07-allgemeine-bedingungen-fuer-die-montageversicherung--amob-2011--data.pdf> [Abrufdatum: 02.04.2018].
- GDV, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (2011b): ABN/ABU 2011, Allgemeine Bedingungen für die Versicherung von Bauleistungen 2011. Online unter www.gdv.de [Abrufdatum: 30.06.2016].
- GDV, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (2019): Statistisches Taschenbuch der Versicherungswirtschaft 2019. Online unter <https://www.gdv.de/resource/blob/50214/29985281b05d0ce23240d7b7bdff57cd/download--statistisches-taschenbuch-2019-data.pdf> [Abrufdatum: 10.10..2019].
- GDV, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (2013): Detaillierter Excel-Prämien- und Schadendatensatz. Internes Dokument.
- Girmscheid, Gerhard (2010): *Strategisches Bauunternehmensmanagement*. Heidelberg: Springer Verlag.
- Götte, Chr. (2012): Erfahrungen mit dem Werkstoff T24 in dem Projekt BoA 2 & 3. Vortrag im Rahmen der VGB-Tagung „Dampferzeuger, Industrie- und Heizkraftwerke 2012“, Garmisch Partenkirchen, 28.03.2012.
- Guserl, R. (1996): Risikomanagement im industriellen Anlagengeschäft. In: *Zeitschrift für Betriebswirtschaft ZfB* 66. Jg., H. 5, S. 519–539.
- Gutmannsthal-Krizanits, Harald P. (1994): *Risikomanagement von Anlagenprojekten*. Wiesbaden: Gabler Verlag, Deutscher Universitäts-Verlag.
- Handelsblatt (2015): 750 Stellen in der Kraftwerkssparte fallen weg. 28.08.2015 Online <http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/bilfinger-750-stellen-in-der-kraftwerkssparte-fallen-weg/12250162.html> [Abrufdatum: 21.05.2018].

- Higgins, Neil (2012): *T24 Steel Issues in Connection with Coal-Fired USC Power Plants*. Vortrag, Chartis Europe (o. O.).
- HSE (2008): HSE – *The explosion of No. 5 Blast Furnace, Corus UK Ltd., Port Talbot, 8. November 2001*. Online unter <http://www.hse.gov.uk/pubns/web34.pdf> [Abrufdatum: 21.05.2018].
- IMIA, The International Association of Engineering Insurers (2010), IMIA Engineering Insurance Premium and Loss Statistics 2007–2009. Online unter <https://www.imia.com/premium-and-loss-statistics> [Abrufdatum: 01.03.2016].
- IMIA, The International Association of Engineering Insurers (2011), IMIA Engineering Insurance Premium and Loss Statistics 2008–2010. Online unter <https://www.imia.com/premium-and-loss-statistics> [Abrufdatum: 01.03.2016].
- IMIA, The International Association of Engineering Insurers (2012), IMIA Engineering Insurance Premium and Loss Statistics 2009–2011. Online unter <https://www.imia.com/premium-and-loss-statistics/> [Abrufdatum: 01.03.2016].
- IMIA, The International Association of Engineering Insurers (2013), IMIA Engineering Insurance Premium and Loss Statistics 2010–2012. Online unter <https://www.imia.com/premium-and-loss-statistics/> [Abrufdatum: 01.03.2016].
- IMIA, The International Association of Engineering Insurers (2014), IMIA Engineering Insurance Premium and Loss Statistics 2011–2013. Online unter <https://www.imia.com/premium-and-loss-statistics/> [Abrufdatum: 01.03.2016].
- IMIA, The International Association of Engineering Insurers (2015), IMIA Engineering Insurance Premium and Loss Statistics 2012–2014. Online unter <https://www.imia.com/premium-and-loss-statistics/> [Abrufdatum: 01.03. 2016].
- IMIA, The International Association of Engineering Insurers (2016), IMIA Engineering Insurance Premium and Loss Statistics 2013–2015. Online unter <https://www.imia.com/premium-and-loss-statistics/> [Abrufdatum: 01.11.2020].
- IMIA, The International Association of Engineering Insurers (2017), IMIA Engineering Insurance Premium and Loss Statistics 2014–2016. Online unter <https://www.imia.com/premium-and-loss-statistics/> [Abrufdatum: 01.11.2020].
- IMIA, The International Association of Engineering Insurers (2018), IMIA Engineering Insurance Premium and Loss Statistics 2015–2017. Online unter <https://www.imia.com/premium-and-loss-statistics/> [Abrufdatum: 01.11.2020].
- IMIA, The International Association of Engineering Insurers (2019), IMIA Engineering Insurance Premium and Loss Statistics 2016–2018. Online unter <https://www.imia.com/premium-and-loss-statistics/> [Abrufdatum: 01.11.2020].
- Jennings, P. (2016): *IMIA Working Group Paper 95 (16) Supercritical Boilers*. Vortrag im Rahmen der 49th Annual IMIA Conference, Doha, Qatar, 23.09. Online unter <https://www.imia.com/wp-content/uploads/2016/09/IMIA-WG-9516-Supercritical-Boilers-v4-23-Sep-2016.pdf> [Abrufdatum: 15.04. 2017].

- Juve.de (2015): Kraftwerk Walsum Projektgesellschaft gewinnt mit Wilhelm Sachversicherungsfall Online unter: <https://www.juve.de/nachrichten/verfahren/2015/08/kraftwerk-walsum-projektgesellschaft-gewinnt-mit-wilhelm-sachversicherungsfall> [Abrufdatum: 16.04. 2016].
- Kienbaum, Jochen / Börner, Christoph J. (2003): *Neue Finanzierungswege für den Mittelstand. Von der Notwendigkeit zu den Gestaltungsformen*. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Kletz, Trevor A. (2001): *Learning from Accidents*, 3. Aufl., Oxford: Verlag Butterworth-Heinemann.
- Kluth, Winfried / Smeddinck, Ulrich (2013): *Umweltrecht. Ein Lehrbuch*. [E-Book], Wiesbaden: Springer Verlag, ISBN 978-3-8348-8644-6.
- Kopp, Martin (2012): Moorburg wird erst 2014 an Netz gehen, Welt online 25.01.2012 abrufbar unter <https://www.welt.de/regionales/hamburg/article13833377/Moorburg-wird-erst-2014-ans-Netz-gehen.html> [Abrufdatum 10.10.2015]
- Krügler, Eberhard/Schmitt, Christoph (2013): *Projektverträge im Anlagenbau und für vergleichbare Investitionsprojekte*, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Langheid, Theo/Goergen Eva-Maria (2016): Der Werkstoff T24 in der Montageversicherung, *Versicherungsrecht 2016.*, Heft 1, S. 15–22.
- Levine, Marshall/ter Haar, Roger (2008): *Construction Insurance and UK Construction Contracts (Construction Practice Series)*, 2. Aufl., London: informa Law from Routledge.
- LG Essen, Urteil vom 01.07.2015, AZ 41 O 13/14
- Loch, Christoph H. / De Meyer, Arnoud / Pich, Michael T. (2006): *Managing the Unknown. A New Approach to Managing High Uncertainty and Risk in Projects*. Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons Verlag.
- Lurgi AG (2000): Roasting – Process and Technology. Broschüre, Frankfurt am Main.
- Mäenpää, L. (2008): Boiler Design of innovative 600 °C and 700 °C Power Plant. Vortrag im Rahmen der Messe „Power Plant Technology“, Hannover, 22.5.2008 Online unter <http://files.messe.de/cmsdb/001/14476.pdf> [Abrufdatum: 20.01.2015].
- Martin, A. (1972): *Montageversicherung. Kommentar zu den Allgemeinen Montageversicherungs-Bedingungen AMoB*. München: Verlag C. H. Beck.
- Metzger, Klaus (2016): *Einsatz des warmfesten Stahles 7CrMoVTiB10-10 (T24) als Rohrwerkstoff im 600-Grad-Kraftwerk. Besondere Qualitätssicherungsmaßnahmen zur Vermeidung der Bildung von Spannungsrissen*. Dissertation an der Fakultät für Energie-, Verfahrens- und Biotechnik der Universität Stuttgart, Materialprüfungsanstalt (MPA) Universität

- Stuttgart. Online unter <http://dx.doi.org/10.18419/opus-8744> [Abrufdatum: 04.08.2017].
- MunichRe (2000a): *100 Jahre Technische Versicherungen in der Münchener Rück*. Sonderdruck der Münchener Rück, München.
- MunichRe (2000b): MunichRe Sa/E Form Collection - German 1, München.
- Nowack, Ralf / Götte, Christoph / Heckmann, Simon (2011): Qualitätsmanagement bei RWE am Beispiel des Kesselwerkstoffes T24. In: *VGB Powertech* 11, S. 1–5.
- Kölnische Rundschau (2008): RWE-Unfall: „Es hat keine Schlaperei gegeben.“ 09.12.2008 Online unter <https://www.rundschau-online.de/rwe-unfall--es-hat-keine-schlaperei-gegeben--11163838> [Abrufdatum: 21.05.2018].
- Kölnische Rundschau (2016): Unglück im Kraftwerk: RWE fordert 1,3 Milliarden Schadenersatz. 02.02.2016 Online unter <https://www.rundschau-online.de/region/rhein-erft/unglueck-im-kraftwerk-rwe-fordert-1-3-milliarden-schadenersatz-23548582> [Abrufdatum: 30.08.2016].
- Palandt, Otto (2008): *Bürgerliches Gesetzbuch*, 67. Aufl. München: Verlag C. H. Beck.
- Purbrick, Alan (2013): *IMIA Working Group Paper (79). Understanding project programmes and the importance of schedule monitoring for DSU / ALOP covers*. Präsentation im Rahmen der IMIA Annual Conference 2013, Neu Delhi, Indien, 25.09.2013 Online unter https://www.imia.com/wp-content/uploads/imiamembers/activities/past_conferences/2013-Presentation-of-WGP-7913-Understanding-Project-Programmes.pdf [Abrufdatum: 19.08.2018].
- Radevsky, Richard (2010): *IMIA Working Group Paper 67(10). Fast Developing Technologies Underwriting and Claims Issues*. Im Rahmen der 43. IMIA Annual Conference 2010, Berlin. Online unter <https://www.imia.com/wp-content/uploads/2013/05/IMIA-WGP-6710-Fast-Dev-Tech-20.6.10.pdf> [Abrufdatum: 01.04.2018].
- Rausser, Wolf-Christoph (2018): Costly Covers: Guarantee Maintenance. 28.04.2018 Online unter <https://www.linkedin.com/pulse/costly-covers-guarantee-maintenance-wolf-christoph-rausser> [Abrufdatum 07.10.2018].
- Rintelen, Claus v. (2012): AMoB 2011. In: Bruck/Möller: *VVG – Großkommentar zum Versicherungsvertragsgesetz. Band 7: Sachversicherung, §§ 142–149*. 9. Aufl. Berlin: Verlag De Gruyter.
- Rogers, Pete (2008): The status of defects and the problem with LEG2 and Civils/Construction. Vortrag bei Infrassure Ltd. in Zürich, Juni 2008.
- Schitteck, Hans-Berndt (1993): New Aspects of PML estimation in CAR and EAR insurance, IMIA Paper 9-28 (93) E. Online unter <https://www.imia.com/wp-content/uploads/2013/05/New-Aspects-of-PML-Estimatio-WGP-06-28-93.pdf>, [Abrufdatum: 30.08.2014].

- Schmidt, Herbert/Fastabend, M./Swadlo P. (2008): Ein ungewöhnliches Stabilitätsproblem verursacht Schadensfall, *Stahlbau* 77, Heft. 12, S. 862–869.
- Schmidt, Kay H. (2013): *Komponentenverhalten im 700 °C Kraftwerk. Numerische und experimentelle Untersuchungen*. Dissertation an der Universität Stuttgart, Fakultät für Energie-, Verfahrens- und Biotechnik der Materialprüfungsanstalt (MPA), Universität Stuttgart.
- Simard, Mike (2011): Scale-up Options and Risk. Chemical Engineering. April. Online unter <https://www.chemengonline.com/scaleup-options-and-risk/?printmode=1> [Abrufdatum: 29.03.2018].
- Smith, Ian et al. (2010): London Engineering Group, LEG Paper - *Prototypicality* unter www.londonengineeringgroup.com [Abrufdatum: 30.10.2015].
- Der Spiegel (2011): Die Not der Kesselflicker. Ausgabe 26/2011, S. 124–126. Online unter <http://www.spiegel.de/spiegel/print/d-79175803.html> [Abrufdatum 1.3.2013].
- Spliethoff, Hartmut (2010): *Power Generation from Solid Fuels*. [E-Book] Heidelberg, Springer Verlag. ISBN: 978-3-642-02855-7.
- Stahlinstitut VDEh (2007): *Stahlfibel*. Düsseldorf, Verlag Stahleisen GmbH.
- Der Standard (2016): EVN enthält Entschädigung für Mängel im Kraftwerk Walsum. 23.12.2016 Online unter <https://derstandard.at/2000048083642/EVN-enthaelt-Entschaedigung-fuer-Maengel-im-Kraftwerk-Walsum> [Abrufdatum: 10.05.2018].
- Steag (2016): *Walsum 10: STEAG/EVN erzielen Erfolg im Schiedsverfahren gegen Hitachi*. Steag-Presseinformation vom 24.11.2016. Online unter <https://www.lifepre.de/inaktiv/steag-gmbh/Walsum-10-STEAG-EVN-erzielen-Erfolg-im-Schiedsverfahren-gegen-Hitachi/boxid/625306> [Abrufdatum: 17.11.2018].
- Swiss Re (1980): Swiss Re Rating Guide. Erection All Risk – Version 255_0101_en
- Then, Oliver (2015): Lessons-learnt during construction, commissioning, and start of operation. Präsentation im Rahmen der EEC-Konferenz in Delhi, Mumbai, Hyderabad, 31. August bis 4. September 2015.
- Thürmann, Dagmar (1988): *Der Sachschadenbegriff in der Bauleistungsversicherung*, Karlsruhe: Verlag Versicherungswirtschaft.
- VDI (2000): *Richtlinie 3780*, Berlin: Beuth Verlag, 2000.
- Voigt, Kai-Ingo (2010): *Risikomanagement im Anlagenbau*, Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- Vogel, Herbert (2005): Process Development, 10.1002/14356007.b04 437: Wiley-VCH Verlag Online unter https://doi.org/10.1002/14356007.b04_437,.

Voßkühler, Stefan (2004): Maschinenversicherung. In: Beckmann/Matusche-Beckmann, *Versicherungsrechts-Handbuch*, 1. Aufl., München: Verlag C. H. Beck.

Wanner, Roland (2013): Risikomanagement für Projekte, Leipzig, Amazon Verlag

Weigel, Max (2014): *Ganzheitliche Bewertung zukünftig verfügbarer primärer Stahlherstellungsverfahren. Einschätzung der möglichen Rolle von Wasserstoff als Reduktionsmittel*. Dissertation an der Bergischen Universität Wuppertal. Online unter <http://elpub.bib.uni-wuppertal.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-4590/dd1408.pdf> [Abrufdatum: 30.06.2016].

WEKA (o. J.): CE-Kennzeichnung. Stand der Technik als Technik Klausel der Maschinenversicherung. Online unter <https://www.weka-manager-ce.de/maschinenrichtlinie/stand-der-technik-technik-klausel-maschinensicherheit/> [Abrufdatum: 30.01.2018].

Wilhelmshavener Zeitung (2015): *Kraftwerk. Probebetrieb beendet*. Online unter <http://www.wzonline.de/nachrichten/topthema/topthemen-aus-wilhelmshaven-und-friesland/artikel/kraftwerk-probebetrieb-beendet.html?&ac=mail>. [Abrufdatum: 05.01.2016].

World Bank (2010): Standard Bidding Document for Procurement of Plant Design, Supply, and Installation. User's Guide. The World Bank Washington, D.C., April 2008, revised August 2010 [Abrufdatum: 24.07.2012]. Derzeit gültige Fassung Online unter: <http://pubdocs.worldbank.org/en/952741475182519904/Procurement-of-Plant-Design-Supply-and-Installation-and-User-Guide-April-2015.pdf>.

Zweck, Axel (2013): Technikbewertung auf der Basis der VDI-Richtlinie 3780. In: Simonis, Georg (Hrsg.): *Konzepte und Verfahren der Technikfolgenabschätzung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.

12 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Risikomatrix (in Anlehnung an Wanner 2013: S. 132)

Abbildung 2: Die Funktionsfähigkeit ist Grundlage für das Erreichen der Ziele (vgl. VDI 2000: S. 23)

Abbildung 3: Risikolandschaft eines Anlagenbauprojektes (vgl. Voigt 2010: S. 53)

Abbildung 4: Schematische Darstellung des Zusammenhanges von Risikoteilung, Risikomanagement, Risikotransfer und dem Anlagebauvertrag (eigene Darstellung)

Abbildung 5: Sachversicherungen während Transport, Erstellung und Betrieb einer verfahrenstechnischen Anlage (eigene Darstellung)

Abbildung 6: Schematische Darstellung der Abläufe innerhalb des Projektes und beim Projektversicherer (eigene Darstellung)

Abbildung 7: Anordnung des Beton-Wasserbehälters (eigene Darstellung)

Abbildung 8: Weltweite Prämien für technische Versicherungen (vgl. IMIA 2010–19)

Abbildung 9: Versicherungsprämien in Deutschland, technische Versicherungen 1993 bis 2014 gesamt und Montageversicherungen 1993–2012 (vgl. GDV 2013; GDV 2019, S. 78)

Abbildung 10: Gesamtschäden weltweit, technische Versicherungen und Projektversicherungen im Zeitraum 2009 - 2018 (vgl. IMIA 2010–2019)

Abbildung 11: Schadenquoten/Großschadenquoten, Projektversicherungen und übrige technische Versicherungen im Zeitraum 2009 bis 2018. Großschäden sind dabei gemäß IMIA alle Schäden oberhalb von 1 Million USD (vgl. IMIA 2010–2019).

Abbildung 12: Großschäden/Schäden in Deutschland, Montageversicherungen und übrige technische Versicherungen (vgl. GDV 2013). Großschäden gemäß GDV-Definition sind alle Schäden > 500.000 € (vgl. GDV 2013)

Abbildung 13: Schadenursachen gemäß IMIA-Statistik (vgl. IMIA 2015: S. 12)

Abbildung 14: Ursachen für Großschäden gedeckt unter Projektversicherungen im Zeitraum 2009 bis 2018 im Durchschnitt pro Jahr (vgl. IMIA 2010-2019)

Abbildung 15: Schadenursachen für Großschäden im Zeitraum 2009 bis 2018 für Projektversicherungen. Angaben in %, im Schnitt 435 m USD pro Jahr. Großschaden gem. IMIA > 1 Mio. USD (vgl. IMIA 2010–2019)

Abbildung 16: Großschäden an beschädigten Leitungen, Maschinen und Apparaten im Zeitraum 2009 bis 2018 durchschnittlich pro Jahr (vgl. IMIA 2010–2019)

Abbildung 17: Großschäden durchschnittlich pro Jahr gedeckt unter Montageversicherungen (30 %) und unter Bauleistungsversicherungen (32%). Ein großer Anteil, etwa 38 %, lässt sich nicht eindeutig zuordnen (vgl. IMIA 2010–2019).

13 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Risiken bei Projekten durch neue Technologien in der Literatur.

Tabelle 2: In Europa begonnene Kraftwerksprojekte, bei denen T24 als Verdampfer eingesetzt wurde (Stand Mai 2018).

14 Technik Klauseln in Gesetzen und Richtlinien

Arbeitsschutzgesetz:

§ 4 Allgemeine Grundsätze

Der Arbeitgeber hat bei Maßnahmen des Arbeitsschutzes von folgenden allgemeinen Grundsätzen auszugehen: [...]

Nr. 3: Bei den Maßnahmen sind der Stand von Technik, Arbeitsmedizin und Hygiene sowie sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse zu berücksichtigen.

Abrufdatum 17.11.2018, <http://www.gesetze-im-internet.de/arbschg/index.html>

Maschinenrichtlinie:

Erwägungspunkt (14)

Es sollte den grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen genügt werden, damit gewährleistet ist, dass die Maschinen sicher sind; es sollte jedoch eine differenzierte Anwendung dieser Anforderungen erfolgen, um dem Stand der Technik zum Zeitpunkt der Konstruktion sowie technischen und wirtschaftlichen Erfordernissen Rechnung zu tragen.

Abrufdatum 17.11.2018, http://www.maschinenrichtlinie.de/fileadmin/dokumente/2006-42-EG_maschinenrichtlinie_de.pdf

Betriebsicherheitsverordnung:

§ 4 Grundpflichten des Arbeitgebers

(1) Arbeitsmittel dürfen erst verwendet werden, nachdem der Arbeitgeber [...]

Nr. 2 die dabei ermittelten Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik getroffen hat und

Nr. 3 festgestellt hat, dass die Verwendung der Arbeitsmittel nach dem Stand der Technik sicher ist

§ 2 Begriffsbestimmungen

(10) Stand der Technik ist der Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, der die praktische Eignung einer Maßnahme oder Vorgehensweise zum Schutz der Gesundheit und zur Sicherheit der Beschäftigten oder anderer Personen gesichert erscheinen lässt.

Abrufdatum 17.11.2018, https://www.gesetze-im-internet.de/betrsv_2015/

Bundesimmissionsschutzgesetz:

§ 3 Begriffsbestimmungen

(6) Stand der Technik im Sinne dieses Gesetzes ist der Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, der die praktische Eignung einer Maßnahme zur Begrenzung von Emissionen in Luft, Wasser und Boden, zur Gewährleistung der Anlagensicherheit, zur Gewährleistung einer umweltverträglichen Abfallentsorgung oder sonst zur Vermeidung oder Verminderung von Auswirkungen auf die Umwelt zur Erreichung eines allgemein hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt gesichert erscheinen lässt. Bei der Bestimmung des Standes der Technik sind insbesondere die in der Anlage aufgeführten Kriterien zu berücksichtigen.

Anhang zu § 3 Abs. 6): Kriterien zur Bestimmung des Standes der Technik
Bei der Bestimmung des Standes der Technik sind unter Berücksichtigung der Verhältnismäßigkeit zwischen Aufwand und Nutzen möglicher Maßnahmen sowie des Grundsatzes der Vorsorge und der Vorbeugung, jeweils bezogen auf Anlagen einer bestimmten Art, insbesondere folgende Kriterien zu berücksichtigen:

Nr. 4 vergleichbare Verfahren, Vorrichtungen und Betriebsmethoden, die mit Erfolg im Betrieb erprobt wurden,

Nr. 5 Fortschritte in der Technologie und in den wissenschaftlichen Erkenntnissen,

Nr. 7 Zeitpunkte der Inbetriebnahme der neuen oder der bestehenden Anlagen,

Nr. 8 die für die Einführung einer besseren verfügbaren Technik erforderliche Zeit,

Nr.11 Notwendigkeit, Unfällen vorzubeugen und deren Folgen für den Menschen und die Umwelt zu verringern,

Der Gesetzgeber möchte mit der Umsetzung des Standes der Technik erreichen, dass ein möglichst guter Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen und für das Betriebspersonal erzielt wird.

Abrufdatum 17.11.2018, <http://www.gesetze-im-internet.de/bimschg/>

Lebenslauf

Der Lebenslauf ist in der Online-Version aus Gründen des Datenschutzes nicht enthalten