

DIN EN 16991

ICS 03.100.01

**Risikobasierte Inspektion (RBIF);
Deutsche Fassung EN 16991:2018**

Risk-based inspection framework;
German version EN 16991:2018

Cadre d'inspection basée sur les risques;
Version allemande EN 16991:2018

Gesamtumfang 92 Seiten

DIN-Normenausschuss Dienstleistungen (NADL)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 16991:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 319 „Instandhaltung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von UNI (Italien) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 159-04-01 AA „Instandhaltung“ im DIN-Normenausschuss Dienstleistungen (NADL).

Bei der Verwendung von Arbeitsmitteln bestehen Pflichten des Arbeitgebers auch hinsichtlich der Instandhaltung und Prüfung. Dabei sind die zutreffenden nationalen Rechtsvorschriften und die von den staatlichen Ausschüssen ermittelten Technischen Regeln einzuhalten, wozu auch die Betriebssicherheitsverordnung und die zugehörigen Technischen Regeln (TRBS) gehören. Der Arbeitgeber kann im Rahmen seiner Gefährdungsbeurteilung zusätzlich die DIN EN 16991 sowie ggf. weitere Erkenntnisquellen heranziehen, soweit diese den geltenden Rechtsvorschriften nicht entgegenstehen.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen.

IEC/ISO 31010	siehe	DIN EN 31010
ISO 9000:2015	siehe	DIN EN ISO 9000:2015-11
ISO 14040:2006	siehe	DIN EN ISO 14040:2006-10
ISO 14044:2006	siehe	DIN EN ISO 14044:2009-11
ISO 22301:2012	siehe	DIN EN ISO 22301:2014-12
ISO 31000	siehe	DIN ISO 31000
ISO 55000	siehe	DIN ISO 55000
ISO/IEC Guide 51	siehe	DIN 820-12

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN 820-12, *Normungsarbeit — Teil 12: Leitfaden für die Aufnahme von Sicherheitsaspekten in Normen*

DIN EN 31010, *Risikomanagement — Verfahren zur Risikobeurteilung*

DIN EN ISO 9000:2015-11, *Qualitätsmanagementsysteme — Grundlagen und Begriffe; Deutsche und Englische Fassung EN ISO 9000:2015*

DIN EN ISO 14040:2009-11, *Umweltmanagement — Ökobilanz — Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006); Deutsche und Englische Fassung EN ISO 14040:2006*

DIN EN ISO 14044:2006-10, *Umweltmanagement — Ökobilanz — Anforderungen und Anleitungen (ISO 14044:2006); Deutsche und Englische Fassung EN ISO 14044:2006*

DIN EN ISO 22301:2014-12, *Sicherheit und Schutz des Gemeinwesens — Business Continuity Management System — Anforderungen (ISO 22301:2012); Deutsche Fassung EN ISO 22301:2014*

DIN ISO 31000, *Risikomanagement — Grundsätze und Leitlinien*

DIN ISO 55000, *Asset Management — Übersicht, Leitlinien und Begriffe*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Risikobasierte Inspektion (RBIF)

Risk-based inspection framework

Cadre d'inspection basée sur les risques

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 22. Oktober 2017 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich.....	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Abkürzungen	10
5 Der RBI-Rahmenplan	11
5.1 RBIF-Grundsätze	11
5.2 RBIF-Anforderungen	12
5.2.1 Allgemeine Anforderungen.....	12
5.2.2 Anlagen- und Prozessdokumentation	13
5.2.3 Anforderungen an das Personal	14
5.2.4 Anforderungen zur Ausführung einer CoF-Analyse.....	15
5.2.5 Anforderungen zur Ausführung einer PoF-Analyse.....	17
5.2.6 Anforderungen an die Risikobeurteilung	18
5.3 RBIF innerhalb des übergreifenden Managementsystems.....	18
5.4 Verträglichkeit mit weiteren bekannten Ansätzen.....	19
6 Der RBIF-Prozess.....	20
7 Anfängliche Analyse und Planung.....	22
7.1 Allgemeine Beschreibung und Anwendungsbereich.....	22
7.1.1 Allgemeines.....	22
7.1.2 Planung und vorläufige Analyse.....	22
7.1.3 Festlegung von Zielsetzungen	22
7.1.4 Festlegung von Systemen, Teilsystemen (Schleifen) und Geräten, die zu berücksichtigen sind	23
7.1.5 Festlegung des Anwendungsbereiches der Analyse	23
7.1.6 Festlegung der verfügbaren Datenquellen	23
7.1.7 Festlegung der zu berücksichtigenden Vorschriften.....	24
7.1.8 Festlegungen für das Team	24
7.1.9 Zu verwendende Werkzeuge.....	25
7.1.10 Genauigkeit der Akzeptanz der Methodik	25
7.2 Anforderungen.....	26
7.3 Eingaben.....	26
7.4 Verfahrensweise.....	26
7.5 Ausgabe	26
7.6 Warnungen und Anwendbarkeitsgrenzen.....	27
8 Erfassung von Daten und Validierung.....	28
8.1 Allgemeine Beschreibung und Anwendungsbereich.....	28
8.2 Anforderungen.....	28
8.3 Eingaben.....	29
8.3.1 Allgemeines.....	29
8.3.2 Erfassen und Validieren dokumentierter Daten.....	29
8.3.3 Erfassen maßgebender nicht dokumentierter Daten	30
8.4 Verfahrensweise.....	31

8.5	Ausgabe	31
8.6	Warnungen und Anwendbarkeitsgrenzen	31
9	Risikoanalyse auf mehreren Ebenen (von der Früherkennung bis zur detaillierten Untersuchung)	32
9.1	Allgemeine Beschreibung und Anwendungsbereich	32
9.2	Risikoanalyse — Früherkennungsebene	33
9.2.1	Allgemeines	33
9.2.2	Eingaben	33
9.2.3	Verfahrensweise	33
9.2.4	Ausgabe	34
9.3	Risikoanalyse — Detaillierte Beurteilung	34
9.3.1	Allgemeines	34
9.3.2	Anforderungen	35
9.3.3	Eingaben	36
9.3.4	Verfahrensweise	36
9.3.5	Ausgabe	38
10	Entscheidungsfindung/Maßnahmenplan	40
10.1	Allgemeine Beschreibung und Anwendungsbereich	40
10.2	Anforderungen	40
10.3	Eingaben	40
10.4	Verfahrensweise	41
10.4.1	Allgemeines	41
10.4.2	Festlegung von Abbau-Gruppen und maßgebenden schadensanfälligen Bereichen	42
10.5	Ausgabe	43
10.6	Warnungen und Anwendbarkeitsgrenzen	43
11	Ausführung und Berichterstattung	44
11.1	Allgemeine Beschreibung und Anwendungsbereich	44
11.2	Eingaben	44
11.3	Verfahrensweise	45
11.4	Ausgabe	47
11.5	Warnungen/Anwendbarkeitsgrenzen	47
12	Leistungsüberprüfung/Evergreening-Phase	47
12.1	Allgemeine Beschreibung und Anwendungsbereich	47
12.2	Anforderungen	48
12.3	Eingaben	48
12.4	Verfahrensweise	49
12.4.1	Allgemeines	49
12.4.2	Leistungsvergleich der Wirksamkeit von Arbeitsprozessen	50
	Anhang A (informativ) Beurteilungen	52
A.1	Beispiel für eine RBI-Analyse auf mehreren Ebenen in der Energieindustrie	52
A.2	Beispiele für Risiko-Früherkennung und detaillierte Risikobeurteilung	56
A.3	Zuverlässigkeit der Ergebnisse der Risikobeurteilung in der Früherkennungsphase (Screening)	60
A.4	Beispiel für eine Beurteilung von Schäden/der Ausfallwahrscheinlichkeit	60
A.5	Beispiel für Wahrscheinlichkeits- und Konsequenzfaktoren zur qualitativen Analyse auf der Ebene der Früherkennung und der detaillierten Beurteilung	62
A.6	Beispiele für Arten von Schäden im Betrieb und deren Spezifikationen	63
A.7	Beispiel für verschiedene Arten von Schäden und ihre Spezifikationen in Bezug auf die hierarchische Struktur der Anlage	65
A.8	Beispiel für eine Klassifizierung der Art des Schadens gegenüber priorisierten Inspektionsverfahren	67
A.9	Beispiel für die Bestimmung der PoF	70
A.10	Beispiel für die Bestimmung der CoF	71

A.11	Beispiel für Leistungskennzahlen (KPI) und Zielsetzungen zur Auswahl.....	79
A.12	Beispiel für einen Fragebogen zur Bewertung des RBI-Managementsystems [34].....	80
A.13	Beispiel für die Formulierung und den Abbau von Komponenten, Strukturen und Systemen	82
Literaturhinweise		85

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 16991:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 319 „Instandhaltung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von UNI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 2018, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2018 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Seit den späten 1990er Jahren unterliegen Herangehensweisen an Inspektionen und Instandhaltungen in der Industrie weltweit einer Entwicklung von einem vorschreibenden und zeitbasierten Ansatz hin zu risikobasierten Ansätzen. Diese Entwicklung setzte offensichtlich mit dem Wunsch ein, Produktionszeiten zu steigern, ungeplante Ausfallzeiten aufgrund korrektiver Instandhaltungsmaßnahmen zu reduzieren, Abschaltungen aufgrund des Ausfalls von Geräten zu vermeiden und/oder unerwünschte Auswirkungen auf die Prozesssicherheit zu verringern.

Diese Europäische Norm stellt die wesentlichen Elemente einer risikobasierten Beurteilung von Industrieanlagen in Übereinstimmung mit der Herangehensweise, die in dem Europäischen pränormativen Dokument CWA 15740:2008 [1] entwickelt und dargelegt wurde, bereit. Das Dokument CWA 15740 wurde 2011 aktualisiert, und seit 2014 setzte sich die weitere Entwicklung dieser Herangehensweise innerhalb dieses Dokuments und in dem entsprechenden EU-Projekt RIMAP (Risk-Based Inspection and Maintenance Procedures for European Industry) [2] [3] fort.

Das Dokument ist für Führungskräfte und Ingenieure bestimmt, welche die Richtlinien zur risikobasierten Inspektion und Instandhaltung (RBIM, en: Risk-Based Inspection and Maintenance) in der Prozessindustrie, der Energieindustrie, der Stahlindustrie und weiteren maßgebenden Branchen umsetzen. Dieses Dokument ist für die Verwendung in Verbindung mit den maßgeblichen international anerkannten Praktiken, nationalen Vorschriften und RBI-Unternehmensrichtlinien vorgesehen. Ziel des Dokuments ist es, einen gemeinsamen Referenzrahmen zur Formulierung der RBI-Richtlinien bereitzustellen und die entsprechenden Inspektions- und Instandhaltungsprogramme zu entwickeln.

Der Hintergrund der RBIM-Methodik ist im EU-Projekt RIMAP (Risk-Based Inspection and Maintenance Procedures for European Industry) [4] enthalten. In diesem Projekt wurde die branchenunabhängige Methodik für die Chemieindustrie, petrochemische Industrie, Energieindustrie und Stahlindustrie validiert und in den entsprechenden RIMAP-Application Workbooks [4] zusammengefasst.

Es ist das Hauptziel dieser Europäischen Norm und des früheren RIMAP-Projektes, die Einführung und Anwendung risikobasierter Inspektions- und Instandhaltungsprogramme in industriellen Anlagen auf eine dokumentierte und effiziente Art und Weise zu unterstützen, während gleichzeitig die Leistungsfähigkeit in Bezug auf Sicherheit, Gesundheit und Umweltschutz beibehalten oder verbessert wird.

Der RBIF befasst sich vornehmlich mit statischen Druckgeräten (z. B. Tanks, Rohrleitungen), ist aber auch für dynamische/rotierende Geräte (z. B. Pumpen, Turbinen, Ventile) sowie Druckbegrenzungseinrichtungen anwendbar und kann auf weitere Arten von Geräten und Anlagen, soweit angemessen, ausgeweitet werden. Er befasst sich vornehmlich mit Geräten, Anlagen und/oder Systemen, die sich bereits in ihrer aktiven Betriebsphase befinden, kann aber ebenso in der Gestaltungsphase zur Analyse und/oder Bestimmung der Instandhaltungs-/Inspektionsstrategien oder in der Phase der Lebensverlängerung angewendet werden. Die Anwendung dieses RBIFs in der Industrie wird zugleich die allgemeinen Entwicklungen bei den Branchen- und Instandhaltungspraktiken (z. B. Industrie 4.0) berücksichtigen.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt den Rahmenplan für die risikobasierte Inspektion (RBIF, en: Risk-Based Inspection Framework) fest und enthält Anleitungen zur risikobasierten Inspektion und Instandhaltung (RBIM) (en: Risk-Based Inspection and Maintenance) in der Kohlenwasserstoffindustrie, chemischen Prozessindustrie, der Energieerzeugung und weiteren Industrien, in denen risikobasierte Inspektion (RBI) anwendbar ist.

Obleich sich RBIF sowohl auf Inspektion als auch auf Instandhaltung bezieht, konzentriert sich dieses Dokument vornehmlich auf risikobasierte Inspektion (RBI) und deren Anwendbarkeit im Zusammenhang mit RBIM. Der RBIF unterstützt damit die Optimierung der Betriebsabläufe und der Instandhaltung, sowie das Integritätsmanagement von Anlagen.

2 Normative Verweisungen

In diesem Dokument gibt es keine normativen Verweisungen.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Risiko

Kombination der Wahrscheinlichkeit eines Schadenseintritts und seines Schadensausmaßes

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Auftretenswahrscheinlichkeit umfasst die Aussetzung gegenüber einer gefährlichen Situation, die Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ereignisses und die Möglichkeiten, den Schaden zu begrenzen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Weitere Definitionen, z. B. die aus ISO 31000, werden anerkannt, aber nicht praktisch in diesem Dokument verwendet.

[QUELLE: ISO/IEC Guide 51:2014, 3.9]

3.2

Risikomanagement

koordinierte Aktivitäten zur Lenkung und Steuerung einer Organisation in Bezug auf Risiken

Anmerkung 1 zum Begriff: Systematische Anwendung von Managementrichtlinien, Verfahren und Praktiken zur Analyse, Auswertung und Steuerung von Risiken.

[QUELLE: ISO Guide 73:2009, 2.1, ISO 31000:2009, 2.2]

3.3

Gerät

einzelne Einheit, die Teil eines Systems ist, den Zusammenbau von Bauteilen umfasst und für die Druckbehälter, Druckbegrenzungseinrichtungen, Rohrleitungen, Kessel und Heizgeräte Beispiele sind

[QUELLE: API RP 581:2016, 3.1.23]

3.4

Inspektion

Prüfung auf Übereinstimmung der maßgeblichen Merkmale einer Einheit durch Messung, Beobachtung oder Prüfung

[QUELLE: EN 13306:2010, 8.1]

3.5

Instandhaltung

Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen sowie Maßnahmen des Managements während des Lebenszyklus einer Einheit, die dem Erhalt oder der Wiederherstellung ihres funktionsfähigen Zustands dient, so dass sie die geforderte Funktion erfüllen kann

[QUELLE: EN 13306:2010, 2.1]

3.6

Integritätsbetriebsfenster

IOW

(en: integrity operating window)

festgelegte Grenzen für Prozessvariablen (Parameter), die die Unversehrtheit der Geräte beeinträchtigen können, wenn der Prozessablauf für eine vorbestimmte Zeitdauer von den festgelegten Grenzen abweicht (einschließlich kritischer IOW, Norm-IOW und Informations-IOW)

[QUELLE: API RP 584, 3.6]

3.7

präventive Instandhaltung

Instandhaltung, ausgeführt in festgelegten Abständen oder nach vorgeschriebenen Kriterien zur Verminderung der Ausfallwahrscheinlichkeit oder der Wahrscheinlichkeit einer eingeschränkten Funktionserfüllung einer Einheit

[QUELLE: EN 13306:2010, 7.1]

3.8

korrektive Instandhaltung

Instandhaltung, ausgeführt nach der Fehlererkennung, um eine Einheit in einen Zustand zu bringen, in dem sie eine geforderte Funktion erfüllen kann

[QUELLE: EN 13306:2010, 7.5]

3.9

auf die Funktionsfähigkeit bezogene Instandhaltung

Methode zur Identifizierung und Auswahl von Grundsätzen des Ausfallmanagements, um die notwendige Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit des Betriebs effizient und effektiv zu erreichen

[QUELLE: EN 60300-3-11:2009, 3.1.23]

3.10

risikobasierte Inspektion

RBI

Risikobeurteilung und Managementprozesse, um Inspektionen in einer strukturierten und dokumentierten Art und Weise zu planen, umzusetzen und zu bewerten

3.11

Ausfallwahrscheinlichkeit

PoF

(en: probability of failure)

Wahrscheinlichkeit des Ausfalls eines Gerätes oder Bauteils aufgrund eines einzelnen Schadenmechanismus oder mehrerer Mechanismen, der/die unter bestimmten Betriebsbedingungen auftritt/auftreten

[QUELLE: API RP 581:2016, 3.1.57]

3.12

Ausfallkonsequenz

CoF

(en: consequence of failure)

Folgen eines Ausfalls, die bezüglich der Sicherheit des Personals, wirtschaftlicher Verluste und/oder einer Schädigung der Umwelt angegeben werden können

[QUELLE: EN 60300-3-11:2009, 3.1.23]

3.13

Evergreening

dynamischer Prozess der Aufzeichnung und Analyse von Daten, die für die momentane Situation aktualisiert werden und maßgebend sind

3.14

schadensanfälliger Bereich/anfälliger Bereich

Bereich in einer Anlage, in dem ein gewisser Abbau wahrscheinlicher ist

[QUELLE: API RP 581:2016, Teil 2]

3.15

Abbau

schädliche Änderung des physikalischen Zustands, aufgrund des Zeitfaktors, der Nutzung oder externer Ursachen

Anmerkung 1 zum Begriff: Abbau kann zu einem Ausfall führen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Im Zusammenhang mit einem System kann Abbau auch durch Ausfälle innerhalb des Systems verursacht werden.

[QUELLE: EN 13306:2010, 5.6]

3.16

Abbau-Gruppe

Gruppe von Rohrleitungen oder Geräteeinheiten, die den gleichen inneren/äußeren Umgebungs- und Betriebsbedingungen ausgesetzt sind, bei gleicher Werkstoffauswahl und/oder Konstruktion, so dass sie die gleichen möglichen Abbaumechanismen aufweisen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Einteilung in Abbau-Gruppen kann die Verwendung von Inspektionsdaten eines beliebigen Gerätes aus der betreffenden Gruppe zur Beurteilung des Zustands der gesamten Abbau-Gruppe ermöglichen. Die Geräte einer Abbau-Gruppe sind üblicherweise physisch miteinander verbunden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Korrosionsgruppe und/oder Korrosionskreislauf und/oder Korrosionsschleife werden ebenfalls verwendet, wenn der maßgebliche Abbau korrosiver Natur ist.

[QUELLE: angepasst übernommen aus DNV RP-G101:2010]

3.17

Orte der Zustandsüberwachung

CML

(en: condition monitoring locations)

gekennzeichnete Bereiche auf Druckbehältern, an denen regelmäßige Untersuchungen durchgeführt werden. Früher wurden diese üblicherweise als „Orte der Dickenüberwachung“ (en: thickness monitoring locations) (TML) bezeichnet

[QUELLE: API 510:2006]

4 Abkürzungen

Tabelle 1 — Abkürzungen

Abkürzung	Definition
ALARP	so niedrig wie vernünftigerweise praktikabel (en: As Low As Reasonably Practicable)
API	American Petroleum Institute
ASME	American Society of Mechanical Engineers
CAD	Rechnerunterstütztes Konstruieren (en: Computer Aided Design)
CAM	Rechnerunterstützte Fertigung (en: Computer Aided Manufacturing)
CCD	Korrosionskontrolldokument (en: Corrosion Control Document)
CMMS	Instandhaltungsplanungs- und -steuerungssystem (en: Computerized Maintenance Management System)
CML	Ort der Zustandsüberwachung (en: Condition Monitoring Location)
CoF	Ausfallkonsequenz (en: Consequence of Failure)
CUI	Korrosion unter der Isolierung (en: Corrosion under Insulation)
ESV	Notabschaltventile (en: Emergency Shut-off Valves)
FME(C)A	Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse (en: Failure Mode, Effects (and Criticality) Analysis)
HAZOP	Risiko- und Betriebsbereitschaft (en: HAZard and OPerability)
HCF/LCF	Langzeitermüdung/Kurzzeitermüdung (en: High Cycle Fatigue/Low Cycle Fatigue)
HFF/LFF	Hohe Fluidströmung/niedrige Fluidströmung (en: High Fluid Flow/Low Fluid Flow)
HS(S)E	Gesundheit, Sicherheit (Betriebsschutz) und Umwelt (en: Health, Safety (Security) and Environment)
HSE	Gesundheit, Sicherheit und Umwelt (en: Health, Safety and Environment)
HT	Hohe Temperatur (en: High Temperature)
IOW	Integritätsbetriebsfenster (en: Integrity Operating Window)
IPF	Instrumentenschutzfunktion (en: Instrument Protective Function)
KKS	Kraftwerk-Kennzeichensystem, (en: Power Plant Classification System) [18]
KPI	Leistungskennzahlen (en: Key Performance Indicators)
LoF	Ausfallwahrscheinlichkeit (en: Likelihood of Failure) ANMERKUNG Wird auch als PoF (en: Probability of Failure) bezeichnet.
LoPC	Verlust der primären Einhausung (en: Loss of Primary Containment)
MEI	Prüfung der Instandhaltungsausführung (en: Maintenance Execution Inspection)
MOC	Änderungsmanagement (en: Management Of Change)
MOTBF	durchschnittliche Betriebszeit zwischen Ausfällen (en: Mean Operating Time Between Failure)
NCR	Abweichungsprotokoll
ZfP	Zerstörungsfreie Prüfung
NII	Nicht-invasive Prüfung (en: Non-Intrusive Inspection)

Abkürzung	Definition
PFD	Prozessablaufdiagramme (en: Process Flow Diagrams)
P&ID	Rohrleitungs- und Instrumentierungsdiagramm (en: Piping and Instrumentation Diagram)
PHA	Prozesssicherheitsanalyse (en: Process Hazard Analysis)
PoD	Entdeckungswahrscheinlichkeit (en: Probability of Detection)
PoF	Ausfallwahrscheinlichkeit (en: Probability of Failure) ANMERKUNG Wird auch als LoF (en: Likelihood of Failure) bezeichnet.
PRV	Druckentlastungsventil (en: Pressure Relief Valve)
QS	Qualitätssicherung
QRA	Quantitative Risikobeurteilung (en: Quantitative Risk Assessment)
QMS	Qualitätsmanagementsystem (en: Quality Management System)
RBI	Risikobasierte Inspektion (en: Risk Based Inspection)
RBIF	Rahmenplan zur risikobasierten Inspektion (en: Risk Based Inspection Framework)
RBIM	Risikobasierte Inspektion und Instandhaltung (en: Risk Based Inspection and Maintenance)
RBWS	Risikobasierte Arbeitsauswahl (en: Risk Based Work Selection)
RCA/RCFA	Fehler-Ursachen-Analyse (en: Root Cause Analysis/Root Cause Failure Analysis)
RCM	auf die Funktionsfähigkeit bezogene Instandhaltung (en: Reliability Centred Maintenance)
RIMAP	Verfahrensabläufe der risikobasierten Inspektion und Instandhaltung (en: Risk Based Inspection and Maintenance Procedures)

5 Der RBI-Rahmenplan

5.1 RBIF-Grundsätze

Der risikobasierte Ansatz muss eine interdisziplinäre technische Analyse anwenden, um sicherzustellen, dass die Zielsetzungen hinsichtlich der Kriterien Gesundheitsschutz, Betriebssicherheit, Geschäftsbetrieb und Umweltschutz eingehalten werden. Diese Zielsetzungen müssen durch die Umsetzung optimierter Programme zur Inspektion, Überwachung und Instandhaltung basierend auf der entsprechenden risikobasierten Methodik erreicht werden, welche die folgenden Punkte betreffen:

- Planung der primären Arbeitsergebnisse von RBI-Beurteilungen und eines Managementansatzes in der Hinsicht, dass Risiken auf System- und/oder Geräteebeane entsprechend gesteuert und Risiken aus Sicht von Gesundheit, Sicherheit & Umwelt (HSE), und/oder aus Sicht der Wirtschaftlichkeit/des Geschäftsbetriebs berücksichtigt werden;
- Festlegung des RBI-Rahmenplans, der die Anforderungen der guten Ingenieurpraxis und die industriellen Bezugsnormen hinsichtlich des Umgangs mit gefährlichen Stoffen und deren Einhausung erfüllt;
- Einhaltung der geltenden gesetzlichen oder normativen Vorschriften und Leitlinien.

5.2 RBIF-Anforderungen

5.2.1 Allgemeine Anforderungen

Die allgemeinen Anforderungen an den Rahmenplan zur risikobasierten Inspektion (RBIF) sind:

- die Zielsetzungen und Risikokriterien müssen eindeutig festgelegt sein;
- die Beurteilung und das angewendete Verfahren müssen den geltenden gesetzlichen und behördlichen Anforderungen entsprechen;
- ein ausreichendes Maß an Eingabeinformationen muss für die Beurteilung verfügbar sein;
- die Beurteilung muss durch ein interdisziplinäres Team, bestehend aus Personal mit den erforderlichen geeigneten Fachkenntnissen und Qualifikationen, durchgeführt werden;
- die Unversehrtheits- und Sicherheitsbeurteilung sowie die angewendeten Verfahrensweisen müssen Ergebnisse liefern, welche:
 - a) realistisch sind, wobei Unsicherheiten und Annahmen jedoch konservativ behandelt werden;
 - b) in einer Risikomatrix darstellbar sowie prüffähig sind und sowohl den Zielsetzungen, als auch den angewendeten Risikokriterien zur Unterstützung der RBI-Planung und Entscheidungsfindung am Zielsystem oder -gerät entsprechen;
- die Beurteilung muss die echten Bedingungen in der Anlage widerspiegeln und im „Evergreening“-Zustand gehalten werden;
- das Änderungsmanagement muss einer akzeptierten und anerkannten Norm entsprechen — wie beispielsweise EN ISO 9000 [5];
- wenn Computer-Modelle/-werkzeuge verwendet werden, sind diese zu validieren und ihre Entscheidungslogik ist zu dokumentieren und von den Risikomanagern zu genehmigen.

Der RBI-Prozess wird in die RBI-Hauptanwendungsebene sowie in eine Inspektions- und Instandhaltungsstrategieebene unterteilt. Die RBI-Hauptanwendungsebene ist in Bild 1 dargestellt und berücksichtigt die folgenden Faktoren:

- den Risikograd;
- die Möglichkeit, Ausfallursachen zu beseitigen;
- das Risiko, welchem das Personal bei Ausführung der Inspektion und Instandhaltung ausgesetzt ist;
- das Risiko, neue Ausfallursachen einzubringen, bei dem Versuch, die vorherigen Ausfallursachen zu beseitigen.

Wenn es nicht möglich ist, die Inspektions- und Instandhaltungsstrategie zu verändern, dürfen technische (z. B. Robotertechnik) oder organisatorische (z. B. Schulungen) Maßnahmen zur Verringerung des Risikos und zur Vermeidung des Verursachens jeglicher neuer Ausfälle eingeführt werden.

Der Entscheidungsbaum dient drei wichtigen Zwecken:

- der Sicherstellung einer systematischen Bewertung des Bedarfs an Inspektions- und Instandhaltungsmaßnahmen;

- der Sicherstellung einer einheitlichen Bewertung zwischen verschiedenen Einheiten, Anlagensystemen und ähnlichen Einheiten an verschiedenen Orten;
- der Vereinfachung der Dokumentation von erzielten Schlussfolgerungen.

Nachdem die Inspektions- und Instandhaltungsstrategie bestimmt wurde, müssen das Verfahren, Intervalle und das Ausmaß der Inspektion festgelegt werden, damit Risiken in einem annehmbaren Rahmen bleiben und Kosten optimiert werden (ALARP). Das muss mit der Anlagenmanagement-Strategie der Organisation abgeglichen und auf dem aktuellen Stand gehalten werden. Dies wird erreicht, indem Maßnahmen zur Risikominderung für jene Einheiten, welche die Annahmegrenzen überschreiten und, sofern möglich, Minderungsmaßnahmen wie Inspektionen und Instandhaltungen für Einheiten, die während des Beurteilungszeitraums unterhalb dieser Grenzen bleiben, festgelegt werden. Die risikomindernde Wirkung von alternativen Maßnahmen sowie die Kosten dieser Maßnahmen müssen ebenfalls bestimmt werden.

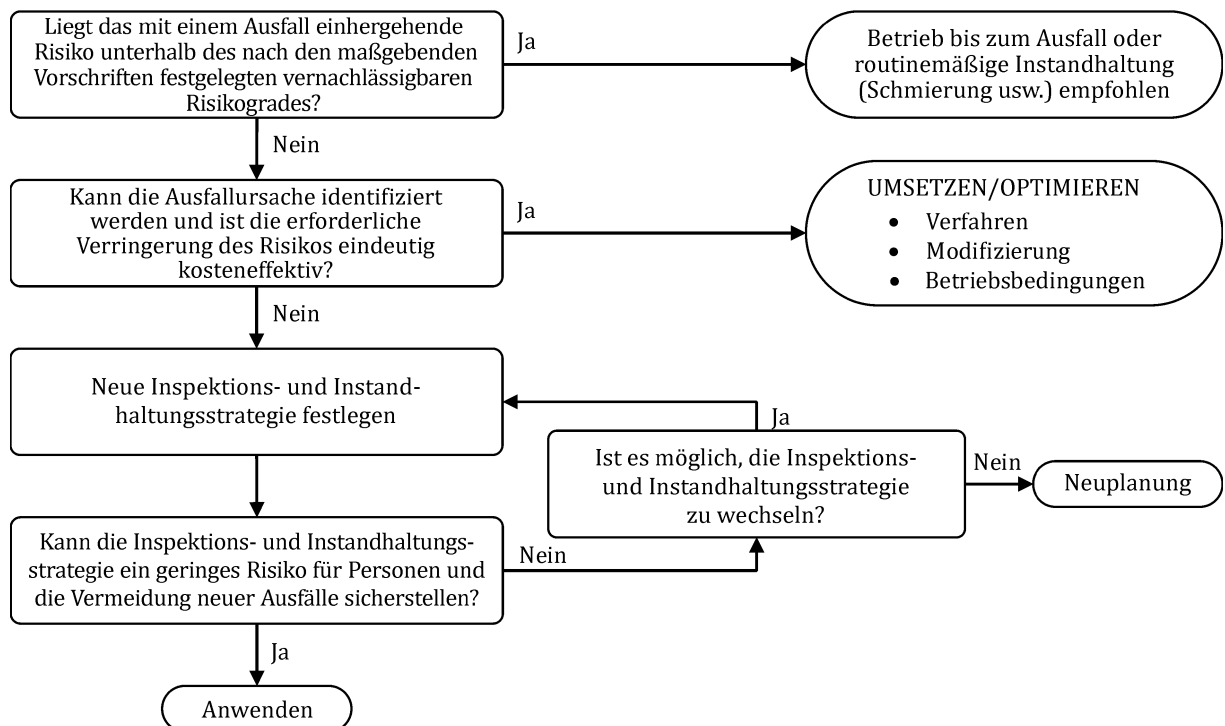


Bild 1 — RBI-Hauptanwendungsebene und Entscheidungsbaum

Die Ansätze und Methoden im RBIF können mit den allgemeinen Anforderungen aus den grundlegenden ISO-Normen, wie der Normenreihe EN ISO 9000 [5], der Normenreihe EN ISO 14000 [6], der Normenreihe ISO 55000 [7] und insbesondere der Normenreihe ISO 31000 [8], (IEC/ISO 31010 [9], ISO/IEC Guide 51 [10], ISO Guide 73 [11]) vereinbar sein. Weitere Normen, mit denen der RBIF ebenfalls vereinbar sein kann, sind EN 13306 [12], ISO/DIS 45001, ISO 22301 [13], IEC 61508/IEC 61511 [14], [15] und ISO/IEC 17020 [16].

5.2.2 Anlagen- und Prozessdokumentation

Die Erarbeitung eines risikobasierten Inspektionsplans für unterschiedliche Geräteeinheiten muss einem genau festgelegten, gründlichen und logischen Prozess folgen, um sicherzustellen, dass alle maßgebenden Informationen berücksichtigt wurden und keine kritischen Faktoren übersehen werden.

Der RBI-Prozess muss in einem schriftlichen Verfahren eindeutig dokumentiert werden. Dieses dokumentierte Verfahren muss in Bezug genommen, genehmigt und gesteuert werden. Das Verfahren muss alle Schritte des Risikobeurteilungsprozesses festlegen einschließlich der Anforderungen an die Datenreise und die Datenqualität aller für die Risikobeurteilung verwendeten Datensätze. Das Verfahren muss im Detail

erklären, wie die Ausfallwahrscheinlichkeit (PoF) und Ausfallkonsequenz (CoF) festgestellt werden, und wie diese Informationen dazu verwendet werden, um den Risikograd und Inspektionspläne festzulegen.

Es ist von grundlegender Wichtigkeit, dass alle RBI-Beurteilungen eindeutig dokumentiert werden, einschließlich aller Faktoren, die zur endgültigen festgelegten Risikobeurteilung beitragen. Die Dokumentation muss folgende Mindestangaben enthalten:

- Teammitglieder, welche die Beurteilung durchgeführt haben und deren Fachkenntnisse;
- Datum der vorhergehenden Beurteilung;
- Intervall bis zur erneuten Beurteilung;
- Liste der zur Ermittlung des Risikos angewendeten Faktoren (Schweregrad, Ausfallwahrscheinlichkeit und Beanspruchung);
- Liste der während der Beurteilung getroffenen Annahmen;
- Ergebnisse der Risikobeurteilung für ungeminderte Risiken;
- erforderliche Maßnahmen, um neue geminderte Risikograde zu erreichen; und
- wahlweise: die Ergebnisse der Risikobeurteilung für geminderte Risikograde.

Die vorgenannten Dokumente helfen dabei, die Prozesse und die Änderungen an den Prozessen zu überprüfen und die Angaben bezüglich der Inspektion zu aktualisieren.

5.2.3 Anforderungen an das Personal

Der Rahmenplan zur risikobasierten Inspektion (RBIF) erfordert fachkundiges Personal auf allen Ebenen sowie geeignete Routinen zur Ausführung der Beurteilung. Das RBI-Programm muss das Personal festlegen, das an den jeweiligen Stufen der Risikobeurteilung beteiligt ist, einschließlich der erforderlichen Qualifikationen, Schulungen sowie des anlagenspezifischen Wissens und der Erfahrung des Personals. Das RBI-Team sollte folgende Mitglieder haben:

- einen Teamleiter (Prozessbegleiter);
- einen Spezialisten für Werkstoffe und Schadensmechanismen mit ausreichender Qualifikation und Erfahrung, um den Prozess zu verstehen, Ausfallmechanismen zu prognostizieren und Einschränkungen von Inspektionstechniken zu erkennen;
- einen Spezialisten für Inspektion/ZfP und Instandhaltung;
- einen Spezialisten für Anlagenbetrieb und Prozesse;
- Personal zur Beurteilung der Zuverlässigkeit und der Risiken, HSE-Personal sowie Personal für Finanz- und Geschäftsfragen; und
- sonstige Fachkraft/Fachkräfte nach Bedarf.

Es muss jedoch nicht jeder Kompetenzbereich durch eine andere Person vertreten werden, da Einzelpersonen über Fachwissen auf mehreren Gebieten verfügen können.

Das RBI-Team muss die folgenden Kompetenzfelder umfassen, was schriftlich nachzuweisen ist: Inspektion, Instandhaltung, Werkstoffe und Schadensmechanismen, Prozesstechnologie, RBI, Durchführung (Betrieb) und Prozessbegleitung. Für jedes Kompetenzfeld sind Anforderungen in Bezug auf Fachwissen und

Erfahrung festzulegen, wobei zu berücksichtigen ist, dass es Personen geben kann, die über Fachkenntnisse in mehreren Fächern/auf mehreren Gebieten verfügen.

In besonderen Fällen kann es je nach Branche/Industriezweig vorkommen, dass weitere besondere Fachkenntnisse für das Personal erforderlich sind. Darüber hinaus werden möglicherweise auch durch örtliche Vorschriften und Gesetzgebungen Anforderungen an die Fachkenntnisse gestellt. Die Zusammenstellung der Fähigkeits- und Erfahrungswerte der unterschiedlichen Personen im Team sowie deren Unabhängigkeit sollten außerdem wohl überlegt sein. Obwohl einzelne oder mehrere Fähigkeiten von nur einer Person beherrscht werden können, ist an dieser Stelle hervorzuheben, dass die RBI-Planung eine Teamleistung darstellt und in der Regel einen Prozessbegleiter benötigt.

5.2.4 Anforderungen zur Ausführung einer CoF-Analyse

5.2.4.1 Allgemeine Anforderungen

Die CoF-Beurteilung muss mit einer treffenden Beschreibung des Systems oder der Einheit beginnen, welche im RBI-Prozess betrachtet wird. Maßgebende Angaben zum System, wie z. B. Ort, Maße, Werkstoffe und Prozessdaten, wie Temperatur, Druck sowie Fluid-/Gaseigenschaften müssen verfügbar sein.

Die eigentliche Analyse erfolgt in Anbetracht der maßgeblichen Schadensmechanismen und Ausfallarten des Systems oder Gerätes. Die Analyse sollte dann zu einer glaubwürdigen Klassifizierung der möglichen Folgen der entsprechenden Ausfallart führen.

Zur Beurteilung der CoF müssen mindestens die HSE-bezogenen Gesichtspunkte berücksichtigt werden. Wird der RBI-Prozess statt zur finanziellen Optimierung zur Sicherstellung des HSE herangezogen, dürfen einzelne Aspekte (HSE und/oder die geschäftlichen Konsequenzen) nicht gemittelt werden.

Ein potenziell gefährliches Ereignis führt nur dann zu Konsequenzen bezüglich der Gesundheit und Sicherheit von Personen, wenn sich diese zu jenem Zeitpunkt im Gefahrenbereich aufhalten und über keine Möglichkeit verfügen, die Gefährdung zu verhindern oder sich vor dieser zu schützen. Es ist daher unerlässlich, diese beiden „mindernden“ Faktoren für eine realistische Beurteilung der Folgen einer Ausfallart zu berücksichtigen. Mitunter können gefährliche Ereignisse jedoch zu einem Dominoeffekt führen, woran komplexe Situationen beteiligt sind, was berücksichtigt werden sollte.

Konsequenzwerte könnten aus vorhandenen quantitativen Risikobeurteilungen oder weiteren Analysen zur Risikobeurteilung, die sich mit den Konsequenzen einer Freisetzung befassen, abgeleitet werden. Für die Beurteilung der $CoF_{\text{Sicherheit}}$, $CoF_{\text{Gesundheit}}$ und CoF_{Umwelt} ist die Masse des Fluids, das aufgrund einer Undichtigkeit freigesetzt wird, gewöhnlich der Hauptfaktor. Im Fall einer Freisetzung muss der Bestand an isolierbaren Abschnitten einer verfahrenstechnischen Anlage betrachtet werden. Der Bestand ist die Gesamtmasse des Fluids, das in einem einzelnen isolierbaren Abschnitt vorhanden ist. Bei der Beurteilung muss die Masse (Volumen, Dichte) des gesamten Bestands anstelle der einzelnen kleineren Masse des Fluids in jeder Einheit des Gerätes genutzt werden. Diese Abschnitte werden oftmals durch Notabschaltventile (ESV) festgelegt. Die wesentlichen CoF-Anforderungen [4] für den RBIF werden in den nachfolgenden Unterabschnitten erklärt.

5.2.4.2 Anerkannte Modelle

Das CoF-Beurteilungsverfahren muss gegenüber modernsten (etablierten) Konsequenzmodellen verifiziert/bewertet werden, die allgemein angewendet und anerkannt werden, und auf die in der frei zugänglichen Literatur verwiesen wird, z. B. IEC/ISO 31010 [9].

5.2.4.3 Anforderungen bezüglich $CoF_{\text{Sicherheit}}$

Sofern notwendig, muss die Beurteilung der $CoF_{\text{Sicherheit}}$ durch die verantwortlichen Behörden nach den geltenden (z. B. nationalen) Vorschriften dokumentiert und genehmigt werden.

Die Verfahren können auf mindestens einem oder mehreren der folgenden Aspekte beruhen (abhängig von der Art des Geräts und des Fluids):

- freigesetzter Massenstrom;
- Art der Freisetzung (spontane Freisetzung der gesamten enthaltenen Menge oder Freisetzung mit einer bestimmten Geschwindigkeit bei Leckverlust);
- Entflammbarkeit;
- Toxizität;
- freigesetzte Energie (Druck oder Wärme); und
- kinetische Energie von Projektilen (kinetische Energie von Bruchstücken des Gerätes mit dem Potenzial eines Dominoeffekts).

5.2.4.4 Anforderungen bezüglich CoF_{Gesundheit}

Sofern notwendig, muss die Beurteilung der CoF_{Gesundheit} durch die verantwortlichen Behörden nach den geltenden (z. B. nationalen) Vorschriften wie in 5.2.4.3 angegeben dokumentiert und genehmigt werden.

Die Verfahren können auf mindestens einem oder mehreren der folgenden Aspekte beruhen (abhängig von der Art des Geräts und der Freisetzung):

- Eigenschaften der Freisetzung, welche die Gesundheit beeinträchtigen;
- freigesetzte Masse; und
- akute oder langfristige Auswirkungen auf Personen/die Bevölkerung.

5.2.4.5 Anforderungen bezüglich CoF_{Umwelt}

Die Beurteilung der CoF_{Umwelt} muss durch die verantwortlichen Behörden nach den geltenden (z. B. nationalen) Vorschriften wie in 5.2.4.3 angegeben dokumentiert und falls notwendig genehmigt werden.

Die Umweltauswirkungen müssen die Auswirkungen auf den Boden, die Luft, Oberflächenwasser und Grundwasser einschließen.

Die Verfahren können auf mindestens einem oder mehreren der folgenden Aspekte beruhen (abhängig von der Art des Geräts und der Freisetzung):

- Eigenschaften der Freisetzung, welche die Umwelt beeinträchtigen;
- freigesetzte Masse;
- direkte und indirekte Auswirkungen auf Flora und Fauna; und
- Maßnahmen zur Schadensbehebung.

5.2.4.6 Anforderungen bezüglich CoF_{Geschäftsbetrieb}

Die Beurteilung der CoF_{Geschäftsbetrieb} sollte auf die gleiche Weise wie die übrigen Konsequenzen dokumentiert werden.

Es ist erforderlich, die finanziellen Auswirkungen eines Ausfalls von Anlagen und des gänzlichen oder eines teilweisen Produktionsstillstands zu berücksichtigen. Schäden an Anlagen umfassen üblicherweise die Werkstoff- und Arbeitskosten für die Instandsetzung und/oder den Austausch der Geräte. Kosten im Zusammenhang mit Produktwerten könnten z. B. entgangene Einnahmen durch Produktionsausfälle wegen der Stilllegung und/oder dem Verlust der Einhausung, geringere Margen im Falle von nicht spezifikationsgemäßen Produkten oder reduzierter Durchsatzmenge und Kosten für die Wiederaufbereitung, usw. sein. Die Auswirkungen eines Ausfalls können zugleich finanzielle Folgen hinsichtlich der sogenannten immateriellen Werte, wie z. B. die Reputation, haben.

5.2.5 Anforderungen zur Ausführung einer PoF-Analyse

5.2.5.1 Allgemeine Anforderungen

Die Haupt-RBIF-Anforderungen für die PoF-Analyse sind:

- 1) anerkannte Modelle;
- 2) Konservatismus bei der Anwendung vereinfachter Ansätze;
- 3) Prüffähigkeit der Ergebnisse;
- 4) Ansätze auf mehreren Ebenen (Früherkennung — detaillierte Untersuchungen, auf der Ebene der Anlagenhierarchie); und
- 5) zusätzliche zu berücksichtigende Aspekte.

Diese Anforderungen werden im Folgenden detailliert beschrieben.

5.2.5.2 Anerkannte Modelle

Das PoF-Beurteilungsverfahren muss gegenüber anerkannten (etablierten) Abbaumodellen verifiziert/bewertet werden, die allgemein angewendet und anerkannt werden und auf die in der frei zugänglichen Literatur verwiesen wird (z. B. Normen wie IEC/ISO 31010) [9].

5.2.5.3 Konservatismus bei der Anwendung vereinfachter Ansätze

Verfügbare Verfahren zur Beurteilung der Ausfallwahrscheinlichkeit können sich in ihren Detaillierungsgraden unterscheiden. Die Ergebnisse eines vereinfachten Ansatzes, wie z. B. einer Risikofrüherkennung müssen im Vergleich zu den Ergebnissen einer detaillierteren Analyse konservativer Natur sein.

5.2.5.4 Prüffähigkeit der Ergebnisse

Die Ergebnisse müssen für eine Begutachtung durch unabhängige Fachkollegen (Peer Review) prüffähig sein, weshalb die Methodik, die Eingabedaten, die Entscheidungskriterien und die Ergebnisse dokumentiert werden müssen (die Ergebnisse dürfen in einem genehmigten Dokument aufgezeichnet werden).

5.2.5.5 Ansätze auf mehreren Ebenen (Früherkennung — detaillierte Untersuchung, auf der Ebene der Anlagenhierarchie)

Qualitative, semi-quantitative oder quantitative Ansätze (die von einer Früherkennung bis zu einer detaillierten Untersuchung reichen) müssen angewendet werden. Beschreibende Begriffe, wie z. B. „sehr hoch“ bis „sehr niedrig“ oder ähnlich können nur verwendet werden, wenn eine objektive Interpretation dieser Begriffe gegeben ist. Der Ansatz kann auf mehreren Ebenen erfolgen, sowohl hinsichtlich der „qualitativen/quantitativen“ Bestimmung, als auch hinsichtlich der Ebene der Anlagenhierarchie.

5.2.5.6 Weitere zu berücksichtigende Aspekte

Die PoF-Beurteilung muss durch genau festgelegte Grenzbedingungen strukturiert sein. Die PoF-Beurteilung sollte so durchgeführt werden, dass die folgenden Aspekte bei der Überwachung des Betriebs und der Identifizierung der maßgeblichen Abbaumechanismen berücksichtigt werden:

- Identifizierung der Anfälligkeit für Abbaumechanismen;
- Festlegung realistischer Schadenshäufigkeiten („bestmögliche Schätzung“);
- Bestimmung der Störanfälligkeit und/oder Beurteilung der Wahrscheinlichkeit, dass ein bestimmtes Schadensniveau die Schadenstoleranz des Geräts übersteigt und so zu einem Ausfall führt;
- Analyse möglicher Wechselwirkungen oder Synergieeffekte für alle aktiven und potenziellen Abbaumechanismen;
- Beurteilung der Auswirkungen des Inspektions- und Überwachungsprogramms in der Vergangenheit sowie des für die Zukunft geplanten;
- Bestimmung des Vertrauensniveaus hinsichtlich der Schadenshäufigkeit, z. B. unter Berücksichtigung der folgenden Aspekte:
 - a) Inspektionshistorie und Wirksamkeit;
 - b) Prozessparameter und verfügbare Prozessdaten;
 - c) Abbaumodelle, deren Anwendbarkeit und Schwächen;
 - d) Wirksamkeit von Minderungsmaßnahmen, wie z. B. die Auswirkung von Inhibitoren und Neubeschichtungen; und
 - e) Aktualisierung des Vertrauensniveaus nach der Inspektion.
- Bestimmung der PoF in Bezug auf das geplante Intervall bis zur nächsten Inspektion; und
- Bestimmung der PoF in Bezug auf die Risiko-Annahmekriterien.

5.2.6 Anforderungen an die Risikobeurteilung

Die Anforderungen hinsichtlich des Personals, der PoF-Beurteilung und der CoF-Beurteilung gelten auch für die Risikobeurteilung [4]. Neben den bereits angegebenen Anforderungen sind auch die folgenden zusätzlichen Anforderungen zu erfüllen:

- 1) Die Entwicklung eines Szenarios für jede Ausfallart ist ein Schritt von kritischer Wichtigkeit. Hierfür sollten solche Techniken wie z. B. eine Fehlerbaumanalyse, Ereignisbaumanalyse, Bayessche Netze, Ursache-Wirkung-Verfahren, Bow-Tie-Diagramme und ähnliche berücksichtigt werden.
- 2) Die Leistungsfähigkeit der risikomindernden Maßnahmen muss mit identifizierten Ausfallarten in Verbindung stehen und die projizierte Risikominderung sollte abgeschätzt werden und/oder den ALARP-Grundsätzen folgen.

5.3 RBIF innerhalb des übergreifenden Managementsystems

Die Entwicklung und Umsetzung eines RBIM-Planes erfordert Ressourcen, (z. B. Personal, ausreichendes Budget, Ersatzteile und Dokumentation usw.). Die Leitung muss die Wirksamkeit der RBIM beurteilen, indem Leistungskennzahlen, wie die Vollständigkeit der Umsetzung, Undichtigkeiten und Beinahe-Leckagen,

überfällige Inspektions-/Instandhaltungsaufgaben, Zuverlässigkeit, Kosten und Ähnliches überwacht werden.

Die RBIM-Planung erfordert den Einsatz eines interdisziplinären Teams mit einer Vielzahl von technischen Fachkenntnissen. Die Leitung muss die Zielsetzungen hinsichtlich der annehmbaren Risikograde bei Inspektions- und Instandhaltungsmaßnahmen identifizieren und festlegen. Die Zielsetzungen sollten transparent sein und die übergreifenden Ziele des Unternehmens im Hinblick auf Gesundheitsschutz, Arbeitssicherheit, Umweltschutz, Produktion, Qualität sowie Ruf und Ansehen, usw. unterstützen. Die Zielsetzungen sollten auch nationalen oder anderen normativen Anforderungen und/oder möglichen weiteren Anforderungen (z. B. vertraglichen Anforderungen usw.) entsprechen.

Die RBIM-Strategie muss sicherstellen, dass risikomindernde Maßnahmen identifiziert und umgesetzt werden, bevor die Gesundheits-, Sicherheits- und Umweltrisiken (HSE), die mit dem Ausfall eines Geräts in Zusammenhang stehen, ein unannehmbares Maß erreichen. Wenn die HSE-Risiken innerhalb zulässiger Grenzen liegen/annehmbar sind, können dennoch Maßnahmen zur Minderung der wirtschaftlichen/geschäftsbezogenen Risiken erforderlich sein.

Der RBIM-Rahmenplan ist als Teil des übergreifenden Arbeitsprozesses zur Prüfung der Instandhaltungsausführung (MEI) und des Qualitätsmanagementsystems (QMS) anzusehen und muss Folgendes berücksichtigen:

- Festlegung von Zielsetzungen, Zielen und Anforderungen;
- Einführung eines oder mehrerer Inspektions- und Instandhaltungsprogramme(s);
- Planung von Aufgaben und Maßnahmen im Zusammenhang mit Inspektion und Instandhaltung;
- Ausführung von Arbeitsaufträgen;
- Berichterstattung über Ausfälle und Zustände;
- Vorbereitung und Durchführung von Verbesserungs-/Korrekturmaßnahmen;
- Anlagenmanagement;
- Änderungsmanagement;
- Sicherstellung der sicheren Produktion und sicherer Arbeitsabläufe;
- Notfallreaktionsmaßnahmen und -steuerungen;
- Untersuchung von Zwischenfällen;
- Schulungen; und
- Kontrolle und Qualitätssicherung.

5.4 Verträglichkeit mit weiteren bekannten Ansätzen

Der in dieser Norm vorgeschlagene übergreifende RBIF-Ansatz auf der Grundlage von CWA 15740:2008 [1] ist grundsätzlich mit weiteren wesentlichen risikobasierten Ansätzen wie z. B. von API [17], VGB [18] und ASME [19] [20] verträglich und verfolgt ähnliche Ziele. Obwohl die Grundsätze weitgehend ähnlich sind, werden die Anwender jedoch davor gewarnt, identische Ergebnisse zu erwarten. Die Anwendung anderer Ansätze für dieselbe Anlage, denselben Fall oder dasselbe System kann zu Unterschieden in den Ergebnissen führen.

6 Der RBIF-Prozess

Der RBIF-Prozess gibt eine Anleitung zur Entwicklung und Aufrechterhaltung eines risikobasierten Inspektions- und Instandhaltungsprogramms, das vorzugsweise in eine Umgebung höherer Güte oder eine Risikomanagementumgebung integriert wird, wie z. B. Anlagenintegritätsmanagementsystem (AIMS, en: Asset Integrity Management System), integriertes Risikomanagementsystem (IRM, en: Integrated Risk Management) und Prozesssicherheits-Managementsystem (PSMS, en: Process Safety Management System). Der RBIF-Prozess ist auf viele Branchen/Industriezweige und auf verschiedene Arten von Geräten anwendbar. Er gilt hauptsächlich für statische Druckgeräte, ist aber auch auf rotierende Geräte, Sicherheitssysteme und elektrische Geräte/Instrumente anwendbar; die Schritte des Prozesses sind für alle Fälle gleich, selbst wenn die einzelnen Modelle und Werkzeuge, die zur Beurteilung der Wahrscheinlichkeit oder der Konsequenz eines Ausfalls eingesetzt werden, zwischen den unterschiedlichen Anwendungen möglicherweise variieren.

Der RBIF-Prozess umfasst die folgenden Hauptschritte:

- 1) anfängliche Analyse und Planung;
- 2) Erfassung von Daten und Validierung;
- 3) Risikoanalyse auf mehreren Ebenen (Risikobeurteilung);
- 4) Entscheidungsfindung und Maßnahmenplan;
- 5) Ausführung und Berichterstattung; und
- 6) Leistungsüberprüfung/Evergreening-Phase.

Eine Übersicht über den RBIF einschließlich der auf die Funktionsfähigkeit bezogenen Instandhaltung (RCM [36]) für Funktionsausfälle ist im Bild 2 dargestellt. Funktionsausfälle sind hier eingeschlossen, um darzustellen, dass RCM demselben Weg wie RBI folgt und eine proaktive Instandhaltungsplanung ergibt.

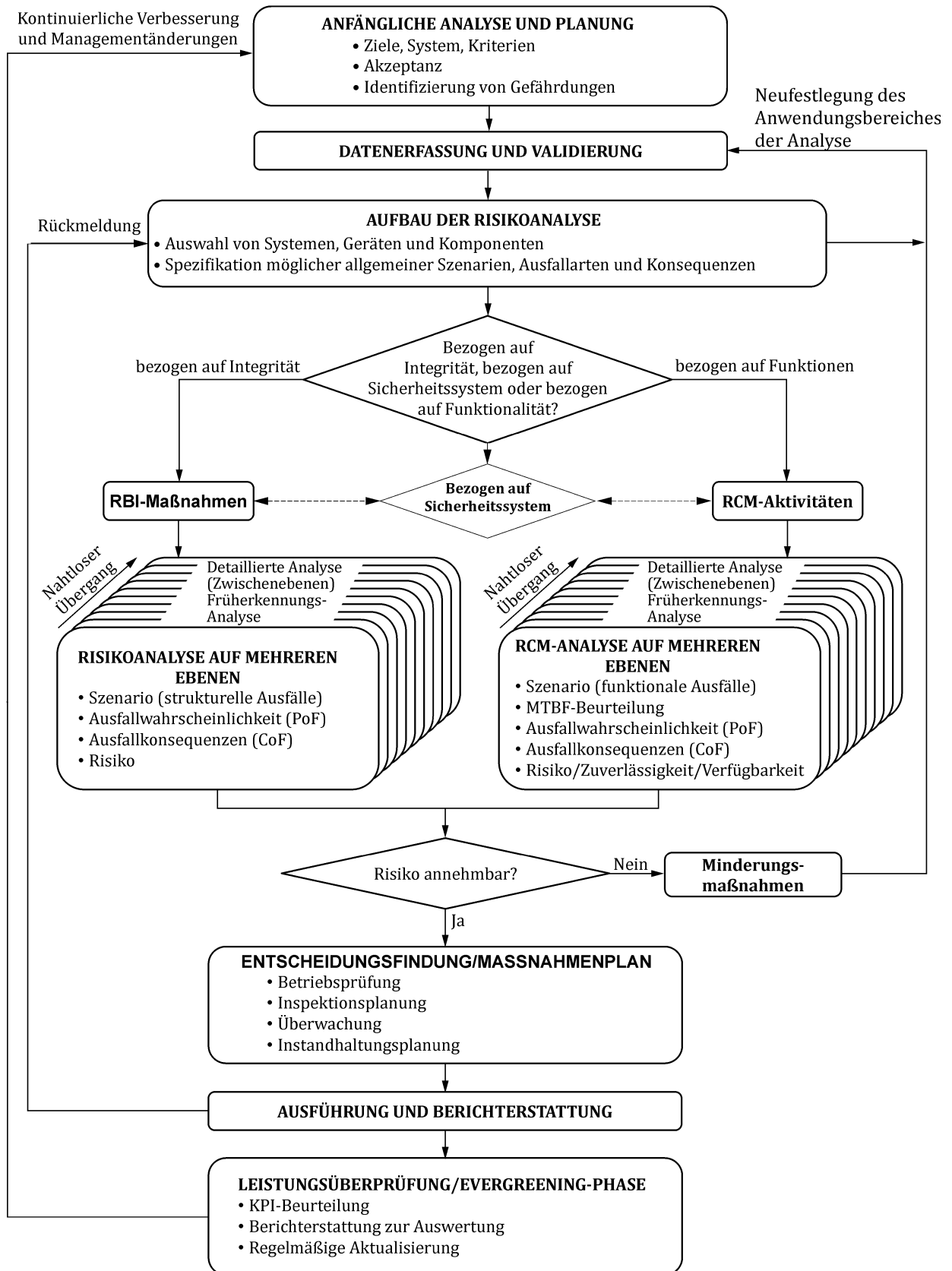


Bild 2 — Rahmenplan des RBIM-Verfahrens innerhalb des übergreifenden Managementsystems

7 Anfängliche Analyse und Planung

7.1 Allgemeine Beschreibung und Anwendungsbereich

7.1.1 Allgemeines

Die anfängliche Analyse und Planung ist eine entscheidende Phase im RBIF. In dieser Phase sind die Zielsetzungen des RBIF, der Anwendungsbereich des RBIF (hinsichtlich Systemen und Teilsystemen) und die maßgeblichen Kriterien für die Beurteilung in angemessener Form festzulegen.

7.1.2 Planung und vorläufige Analyse

Die Phase der anfänglichen Analyse und Planung beginnt unmittelbar nachdem die Entscheidung getroffen wurde, RBI an einem Ort (oder in einer bestimmten Anlage oder einem bestimmten Bereich) umzusetzen. Diese Phase besteht aus den folgenden Schritten:

- 1) Festlegung von Zielsetzungen (z. B. Gesundheitsschutz- und Betriebssicherheitsziele im Unternehmen, Optimierung der Zeitplanung/Priorisierung und Umfang der nächsten Inspektion);
- 2) Festlegung von Systemen, Teilsystemen (Schleifen) und Geräten, die zu berücksichtigen sind, sowie der entsprechenden Abgrenzungen (z. B.: Vorheizeinrichtung vom Eingang x zum Ausgang y [P&ID Nr. xyz] einschließlich Druckbehältern xyz, Wärmetauschern xyz und Pumpen xyz usw.);
- 3) Festlegung des Anwendungsbereiches der Analyse einschließlich üblicher Betriebsbedingungen und Ausnahmesituationen, die zu betrachten sind (z. B. Hochfahren/Herunterfahren, Störungen, Unfälle usw.) sowie der abgedeckten Betriebszeiträume;
- 4) Festlegung der verfügbaren Datenquellen (z. B. Konstruktionsdaten, Gerätehistorie, Inspektionsdaten zu Geräten/Komponenten, PHA-Studien usw.);
- 5) Festlegung der zu berücksichtigenden Vorschriften;
- 6) Festlegung des Teams;
- 7) Festlegung der zu verwendenden Werkzeuge (einschließlich Software);
- 8) Vereinbarung über die Methodik und die Ziele mit den entsprechenden Beteiligten (z. B. Leitung, externe Stellen und/oder Behörden).

In den folgenden Unterabschnitten werden diese Schritte genauer beschrieben.

7.1.3 Festlegung von Zielsetzungen

In dieser Phase muss die Leitung messbare Zielsetzungen für die Beurteilung eindeutig festlegen und die vom Beurteilungsteam vorgeschlagene anzuwendende Verfahrensweise bestätigen. Diese Zielsetzungen werden größtenteils hinsichtlich der Auswirkungen auf Gesundheit, Sicherheit, Umwelt und den Geschäftsbetrieb festgelegt. Insbesondere muss die risikobasierte Inspektion und Instandhaltung bei Anwendung auf eine Anlage eine oder mehrere der folgenden Zielsetzungen betreffen:

- Erfüllung der Anforderungen der Gesundheitsschutz-, Betriebssicherheits- und Umweltschutzvorschriften durch Verringerung der entsprechenden Risiken mindestens auf ALARP-Niveau oder niedriger;
- Verbesserung der Sicherheit und Zuverlässigkeit der Anlage;

- Optimierung der Kosten für Inspektionen und Instandhaltung (möglicherweise auch der Produktion und Qualität); und
- Verlängerung der Gebrauchsdauer der Anlage, z. B. über ihre geplante Auslegungslbensdauer hinaus und Umsetzung einer geeigneten Strategie zum Lebensende der Anlage (End-of-Life-Strategie).

7.1.4 Festlegung von Systemen, Teilsystemen (Schleifen) und Geräten, die zu berücksichtigen sind

Die RBI-Analyse kann sich auf mehrere Anlagen, eine einzelne Anlage, bestimmte Systeme (Grundoperationen) einer Anlage, ein bestimmtes Gerät oder sogar auf Komponenten einer einzelnen Einheit eines Gerätes beziehen. Der erste Schritt besteht aus der Festlegung der betreffenden Systeme und/oder Teilsysteme (Schleifen).

Systeme werden im Allgemeinen auf der Grundlage der Funktionen, die sie ausführen, festgelegt. Die Teilsysteme müssen kontrollierbar und bedeutsam sein, damit sie zur Beurteilung bestimmter Probleme dienen können, die mit ihnen im Zusammenhang stehen, z. B. nach einem bestimmten Abbaumechanismus, Prozessfluiden, Prozessfunktionen, Prozessbedingungen, der Werkstoffauswahl, Bestandsgruppen usw. Der Detaillierungsgrad der Systeme, Geräte und ihrer Bauteile sowie ihre Hierarchie darf je nach ausgewählter Methodik (RBI/RCM) unterschiedlich sein. Der Bestand ist die Gesamtmasse des Fluids, die für die Freisetzung durch eine Leckage in einem isolierbaren Abschnitt einer verfahrenstechnischen Anlage verfügbar ist (Bestandsgruppe).

Durch Einteilung einer Prozesseinheit in Systeme, Teilsysteme usw. kann das Gerät als Ganzes einer Untersuchung unterzogen werden, um gegenüber der gesonderten Behandlung jeder einzelnen Geräteeinheit Zeit zu sparen. Wenn die Risiken bezüglich jeder Einheit eines Geräts im System eine gemeinsame Empfindlichkeit gegenüber Änderungen der Prozessbedingungen zeigen, dann kann eine einzelne Untersuchung ein Integritätsbetriebsfenster (IOW [21]) mit den gleichen Variablen und Spannweiten für das gesamte System festlegen. Das ist eine praktische Art und Weise, den Abbau in einem System zu beschreiben, zu verstehen und zu überwachen. Jedes System und Teilsystem sollte bezüglich seiner Grenzen eindeutig festgelegt werden, d. h. wo das System anfängt/aufhört, welche Geräte und Komponenten eingeschlossen sind usw. Die funktionalen Grenzen eines Systems können von der Art des Anlagenbetriebs abhängen.

Im Allgemeinen sollte die Festlegung des zu beurteilenden Systems nicht zu weit gefasst sein. Das Gesamtbild hinsichtlich Sicherheit und Integrität kann durch Komplexität oder zu viele Informationen getrübt werden, was zu Verwirrung und Fehldeutungen führt. Andererseits kann eine zu eng gefasste Festlegung dazu führen, dass der Überblick über die Auswirkung eines Ausfalls oder einer Prozessstörung in einem Teilsystem auf andere Teilsysteme verloren geht [27].

Um die Hierarchie herzustellen, wird jedes System in Teilsysteme, Geräte und/oder Orte eingeteilt, die mit einem Ausfall des Systems in Zusammenhang stehen könnten. Dieses „Auseinandernehmen“ muss fortgeführt werden, bis die kleinsten Komponenten erreicht werden, für die ausreichende Daten aus Inspektionen, Instandhaltungen und Ausfallhistorien vorliegen oder erfasst werden können. In bestimmten Fällen können Orte der Zustandsüberwachung (CML) verwendet werden, um die Überwachung und Instandhaltung eines Gerätes zu verbessern/optimieren.

7.1.5 Festlegung des Anwendungsbereiches der Analyse

Für die zu beurteilenden Systeme, Teilsysteme (Schleifen) und Geräte muss der Anwendungsbereich der Analyse bestimmt werden, einschließlich der Betriebsbedingungen, der Lasten und Ausnahmesituationen, (z. B. Störungen) sowie des betrachteten Betriebszeitraumes.

7.1.6 Festlegung der verfügbaren Datenquellen

Die verfügbaren Datenquellen müssen identifiziert werden. Die Daten müssen mindestens Folgendes umfassen:

- Konstruktionsdaten;
- Betriebsdaten; und
- historische Daten (Instandhaltungs- und Inspektionsaufzeichnungen), falls verfügbar/anwendbar.

Die Daten sollten bezüglich der Bedürfnisse der Anwendung (System oder Gerät), des Anwendungsbereiches der Beurteilung, des erwarteten Detaillierungsgrades (oder der zulässigen Unsicherheit) der Ergebnisse und des absehbaren zukünftigen Einsatzes abgestimmt sein.

Vor einer anfänglichen Analyse muss eine kurze Übersicht über die Anlage oder Einheit und deren Betrieb als Ganzes dargelegt werden, die, sofern verfügbar, die folgenden Angaben enthalten muss:

- Prozess-/Betriebshistorie;
- spezifische Prozess-/Betriebsanforderungen für Anlageneinheiten innerhalb des Anwendungsbereichs;
- Routinebetrieb;
- spezifische Begrenzungsfaktoren von Anlageneinheiten innerhalb des Anwendungsbereichs;
- Faktoren, die zu anormalen und gestörten Bedingungen führen können;
- mögliche zukünftige Prozess-/Betriebsprobleme;
- potenzielle Abbaumechanismen und einflussreiche Prozessvariablen sowie die üblichen Verfahren zur Minderung;
- Übersicht über die Inspektionshistorie, einschließlich Instandsetzungen und Änderungen; und
- Änderungsmanagement-(MOC)-Liste (Anlagen-, Feldänderungen).

Wenn keine Daten vorhanden sind (z. B. bei der Inspektionshistorie, weil sich die Anlage oder Einheit noch in der Entwicklungsphase befindet), muss ein konservativer Risikoansatz basierend auf den Fachkenntnissen und der Erfahrung des RBI-Teams angewendet werden.

7.1.7 Festlegung der zu berücksichtigenden Vorschriften

Die anwendbaren behördlichen Anforderungen sind zu identifizieren. Diese Anforderungen dürfen die Qualifikation von Teammitgliedern, zu verwendende Softwarewerkzeuge (siehe 7.1.8 und 7.1.9 nachstehend), vorgeschriebene Inspektionsintervalle usw. einschließen.

7.1.8 Festlegungen für das Team

Eine erfolgreiche risikobasierte Beurteilung erfordert kompetente technische Eingaben und die Standpunkte verschiedener Fachrichtungen. Dies kann praktisch nur durch eine Teamleistung erreicht werden. Zur Vorbereitung der Verfahrensweise sollten die erforderlichen Fachkenntnisse des Teams festgelegt werden. Das RBI-Team muss Fachkenntnisse in den folgenden Feldern haben:

- Inspektion und Instandhaltung;
- bestimmte gerätebezogene Fachrichtungen (z. B. Werkstoffe, Korrosion, Elektrik, Instrumentierung und Steuerung, ortsfeste und rotierende Maschinen usw.);
- Belange des Gesundheitsschutzes, der Betriebssicherheit und des Umweltschutzes;