

# Prüffristenflexibilisierung – ein Grundbaustein moderner Instandhaltungsstrategien

Von P. KEILHOFER und R. KAUER\*

## 1 Einführung

Spätestens seit Mitte der 90er Jahre war durch den steigenden Wettbewerbsdruck der Ruf der Raffineriebetreiber nach einer Flexibilisierung des starren »Shut-down«-Konzepts unüberhörbar geworden.

Sich stetig verändernde gesetzliche Rahmenbedingungen (DGRL, BetrSichV) und konzerninternes Benchmarking haben ein Übriges dazu getan, den Kostenfaktor »Inspektion« zu überdenken und neu in einer optimierten Instandhaltungsstrategie zu positionieren.

Der legitime Ansatz, den die Raffineriebetreiber sich dabei zunutze machen wollten, war der schon in allen Vorgängerverordnungen der Betriebssicherheitsverordnung vorhandene »Öffnungsparagraph«, nach dem die gleiche Sicherheit auch auf andere Weise als durch wiederkehrende Prüfungen nach dem in den einzelnen Verordnungen vorgegebenen Rhythmus und Anwendung der ebenfalls vorgegebenen Prüfinhalte nachgewiesen werden kann.

Die bayrischen Raffineriebetreiber haben den TÜV Süd von Anfang an in alle Aktivitäten zu diesem Thema einbezogen.

Die Beweggründe lagen auf der Hand:

- Praktisch alle relevanten Anlagenkomponenten (Hauptkostenfaktor) unterliegen gesetzlichen Vorgaben.
- Der TÜV Süd ist seit Errichtung in die Anlageninspektion eingebunden, sowohl aus Gründen der verschiedenen gesetzlichen Überwachungspflichten als auch aus weitergehenden Betreiberinteressen.
- Das Ziel musste von Anfang an eine Anerkennung der Arbeiten durch die Aufsichtsbehörden sein.
- Auf Grund der interdisziplinären Anforderungen der Aufgabenstellung ist ein Partner nötig, der zu möglichst vielen Detailfragen Lösungen und Ressourcen bereitstellen kann.

Ebenso eindeutig sichtbar war aber auch die Notwendigkeit, diese Aktivitäten in ein Gesamtkonzept einzubinden. Sie wurden des-

halb nie als singuläres Ereignis verstanden, sondern als Anfang eines neuen Verständnisses von Inspektion – auch in Hinsicht auf die Erfüllung gesetzlicher Überwachungspflichten.

In gemeinsamen Gesprächen zwischen allen Betreibern, den zuständigen Behörden und dem TÜV Süd wurden die für machbar gehaltenen Ziele und der formale Weg festgelegt:

- Zustandsbestimmung für jede Einzelkomponente rechtzeitig vor Ablauf der gesetzlich festgelegten Frist für die Wiederholungsprüfung durch zusätzliche, wenn möglich on-stream, Inspektionsmaßnahmen
- möglichst genaue Abschätzung der Zustandsveränderungen bis zum Zeitpunkt des Ablaufs der Fristverlängerung
- Festlegung von evtl. für den Verlängerungszeitraum bei einzelnen Komponenten nötigen Inspektions-/Überwachungsmaßnahmen
- Bestimmung der »operating windows« und deren Überwachung durch den Sachverständigen
- abschließende gutachtliche Stellungnahme durch den Sachverständigen
- Genehmigung durch die federführende Aufsichtsbehörde, i.d.R. das zuständige Gewerbeaufsichtsamt.

Da allen Beteiligten von Anfang an die Unmöglichkeit der Abarbeitung der Aufgabe »zu Fuß« klar war, hat man sich schon im Vorfeld nach verwendbaren Tools umgesehen. Die Erfahrungen mit Komponenten wie einzelnen Behältern oder kleinen Kesselanlagen haben nahegelegt, beim Umgang mit den jetzt zu beurteilenden komplexen Gesamtanlagen mit ihren Wechselwirkungen untereinander, nicht ohne Softwareunterstützung zu arbeiten. Da die Raffinerien hierzu ja bekanntlich über ihre Mutterkonzerne vielfältige Möglichkeiten haben, wurden diese betreiberspezifisch genutzt.

Die Aufgabe des TÜV Süd beschränkte sich dabei auf die Adaption der einzelnen Softwarepakete für den gewünschten Anwendungszweck.

Die Umsetzung machte aber Probleme deutlich. Denn nicht immer waren die Bewertungsmaßstäbe, die zu einer Risikoeinschätzung führten, bekannt, und, falls sie bekannt waren, waren sie teilweise nicht mit denen des TÜV Süd deckungsgleich. So ergaben

die Anlagenerfahrungen des TÜV Süd abweichende Risikoeinschätzungen.

Die Begründung dafür ist eindeutig:

*Unterschiedliche Sicherheitsphilosophien in Herstellung und Betrieb führen zu unterschiedlichen Risikoeinschätzungen!*

Mit den Erfahrungen bei verschiedenen Tätigkeiten für alle bayrischen Raffinerien hat sich der TÜV Süd dazu entschlossen, eine möglichst umfassende Eigenentwicklung mit Nutzung aller im Haus vorhandenen Kompetenzen zu betreiben.

Dazu wurden insbesondere eingebracht:

- anlagentechnisches Know-how, sowohl aus der Herstellung als auch aus dem Betrieb
- das langjährige Wissen um die Erstellung von Bewertungsstrukturen (auch solcher, die der Bewertung durch eine Aufsichtsbehörde genügen)
- eigene Softwarekompetenz
- Geschäftsfeld und Branchen übergreifende Sach- und Fachkunde, insbesondere auch hinsichtlich der Beurteilung von »rotating equipment«
- Erfahrung aus der Mitarbeit in internationalen Gremien zu den Themen »RAM (Reliability, Availability und Maintainability)« und »RBI (Risk-Based Inspection)«.

## 2 Risiko-Orientierte Instandhaltung (ROI) – Prinzipielle Vorgehensweise

### 2.1 Allgemeines

Instandhaltungsoptimierung sollte sich nicht nur auf die Optimierung der Inspektionsstrategie beschränken, sondern die Gesamtheit der Maßnahmen, also auch organisatorische und betriebliche Aspekte beinhalten, ebenso wie die Betrachtung entsprechender Schnittstellen. Eine optimierte Instandhaltungsstrategie sollte somit die ausgewogene und gezielte Anwendung der »klassischen« Instandhaltungsmethoden (schadensbezogene, periodische oder zustandsorientierte Instandsetzung) einfordern. Erweitert werden die klassischen Methoden um die Einbeziehung der Auswirkungen auf die Ersatzteilhaltung, Anforderungen an die Fahrweise (Systemtechnik), Designänderungen, etc. Vor allem aber durch die konsequente Betrachtung der Auswirkungen eines möglichen Schadens hin-

\* Dipl.-Ing. Peter Keilhofer, TÜV Industrie Service GmbH, Geschäftsbereich Dampf und Drucktechnik, Regensburg (E-mail: Peter.Keilhofer@tuev-sued.de); Dr.-Ing. Robert Kauer, TÜV Industrie Service GmbH, Geschäftsbereich Festigkeit und Zuverlässigkeit, München (E-mail: Robert.Kauer@tuev-sued.de)

sichtlich Sicherheit, Gesundheit und Umwelt, ebenso wie hinsichtlich der dadurch verursachten primären und sekundären Kosten ergeben sich umfassende Kriterien, die sowohl für externe (z. B. Behörde, Arbeitsschutz, Öffentlichkeit) als auch interne (Sicherheitsniveau, Wirtschaftlichkeit, Verfügbarkeit) Bewertungen und Entscheidungsfindungen herangezogen werden können.

Einzelne Verfahren und Werkzeuge sollten innerhalb eines entsprechenden Systems zum Risk-Management (ähnlich Sicherheits- oder Qualitätsmanagement) zusammengefasst werden (Framework). Hierzu zählt zum Beispiel, dass Verantwortlichkeiten klar definiert sind. Hierzu gehört auch die Einbindung des Managements. Ebenso ist es wesentlich, dass Zielsetzungen und Akzeptanzkriterien eindeutig festgelegt und dokumentiert sind. Regelmäßig wiederkehrende Audits müssen die Einhaltung bestehender Rahmenbedingungen sowie deren künftige Berechtigung bzw. notwendige Anpassung und Modifikation ermöglichen. In Abb. 1 ist anhand eines vereinfachten Schemas dargestellt, wie ein derartiger Prozess zur Erzielung eines lebenden Systems (Evergreen Status) aussehen könnte. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass der gesamte Prozess von Beginn an durch ein multidisziplinäres Expertenteam mit entsprechendem Qualifikationsnachweisen (z. B. EN 45004 Inspection Body Type A) begleitet wird.

Wie ist es nun möglich, das Risiko eines Systems oder einer Komponente zu bestimmen? Welche Schäden sind eventuell tolerabel? Wie kann man beurteilen, inwieweit ein Instandhaltungskonzept ausgewogen ist? Wie und mit welchen Kosten kann der Betrieb eines Systems innerhalb eines akzeptablen Risikos gehalten werden? Wie ist dies möglich, wenn z. B. Fehler oder Risse an gewissen Komponenten bekannt sind?

**2.2 Risiko**

In einem risiko-orientierten System ist das Risiko eines Systems oder einer Komponente allgemeiner Bewertungsmaßstab zur Entscheidungsfindung. Wie oben dargestellt ist der Begriff »Risiko« in diesem Zusammenhang nicht auf sicherheitstechnische Kriterien beschränkt, sondern umfasst ebenso Aspekte wie Verfügbarkeit oder Produktqualität. Hierdurch wird die angestrebte Verbindung zur Beachtung wirtschaftlicher Gesichtspunkte geschaffen.

Definitionsgemäß ist das Risiko das Produkt aus der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Fehlers (Likelihood/Probability of Failure: LoF/PoF) und den Fehlerkonsequenzen (Consequence of Failure: CoF). Die Darstellung des Ergebnisses für ein System, eine Komponente erfolgt in der Regel als Position innerhalb einer Risikomatrix. In Abb. 2 ist als Beispiel eine 5 x 5-Matrix dargestellt. Die Ziffern innerhalb der Matrix bezeichnen die Anzahl der Komponenten in der jeweiligen Einstufung.

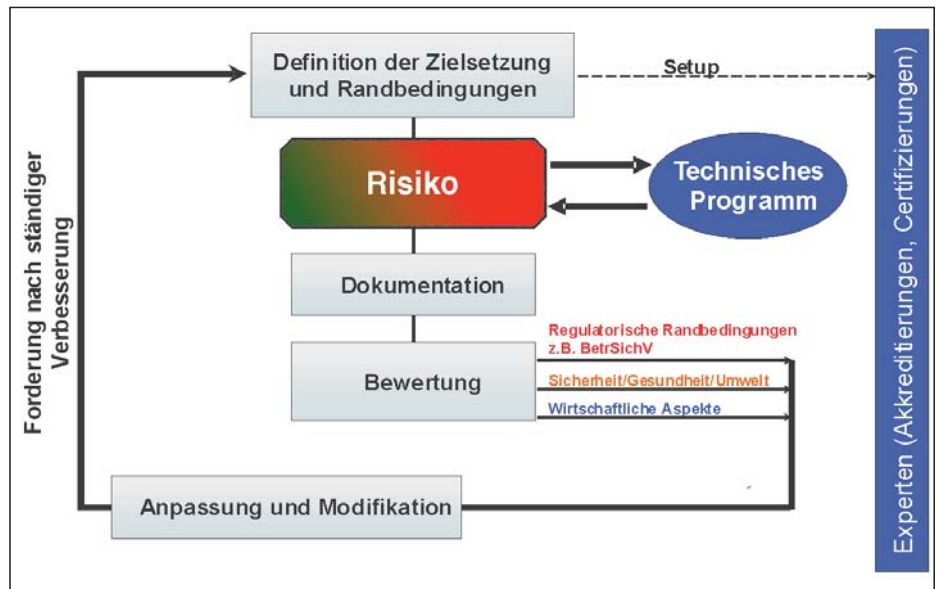


Abb. 1 Risiko-Orientierte Instandhaltung – prinzipieller Prozess der Umsetzung

Nach Festlegung der Zielsetzung sind die wesentlichen Module, aus denen sich die hier vorgestellte Vorgehensweise zusammensetzt:

- die Festlegung der zu erfassenden Systeme und Komponenten – (s. Kap. 2.3)
- die konsequente Auswertung der Betriebs Erfahrung sowie vorhandener generischer Daten (Data Mining) – (s. Kap. 2.4)
- die Ermittlung der Risiken, die durch die zu betrachtenden Systeme bzw. Komponenten hervorgerufen werden können (Risk-Ranking) – (s. Kap. 2.5)
- die Entscheidungsfindung zur Optimierung von Instandhaltungsmaßnahmen auf der Grundlage der ermittelten Erkenntnisse (z. B. wirkende Schädigungsmechanismen) und des ermittelten Risikogehalts (Risiko-orientierte Optimierung) – (s. Kap. 2.6).

Innerhalb der einzelnen Vorgehensschritte sind je nach Anforderung und Aufgabenstellung verschiedene Detaillierungsgrade möglich. Hierdurch können in Abhängigkeit von der Problemstellung optimierte Lösungen erarbeitet werden. Diese werden von einem Expertenteam in der Regel bestehend aus den Prozess- und Instandhaltungsfachleuten, den Betriebsingenieuren sowie den Sachverständigen der jeweiligen Anlage gegebenenfalls unter Heranziehen der entsprechenden Fachleuten aus dem Gebiet der Datenauswertung, Probabilistik, Systemsimulation, Festigkeit, Materialkunde, Zerstörungsfreier Prüfung (ZfP), Messtechnik usw. erarbeitet.

Vor allem bei komplexen Problemstellungen sollte der Gesamtprozess gegebenenfalls iterativ durchlaufen werden. So können in einem ersten Durchlauf unter Anwendung vereinfachter Methoden sensible Systembereiche herausgefiltert werden, die größtmögliches Optimierungspotential aufweisen (Screening). Detaillierte Betrachtungen können dann auf diese Systembereiche fokussiert werden.

Im Idealfall sollten nach einer erstmaligen Bewertung und der Umsetzung von Optimierungsmaßnahmen Betriebserfahrungen so fortgeschrieben werden, dass periodisch durchzuführende Neubetrachtungen ohne großen Aufwand möglich sind (Evergreen Status).

**2.3 Festlegung der Systeme und Komponenten**

Entsprechend der Zielsetzung können die Komponenten isoliert betrachtet werden oder, was anzustreben ist, entsprechend ihrer systemtechnischen Abhängigkeiten abgebildet werden. Hierzu sind unter Verwendung der Rohrleitungs- und Instrumentierungsschemata entsprechende Systemgrenzen zu definieren. Dies sollten unter dem Gesichtspunkt der Absperrbarkeit (Inventory Group) sowie der Bereiche mit gleichen Schädigungsmechanismen geschehen (Corrosion Loop). Zielt der erste Punkt auf die Bestimmung der Fehlerkonsequenzen (CoF – Bereiche gleichen Gefährdungspotenzials), so zielt der zweite Gesichtspunkt auf die Bestimmung der Schadenshäufigkeit (PoF – Bereiche gleicher Schädigungsmechanismen).

Beim Aufbau des Anlagenbaums ist darauf zu achten, dass möglichst vergleichbar vorgegangen wird. Dies wird erleichtert durch vordefinierte Komponenten (z. B. Rohrbündelwärmetauscher) und Subkomponenten (z. B. Mantelraum, Rohrraum-Rohre bzw. Rohrraum-Kopfteil). Eine gegebenenfalls weitere Unterteilung sollte möglich sein um kritische Subkomponenten abbilden zu können (z. B. Einlassstützen).

Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt ist die Beachtung und Einbindung bereits bestehender Ordnungssysteme.

Am Ende dieses Schrittes steht die abgebildete Anlagenhierarchie zur Verfügung und kann für die Datenerfassung bzw. den Datenaustausch genutzt werden.

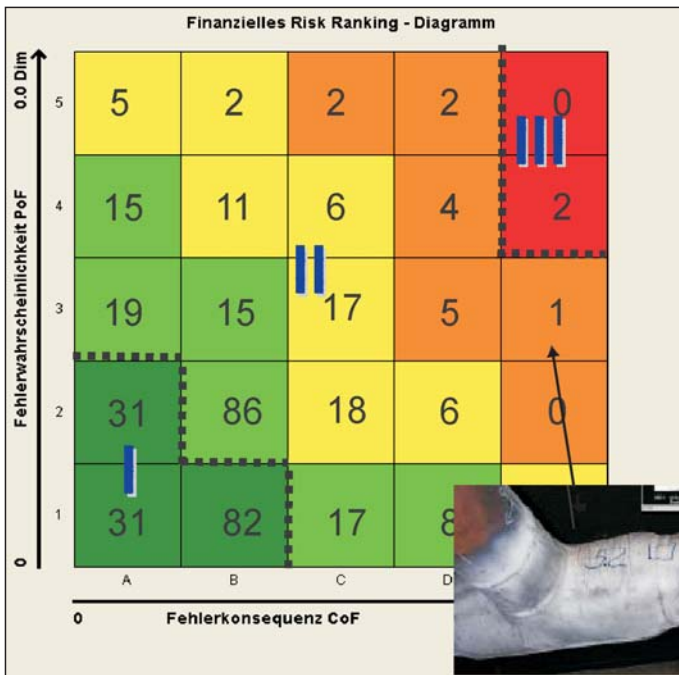


Abb. 2 Risikomatrix

**2.4 Erfassen und Auswerten relevanter Daten (Data Mining)**

In nahezu jedem Betrieb werden in einzelnen Teilbereichen Daten gesammelt und mehr oder minder effizient verarbeitet. Die gesammelten Daten beinhalten Informationen über den Aufbau von Systemen und Komponenten sowie Betriebserfahrungen. Oft verhindern traditionelle, arbeitsteilige Vorgehensweisen und unzureichend integrierende EDV-Systeme eine übergeordnete, bereichsübergreifende Erfassung und Auswertung relevanter Anlagendaten.

Die heute verfügbaren Leistungen moderner EDV-Systeme erlauben die Verarbeitung nahezu unbegrenzter Informationen und ermöglichen damit die Realisierung einer optimierten Instandhaltungsstrategie auf der Basis einer systematischen und anlagenübergreifenden Erfassung und Auswertung von Daten. Dazu werden alle im Unternehmen vorhandenen Wissensbestände, Anlagendaten und Betriebserfahrungen verknüpft und Ziel gerichtet ausgewertet.

Die Bewertung der Daten sollte unter Beachtung der folgenden Gesichtspunkte durchgeführt werden. In einem ersten Schritt sind die gesammelten Daten qualitätssichernden Maßnahmen zu unterziehen (Prüfen auf Plausibilität, richtige Zuordnung, vollständige Erfassung, korrekte Übertragung, etc.). Hierzu zählt neben der Daten-Relevanz (Wichtung der ermittelten Daten) auch die Daten-Repräsentanz (Feststellen von Inkonsistenzen, Kontaminationen, Ausreißern, Trends, etc.). Anschließend werden durch die Daten-Verdichtung die Ergebnisse in einer für die nachfolgenden Analysen erforderlichen Form zusammengestellt. Hierzu können in einem weiteren

Detaillierungsschritt durch mathematische Modelle Verteilungen erstellt werden, die das Ausfallverhalten der Systeme bzw. Komponenten charakterisieren (z. B. Normalverteilung, Weibullverteilung). Des Weiteren werden in diesem Schritt Kenngrößen ermittelt. Hier handelt es sich um klassische Instandhaltungskenngrößen wie z. B. MTBF (Mean Time between Failures) oder MTTR (Mean Time to Repair), selbstverständlich aber auch um Kenngrößen wie Korrosionsrate,

Zyklenzahlen, etc. Vor allem auch die Kosten einzelner Instandhaltungsmaßnahmen werden in diesem Schritt zusammengefasst dargestellt. Wesentlich im Zusammenhang mit den nachfolgenden Optimierungsschritten ist die Zusammenstellung der für die vorhandenen Medien, Werkstoffe und Belastungen zu berücksichtigenden Schädigungs-

mechanismen und Alterungsmechanismen. Es ist selbstverständlich, dass Ergebnisse aus bereits durchgeführten Analysen, die Teilaspekte der hier vorgestellten Fragestellungen behandeln (HAZOP, PHA, RAM etc.), in diesem Zusammenhang berücksichtigt werden können.

**2.5 Risikobewertung (Risk Ranking)**

Durch die Anwendung risiko-orientierter Bewertungsverfahren werden neben den Häufigkeiten (Ausfallwahrscheinlichkeit), mit der Störungen auftreten, auch die Auswirkungen technischer Störungen (Ausfallrelevanz, Schadensausmaß) bewertet. Über die Definition des Risikos wird so ein Kriterium geschaffen, das eine Beurteilung der Bedeutung einzelner Maßnahmen und damit auch eine Klassifizierung von Systemen bzw. Systembereichen ermöglicht (Risk Ranking). Im Wesentlichen sind hierbei zeitunabhängige (qualitative und quantitative Risikomatrix) und zeitliche Einflüsse berücksichtigende Verfahren (Systemsimulation) zu unterscheiden.

Generell müssen zunächst die betrachteten Anlagen bzw. Systeme in funktionale Einheiten (Komponenten wie Rohrleitungsstränge, Behälter, Armaturen ...) der zu bewertenden Anlage (oder des zu bewertenden Systems) aufgeteilt werden. Für jede Komponente sind wie oben beschrieben die Schadensarten (bei Wärmetauschern z. B. Bruch, Leckage, Fouling ...) und für diese

die Auswirkungen (Relevanzen) zu ermitteln. Ebenso müssen die Häufigkeiten, mit der die Schädigungen eintreten, bekannt sein. Prinzipiell wird bei der Ermittlung der Fehlerkonsequenzen in solche mit Bedeutung für Sicherheit, Gesundheit und Umwelt = CoF/SHE (Safety, Health, Environment) und in solche mit Auswirkungen auf die Verfügbarkeit bzw. Wirtschaftlichkeit = CoF/B (Business) unterscheiden. Bei der Bestimmung der PoF-Werte (Eintrittswahrscheinlichkeit) wird wo möglich auf die folgenden drei Basisquellen zurückgegriffen: Auswertung generischer Daten, Auswertung anlagenspezifischer Daten, Anwendung physikalischer Mo-

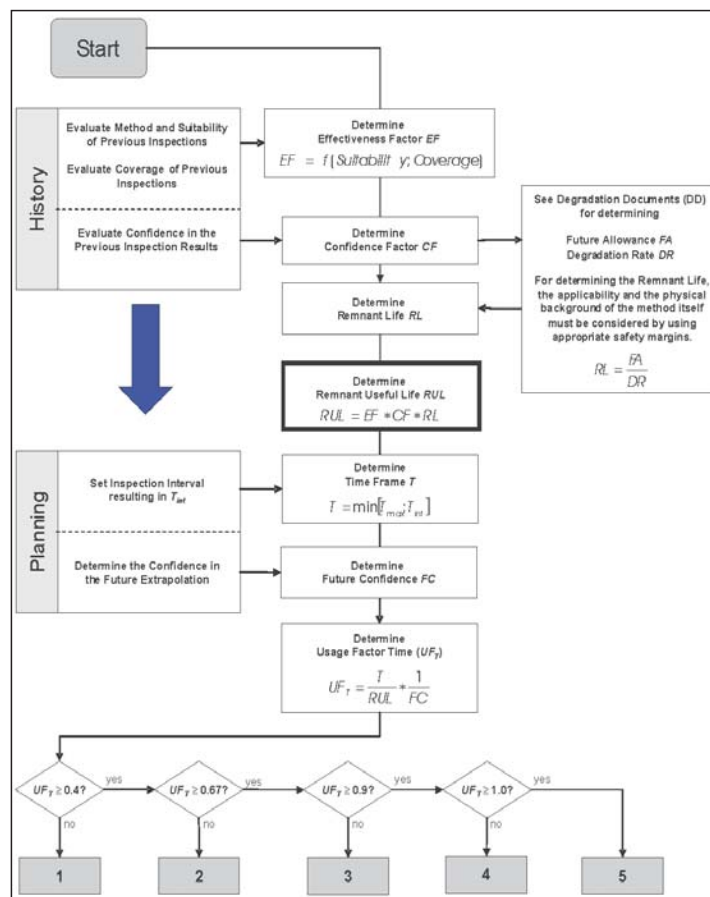


Abb. 3 Ablaufschema zur Bestimmung der PoF-Werte

delle. Bei der Bestimmung der CoF/B-Einstufung werden Daten hinsichtlich Anlagenausfall bzw. Leistungsreduktion, aber auch Kenntnisse hinsichtlich zu erwartender Reparaturkosten an primär und sekundär geschädigtem Equipment berücksichtigt. Prinzipiell wird sowohl die PoF- als auch die CoF-Einstufung durch entsprechende Experteneinschätzung (Expert Judgement) gestützt.

Um die entsprechenden Einstufungen für größere Systeme mit ihrer Vielzahl von Systemen und Komponenten sinnvoll durchführen zu können sind pragmatische und leistungsfähige Werkzeuge zur PoF- und CoF-Ermittlung nötig. Die Abbildung 3 zeigt das Tool zur Bestimmung des PoF-Wertes für alle zeitlich prognostizierbaren Alterungs- und Schädigungsmechanismen.

## 2.6 Risiko-orientierte Optimierung

Zur Ausschöpfung der Optimierungspotenziale sollte sich der Aufwand für Instandhaltung (Inspektion, Überwachung, Wartung), bezogen auf die Effektivität mit der die Instandhaltungsmaßnahme durchgeführt werden kann, orientieren am Risiko, das ein Versagen oder Ausfall der Komponente für die Anlage bedeutet.

In diesem Zusammenhang ist die Festlegung und Festschreibung von Akzeptanzkriterien für die Entscheidungsfindung von besonderer Bedeutung. Diese sollten sich nicht nur am Risiko (repräsentiert durch reine Iso-Risk-Linien in der Risikomatrix) orientieren, sondern vielmehr berücksichtigen, dass gewisse Prozesse, vor allem im Bereich Sicherheit, durch die Konsequenz eines Fehlers bestimmt werden. Des Weiteren gibt es auch Fehlerhäufigkeiten, die unabhängig von ihrer Konsequenzen zu unzumutbaren Störungen des Betriebsablaufes führen, so dass hierfür ebenfalls ein Abschneidekriterium vorhanden sein sollte. Innerhalb der Risikomatrix lassen sich aus unserer Sicht folgende drei prinzipiellen Bereiche (I bis III) unterscheiden (vgl. Abb. 2):

- *Bereich III:* inakzeptabel (unacceptable) – hier werden die Risiken als inakzeptabel betrachtet und müssen reduziert werden (z. B. Reparatur, Austausch, Containment).
- *Bereich II:* ALARP (as low as reasonably possible) – in diesem Bereich sollten durch geeignete Maßnahmen (u. a. Instandhaltungsmaßnahmen) die Risiken reduziert werden, sofern dies zielgerichtet (Kosten!) möglich ist. Aufwendungen sollten kritisch hinterfragt werden.
- *Bereich I:* akzeptabel (acceptable) – für diesen Bereich können minimale Anforderungen an die Instandhaltung definiert werden.

Insbesondere für die Bereiche I und II ist sicherzustellen, dass während des in die Zukunft gerichteten Betrachtungszeitraums keine Verschiebung in den nächsthöheren Bereich erfolgt. Dies gilt auch für den Fall

eventueller Maßnahmenreduzierungen. Generell gilt, dass gesetzliche Bestimmungen grundsätzlich eingehalten werden müssen. Hier bestehen aber durch das Vorliegen detaillierter Daten, Untersuchungen und Ergebnisse bei Anwendung der vorgestellten Methode die besten Voraussetzungen für eine Diskussion mit den Aufsichtsbehörden, sollte der Aufwand für eine vorgeschriebene Prüfung in krassem Missverhältnis zur Lage in der Risikomatrix liegen.

Effizient ist eine Instandhaltungsmaßnahme dann, wenn sie zum optimalen Zeitpunkt dort erfolgt, wo mit maximaler Wahrscheinlichkeit ein relevanter Schaden zu erwarten ist und die Instandhaltungsmethode optimal ist, um zu erwartende Schäden zu vermeiden (durch Wartung) oder zu erkennen (durch Inspektion oder Überwachung).

Je nach Risikobeitrag der einzelnen Systeme und Komponenten können dann abgestufte Anforderungen an durchzuführende Maßnahmen definiert werden. Hierzu ist es unerlässlich, dass bei der Datenerfassung alle relevanten Schädigungs- und Alterungsmechanismen erfasst wurden. Mit diesen Kenntnissen können dann entsprechende optimierte Lösungen erarbeitet bzw. bestehende Maßnahmen kritisch hinterfragt werden.

Bei der Bestimmung optimierter Intervalle für entsprechende Maßnahmen wird maßgeblich von der PoF-Einstufung ausgegangen, die ja den aktuellen Zustand der Komponente und die in der Zukunft zu erwartenden Schädigungen unter Berücksichtigung der identifizierten Schädigungsmechanismen repräsentiert. Der Umfang der Maßnahmen richtet sich dann nach dem Risikogehalt (z. B. Stichproben im unteren und 100 %-Prüfungen im oberen Risikobereich). Dies ist auch der Grund, warum der Begriff »risiko-orientiert« (risk-informed) dem Begriff »risiko-basiert« (risk-based) vorzuziehen ist, da die Entscheidungsfindung eben nicht ausschließlich auf der Risikoeinstufung basiert.

Für Komponenten mit höherem Risikobeitrag sind in jedem Fall höherwertige quantitative Untersuchungen anzustellen. Ebenso muss man sich darüber im Klaren sein, mit welchen Unsicherheiten die jeweilige Analyse befrachtet ist. Hier gilt der Grundsatz: je vereinfachter, desto konservativer muss die Abschätzung erfolgen. Zur Ausschöpfung aller Optimierungspotenziale ist auch die Durchführung von Fitness-for-Service (FFS)-Betrachtungen (z. B. API 579, BS 7910) Ziel führend, da nur mit detaillierten Betrachtungen die zur Optimierung von mit hohem Risikopotenzial behafteten Komponenten erforderlichen Informationen bereitgestellt werden können.

## 2.7 Ergebnisbeispiele

*Beispiel 1:* Für eine Prozess-Straße, bestehend aus mehreren Behältern und Wärmetauschern, wurde eine risiko-orientierte Be-

wertung nach dem TÜV-ROI®-Verfahren durchgeführt. Ziel war es, durch eine Anpassung des Prüfzyklusses für die innere Prüfung der Behälter eine Flexibilisierung des Anlagenbetriebs zu ermöglichen. Um ein mindestens gleich bleibendes Sicherheitsniveau für die Anlage zu gewährleisten werden bereits eingeplante Anlagenstillstände für Reinigungsmaßnahmen auch für begleitende Prüfmaßnahmen genutzt.

Um die Durchführbarkeit der Maßnahme zu zeigen, wurden drei Studien durchgeführt:

- a) Risikobewertung für den derzeitigen Prüfzyklus
- b) Risikobewertung für den verlängerten Prüfzyklus ohne begleitende Maßnahmen
- c) Risikobewertung für den verlängerten Prüfzyklus mit begleitenden Maßnahmen.

Die Verteilung der einzelnen Subkomponenten in der Risiko-Matrix für die drei betrachteten Fälle zeigt Abbildung 4. Die Zahlen in den einzelnen Feldern geben die Anzahl der Subkomponenten in der jeweiligen Risiko-Einstufung wieder.

Ausgehend von der Risiko-Verteilung für den derzeitigen Prüfzyklus (Abb. 4, links) erhält man bei dem verlängerten Prüfzyklus ohne begleitende Maßnahmen (Abb. 4, mitte) eine deutlich größere Anzahl an Subkomponenten mit erhöhtem Risiko-Potenzial. Somit ist eine Flexibilisierung des Prüfzyklusses ohne zusätzliche der Sicherheit dienende Begleitmaßnahmen nicht zu akzeptieren. Durch begleitende Prüfmaßnahmen (Abb. 4, rechts) wird erreicht, dass sich eine gegenüber dem Ausgangszustand sogar geringfügig günstigere Risikoverteilung ergibt. Hierdurch wird ermöglicht einen verlängerten Anlagenzyklus zu realisieren ohne das den Betrieb störende Öffnen der Komponenten zum Zweck der inneren Prüfung. Dies ist eine klassische »win-win«-Situation für Anlagenbetreiber und für den Personenkreis, der den typischen Gefährdungen einer chemischen Anlage ausgesetzt ist und damit auch Grundlage jedweder Argumentation mit den Behörden.

*Beispiel 2:* Für eine süddeutsche Raffinerie sollte die Machbarkeit der Verschiebung des 5-jährigen großen Anlagen-Shutdowns untersucht werden.

Die Projektentwicklung erfolgte in enger und abgestimmter Zusammenarbeit mit allen betroffenen Abteilungen des Betreibers. Unter Zuhilfenahme des vorgestellten Verfahrens wurde der konkrete Maßnahmenplan für die Zusatzprüfungen und Zwischenabstellungen definiert.

Hiermit konnte gegenüber der zuständigen Behörde der Nachweis erbracht werden, dass die Verschiebung des Anlagen-Shutdowns unter Einhaltung eines gleich bleibenden Sicherheitsniveaus durchgeführt werden kann. Neben den offensichtlichen Kosteneinsparungseffekten ermöglicht dies die Umsetzung einer Umbaumaßnahme zum technisch und ökonomisch günstigsten Zeitpunkt.

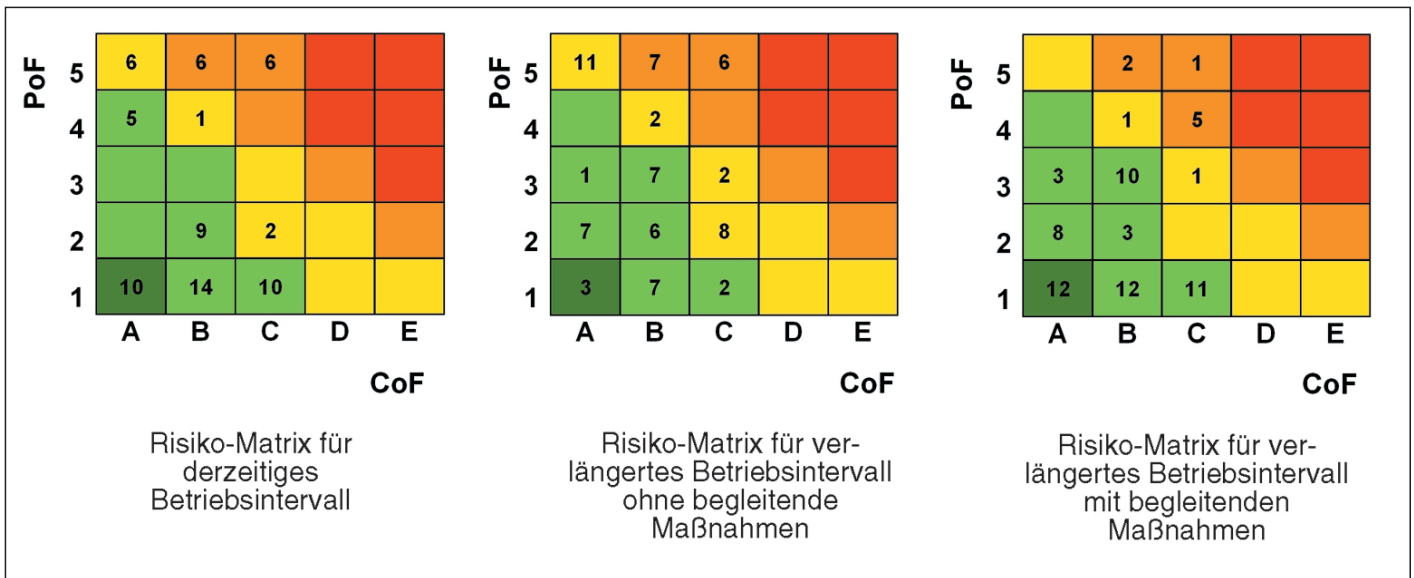


Abb. 4 Darstellung der Risikobewertung für unterschiedliche Varianten

**2.8 Vorteile**

Die hier vorgestellte risiko-orientierte Optimierung der Instandhaltung bietet die Möglichkeit einer ganzheitlichen Anlagenbeurteilung, bei der alle wesentlichen Einflussgrößen auf die Produktqualität, die Produktivität und Sicherheit berücksichtigt werden können. Im Einzelnen lassen sich folgende Hauptvorteile zusammenstellen:

- ganzheitliche Anlagebetrachtung unter Berücksichtigung sowohl regulatoriver als auch wirtschaftlicher Gesichtspunkte
- Identifizierung (Ranking) kritischer Systeme und Komponenten
- Identifizierung möglicher Schadensmechanismen
- optimierte Auswahl geeigneter Inspektions-/Überwachungsmethoden
- optimierte Bestimmung von Inspektions-/Überwachungsorten, -umfang und -intervallen
- systematisches, nachvollziehbares und konsistentes Bewertungsverfahren
- Planungssicherheit durch jederzeit abgreifbares Wissen um den Anlagenzustand.

Abschließend soll nicht unerwähnt bleiben, dass sich aus den Tätigkeiten zu diesem Thema quasi als »Abfallprodukt« die Entwicklung neuer ZfP-Methoden ergeben hat. Dabei wird das TÜV eigene ZfP-Wissen ebenso eingebracht wie die Kompetenz des Unternehmens bei der Zertifizierung solcher Systeme.

**3 Zusammenfassung**

Bei der Umsetzung der vom TÜV Süd entwickelten Methodik konnten in Zusammenarbeit mit den jeweiligen Betreibern sowohl innerhalb des TÜV eigenen Verantwortungsbereichs als auch in der Diskussion mit den zuständigen Aufsichtsbehörden bereits zahlreiche Optimierungen hinsichtlich der Flexibilisierung von Prüffristen sowie Art und Umfang von Instandhaltungsmaßnahmen erreicht werden. Vor allem auch im Bereich Raffinerie und Petrochemie sind noch zahlreiche Potenziale vorhanden. Die Weiterentwicklungen der ROI haben sich zwangsläufig ergeben. So werden nicht mehr nur Prozessanlagen, sondern auch La-

geranlagen mittels dieses Verfahrens beurteilt. Aktuell wurden zusammen mit den jeweiligen Betreibern und den entsprechend zuständigen Behörden Gesamtprüfkonzepte für Flachbodentanklager erarbeitet. Im Ergebnis führte dies zu einer dem Zustand angepassten Festlegung der Prüfintervalle bzw. -maßnahmen und in der Summe zu einer wesentlichen Verlängerung der die betrieblichen Abläufe störenden Prüfintervalle. Bei den bisher betroffenen zuständigen Behörden stößt eine derartige Vorgehensweise auf Akzeptanz und Zustimmung. Zudem ist durch den modularen Aufbau der Methodik jeder Detaillierungsgrad vom Komplettprojekt über Coaching bei der Einführung eines Managementsystems bis hin zum Benchmarking ganzer Anlagen realisierbar.

