

# Integritätsmanagement für Druckregel- und Messanlagen

Dr. Klaus Steiner

E.ON Ruhrgas AG, Gladbecker Straße 404, 45326 Essen

klaus.steiner@eon-ruhrgas.de

## Kurzfassung

Integritätsmanagementsysteme für Gasdruckregel- und Messanlagen unterstützen Gasversorger bei der Steuerung ihrer Instandhaltungsmaßnahmen. Der Fokus des E.ON Ruhrgas Systems IMMeR<sup>®</sup> liegt dabei primär auf planbaren Einzelmaßnahmen zur Optimierung der Verfügbarkeit bei gleichzeitiger Verbesserung der technischen Betriebssicherheit. Die Integrität wird über Leitgrößen beziffert, die den Zustand der Anlagen beschreibt und in eine Rangfolge einordnet. Hierzu werden Leit- bzw. Zustandsgrößen aus den Rubriken Lebenszyklus, Auslegung und Fahrweise, Ereignisse, Konstruktion, Umfeld und Kosten gewichtet und mathematisch verknüpft. Die Quantifizierung erfolgt im SAP-Umfeld. Die Umsetzung des Systems und erste Praxiserfahrungen werden vorgestellt sowie Schnittstellen zur zustandsorientierten Instandhaltung diskutiert.

## Stichwörter

Gasdruckregel- und Messanlagen, Integrität, technische Betriebssicherheit, Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit, zustandsorientierte Instandhaltung

# **Integrity Management of Gas Metering and Pressure Regulating Stations**

Dr. Klaus Steiner

E.ON Ruhrgas AG, Gladbecker Strasse 404, D - 45326 Essen, Germany

klaus.steiner@eon-ruhrgas.de

## **Abstract**

E.ON Ruhrgas` Integrity management tool IMMeR™ supports maintenance measures to optimize reliability and safe operation of gas pressure regulating and metering stations. In particular, results are used to control capital reinvestments. Quantified key issues such as life cycle information, design rules, actual load, events, cost and further related quantities are mathematically combined to assess stations. Results rank stations and give priorities of measures. Thus maintenance and capital spendings are focussed on necessary actions. Integration into the operational course is discussed. Interfaces to predictive maintenance are reviewed.

## **Key Words**

Gas Pressure Regulating and Metering Station, Integrity Management, Reliability, Safe Operation, Predictive Maintenance

## **Einleitung**

Die technische Betriebssicherheit und Verfügbarkeit von Gasdruckregel- und Messanlagen sind wesentliche Voraussetzungen zur Sicherstellung der öffentlichen Gasversorgung. Um diese jederzeit garantieren zu können, sind regelmäßige Instandhaltungsmaßnahmen erforderlich. Instandhaltung betrifft dabei alle technischen und administrativen Maßnahmen, die zur Erhaltung des funktionsfähigen Zustandes dienen [1]. Diese reichen von der Inspektion über die Wartung bis hin zur Reinvestition von mehr oder weniger großen Teilen der Gasdruckregel- und Messanlage (GDRM).

Die Komplexität moderner Gasversorgungsnetze verlangt Erfahrung und eine ausgefeilte Steuerung der Instandhaltungsmaßnahmen. In diesem Zusammenhang wurden Systeme zum Integritätsmanagement vorgestellt, die diesen Prozeß unterstützen [2,3]. Trotz unterschiedlichem Aufbau gleichen sich die Systeme durch die ganzheitliche Betrachtungsweise der GDRM-Anlage. Der Zustand aller GDRM-Anlagen wird aus einer Metaperspektive auf gleicher Grundlage bewertet. Unterschiedlich ist aber die Nutzung der Bewertungsergebnisse. Während [2] die Zustandsbewertung im Umfeld der zustandsorientierten Instandhaltung diskutiert, beschreibt [3] eine Bewertung, mit der primär geplante Instandhaltungsmaßnahmen wie z.B. Investitionen priorisiert und auf das Erforderliche fokussiert werden. Gerade die unterschiedliche Anwendung der Bewertungssysteme löste beim Autor eine Reihe von Anfragen aus. Der vorliegende Artikel soll daher zur aktuellen Diskussion in der Branche beitragen, in dem die Umsetzung und Praxiserfahrungen des E.ON Ruhrgas Systems vorgestellt werden.

## **Zielsetzung, Bewertungsmethodik und Umsetzung**

Das E.ON Ruhrgas System IMMeR<sup>®</sup> wurde im Detail in [3] vorgestellt und soll daher hier nur kurz gestreift werden. IMMeR<sup>®</sup> erfasst Zustände von GDRM-Anlagen über Leitgrößen. Insgesamt werden 13 Leitgrößen aus den Bereichen Anlagenalter, Auslegung und Fahrweise, Ereignisse, konstruktive Merkmale, Umfeldinformationen wie Herstellerhinweise und Richtlinienänderungen sowie nicht geplante Instandhaltungsaufwendungen ausgewertet. Alle Leitgrößen werden quantifiziert und gemäß festgelegter Gewichtung miteinander mathematisch verknüpft. Das Ergebnis ist eine Zahl, die geschickt normiert, zur Zustandsbewertung genutzt wird. Zur Zustandsbewertung ist allerdings noch ein Vergleich, ein sogenannter Benchmark,

notwendig, an dem alle Bewertungen gemessen werden. Die Anlagen bilden dabei eine Klasse, in der die weniger gut bewerteten Anlagen im Verhältnis zum Primus gewichtet werden. Das ganze ist durchaus mit einer Bundesligatabelle am Saisonende vergleichbar. Die unteren Ränge stehen dabei allerdings im Fokus. Sie genießen Vorrang bei den geplanten Instandhaltungsmaßnahmen.

IMMeR<sup>®</sup> fächert die Anlagenintegrität in 2 Bereiche auf, die technische Betriebssicherheit und die Verfügbarkeit der GDRM-Anlage. Die Leitgrößen gehen daher unterschiedlich in die Bereiche ein. Beispiele werden in [3] diskutiert. Das quantifizierte Ergebnis für die technische Betriebssicherheit und für die Verfügbarkeit erlaubt die Bildung eines Wertepaars, das in einem Feld dargestellt werden kann – siehe Bild 1. In Anlehnung an [3] ist das aufgespannte Integritätsfeld in ein Ampelschema eingeteilt worden. Grün ist der integere Bereich. Hier ist die technische Sicherheit und Verfügbarkeit der GDRM-Anlagen gegeben. Weitere Prüfungen werden nicht durchgeführt. Gelb markiert ist das Feld, in dem die technische Sicherheit gegeben ist, die Verfügbarkeit der Anlage Defizite aufweist. Eine Detailprüfung kann in planbaren Maßnahmen resultieren. Da die technische Betriebssicherheit ein höheres Gut darstellt als die Verfügbarkeit bzw. Zuverlässigkeit, verläuft das rötliche Feld über den gesamten Bereich der Verfügbarkeit. Hier liegen die Anlagen, deren Zustandsbewertung eine Detailprüfung der Anlage verlangt. Planbare Maßnahmen resultieren.

Die Bewertung der GDRM-Anlagen erfolgt im SAP-Umfeld. Alle Anlagenteile sind als technische Objekte im SAP-Produktionssystem hinterlegt. Hierzu gehören Attribute, die das technische Objekt beschreiben. Dies ist z.B. eine Typbezeichnung eines Reglers, Baujahr, Hersteller, Druckstufe, Dimensionen etc. Die technischen Objekte der Anlage sind hierarchisch angeordnet. SAV, Regler usw. sind der Regelstrecke zugeordnet und diese wiederum der Anlage. Diese Struktur ist der tatsächlichen Anlage „nachgebildet“. Besitzt die Anlage z.B. nur eine Regelung, fehlt die Messstrecke in der Struktur.

IMMeR<sup>®</sup> geht zunächst über eine Datenselektion – siehe Bild 2. Der Bediener wählt die betroffenen Anlagen, den Betrachtungszeitraum, einen Vergleichszeitraum und einen Dateiname. Weitere Selektionsmerkmale können die „Suche“ einschränken bzw. präzisieren. Die Wahl des Vergleichszeitraumes, z.B. das Vorjahr, ist notwendig, um Änderungen nichtgeplanter Instandhaltungsaufwendungen registrieren und bewerten zu können. Mit Drücken der Taste "Enter" wird die Auswahl eingeleitet. Der Rechner sucht die selektierten Anlagen in der Datenbank, durchforstet die angehängte technische Objektstruktur und sucht nach den Merkmalen bzw. Attributen der Anlage, die in

IMMeR<sup>®</sup> ausgewertet werden. Das Ergebnis wird in eine separate Datenbank geschrieben und steht der Auswertung zur Verfügung. Für den Fall, dass kein Attribut in dem Merkmalsfeld zur Verfügung steht, wird ein „Default“-Wert gesetzt.

Die eigentliche Zustandsbewertung erfolgt in dem Modul Auswertung - siehe Bild 3. Dies ist das Rechenmodul, das die Leitgrößen quantifiziert und zum Zustandswert mit anderen Größen mathematisch verknüpft. Dieses Modul bietet in tabellarischer Form neben dem Gesamtergebnis für die technische Betriebssicherheit und Verfügbarkeit, alle Merkmale, die zur Berechnung herangezogen werden, und Teilergebnisse wie die quantifizierten Leitgrößen. Des weiteren wird in einem Protokoll angezeigt, ob und welche Daten fehlen. Grundsätzlich werden alle Merkmale doppelt, jeweils getrennt in einer editierbaren und nicht editierbaren Spalte angezeigt. Für den Fall, dass aus Simulationsgründen Daten geändert werden, lässt sich sofort Original- und editierter Wert erkennen. Darüber hinaus wird ein editierter Wert zur besseren Erkennung rötlich unterlegt. IMMeR<sup>®</sup> unterstützt des weiteren alle im SAP Umfeld bekannten Möglichkeiten zur bedienerfreundlichen Gestaltung der Benutzeroberfläche.

Das Ergebnis ist speicherbar. Darüber hinaus können die Tabellen nach Microsoft Office exportiert werden. Hier stehen die gewohnten Möglichkeiten z.B. zur Erzeugung einer grafischer Ergebnisdarstellung zur Verfügung.

Als Nachteil der jetzigen Ausführung wird die Notwendigkeit zur manuellen Eintragung von Herstellerinformationen gesehen. Eine Herstellerinformation kann z.B. eine Abkündigung eines Bauteils sein. Der Anwender muß zunächst die betroffenen Anlagen per Suchmodus finden, die Anzahl betroffener Komponenten feststellen und diesen Wert in eine Spalte des Auswertemodus eintragen bzw. danach speichern. Als weitere Verbesserungsmöglichkeit wird die automatische Verknüpfung mit einer SAP-Instandhaltungsanforderung diskutiert. Vorteil dieses Mechanismus ist eine automatische Regelschleife von der Zustandsbewertung über die dokumentierte Instandhaltungsmaßnahme inkl. Fertigmeldung bis hin zur Neubewertung.

Im Zuge der Anwendung des Systems wird die Frage aufgeworfen, wie zeitnah die gefolgerten Instandhaltungsmaßnahmen inkl. Reinvestitionen durchgeführt werden sollten. I.d.R. werden Jahresscheiben als Bewertungshorizont herangezogen. Insofern gibt die Bewertungsmethode keine Vorgabe. Der praktische Ablauf bis zur Folgerung der Maßnahmen gibt allerdings eine Antwort. E.ON Ruhrgas betreibt nach der Bewertung intensive Ursachenforschung im betrieblichen Umfeld. Das schließt Untersuchungsprogramme, F&E-Maßnahmen und/oder Sachverständigengutachten mit

ein. Abgeleitete Maßnahmen zur Verbesserung der Integrität und Ursache für das Ergebnis der Zustandsbewertung ergibt einen Maßnahmenkatalog mit Priorisierung inkl. gebotenen Zeitplan zur Durchführung der anstehenden Aktion. I.d.R. sind die gefolgerten Maßnahmen Teil des laufenden Jahresprogramms aller Instandhaltungsaktivitäten. Größere Maßnahmen wie Umbau oder Teilerneuerung erstrecken sich aber auch auf die Folgejahre. Selten werden Ad-hoc-Maßnahmen gefolgert.

Aus der obigen Beschreibung wird ersichtlich, dass IMMeR<sup>®</sup> primär zu einer Liste mit planbaren Instandhaltungsmaßnahmen wie Umbauten, Teilsanierungen, Investitionen etc. führt, diese priorisiert und in Abstimmung mit der Ursachenforschung in die laufenden Jahresprogramme integriert. Maßnahmen des DVGW-Arbeitsblattes G495 wie Inspektion, Funktionsprüfung und Wartung werden davon nicht berührt. Damit liegt der Fokus der IMMeR<sup>®</sup>-Zustandsbewertung auf zum Teil kostenintensiven Einzelmaßnahmen, begründet und steuert diese. Diese Vorgehensweise schließt anderweitig begründete Maßnahmen wie z.B. Kapazitätserweiterungen nicht aus.

Im Zuge der Überarbeitung des DVGW-Arbeitsblattes G495 wird die zustandsorientierte Instandhaltung diskutiert [4-7]. Ziel ist, durch die Streckung bzw. Stauchung der Zyklen der Inspektion, Funktionskontrolle und Wartung die Verfügbarkeit und technische Betriebssicherheit der GDRM-Anlagen zu erhöhen. Teil der erforderlichen Rahmenbedingungen ist auch eine Zustandsbewertung der Anlage. Der Autor ist davon überzeugt, dass IMMeR<sup>®</sup> als RWTÜV-zertifiziertes, nachvollziehbares und objektives Bewertungssystem in diesem Zusammenhang eine Rolle spielen wird [3]. Es soll aber darauf hingewiesen werden, dass die Zustandsbewertung nur eine der notwendigen Maßnahmen zur Begründung der zustandsorientierten Instandhaltung ist.

Um klarzustellen, in dem aktuell gültigen Arbeitsblatt DVGW G 495 sind die Fristen für Instandhaltungsmaßnahmen nicht verbindlich festgelegt, da die zum Teil sehr unterschiedlichen Betriebsbedingungen und die daraus resultierenden Erfahrungen die Zyklen mitbestimmen. Im Anhang des Arbeitsblattes wird daher lediglich eine druckstufenabhängige Empfehlung ausgesprochen. Damit weist der DVGW konsequenterweise auf 3 essentiell wichtige Punkte für die Festlegung der Instandhaltungszyklen hin, die heute Grundlage für die Fristeneinteilung sind:

1. die langjährige betriebliche Erfahrung
2. die Betriebsbedingungen und Auslegung der Anlage
3. die Herstellerhinweise

Neu werden Handlungsempfehlungen zur Gewichtung konkreter Betriebsbedingungen sein. Neben obigen Punkten und dem Gesamteindruck über ein Zustandsbewertungssystem zählt insbesondere eine Detailanalyse des Zustandes von Teilen der Anlage. Erforderlich sind darüber hinaus z.B. der Soll-Ist-Vergleich von relevanten Betriebszuständen, Prognosen zur Restnutzungsdauer bzw. Ausfallwahrscheinlichkeit von Komponenten, statistische Qualitätskontrollen der einzelnen Bauelemente und Baugruppen (Störungs- und Schwachstellenanalyse) und die Auswertung der betrieblichen Erfahrungen. Abgerundet wird die Vorgehensweise zur zustandsorientierten Instandhaltung durch Verfahrensanweisungen zum Ablauf, regelmäßige Zyklen zur Optimierung des Verfahrens sowie die Dokumentation der Ergebnisse und Schlussfolgerungen. Die Vielzahl der Themen und die Komplexität von GDRM-Anlagen zeigen aber, dass ein mehr oder weniger standardisiertes und im Gasfach akzeptiertes Vorgehen mangels breiter Erfahrung mit zustandsorientierter Instandhaltung zur Zeit noch nicht möglich ist.

## Literatur

- [1] DIN 31051 Grundlagen der Instandhaltung, Juni 2003
- [2] Beck, F. und Klocke, B.: Zustandsorientierte Instandhaltung von Gasanlagen, GWF Gas Erdgas 143 (2002) Nr. 6, Seite 324-328
- [3] Steiner, K., Behr, R. Bente, R., Michel, R. und Schiller, U.N.: Integritätsmanagement Mess- und Regelanlagen - IMMeR<sup>®</sup>, GWF Gas Erdgas 145 (2004) Nr. 12, Seite 683-687
- [4] Entwurf des DVGW-Arbeitsblattes G 495 "Gasanlagen - Instandhaltung", Februar 2004
- [5] VDI-Richtlinie VDI 2888, Zustandsorientierte Instandhaltung, VDI Handbuch Betriebstechnik, Teil 4, 1999
- [6] Levitt, J.: Complete Guide to Preventive and Predictive Maintenance, Industrial Press, New York, 2003
- [7] Mobley, R.K.: An Introduction to Predictive Maintenance, 2nd Edition, Butterworth Heinemann (Elsevier Science), Amsterdam, 2002

**Bilder:****Bild 1:**

Zustandsbewertung von GDRM-Anlagen (fiktives Beispiel), grünes Feld: Anlagenintegrität gegeben, gelbes Feld: Defizite bei der Anlagenverfügbarkeit, wirtschaftliche Maßnahmen nach Detailprüfung empfehlenswert, rotes Feld: Defizite bei der technischen Betriebssicherheit, planbare Maßnahmen erforderlich; dunkelblaue Punkte: Bewertung der Anlagen auf Basis des Ist-Zustandes, blauer Stern: Bewertung der Anlage nach Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen

**Bild 2:**

IMMeR<sup>®</sup> Selektionsmaske im E.ON Ruhrgas SAP-System (fiktives Beispiel)

**Bild 3:**

Screenshot zur Auswertung (fiktive Beispiele)