

Anwendung von KPIs zur Bestimmung der Armaturenzuverlässigkeit in Großprojekten

ANDREAS VOGT

Projekte im Großanlagenbau bergen ganz eigene Herausforderungen. Es ist daher nicht ungewöhnlich, dass beim Anfahren und beim Übergang zum zuverlässigen Dauerbetrieb der Anlage Probleme auftauchen können. Dies kann in der Folge Re-Engineering und den Austausch von kritischen Regelarmaturen erfordern, was schon zu Beginn Anfahrverzögerungen und signifikante Produktionsausfälle nach sich ziehen kann. Die Einführung neuer Arbeitsweisen in der Qualitätssicherung zeigt einen Weg mit einem attraktivem Kosten/Nutzen Verhältnis auf, der die Qualität bei der Armaturenauslegung und -auswahl in kritischen Fällen signifikant verbessert.

Schaut man sich den Einfluss an, den Regelarmaturen auf zusätzliche Kosten beim Anfahren der Anlage haben können, wird man ein bestimmtes Muster erkennen. Die beteiligten Armaturen, die schon beim Anfahren oder kurz danach ausfallen, die nicht wie erforderlich funktionieren, das Anfahren verzögern und Produktionsausfälle verursachen liegen typischerweise in der Menge zwischen 3 % und 6 % (abhängig vom Prozess) der Armaturen die man heute üblicherweise als „Hochleistungsarmaturen für kritische Anwendungen“ bezeichnet. Dazu zählen zum Beispiel „Anti-Surge“-Ventile, Armaturen im „Flashing“ oder „Outgassing“-Betrieb, Anwendungen mit sehr hohen Differenzdrücken.... Ihr Wert aber kann hierbei bis zu 40 % des Investitionsvolumens für Regelarmaturen betragen. **Bild 1** zeigt exemplarisch eine Situation, die wir in einem Anlagenprojekt einer petrochemischen Anlage in China vorgefunden haben und sich erfahrungsgemäß auf ähnliche Projekte übertragen lässt.

Daher macht es Sinn diese Armaturen so früh wie möglich im Projektablauf zu identifizieren und Ihnen besondere Aufmerksamkeit während der ganzen Projektlaufzeit zukommen zu lassen. Zeit und Geld in die sorgfältige Auslegung und Auswahl der

Armaturen zu investieren kann unter Umständen ein Hundertfaches dieser Investition einsparen, wenn dadurch sichergestellt wird, dass sie von Anfang an reibungslos und zuverlässig funktionieren.

Um den Ansatz den wir in den Projekten gewählt haben zu erklären, müssen wir zunächst über die Grundlagen reden, die wir mit der Zeit zusammengetragen und anwendbar gemacht haben.

Bei der Entwicklung von Softwarelösungen für die Geräteauslegung in der Instrumentierung und Verfahrenstechnik während der letzten 29 Jahre – und speziell für die herstellerunabhängige Auslegung und Auswahl von Armaturen – haben wir auf unterschiedlichstes Know-how zurückgegriffen. Einerseits auf Expertenwissen von Menschen, die man heute gemeinhin als „Ventil-Nerds“ oder „Ventil-Päpste“ bezeichnen würde, andererseits auf Erfahrungen aus Problemfällen unserer Anwender.

Es hat eine Weile gedauert bis mir klar wurde, dass diese Spezialisten dünn gesät sind und sie leider nicht immer an den Projekten beteiligt waren wo ihr Wissen nützlich gewesen wäre. Auch musste ich erkennen, dass die Ergebnisse ihrer Einschätzungen nicht reproduzierbar waren und stark davon abhingen, wer die Beurteilung zu welchem Zeitpunkt gemacht hat.

So wurde die Idee eines universellen Bewertungsalgorithmus geboren, die zu einem **Key Performance Indikator (KPI)** führte, der auf alle Betriebsbedingungen einer Armatur angewendet werden kann. Der KPI liefert, unabhängig davon wo und zu welchem Zeitpunkt die Bewertung gemacht wurde, reproduzierbare Resultate auf Basis der Verfahrensdaten und der gewählten Armatur. Die Entwicklung dieses Algorithmus war eine getrennte Herausforderung, die „Ventil-Nerds“, Experten und Softwareentwickler für einige Jahre schwer beschäftigt hat. Aber das ist eine andere Geschichte.

Überraschenderweise ist die größte Herausforderung nun aber die praktische Anwendung und Nutzung dieses KPI zur Bestimmung der Armaturenzuverlässigkeit in Projekten mit Ventilherstellern, Anlagenplanern und Anlagenbetreibern. Lassen Sie uns einen Blick darauf werfen, warum dies meiner Ansicht nach der nächste notwendige Schritt ist und welche Hürden hierbei zu nehmen sind.

Auch wenn einige von uns auf die Frage, ob sie ein „Armaturen-Nerd“ sind „ja“ sagen könnten, werden die meisten von uns sicher mit „nein“ antworten. Bei der Frage „Wie kann ich reproduzierbar entscheiden, ob eine gewählte Armatur zu den gegebenen Verfahrensdaten passt und in jeder vorgesehenen Betriebsart zuverlässig arbeitet?“ ist das Spektrum der Antworten schon größer. Man mag sich auf ein Bauchgefühl verlassen oder bewährte Faustregeln; sie mögen den „bewährten Vorgehensweisen“ ihres Unternehmens oder des Kunden folgen oder sogar einen „Armaturen-Nerd“ zu Rate ziehen. Keine der Vorgehensweisen löst diese Frage aber letztlich vollständig.

Was man wirklich braucht ist eine Methode die, unabhängig von der Person, die die Bewertung durchführt, zu einem identisch reproduzierbaren Ergebnis kommt. Dies erlaubt die Analyse von Armaturenanwendungen auch durch „Nicht-Ventil-Nerds“, indem man „nur“ die Verfahrens- und Armaturendaten heranzieht, durch die ein KPI als Maßstab für die Armaturenzuverlässigkeit in den überprüften Szenarien ermittelt werden kann.

Dieser kann nun z.B. auch benutzt werden, um schnell die kritischen Anwendungsfälle aus einer großen Menge von Fällen herauszufiltern, was eine übliche Anforderung bei Großprojekten darstellt. Im Weiteren kann damit leicht der Einfluss von sich ändernden Prozessbedingungen vorhergesagt werden (was typischerweise zwischen FEED und Inbetriebnahme immer noch passiert, auch wenn die Armaturen längst bestellt oder sogar eingebaut

Tabelle 1: Werte des KPI und ihre Bedeutung

0 bis 0.1	● keine Zuverlässigkeitsprobleme zu erwarten
0.1 bis 0.5	● mögliche Zuverlässigkeitsprobleme auf Dauer
0.5 bis 1	● eingeschränkte Zuverlässigkeit
>1	● mögliche mechanische Beschädigung

sind). Und letztlich zeigt der KPI, ob alle gewählten Armaturen wirklich perfekt zu allen Betriebsfällen (soweit bekannt und betrachtet) passen.

Die Liste der Anwendungsfälle kann leicht um Szenarien in existierenden Anlagen (Fehleranalyse, Umbauten, Erweiterung, usw.) ergänzt werden, was jedoch außerhalb des Rahmens dieses Artikels liegt.

Lassen Sie uns kurz hinter den Vorhang des KPIs schauen (wir nennen ihn „Ri“ für „**Reliability Index**“, zu Deutsch „Zuverlässigkeitsindex“) um zu verstehen, was wir umzusetzen versuchen.

Er ist, wie üblich, eine einzelne Zahl. Sie gibt uns einen Maßstab für die Zuverlässigkeit einer Armatur in einem gegebenen Arbeitspunkt. **Tabelle 1** erläutert die Werte des KPI und ihre Bedeutung.

Wenn der Ri > 0 ist gibt das System über die Wertung hinaus zusätzliche Informationen über die Ursache sowie Hinweise, auf welche Art die Zuverlässigkeit für die gegebenen Betriebsdaten verbessert werden kann.

Wenn man die Hintergründe des Ri beleuchtet und versteht wird klar, dass – vereinfacht ausgedrückt – dieser KPI Erfahrungen und Erkenntnisse aus der

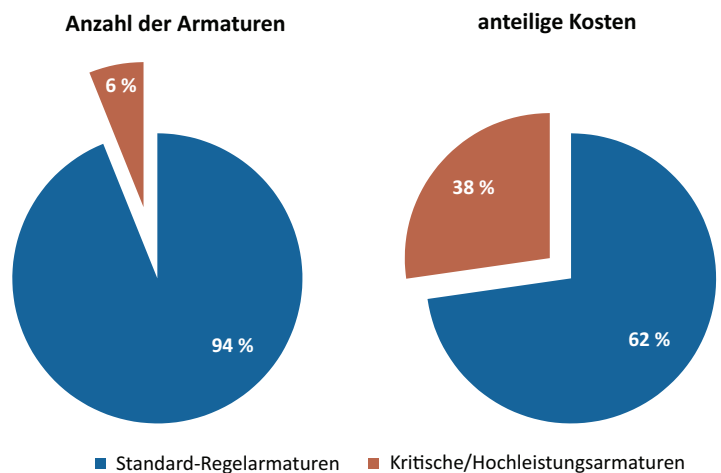


Bild 1: Der wertmäßige Anteil von kritischen oder Hochleistungsarmaturen kann bis zu 40 % betragen

Praxis in einen Maßstab zur Bewertung von Armaturen für beliebige Arbeitspunkte umgesetzt. Das sollte übrigens das erste sein, was ein Armaturenanbieter tut, wenn er eine Anfrage bekommt und eine passende Armatur anbieten möchte.

Man nimmt nun zunächst alle maßgeblichen Einflussfaktoren um den KPI zu ermitteln. Generelle Parameter wie z. B. der Differenzdruck Δp , die Energieumwandlung in der Armatur, der Schallpegel, Austrittsgeschwindigkeit oder der Armaturentyp sind hier genauso zu berücksichtigen wie auch Kavitation, Flashing (Teilverdampfung im Austritt) oder Choked Flow (Durchflussbegrenzung). Medieneigenschaften sind ebenfalls extrem wichtig. Es kann z.B. einen enormen Unterschied machen, ob man Satttdampf, Nassdampf oder überhitzten Dampf in der Armatur vorliegen hat; oder wie nah der Siededruck am Vordruck der Armatur liegt.

Es gilt eine noch viel längere Liste von Dingen zu berücksichtigen, die in den Algorithmus zur Ermittlung des KPI eingehen. Vor allen Dingen für alle Betriebszustände, wie minimaler, normaler und maximaler Durchfluss, aber auch Anfahrbedingungen oder spezielle Fahrweisen, um das gesamte Spektrum auszuleuchten. Der Bewertung wurden viele hundert Fälle aus der Praxis gegenübergestellt, die uns in den letzten 20 Jahren zugetragen wurden und mittels dieser geprüft und verifiziert. Dokumentiert wurden diese durch Endanwender wie auch Armaturenhersteller um zu belegen, dass die Vorhersage mit der Realität weitestgehend übereinstimmt.

Nachdem diese Hürde genommen ist, scheint der Rest einfach zu sein. Man braucht im Projekt lediglich die Verfahrensdaten für die Armaturen, um daraus den KPI für die gewählte Armatur unter allen Betriebsbedingungen zu ermitteln. Dann folgt man den Hinweisen falls der KPI > 0 ist und diskutiert Alternativen mit dem Hersteller, um die beste und zuverlässigste Lösung zu finden. Das einzige was man sicherstellen sollte ist, dass am Ende keine Armatur gewählt und installiert wird die einen KPI $> 0,1$ besitzt.

Hört sich einfach an, nicht wahr? Aber weit gefehlt.

Wenn man Projekte nach diesem Ansatz durchführt, stößt man auf viele vorhersehbare aber auch unerwartete Aspekte und Probleme, die die Anwendung des KPI zu einer Herausforderung machen. Schauen wir also auf die Erfahrungen die wir dabei gemacht haben.

In den aktuellen Projekten bekamen wir die Daten direkt aus den Softwaretools, die von den Verfahrenstechnikern, Instrumentierern und Arma-

turenanbietern benutzt wurden, meist in Excel- oder XML-Formaten. Zu glauben, dass es damit einfach wäre die Informationen zu verarbeiten stellte sich als Wunschdenken heraus.

Wichtige Daten für Spezialfälle (und für genau die ist die Analyse so wichtig) waren nicht in passenden Datenfeldern zu finden. Wir fanden diese als „Prosa“ in allgemeinen Notizfeldern, unstrukturiert und teilweise nicht klar zu interpretieren. Daten für Anfahrfälle, Flashing, Outgassing oder Anlagenspülung waren dort beschrieben und fanden teilweise nicht Eingang in das Ventilspezifikationsblatt und damit auch nicht den Weg zum Armaturenanbieter.

Die Herausforderung bestand hier darin die Verfahrenstechniker zu überzeugen, diese wichtigen Daten in strukturierter Weise weiterzugeben, was eine Anpassung ihrer Softwarewerkzeuge und ihrer Arbeitsweise nötig machte. Keine leichte aber auch keine unlösbare Aufgabe mit einem Anlagenplaner, der offen und interessiert an Verbesserungen ist.

Nachdem diese Hürde genommen ist und alle Daten, die der Verfahrenstechnik wie die der Instrumentierung und des Ventilanbieters mit einem Adapter-Tool importiert und mit CONVAL® analysiert, lassen weitere Probleme nicht lange auf sich warten. Bei der Diskussion der Ergebnisse sieht man sich mit der Tatsache konfrontiert, dass nicht alle beteiligten Gruppen die gleiche Sichtweise haben und von verschiedenen Ausgangspunkten kommen.

Nehmen wir als Beispiel die Schallvorhersage für Armaturen – Schall kann ein wichtiger Indikator für Zuverlässigkeitsprobleme sein. Wir nutzen bei der Berechnung für den KPI die aktuellsten Standards für Gase, Dämpfe und Flüssigkeiten, beteiligte Hersteller hingegen auch schon mal überholte Normen oder proprietäre Methoden, deren Ergebnisse nicht direkt vergleichbar sind. Oder auch „Bewährte Vorgehensweisen“ und Faustregeln, die den Regeln die zur Ermittlung des KPI benutzt werden widersprechen oder auch viel weiter gefasst sind.

Zum Beispiel geht die Austrittsgeschwindigkeit des Mediums mit in den KPI ein. Wir schauen mit CONVAL® hier auf die Geschwindigkeit im Flansch der Armatur, mancher Hersteller schaut aber auf die Geschwindigkeit in der Austrittsrohrleitung, die in einer Vielzahl von Fällen deutlich niedriger und damit unkritischer ist, da die Armaturennennweite eine oder gar zwei Stufen kleiner gewählt wurde (Stichwort Kostendruck).

Oder auch Faustregeln für Geschwindigkeitsgrenzwerte. In einem Projekt ließ ein Anlagenplaner bei Gasen und Dämpfen als Regel klaglos 0,5 Mach zu,

für den KPI setzen wir 0,3 Mach als Limit an, ab dem die Zuverlässigkeit eingeschränkt werden kann. So sind Diskussionen beim Review der KPI-Bewertungen vorprogrammiert.

Auch ist die Vollständigkeit der verfügbaren Armaturendaten entscheidend für die Qualität der Bewertungsergebnisse. Vom Armaturenanbieter belastbare Daten für Ventileigenschaften, wie z. B. xFz (Kavitationsverhalten), FL² und xT (Durchflussbegrenzung) für den gesamten Öffnungsbereich der Armatur zu bekommen ist eine Herausforderung für sich.

In einigen seltenen Fällen mussten wir auch akzeptieren, dass der KPI-Mechanismus nicht anwendbar war. Wie bei speziell konstruierten und angepassten Armaturen, bei denen nicht genug Informationen zur Auslegung vorlagen oder zur Verfügung gestellt wurden. Hier war der KPI trotzdem hilfreich, um die Anforderungen an diese Armatur klar zu definieren und sicherzustellen, dass sie bis zum Ende auf dem „Radar“ der Qualitätssicherung blieb.

Eine große Herausforderung in allen bisherigen Projekten – wenn nicht sogar die Größte – war schließlich Kommunikation und Koordination im gesamten Engineering Prozessablauf.

Es sind mindestens drei bis vier Parteien involviert (Bild 2), die es nicht gewohnt sind bzw. üblicherweise keinen Projektworkflow nutzen, der es erlaubt, einen KPI als zentrales Qualitäts-Kontrollelement zu nutzen.

Es fehlen hier bisher etablierte „bewährte Vorgehensweisen“ die die Qualität der Auslegung und Auswahl von Armaturen in solchen Projekten sicherstellen. Es ergaben sich Situationen in denen sich Verfahrensdaten noch erheblich änderten während die Armatur längst bestellt, geliefert oder sogar eingebaut war. Man wird zu Recht anmerken, dass dies nicht unüblich oder sogar unvermeidbar ist. Aber wenn die Arbeitsweise im Projekt erlaubt solche Fälle zu erkennen, den Einfluss auf die Auslegung und Armaturenzuverlässigkeit zu ermitteln und gegebenenfalls etwas zu unternehmen, anstatt ahnungslos in Probleme beim Anfahren und späteren Betrieb zu laufen, dann ist der nächste Schritt zu höherer Engineering-Qualität getan.

LOHNT SICH DER AUFWAND, MACHT DAS ALLES SINN?

Ich meine definitiv ja. Das **Kosten/Nutzen Verhältnis** (KNV), das sich ergibt, wenn man die Kosten und die Abdeckung konventioneller Qualitätssicherung (typischerweise Stichprobenartig durch den Betreiber) mit den Kosten und der Abdeckung KPI basierter Arbeitsweise (100 % Abdeckung) vergleicht und die

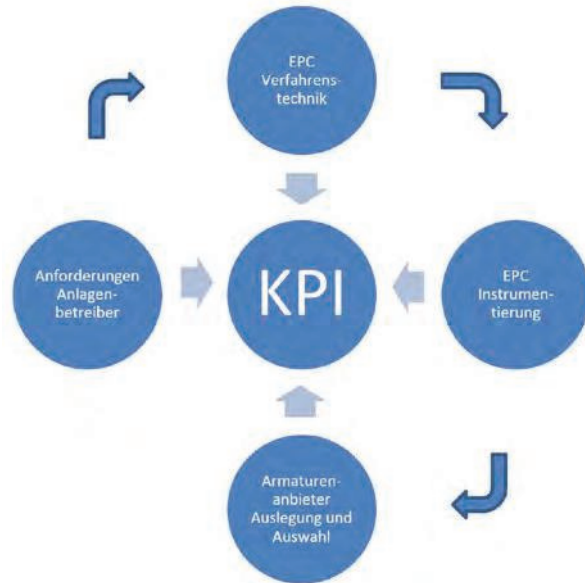


Bild 2: Der Key Performance Indicator als zentrales Qualitätssteuerungselement

damit verbundenen Einsparungen sprechen für sich. Wir sehen ein KNV von 30 bis 100 (ohne auch nur Produktionsausfall mit einzuberechnen), abhängig von den jeweiligen Projektparametern. Dies lässt sich mit den bisher ausgeführten Projekten wie auch durch die Nachkalkulation vergangener Projekte ohne KPI belegen. Die Erfahrungen aus laufenden Projekten hilft die Arbeitsweise weiter zu optimieren und zukünftige Projekte noch effizienter zu handhaben.

Dies führt zu verbesserter Kapitaleffizienz bei dieser Art von Projekten und sollte attraktiv genug sein um sich die Idee, einen KPI als zentrales Kontrollelement in der Qualitätssicherung bei der Ventilauslegung und -auswahl zu nutzen, anzusehen.

Lesen Sie auch den Artikel „Reliable valve sizing in large-scale projects“ (veröffentlicht in Industrial Valves 2014/2015, Seite 43ff), in dem weitere Aspekte und praktische Beispiele für das Konzept der Nutzung des KPI beschrieben sind.

Valve World Expo 2016:
Halle 4, Stand B02



ANDREAS VOGT

Geschäftsführer
F.I.R.S.T. Gesellschaft für technisch-wissenschaftliche Softwareanwendungen mbH
42929 Wermelskirchen
Tel.: +49 2196 88 778-12
A.Vogt@FIRSTGmbH.de