

Technische Überwachung

Anlagensicherheit · Arbeits- und Gesundheitsschutz · Umweltschutz



Anlagensicherheits-Report 2020 der Zugelassenen Überwachungsstellen (ZÜS)

- Digitalisierung und Anlagensicherheit
 - Recht und Regulierung
 - Sicherheit von Aufzugsanlagen
 - Sicherheit von Druckanlagen
 - Sicherheit von Ex-Anlagen
 - Sicherheit von sonstigen Anlagen
 - Mängelstatistik 2020
- Aufzüge · Druckgeräte · Ex-Anlagen

Am Anlagensicherheits-Report sind folgende Zugelassene Überwachungsstellen beteiligt:

- ▶ DEKRA Automobil GmbH ▶ DEKRA Testing and Certification GmbH ▶ GTÜ Anlagensicherheit GmbH
- ▶ Lloyd's Register Deutschland GmbH ▶ SGS-TÜV Saar GmbH ▶ TÜV Austria Services GmbH
- ▶ TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG ▶ TÜV Rheinland Industrie Service GmbH ▶ TÜV SÜD Chemie Service GmbH
- ▶ TÜV SÜD Industrie Service GmbH ▶ TÜV Technische Überwachung Hessen GmbH ▶ TÜV Thüringen e. V.





© Thomas Rosenthal / VdTÜV e.V.

Liebe Leserinnen und Leser,

es geht doch! Während des Corona-Lockdowns konnten wir erleben, wie in Deutschland eine kleine digitale Revolution stattfand. Wir arbeiteten – wo immer es ging – im Homeoffice, kommunizierten im Videochat, unsere Kinder wurden im Homeschooling unterrichtet und selbst mein Lieblingshändler auf dem Wochenmarkt richtete kreativ ein digitales Bestellverfahren für Obst und Gemüse ein.

Natürlich gab es IoT-Technologien, künstliche Intelligenz, 3D-Druck oder Robotik schon vor Corona, aber – so schlimm die Auswirkungen der Pandemie auch waren – änderte sich dadurch das Mindset gegenüber der Digitalisierung in eine positive Richtung. Auch die größten Zweifler müssen erkennen, dass wir mit digitalen Technologien gestärkt aus der Krise kommen. Erst kürzlich hat eine Bitkom-Studie ergeben, dass mittlerweile 93 Prozent der Industrieunternehmen das Industrial Internet of Things (IIoT) als Chance betrachten und nur noch 5 Prozent als Risiko.

Auch für die technischen Prüfdienstleister war ihre digitale Kompetenz eine solide Basis für die schnelle Umstellung auf neue, in die Zukunft gerichtete Verfahren. Etwa beim „Remote Audit“ im Zertifizierungsbereich, bei dem sich die Auditoren mit ihren Kunden auf Videoplattformen austauschen. Inwieweit IoT-Verfahren auch bei Anlagenprüfungen technisch und rechtssicher möglich sind, wird momentan in einer spannenden Diskussion unter allen Beteiligten ausgelotet.

Klar ist: Die Sicherheit von IoT-Systemen muss ganzheitlich gedacht werden. Schon lange entwickeln wir Prüfverfahren für Algorithmen, für additive Fertigungsprozesse und die Cybersicherheit komplexer digitaler Systeme. Die Sachverständigen der Prüforganisationen nehmen mittlerweile nicht nur mechanische Bauteile genau unter die Lupe, sondern auch die Bits und Bytes. Mit dem technischen Fortschritt müssen sich auch die Prüfinhalte und Prüfverfahren verändern.

Corona hat auch gezeigt: IoT öffnet den Weg zu mehr Nachhaltigkeit. Mit digitaler Vernetzung und neuen 3D-Druckverfahren werden die Produktionsprozesse nicht nur krisenfester, sondern auch nachhaltiger, lokaler und bedarfsgerechter. Ganz besonders gilt das für die Energiewende, für die es etwa bei der Windkraft, den Biogasanlagen und bei der Wasserstofftechnologie ganz neue Prüfkonzeppte braucht, die sowohl die „Safety“ als auch die Cybersecurity in einem digital gesteuerten Energiesystem berücksichtigen.

Wir machen das aus Überzeugung, weil Sicherheit ein Motor des Fortschritts ist. Der Anlagensicherheits-Report in unserer Verbandszeitschrift dokumentiert wie jedes Jahr verlässlich den Ist-Zustand. Lassen Sie uns auf dieser Grundlage die Zukunft gestalten!

In diesem Sinne wünsche ich Ihnen eine spannende Lektüre und freue mich auf den Austausch.

Ihr

Dr. Joachim Bühler

- 3** Editorial
Von Dr. Joachim Bühler

Einleitung

- 6** Anforderungen an ein neues Anlagensicherheitsgesetz
Von Dieter Roas

Digitalisierung und Anlagensicherheit

- 9** Die Auswirkungen des digitalen Zwillings auf die Anlagensicherheit
Von Daniel Contreras Schaffeld
- 10** Bei Aufzügen sind jetzt auch sicherheitsrelevante MSR-Einrichtungen zu prüfen
Von Dr. Rolf Zöllner
- 13** Anforderungen an Prüfer der funktionalen Sicherheit
Von Johann Ströbl
- 18** Sicherheitsupdate für überwachungspflichtige Industrieanlagen – Merkblatt KAS-44 – Leitsatz zum Schutz vor cyberspezifischen Angriffen
Von Jürgen Bruder, Karlheinz Russ und Christian Weber

Recht und Regulierung

- 21** Menschliche Zuverlässigkeit als Schlüsselfaktor der Anlagensicherheit
Von Dr. Karin Müller
- 26** Überschneidende Rechtsbereiche und die Prüfpraxis am Beispiel der Prüfung der Explosionssicherheit einer Erdgasanlage
Von Frank Matthes

Sicherheit von Aufzugsanlagen

- 29** Aufzüge: smart und effizient
Von Johannes Näumann
- 31** Wenn der Aufzug verrücktspielt: neue Risikoszenarien durch die Digitalisierung
Von Axel Stohlmann
- 34** Aufzüge prüfen: Überarbeitete Technische Regel bringt Neuerungen
Von Anna Künzel
- 36** Wiederkehrende Prüfungen in einer digitalen Welt
Von Björn Eibich und Stefan Löbig
- 39** Betreiberpflichten für Aufzugsanlagen aus der BetrSichV und TRBS 3121
Von Dirk Laenger und Volker Sepanski
- 43** Wirk-Prinzip-Prüfung von Feuerwehraufzügen
Von Dieter Altenbeck und Guido Kehmer

Sicherheit von Druckanlagen

- 46** Industrie 4.0: mit Sicherheit aus der Krise
Von Johannes Näumann

- 48** Virtual Reality verbessert zerstörungsfreie Prüfung
Von Dr.-Ing. Albert Bagaviev, Dr.-Ing. Ansgar Kranz und Alex Karpunow
- 52** Füllanlagen für Flüssigerdgas (LNG): Erlaubnisprüfbericht gemäß § 18 (3) BetrSichV
Von Michael Evers
- 55** Bewertung von Tanks und Druckbehältern aus glasfaserverstärktem Kunststoff hinsichtlich ihrer Restlebensdauer
Von Patricia Fatherazi
- 58** Erfahrungen mit der Druckanlagenprüfung
Von Peter Czapek

Sicherheit von Ex-Anlagen

- 62** Ex-Schutz: eine doppelte Herausforderung!
Von Johannes Näumann
- 64** Prüfung überwachungsbedürftiger Anlagen nach Betriebssicherheitsverordnung im Zusammenhang mit konstruktiven Explosionsschutzmaßnahmen
Von Dr.-Ing. Michael Sippel
- 70** Funktionale Sicherheit bei Lüftungsanlagen in explosionsgefährdeten Bereichen
Von Gérard Hinschberger
- 73** Prüfungen an Biogasanlagen und die neue TRAS 120
Von Karsten Behlau und Matthias Schuster

Sicherheit von sonstigen Anlagen

- 78** Fahrtreppen und Fahrtsteige: unterschätzte Gefahr in unserem Alltag
Von Andreas Klose und Michael Blechschmidt

Mängelstatistik 2020

- 81** Prüfungen und Mängel an Aufzugsanlagen
 - 83** Prüfungen und Mängel an Druckanlagen
 - 85** Prüfungen und Mängel an Ex-Anlagen
 - 89** Adressen der beteiligten ZÜS / Impressum
-

Anforderungen an ein neues Anlagensicherheitsgesetz

Von Dieter Roas



Das Bundesministerium für Arbeit und Soziales will das Recht zu überwachungsbedürftigen Anlagen überarbeiten und kohärenter gestalten. Der am 24.09.2020 erschienene Referentenentwurf zum Gesetz für überwachungsbedürftige Anlagen (ÜAnIG) ermöglicht diese Neuordnung und Modernisierung des Rechts der überwachungsbedürftigen Anlagen unter Berücksichtigung der klaren Abgrenzung zu verwandten Rechtsgebieten sowie einem zeitgemäßen Schutz Dritter.

Die Reform der Marktüberwachung auf EU-Ebene erfordert eine Novelle des Produktsicherheitsgesetzes (ProdSG). Die neue Marktüberwachungsverordnung (MÜ-VO, 2019/1020) gilt mit Ausnahme einzelner Artikel ab 16. Juli 2021. Bis dahin muss der Gesetzgeber die Verordnung in nationales Recht umsetzen. Die Neuregelung des Rechts für überwachungsbedürftige Anlagen bietet Chancen für Arbeitgeber, Betreiber, Behörden und Sachverständigenorganisationen.

Die Sicherheit überwachungsbedürftiger Anlagen wie Dampfkessel und Druckanlagen, Tankstellen oder Aufzüge regeln bislang das ProdSG und die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV). Demnach gelten Anlagen bis heute nur dann als überwachungsbedürftig, wenn sie im Rahmen des abschließenden Anlagenkatalogs im ProdSG gelistet sind. Vor dem Hintergrund eines dynamischen technischen Fortschritts ist das jedoch nicht mehr zeitgemäß.

Der Katalog enthält beispielsweise noch Calciumcarbidlager, die es so gut wie nicht mehr gibt. Auf der anderen Seite fehlen Windenergie- und Biogasanlagen vollständig, obwohl ihre spe-

zifische Gefahrenträchtigkeit außer Frage steht. Das ist schon daran ersichtlich, dass die BetrSichV diese Anlagen zumindest teilweise erfasst. Ein gefährdungsbezogener Ansatz, unter Einbeziehung der Dritten, könnte überwachungsbedürftige Anlagen offener definieren – ohne eine zumindest beispielhafte oder indikative Nennung auszuschließen. Eine solche flexibilisierte Kategorisierung würde auch neue, noch unbekannte Anlagen mit relevantem Gefährdungspotenzial zuverlässig erfassen und damit künftigen technischen Entwicklungen gerecht werden.

» Fehlende Systematik und Aktualität

In den vergangenen Jahren wurde die Zuordnung im ProdSG immer wieder diskutiert, weil sich überwachungsbedürftige Anlagen in einem Gesetz zur Produktsicherheit nicht schlüssig einreihen (Anlagen versus Produkte). Ferner können Dampf- und Druckanlagen in einem Kraftwerk anders behandelt werden als beispielsweise Aufzüge in reinen Wohnanlagen. So verpflichtet die BetrSichV im ersten Fall den Arbeitgeber zum

Schutz der Beschäftigten (klassisches Arbeitgeber-Arbeitnehmer-Verhältnis). Im zweiten Fall wird der „Aufzugsbetreiber“ als „Arbeitgeber ohne Beschäftigte“ beschrieben und soll den Schutz von Nutzern im Gefährdungsbereich (Drittenschutz) organisieren, die in keinem definierten Rechtsverhältnis zu ihm stehen. In der Praxis wirft das Fragen auf.

Die Arbeitgeberseite nimmt die bestehenden Regelwerke mitunter als schwer verständlich und schwer handhabbar wahr. Arbeitsmittel und überwachungsbedürftige Anlagen werden im Kontext des dynamischen technischen Fortschritts zugleich komplexer und sind über die Betriebsgrenzen hinaus immer mehr vernetzt. Zwangsläufig sind von ihnen ausgehende Gefährdungen weiter zu fassen. Eine gefährdungsbezogene Definition der Überwachungsbedürftigkeit könnte das abbilden.

» Keine Anlagensicherheit ohne IT-Sicherheit

In überwachungsbedürftigen Anlagen kommt vermehrt Mess-, Steuer- und Regelungstechnik zum Einsatz, die ein kontinuierliches Monitoring ermöglicht oder deren Software sich mittels Fernwartung aktualisieren und modifizieren lässt. Durch diese

Vernetzung kann beispielsweise ein einfacher Füllstandanzeiger in einem Wasserwerk das Ziel eines Cyberangriffs werden, der die Versorgungssicherheit gefährdet. Ein anderes mögliches Szenario ist ein fehlerhaftes Software-Update, das den gleichzeitigen Ausfall von Tausenden von Aufzügen verursacht. Dann dürften kaum ausreichend Mitarbeiter verfügbar sein, um alle eingeschlossenen Personen zeitnah zu befreien.

Bei gesetzlichen Neuregelungen muss der Zusammenhang zwischen Safety und IT-Security weiter in den Fokus rücken. Mussten bislang „Einzelfehler“ und „systematische Fehler“ betrachtet werden, um die Sicherheitserwartung zu erfüllen (Safety), ist nun durch die Digitalisierung und die Vernetzung zusätzlich eine Betrachtung des sogenannten „intendierten Fehlers“ notwendig, der sich zur substantiellen Gefährdung entwickelt (Secure Safety).

Zugelassene Überwachungsstellen müssen die Prüfkonzepte für die zugehörigen Hard- und Softwaresysteme aktiv mitgestalten. Mögliche unerwünschte Wechselwirkungen zu und von überwachungsbedürftigen Anlagen müssen verhindert werden, um die Verfügbarkeit zu erhalten und die sichere Verwendung zu gewährleisten.



Arbeitgeber und Betreiber benötigen konsistente Regeln und Vorgehensweisen, um gemeinsam mit Herstellern, Behörden und Sachverständigenorganisationen die bestmögliche Sicherheit ihrer Anlagen zu erreichen. Das umfasst die unterschiedlichen Anforderungen an die Anlagen und Komponenten genauso wie deren Hard- und Software über den gesamten Lebenszyklus hinweg – das heißt vor und während der Herstellung bzw. Programmierung sowie in der gesamten Betriebsphase bis zur finalen Außerbetriebnahme und zum Rückbau.

Bei Bedarf müssen die Prüfer künftig auf IT-Experten zurückgreifen können, etwa um die Konformität der Software mit den gültigen Standards zu bewerten. Weiterhin sind organisatorische Aspekte wie die Kategorisierung von Software-Updates und die gegebenenfalls nötige Überprüfung von sicherheitsrelevanten Updates einzubeziehen. Der erfahrene Sachverständige wird weiterhin vor Ort benötigt, jedoch mit zusätzlichem Know-how, um die immer komplexeren Systeme auch künftig sicher beurteilen zu können. Wie das funktioniert, demonstriert der europäische Gesetzgeber in einem anderen Bereich mit der europäischen Verordnung 2018/858/EU „über die Genehmigung und die Marktüberwachung von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern sowie von Systemen, Bauteilen und selbstständigen technischen Einheiten für diese Fahrzeuge“. Diese Verordnung wurde im Rahmen der Entwicklungen beim Highly Automated Driving (HAD) auf den Weg gebracht.

» Passende gesetzliche Heimat

Die Wahl, überwachungsbedürftige Anlagen in einem eigenem Gesetz zu beheimaten, eröffnet die Möglichkeit, mehr Klarheit für Arbeitgeber und Betreiber zu schaffen. Der verfassungsrechtlich gebotene Drittschutz ließe sich auf Basis der Vorschriften und im bisherigen Umfang beibehalten. Und damit auch ein System, das sich darin bewährt hat, Mängel an überwachungsbedürftigen Anlagen zu vermeiden bzw. rechtzeitig aufzudecken und zu beheben – und zwar bevor Schäden für Menschen, Anlagen und die Umwelt entstehen.



Dipl.-Ing. (FH) Dieter Roas

Vorsitzender des Erfahrungsaustauschkreises der

Zugelassenen Überwachungsstellen

dieter.roas@tuev-sued.de

Die Auswirkungen des digitalen Zwillings auf die Anlagensicherheit

Von Daniel Contreras Schaffeld

Bei der Entwicklung, Projektierung, Errichtung und dem Betreiben von Anlagen und Bauwerken werden immer häufiger digitale Zwillinge eingesetzt. Das digitale Abbild eines realen Objekts, eines Systems, Prozesses oder Dienstes soll die Realität virtuell widerspiegeln. Dafür bedarf es jedoch einer Vielzahl von unterschiedlichen Informationen. Je nach Anwendung werden geometrische Daten, Attribute wie z. B. Zeit und Kosten, Ablauf- und Installationspläne oder personenbezogene Daten miteinander verknüpft, um die Realität bestmöglich darzustellen.

Der Trend zur Generierung eines digitalen Abbilds erfasst inzwischen über den Produktionssektor und die Bauwirtschaft hinaus immer mehr Industriezweige.

» Potenziale des digitalen Zwillings

Der digitale Zwilling hilft den Zustand des betrachteten Objekts besser zu verstehen. Dadurch ist es auch möglich, auf Veränderungen des realen Objekts oder auf Ereignisse, die das reale Objekt betreffen, effizienter zu reagieren. Darüber hinaus kann noch vor der eigentlichen Fertigstellung des Objekts der Herstellungsprozess optimiert werden, etwa hinsichtlich Kosten, Zeit und Ressourceneinsatz. Erste Anwendungsfelder für den digitalen Zwilling finden sich beispielsweise im Bereich der Planung und Errichtung von Bauwerken. Mittels einer einheitlichen Datenbasis können die unterschiedlichen Gewerke zeitlich aufeinander abgestimmt werden, wobei mithilfe einer integrierten Kollisionserkennung Verzögerungen bei der Fertigstellung vermieden werden. Im Sektor der Infrastruktur wird der digitale Zwilling als Grundlage für Personenstromanalysen genutzt, wobei diese sowohl zur Fehlerfallvorbereitung als auch für Komfortzwecke herangezogen werden.

» Einfluss auf die Anlagensicherheit

Der digitale Zwilling gewinnt auch für die Anlagensicherheit zunehmend an Bedeutung. Prozessabläufe können mit seiner Hilfe durchgehend auf Fehlfunktionen hin untersucht, bezie-

hungsweise diese können bereits im Vorfeld durch Simulationen identifiziert und somit vermieden werden. Durch die Einbeziehung von bisher nur vereinzelt betrachteten Zusammenhängen wie z. B. die Anlagenumwelt oder das Nutzungsverhalten wird der Betrieb einer Anlage sicherer. Selbst im Fehlerfall wird der digitale Zwilling eine schnellere Diagnostik ermöglichen. Eine vollständige Dokumentation der Anlage und die Analyse historischer Betriebsdaten und bedeutender Betriebsereignisse sind dabei förderlich. Durch die zunehmende Einbindung von „Industrial Internet of Things“-fähigen Komponenten und Sensorik wird eine direkte Verbindung zwischen dem realen Objekt und seinem digitalen Zwilling erreicht. Damit wird man unter anderem im Fehlerfall auch mit dem digitalen Zwilling unmittelbar und ortsunabhängig interagieren können. Die virtuelle Unterstützung wird einen positiven Einfluss auf einige Faktoren wie Effizienz, Umwelt und vor allem auf die technischen Sicherheitsaspekte einer Anlage haben. Allerdings entstehen durch mögliche Hackerangriffe auf einen digitalen Zwilling auch neue potenzielle Gefahren, die künftig stärker in den Fokus rücken werden. Die Vermeidung von Systemeingriffen und der Schutz von vertraulichen und betriebsnotwendigen Daten erfordern daher neue Sicherheitsanforderungen an die Anlage inklusive ihres digitalen Abbilds.

B. Sc. Daniel Contreras Schaffeld
TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG
dcontreras-schaffeld@tuev-nord.de

Bei Aufzügen sind jetzt auch sicherheitsrelevante MSR-Einrichtungen zu prüfen

Von Dr. Rolf Zöllner

Die aktuelle Version der Technischen Regel für Betriebssicherheit (TRBS) 1201 Teil 4 [1] fordert erstmals die „Prüfung sicherheitsrelevanter MSR-Einrichtungen“ und der „funktionalen Sicherheit“. Bislang fehlten detaillierte und standardisierte Vorgaben für die Prüfung der elektronischen und elektronisch-programmierbaren, sicherheitsgerichteten Hard- und Softwaresysteme. Der Beitrag zeigt, warum die Prüfung wichtig ist, wann sie durchgeführt wird und welche Bauteile wie geprüft werden.

Als MSR-Einrichtungen werden alle Bauteile bezeichnet, die Bestandteil von elektrotechnischen Regelkreisen sind. Sie messen, steuern und regeln eine bestimmte Funktion eines Aufzugs (zum Beispiel die Beschleunigung). Dazu benötigen sie mindestens einen Sensor (zum Beispiel Positionsbestimmung im Schacht), eine Logikeinheit (zum Beispiel eine speicherprogrammierbare Steuerung – SPS) und einen Aktor (zum Beispiel einen frequenzgeregelten Antrieb).

In diesem Regelkreis liefert der Sensor seine Daten an die SPS, die daraus softwarebasiert die aktuelle Geschwindigkeit berechnet und mit Soll-Werten abgleicht. Das Ergebnis leitet sie an den Antrieb weiter, der die Steuerungsbefehle „schneller“, „Geschwindigkeit halten“ oder „langsamer“ ausführt. Werden die definierten Soll-Werte überschritten, löst die SPS auch die Fangauslösung aus, um den Aufzug vor einem Unfall zu bewahren.

Bei modernen Aufzügen übernehmen und überwachen immer mehr dieser elektronisch-programmierbaren Sicherheitskreise die betrieblichen Regelkreise. Die oben genannte Sensorik könnte beispielsweise auch dazu genutzt werden, eine ungewollte Bewegung des Fahrkorbs (UCM; Unintended Car Movement) oder eben einen Absturz zu erkennen. Diese elektronischen bzw. elektronisch-programmierbaren Sicherheitskreise folgen deshalb den Anforderungen der funktionalen Sicherheit. Entsprechend muss die Eignung der gesamten Sicher-

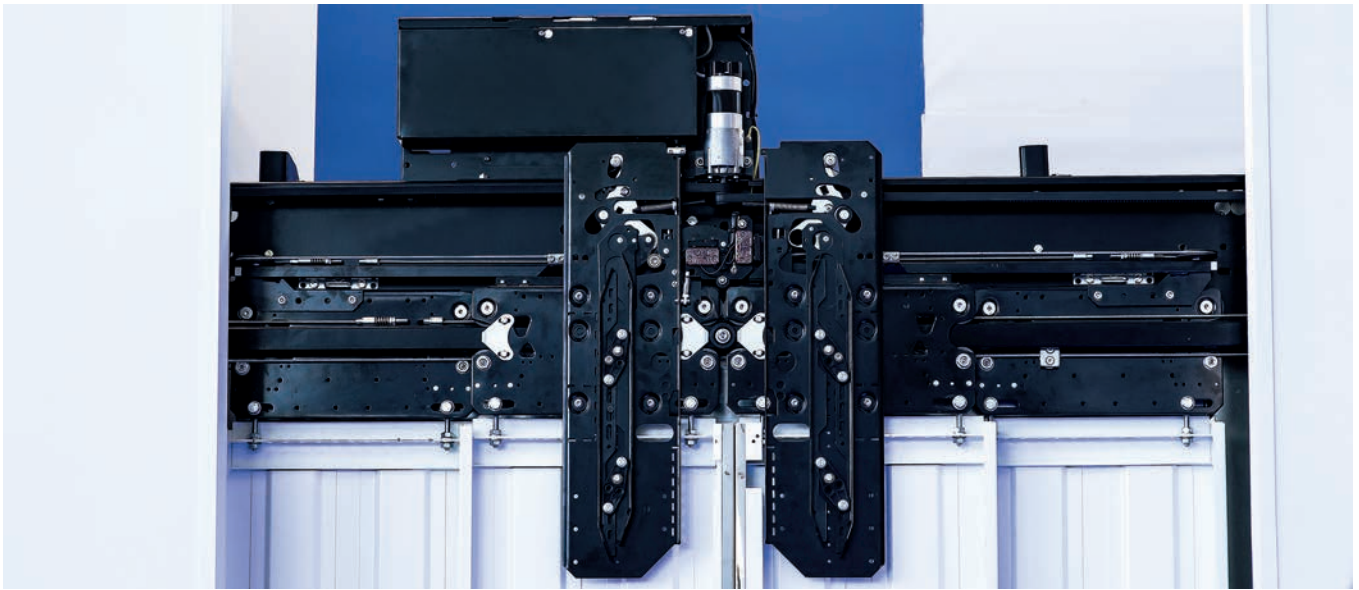
heitskette sichergestellt sein, um die erwartete Sicherheitsfunktion zuverlässig ausführen und dadurch nachweislich den sicheren Betrieb der Aufzugsanlage sicherstellen zu können.

» Die Sicherheitseinrichtungen müssen zuverlässig funktionieren

Wie bei allen technischen Systemen können trotz Eignungsnachweisen einzelne Komponenten von Sicherheitsfunktionen versagen oder ausfallen. Die Ursache sind vor allem systematische Fehler. Negative physikalische und chemische Veränderungen wie Abrieb, Korrosion und ähnliche Prozesse können dann zu fehlerhaften Funktionsausführungen führen. Die Sicherheitsfunktion arbeitet somit nicht mehr zuverlässig und verliert ihre Schutzwirkung.

Abrieb und Verschleiß verringern bei Sicherheitsfunktionen mit hoher oder kontinuierlicher Anforderungsrate der Komponenten zunehmend die Gesamtverfügbarkeit, wie beispielsweise bei der Überwachung des Türbereichs durch ein Lichtgitter. Der Ausfall dieser Sicherheitsfunktion führt zu einem unsicheren Betriebszustand des Aufzugs. Die wiederkehrende Prüfung muss sicherstellen, dass es nicht dazu kommt. Deshalb gilt es, den Zustand und die Wirksamkeit des Lichtgitters zu prüfen.

Anders sieht es bei Sicherheitsfunktionen aus, die nur sehr selten angefordert werden. Die über eine elektronisch-programmierbare Sicherheitsfunktion angesprochene Fangauslösung



beispielsweise bringt den Aufzug bei Übergeschwindigkeit sicher zum Stillstand. Glücklicherweise wird die Fangauslösung im Betrieb des Aufzugs nur äußerst selten aktiviert. Gleichzeitig steigt in dieser Zeit die Wahrscheinlichkeit für ein Versagen dieser Sicherheitseinrichtung, weil Feuchtigkeit, Staub, Betriebs- und Luftschadstoffe die Bauteile, Kabel und Kontakte angegriffen und korrodiert haben. Es besteht also ein erhöhtes Risiko, dass die Sicherheitseinrichtung genau dann versagt, wenn sie angefordert und dringend gebraucht wird.

» Prüfpflichtig vor erstmaliger Inbetriebnahme und bei der Hauptprüfung

Aus diesen Gründen muss gewährleistet sein, dass auch diese elektronisch-programmierbaren ausgeführten Sicherheitsfunktionen im Anforderungsfall zuverlässig funktionieren. Erreicht wird das durch die „Prüfung vor erstmaliger Inbetriebnahme“ und durch die „Hauptprüfung“. Beide werden in der TRBS 1201 Teil 4 näher beschrieben und vor Ort von Sachverständigen einer Zugelassenen Überwachungsstelle durchgeführt.

Zusätzlich zu den Sichtprüfungen und den technischen Prüfungen der Funktionsfähigkeit der MSR-Sicherheitseinrichtung

gen beinhalten beide Prüfungen stets auch eine Ordnungsprüfung. Überprüft werden dabei alle Dokumente, die notwendig sind, um die sichere Verwendung der einzelnen Komponenten und damit des gesamten Aufzugs zu bewerten. Dazu zählen unter anderem Nachweise, welche Sicherheitsbauteile und welche Hardware im Aufzug eingebaut wurde, welche Softwareversion die elektronischen Sicherheitseinrichtungen jeweils enthalten, die Betriebsanleitung und gegebenenfalls weitere Bescheinigungen und Zertifikate.

Geprüft wird insbesondere, ob die vorgefundene Ausführung der MSR-Sicherheitseinrichtung nach wie vor dem Stand der erstmaligen Prüfung vor Inbetriebnahme entspricht. Wurden in der Zwischenzeit Veränderungen vorgenommen, etwa durch Umbau- oder Modernisierungsmaßnahmen, so sind diese gegebenenfalls einer gesonderten Prüfung zu unterziehen („Prüfung nach prüfpflichtigen Änderungen“). Insbesondere muss bei programmierbaren elektronischen Systemen darauf geachtet werden, dass die Software unverändert geblieben ist. Änderungen der Software, beispielsweise durch Updates oder Patches, können unter Umständen zur Folge haben, dass Sicherheitsfunktionen versehentlich oder unbemerkt beeinflusst oder ganz ausgeschaltet werden. Sowohl Änderungen an der Software als auch Änderungen an der

Hardware müssen daher von Sachverständigen bewertet werden. Dafür sind besondere Fachkenntnisse nötig. Die Prüfung stellt aufgrund des rasanten, technologischen Wandels neue und hohe Anforderungen an den Sachverständigen. Dem kann beispielsweise durch ein angepasstes Qualifikations- und Ausbildungssystem der Sachverständigen Rechnung getragen werden (siehe hierzu auch den Beitrag von Johann Ströbl, „Anforderungen an Prüfer der funktionalen Sicherheit“ in diesem Heft).

» Funktionieren die Sicherheitseinrichtungen zuverlässig?

Bei der Prüfung vor erstmaliger Inbetriebnahme wird festgestellt, ob der Aufzug ordnungsgemäß errichtet wurde und die in der Dokumentation genannten Sicherheitseinrichtungen korrekt eingebaut, verschaltet und parametrieren wurden: Gibt es offensichtliche Auslegungsfehler, Mängel oder Beschädigungen, die durch den Hersteller oder eine unsachgemäße Montage verursacht wurden? Sind die Schließkräfte der Türen ordnungsgemäß parametrieren, sodass keine Quetschungen oder Verletzungen drohen? Liegen die Geschwindigkeitswerte des Aufzugs im zulässigen Bereich? Das sind die Leitfragen in dieser Prüfung. Es gilt hier, die korrekte, anlagenspezifische Umsetzung der sicherheitsrelevanten Parameter sowie die Einstellungen der Hard- und Software zu prüfen, um mögliche Fehleinträge aufzudecken. Ist alles in Ordnung, kann der Aufzug sicher verwendet und in Betrieb genommen werden.

Anschließend wird alle zwei Jahre im Rahmen der Hauptprüfung erneut festgestellt, ob die MSR-Sicherheitseinrichtungen in einem geeigneten technischen Zustand sind, immer noch zuverlässig funktionieren und ob sie wirksam sind. Dazu werden Messungen vorgenommen, Betriebsdaten und Firmware ausgelesen, Tests durchgeführt und der augenscheinliche Zustand der Aufzugsanlage mit der Anlagendokumentation abgeglichen.

Bei dieser Prüfung wird unter anderem festgestellt, ob einzelne MSR-Sicherheitsbauteile bereits die „erwartbare nutzbare Lebensdauer“ erreicht haben. Diese Zeitspanne wird von den Herstellern der Bauteile angegeben und bezeichnet den Zeitraum, in dem das Bauteil mit großer Wahrscheinlichkeit zuverlässig funktionieren wird. Für das einzelne Bauteil und seine spezifische Verwendung in der Aufzugsanlage ist diese Aussage natürlich nicht ausreichend und es muss zudem die Wirksamkeitsprüfung der Sicherheitsfunktion vorgenommen werden.

Wird bei der Hauptprüfung eine Überschreitung der erwartbaren nutzbaren Lebensdauer festgestellt oder bleibt die Wirksamkeitsprüfung erfolglos, wird das als Mangel bewertet, der zu beseitigen ist: Das Bauteil muss gegen ein neues ausgetauscht und / oder die zuverlässige Funktionsweise und Wirksamkeit muss wiederhergestellt werden. Nur so ist die sichere Verwendung auch für die nächsten Jahre wieder gewährleistet. Verifiziert wird die Instandsetzung bei der nächsten Hauptprüfung durch den Sachverständigen. Durch die Prüfung wird also das hohe Sicherheitsniveau, das der Konformitätserklärung und der Prüfung vor Inbetriebnahme der Aufzugsanlage anfänglich zugrunde lag, über die gesamte Nutzungsdauer der einzelnen Komponenten und somit der gesamten Anlage aufrechterhalten.

Quelle

[1] Technische Regel für Betriebssicherheit (TRBS) 1201 Teil 4: Prüfung von überwachungsbedürftigen Anlagen – Prüfung von Aufzugsanlagen; Ausgabe: März 2019

Dr. Rolf Zöllner
TÜV SÜD Industrie Service GmbH
rolf.zoellner@tuev-sued.de

Anforderungen an Prüfer der funktionalen Sicherheit

Von Johann Ströbl

Die häufigsten Fehler im Design von Schutzkreisen und ihren Sicherheitseinrichtungen sind systematische Fehler, die durch entsprechende Maßnahmen vermeidbar sind. Die DIN EN 61508 [1] fordert deshalb unabhängige Beurteilungen und formuliert umfassende Anforderungen an die Prüfungen. Besondere Qualifikationen der Prüfer verlangt sie indessen nicht. Allerdings: Um systematische Fehler bei Schutzkreisen und Sicherheitseinrichtungen zuverlässig zu vermeiden, muss auch die Qualifikation der Prüfer sehr wohl bedacht werden. Dafür eignet sich ein dreistufiges Aus- und Weiterbildungskonzept, das auch klare Voraussetzungen für die Teilnahme fordert.

Fehler, die dazu führen, dass ein technisches System versagt, lassen sich zwei Kategorien zuordnen: systematische Fehler und zufällige Fehler. Letztere sind prinzipiell nicht zu vermeiden. Folglich müssen bei zufälligen Fehlern Maßnahmen zur Fehlerbeherrschung umgesetzt werden. Dafür gibt es verschiedene Möglichkeiten wie eine entsprechende Architektur der Sicherheitseinrichtung (zum Beispiel redundante Systeme) oder eine Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeiten der Sicherheitskreise. Systematische, also menschengemachte Fehler hingegen lassen sich grundsätzlich verhindern. Schließlich sind sie bei einem systematischen, risikobasierten Ansatz per Definition während der gesamten Lebensdauer des Systems stets vorhersehbar.

Laut einer Studie der britischen Health and Safety Executive (HSE) [2] waren 85 Prozent aller bei Sicherheitseinrichtungen auftretenden Fehler systematische und nur 15 Prozent zufällige Fehler. Die Studie zeigt außerdem, dass die Kosten durch Unfälle infolge fehlerhafter Sicherheitseinrichtungen in der Regel nur zu einem Bruchteil versichert sind. Der Großteil sind verdeckte Kosten wie etwa für die Aufarbeitung der Unfallursache, juristische Folgen oder Produktionsausfälle. Um sichere Arbeits- und verlässliche Produktions- und Investitionsbedingungen zu schaffen, gilt es also, Fehler zu vermeiden.

Der Sicherheitslebenszyklus von Sicherheitseinrichtungen der Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR) beschreibt und definiert die dafür erforderlichen Schritte. Sie reichen von der Ermittlung der Gefahren und der für den Einsatz erforderli-

chen Risikoreduzierung über die Planung, Errichtung und den Betrieb einer Sicherheitseinrichtung bis hin zur Außerbetriebnahme. Für die Abstimmung der geeigneten Maßnahmen ist ein Managementsystem der funktionalen Sicherheit erforderlich, um in allen Phasen des Sicherheitslebenszyklus die Planungs- und Beurteilungsschritte mit der erforderlichen Fachkenntnis durchzuführen.

» Vorgaben für Sicherheitseinrichtungen

Die DIN EN 61508 als Grundnorm der funktionalen Sicherheit ist ein etabliertes und allgemein akzeptiertes Werkzeug für die Planung und das Design von Schutzkreisen. Von dieser Grundnorm ist für die Maschinensicherheit die Norm DIN EN 62061 sowie für die Sicherheit verfahrenstechnischer Anlagen die Norm DIN EN 61511 abgeleitet. Zudem basiert auch die für die Bewertung des Explosionsschutzes geltende Technische Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 725 auf derselben Sicherheitsphilosophie wie die DIN EN 61508.

Die Norm folgt einem probabilistischen Fehleransatz, der mehr und mehr den jahrzehntelang angewandten deterministischen Ansatz ersetzt. Als Grundlage der probabilistischen Sicherheitsphilosophie dient das Lebenszyklusmodell, bei dem davon ausgegangen wird, dass eine in einer Gefährdungsbeurteilung ermittelte Gefahr für Leib und Leben von Menschen, für Sachen sowie für die Umwelt vermieden werden muss. Dazu muss das vorhandene Risiko beurteilt und auf ein tolerierbares Maß (= Restrisiko) reduziert werden. Das geschieht durch

Seite 18 VdTÜV-Merkblatt Druckbehälter 372									
01.2017									
Anhang 1									
Erforderliche Kenntnisse für die Prüfung der funktionalen Sicherheit									
Lebenszyklus	Prüfart	Prüfungsumfang/-gegenstand/-inhalt	Mindest erforderliche Bewertungskompetenz der Prüfer (x) = ggf. erforderlich						Prüfzuständigkeit für Druckanlagen gemäß BetrSichV
			Anlagenkenntnis	Ortskenntnis	verfahrenstechnische Kenntnisse	spezielle elektrotechnische Kenntnisse	QS-Kenntnisse der funktionalen Sicherheit	Kenntnisse des sicherheitsgerichteten Logiksystems	ZUS ⁵
Konzeptphase	Plausibilitätsprüfung	Festlegung des Betreibers zu den anzuwendenden rechtlichen und normativen Regelwerken	x	–	–	–	–	–	x
		Fachgerechte Durchführung der Gefahren- und Risikoanalyse	x	–	–	–	–	–	x
		Festlegung der erforderlichen PLT-Schutzeinrichtungen	–	–	x	–	–	–	x
		Ermittlung und Berücksichtigung der äußeren Einflüsse auf die nicht-elektrotechnischen Komponenten der PLT-Schutzeinrichtungen	x	–	–	–	–	–	x

⁵ Soweit die Anlage durch eine zur Prüfung befähigte Person geprüft werden darf, kann die ZUS durch eine zur Prüfung befähigte Person ersetzt werden.

© TÜV Süd Industrie Service GmbH

Bild 1: Auszug aus dem VdTÜV-Merkblatt Druckbehälter 372 [3]

eine Sicherheitsfunktion, die zum Beispiel die Verletzung einer Person durch eine sich schließende Aufzugstür verhindert, die wiederum durch eine Sicherheitseinrichtung, wie zum Beispiel ein Lichtgitter, realisiert wird. Je nach Einsatzgebiet und erforderlicher Gefahrenabsicherung kann das vom Not-Aus-Schalter über Zugangssperren wie Sicherheitstüren oder Schutzblechen bis zu berührungslos wirkenden Schutzeinrichtungen wie Lichtschranken reichen.

Diese Sicherheitseinrichtung muss für den entsprechenden Anwendungsfall geeignet sein und für die geforderte Risikoreduzierung ausreichen. Geeignet ist eine Sicherheitseinrichtung, wenn sie für den vorgesehenen Einsatzbereich funktional sicher ist. Funktionale Sicherheit bedeutet, dass ein Sicherheitssystem dann funktioniert und die Gefahr abwendet, wenn es gebraucht wird und einen sicheren Zustand herbeiführt, d. h. in unserem Fall, wenn es die Aufzugstür öffnet.

» Unabhängig prüfen

Die DIN EN 61508 sieht neben Managementsystemen ein Vier-Augen-Prinzip vor: Während ein Team die Sicherheitseinrichtung plant, designt, aufbaut, in Betrieb nimmt, betreibt und

unter Umständen außer Betrieb stellt, übernimmt ein unabhängiges Beurteilungsteam die Prüfung.

Dabei verlangt die Norm verschiedene Grade an Unabhängigkeit, je nach geforderter Risikoreduzierung, die in den Tabellen 4 und 5 der DIN EN 61508 beschrieben sind. In welchem Maß eine Sicherheitseinrichtung mögliche Risiken reduzieren muss, wird in Sicherheitsintegritätslevels (englisch: safety integrity level – SIL), angegeben. Diese Sicherheitsanforderungsstufen reichen von SIL 1 bis SIL 4 und sind ein Maß für den Grad der Risikoreduzierung des Systems. Die Risikoreduzierung ergibt sich aus der Zuverlässigkeit, den Schadensauswirkungen, der Häufigkeit und Dauer der Gefahrenexposition sowie der Möglichkeit, den Schaden zu vermeiden. Je höher das Risiko, desto höher ist die erforderliche Risikoreduzierung, also das SIL.

Abhängig davon ist die Anforderung an den Grad der Unabhängigkeit der beurteilenden Person. Bei Schutzkreisen mit einer Risikoreduzierung bis SIL 1 wird eine unabhängige, am Projekt nicht beteiligte Person zur Beurteilung gefordert. Diese darf aus der gleichen Abteilung kommen wie die Projektplaner. Ist eine Risikoreduzierung bis SIL 2 gefordert, soll die Beurteilung von einer Person vorgenommen werden, die nicht am Projekt

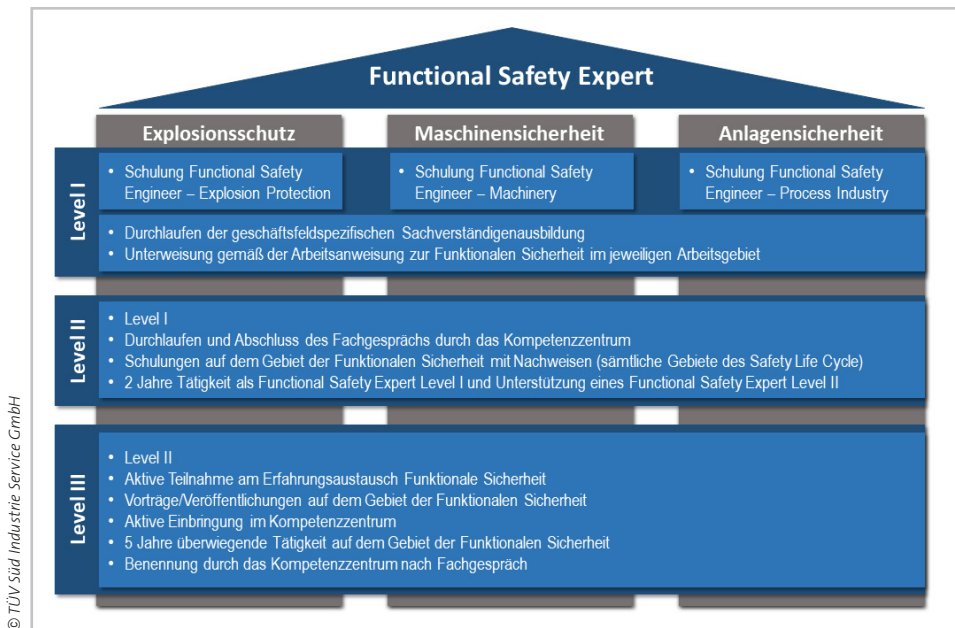


Bild 2: Ausbildungskonzept

beteiligt ist. Bei SIL 3 soll zur Beurteilung eine unabhängige Person herangezogen werden, die aus einer anderen, an dem Projekt nicht beteiligten Organisation kommt.

» Prüfungsanforderungen

Für die an Sicherheitseinrichtungen verwendeten Komponenten gibt es klare normative Vorgaben für deren Eignung sowie erforderliche Eignungsnachweise für ihren Einsatz. Es ist derzeit kein großes Problem für Risikoreduzierungen SIL 1, 2 oder 3 geeignete Komponenten wie Sensoren, Steuerungen oder Aktoren zu finden.

Die DIN EN 61508 macht detaillierte Vorgaben zum Inhalt der Prüfung, den Prüfmitteln sowie zu den einzelnen Schritten und der Tiefe bei wiederkehrenden Prüfungen. Demgegenüber formuliert die Norm nahezu keine Anforderungen an die Qualifikation der Prüfer selbst. Auch die TRBS 1201-4 definiert keine detaillierten Anforderungen an die Qualifikation der Prüfer. Das VdTÜV-Merkblatt Druckbehälter 372 „Prüfung der funktionalen Sicherheit“ beschreibt in Teil 1 „PLT-Sicherheitseinrichtungen in Anlagen“, Anhang 1 die erforderlichen Kenntnisse für die Prüfung der funktionalen Sicherheit.

» Qualifikation des Prüfpersonals

Im Hinblick auf die Vermeidung systematischer Fehler bei der Planung, Realisierung und Prüfung von Anlagen ist es erforderlich, die Qualifikation der am Beurteilungsteam beteiligten Prüfer näher zu definieren. Es ist auch hier sinnvoll, auf eine strukturierte Form der Aus- und Weiterbildung zurückgreifen zu können.

Im Folgenden wird ein Best-Practice-Beispiel beschrieben, das im Rahmen der Qualitätssicherung als unternehmensinternes Aus- und Weiterbildungskonzept dient. Entwickelt wurde es vom Kompetenzzentrum für funktionale Sicherheit innerhalb eines Prüfunternehmens. Zunächst sind spezifische Zugangsvoraussetzungen definiert, die gewährleisten sollen, dass sich ein potenzieller Prüfer für funktionale Sicherheit einen Überblick über die technische Ausführung einer Sicherheitseinrichtung verschaffen kann:

- eine elektrotechnische Ausbildung oder eine andere, für die vorgesehenen Prüfaufgaben geeignete, vergleichbare elektrotechnische Qualifikation oder Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten

- ▶ Erfahrung mit der Prüfung elektrischer Anlagen allgemein
- ▶ Grundkenntnisse auf dem jeweiligen Arbeitsgebiet
- ▶ Grundkenntnisse auf dem Gebiet der Gefährdungsbeurteilung, der Philosophie der funktionalen Sicherheit sowie im Umgang mit speicherprogrammierbaren Steuerungen
- ▶ Kenntnisse im Lesen von R&I-Schemata und Logikplänen sowie elektrischen Schaltplänen

» Qualifikation in drei Stufen

Die eigentliche Ausbildung ist in drei Stufen gegliedert, mit denen verschiedene Berechtigungen und Aufgaben verbunden sind: Im ersten Schritt werden die Teilnehmer in einer 1,5-tägigen Einführung mit den Grundlagen der funktionalen Sicherheit vertraut gemacht. Hier werden unter anderem Begriffe der funktionalen Sicherheit, Unterschiede zwischen systematischen und zufälligen Fehlern, der Umgang mit mechanischen Komponenten, die Berechnung von Sicherheitskreisen und die Unterschiede zwischen Low, High und Continuous Demand Mode behandelt. Am Ende dieses Grundmoduls ist ein Leistungsnachweis vorgesehen.

Im Anschluss erfolgt eine Spezialisierung auf das jeweils gewünschte Arbeitsgebiet. Es gibt eigene Ausbildungslinien für die drei Bereiche Maschinensicherheit, Explosionsschutz und

Sicherheit von Prozessanlagen. Dies ist nötig, weil sich die einzelnen Bereiche sowohl in der Terminologie als auch in den Verantwortungsbereichen (Hersteller, Betreiber) wesentlich voneinander unterscheiden. Auch hier erfolgt am Ende ein Leistungsnachweis je Modul. Die geschilderte 3-Level-Qualifikation ist in jeder der drei Ausbildungslinien identisch.

Nach bestandener Prüfung sowie nach der Unterweisung mit den einschlägigen Arbeitsanweisungen „Funktionale Sicherheit“ des jeweiligen Geschäftsfeldes (Elektro- und Gebäudetechnik, Fördertechnik, Anlagensicherheit) erhält der Sachverständige die FuSi-Level-1-Anerkennung und darf wiederkehrende Prüfungen von Sicherheitseinrichtungen auf der Basis der schon durchgeführten Abnahmeprüfungen alleine durchführen.

Nach zweijähriger Tätigkeit auf Level 1 und regelmäßigem Monitoring durch einen Level-2-Sachverständigen sowie einem Nachweis von Schulungen und Ausbildungen auf sämtlichen Gebieten des Safety Life Cycles kann der Sachverständige die Anerkennung für Level 2 beantragen. Es erfolgt eine Bewertung der bisher durchgeführten Tätigkeiten und der Schulungsnachweise sowie ein Fachgespräch mit Mitgliedern des Kompetenzzentrums für funktionale Sicherheit.

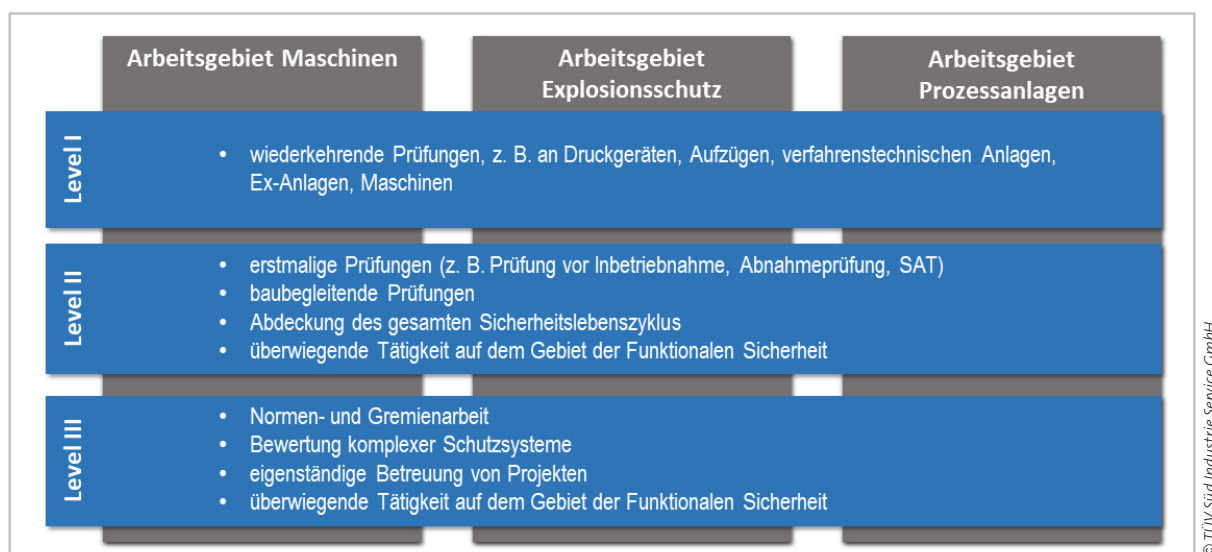


Bild 3: Tätigkeitsbereiche



Bild 4: Funktionale Sicherheit ist die Basis für die Zuverlässigkeit komplexer Anlagen

Bei positivem Abschluss bekommt der Sachverständige die Anerkennung für Level 2. Damit darf er erstmalige Prüfungen (zum Beispiel Abnahmeprüfungen, Site Acceptance Tests) an Systemen der funktionalen Sicherheit durchführen. Zu seinen Aufgaben gehören auch baubegleitende Prüfungen und Prüfungen über den gesamten Lebenszyklus einer Sicherheitseinrichtung. Um die Gültigkeit der Anerkennung zu erhalten, muss der Sachverständige überwiegend auf dem Gebiet der funktionalen Sicherheit arbeiten.

Nach weiteren drei Jahren überwiegender Tätigkeit auf dem Gebiet der funktionalen Sicherheit kann sich der Sachverständige um die Level-3-Qualifikation bewerben. Seine Aufgaben umfassen dann die aktive Teilnahme am Erfahrungsaustausch „Funktionale Sicherheit“, das Erstellen von Vorträgen und Veröffentlichungen auf dem Gebiet der funktionalen Sicherheit sowie die aktive Mitarbeit und Gestaltung im unternehmens-eigenen Kompetenzzentrum für funktionale Sicherheit. Die Benennung des Level-3-Sachverständigen erfolgt durch das Kompetenzzentrum nach einem Fachgespräch.

Zur Aufrechterhaltung der Qualifikation der Sachverständigen wird ein jährlicher Erfahrungsaustausch durch das Kompetenzzentrum organisiert, wobei die Teilnahme für die anerkannten Sachverständigen verpflichtend ist. Die jeweiligen Anerkennungen werden über das unternehmensinterne Qualitätsmanagementsystem dokumentiert.

Quellen

- [1] DIN EN 61508 Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme
- [2] HSE Health and Safety Executive: Out of Control – Why control systems go wrong and how to prevent failure. 2003
- [3] VdTÜV-Merkblatt Druckbehälter 372, Ausgabe 01/2017

Dipl.-Ing. (FH) Johann Ströbl
TÜV SÜD Industrie Service GmbH

Sicherheitsupdate für überwachungspflichtige Industrieanlagen

Merkblatt KAS-44 – Leitsatz zum Schutz vor cyberspezifischen Angriffen

Von Jürgen Bruder, Karlheinz Russ und Christian Weber

Cyberattacken gefährden mehr als die IT-Infrastruktur. Ganze Produktionsanlagen oder Lagerstätten stehen im Fokus der Hacker. Betreiber überwachungspflichtiger Anlagen sollten deshalb auch das digitale Risiko nicht aus den Augen verlieren. Dabei gilt es, spezielle Anforderungen an den Schutz von industriellen Produktionsanlagen zu beachten. Mit dem Merkblatt KAS-44 bietet die Kommission für Anlagensicherheit erste Leitsätze zum Schutz vor cyberphysischen Angriffen.



© iStock / thitwong / TÜV Hessen

Digitale Bedrohungen stellen Betreiber von überwachungspflichtigen Industrieanlagen vor eine große Herausforderung. In einer immer tiefer vernetzten Produktion mit drahtlos kommunizierenden Sensoren wird die Frage nach der Sicherheit neu gestellt. Dabei wird deutlich: Mit der voranschreitenden Industrie 4.0 endet der Schutz von Fertigungsprozessen nicht am Werkstor. Um Mensch und Umwelt auch weiterhin zuverlässig vor Unfällen mit gefährlichen Stoffen zu schützen, muss der Sicherheitsbegriff erweitert werden.

Die Kommission für Anlagensicherheit (KAS) hat das Bedrohungspotenzial erkannt, das von Hackern ausgeht. Bereits im Herbst 2017 wurden deshalb Leitsätze zum Schutz vor cyberphysischen Angriffen veröffentlicht. Das Merkblatt KAS-44 erweitert die grundsätzlichen Pflichten für Betriebsbereiche, die von der Störfall-Verordnung (Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes) betroffen sind. Zu den allgemeinen Betreiberpflichten zählt der umfassende Schutz dieser Bereiche. Dabei müssen Eingriffe unbe-

fugter Personen berücksichtigt werden, sowohl physisch als auch informationstechnisch.

» Vernetzte Produktion – vernetzte Bedrohung

Die betroffenen Betriebsbereiche mit gefährlichen Stoffen werden im Zuge der Industrie 4.0 zunehmend intern und extern vernetzt, etwa zur Fernwartung. Da sie potenzielle Angriffspunkte darstellen, benötigen sie eine entsprechende Absicherung. Die Cybersicherheit wird deshalb zu einem wichtigen Bestandteil im Sicherheitskonzept der betroffenen Anlagen. Um den Schutz angemessen zu gestalten, bezieht sich das Merkblatt KAS-44 nur auf Systeme mit sicherheitstechnischer Relevanz. Die Integration der Cybersicherheit in ein Managementsystem kann analog zur ISO-27000-Normenreihe erfolgen. Mit den Leitsätzen verfolgt die KAS das Ziel, Anlagenbetreiber auf Cyberangriffe vorzubereiten. Das Merkblatt KAS-44 adressiert daher speziell Organisationen und Betriebsbereiche, die noch nicht über die notwendige Security-Kultur verfügen. Davon betroffen sind beispielsweise Unternehmen der chemischen Industrie, Lager, Zulieferer oder Betreiber von Biogasanlagen.

» Leitsätze fördern Sicherheit

Um ein nachhaltiges Bewusstsein für Cyberbedrohungen zu etablieren, wird IT-Sicherheit im Merkblatt KAS-44 zur Chefsache. Die Leitung eines Unternehmens ist nicht nur für die Sicherheitsstrategie verantwortlich, sondern auch für die Kommunikation der Konzepte an alle Mitarbeiter, die sich mit der Anlagensicherheit befassen. Dafür werden alle Beteiligten regelmäßig geschult. Die konkrete technische Umsetzung der eingeführten Cybersicherheitsverfahren ist Aufgabe der IT-Abteilungen. Die KAS empfiehlt dafür die Einführung eines Asset-Registers, in dem alle Teile und Komponenten verzeichnet sind, deren Manipulation eine mittelbare oder unmittelbare Auswirkung auf die funktionale Sicherheit der Anlage hat. Ein visualisiertes Netzwerkregister veranschaulicht zusätzlich die internen Kommunikationsbeziehungen zwischen den Assets. Beim Bau und Betrieb von Anlagen soll Informationssicherheit zudem künftig eine integrale Rolle spielen. Die Anforderungen

werden bereits während der Planung vom Betreiber festgelegt. Anschließend soll ein Cyber-Risk-Managementsystem den konstanten Schutz gewährleisten. Darin enthalten sind auch die rechtzeitige Erkennung von IT-Sicherheitsvorfällen und eine wirksame Bekämpfung der Hackerangriffe.

» Safety versus Security

Bei der Umsetzung der erforderlichen Safety- und Security-Aktivitäten konkurrieren jedoch die unterschiedlichen Interessen der Ingenieure. Im Safety-Bereich werden Schutzeinrichtungen in Expertenteams geplant. Dabei steht das „handfeste“ Vorgehen im Vordergrund, etwa die vereinbarten Safety-Verfahren mit den Anlagenverantwortlichen abzustimmen und den Mitarbeitern verständlich zu kommunizieren. Die Weitergabe der Informationen ist notwendig – auch damit Wartungstechniker auf die Anlage zugreifen können, gegebenenfalls sogar von außerhalb.

IT-Verantwortliche wollen hingegen den Zugang zu den Systemen möglichst einschränken. Die damit verbundenen Security-Prozesse werden vertraulich behandelt und im Hintergrund implementiert. Geplante Safety- und Security-Aktivitäten können sich deshalb aufgrund der verschiedenen Schutzzielbetrachtung sogar widersprechen. Um eine Lösung für diesen unsachgemäßen Zustand zu finden, sollten Safety- und Security-Verfahren aufeinander abgestimmt sein und in einen gemeinsamen Change-Management-Prozess integriert werden.

Unternehmen stehen daher vor der Aufgabe, ihren Fokus zu erweitern. Es reicht nicht aus, Industrie 4.0 nur als optimierte Produktion oder effizientes Anlagenmanagement zu denken. Vielmehr ist eine neue Definition der IT-Sicherheit gefragt. Es kommt darauf an, die idealen Sicherheitsmaßnahmen zu bestimmen und im gesamten Unternehmen anzuwenden. Erst dann besteht die Chance, die Problematik der konkurrierenden Sicherheitsschnittstellen nachhaltig zu lösen. Der Fernzugriff von diversen Geräten ist ohne erweiterte Sicherheitsstandards beispielsweise undenkbar. Hierzu gehört auch die Integration von Security-Aspekten in die wiederkehrenden Safety-Prüfun-

gen gemäß Betriebssicherheitsverordnung, etwa bei gebäude-technischen Anlagen wie Aufzügen.

» Analyse und Bewertung

Bei der Umsetzung der KAS-44-Leitsätze in Unternehmen mit überwachungspflichtigen Industrieanlagen sollte zunächst der Status quo ermittelt werden. Anschließend folgt eine Priorisierung der relevanten Assets innerhalb der untersuchten Netzwerke. Dabei ist es entscheidend, ein Asset-Register einzuführen, um ein möglichst objektives Ergebnis zu erhalten. Nachdem die relevanten Assets identifiziert sind, wird das Risikomanagement analysiert und bewertet. Vor allem die Vollständigkeit und die Abschätzung aller denkbaren Risiken spielt dabei eine entscheidende Rolle. Denn in den nächsten Entwicklungsschritten wird die IT-Infrastruktur testweise attackiert, im Idealfall mit realistischen Angriffssimulationen. Daraus ergeben sich zahlreiche Optimierungen, die anschließend im Unternehmen realisiert werden. Um die Sicherheit der Industrieanlagen auch digital zu gewährleisten, sollte der Prozess permanent fortgeführt und weiterentwickelt werden.

Geeignete Tools erleichtern diese anspruchsvollen Aufgaben um ein Vielfaches. Speziell für den Einsatz in Produktionsnetzwerken entwickelte Managed Services können die zu prüfende IT-Infrastruktur kontinuierlich überwachen und testen. Dabei werden unzählige verschiedene Methoden und Angriffsmuster verwendet und untereinander kombiniert, um die tatsächliche Sicherheit der Systeme in Echtzeit zu errechnen. Eine Gap- oder auch Lückenanalyse zeigt anschließend die mögliche Diskrepanz zwischen dem Ist-Zustand und dem angestrebten Ziel: dem umfassenden Schutz der überwachungspflichtigen Anlagen.

» Externe Unterstützung

Damit die KAS-44-Leitsätze möglichst umfassend realisiert werden, bietet sich die Unterstützung externer Experten an. Denn Außenstehende haben einen neutralen Blick auf die Aufgabe – und verfügen zudem über die notwendigen Ressourcen, die für die anspruchsvollen Herausforderungen benötigt wer-

den. So können sie Schwachstellen schnell identifizieren und bei den folgenden Aufgaben wie der Erstellung von Asset-Registern, dem Risikomanagement oder den Angriffssimulationen zur Seite stehen, um die Sicherheit systematisch zu verbessern.

Der Umsetzungsprozess beginnt idealerweise mit einem Workshop, in dem der Anlagenbetreiber und die Cybersecurity-Experten gemeinsam die Ziele für die Risikobeurteilung definieren. Auch der Umfang der Zusammenarbeit wird festgelegt. Allen Beteiligten muss klar sein, welche Prozesse und welche Geräte oder Steuerungen von der Untersuchung betroffen sind. Die erstellte Übersicht der Assets ist die Grundlage für die Risikobetrachtung, denn sie enthält alle relevanten Komponenten und Schnittstellen. Anschließend werden die Netzzugänge und die Netzwerkgrenzen erfasst. Sind all diese Informationen vorhanden, folgt der Test, ob und wie gut die IT-Infrastruktur vor aktuellen Angriffen von außen geschützt ist.

» Fazit

Während der gesamten Planung und Umsetzung eines Sicherheitskonzepts gegen cyberphysische Angriffe kommt es darauf an, dass die jeweiligen Verantwortlichen vertrauensvoll zusammenarbeiten und sich nicht gegenseitig als Konkurrenz betrachten. Die enormen Herausforderungen der Industrie 4.0 erfordern Lösungen, bei denen die Safety mit der Security in Einklang gebracht wird. Nur dann können überwachungspflichtige Industrieanlagen auch weiterhin umfassend sicher betrieben werden.

Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Bruder
juergen.bruder@tuevhessen.de

Dipl.-Ing. Karlheinz Russ
karlheinz.russ@tuevhessen.de

Christian Weber
christian.weber@infraforce.de
TÜV Technische Überwachung Hessen GmbH

Menschliche Zuverlässigkeit als Schlüsselfaktor der Anlagensicherheit

Von Dr. Karin Müller

Menschliche Zuverlässigkeit in einem Mensch-Maschine-System (MMS) ist eine Systemkomponente der Verlässlichkeit des Gesamtsystems. Sie wird u. a. bestimmt durch organisationale Faktoren, die Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle sowie Autorität, Kompetenz und Beanspruchung des Operators. Idealerweise werden menschliche Tätigkeit und Funktionsteilung bereits in der Planung eines MMS so gestaltet, dass der Mensch sicher und gesundheitsförderlich in ihm tätig sein kann.



© DEKRA e.V.

Die VDI-Richtlinie 4006 [1] beschreibt Methoden, mit denen die Zuverlässigkeit menschlichen Handelns in technischen Anlagen quantitativ bestimmt werden kann. Technische Anlagen werden hier als Mensch-Maschine-System (MMS) betrachtet, in dem eine Wechselwirkung des Menschen mit den übrigen Systemkomponenten entsteht. In der ingenieurpsychologischen Betrachtungsweise wird der Begriff der Zuverlässigkeit auf den systemtechnischen Ansatz der Verlässlichkeit erweitert [2]. Für die Betrachtung der menschlichen Komponente im Rahmen der Bestimmung der Verlässlichkeit ist die Einbeziehung psychologischer Erkenntnisse und

Theorien unabdingbar. Bild 1 zeigt, wo die entsprechenden Ansatzpunkte liegen können.

Zur Bewertung der Verlässlichkeit eines bestehenden MMS im bereits laufenden Betrieb werden häufig erfahrungsbasierte Ansätze genutzt, bei denen Informationen über kritische Ereignisse während des Betriebs ausgewertet werden. In der klassischen Betrachtungsweise der sogenannten „Unfallpyramide“ wird der Mensch tendenziell als maßgeblicher Faktor für das Versagen eines Gesamtsystems verantwortlich gemacht. Hierfür werden in der Literatur üblicherweise zwischen 80 % und

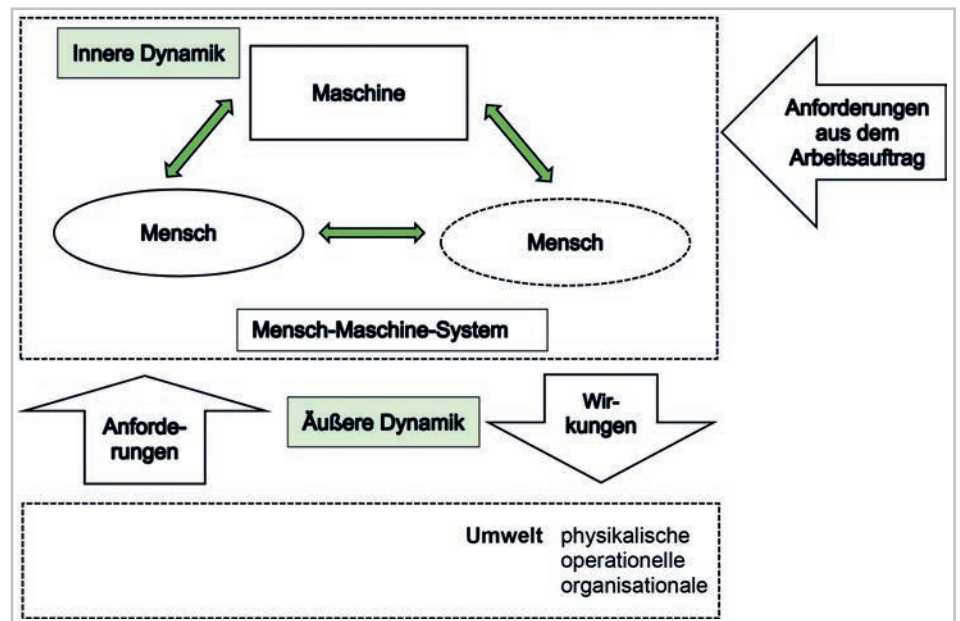


Bild 1:
Das Mensch-Maschine-System als Gegenstand der Verlässlichkeitsbewertung

© K. Müller, nach Giesa / Timpe [2]

90 % „menschliches Versagen“ angegeben. Schütte [3] weist darauf hin, dass von einem menschlichen Fehler erst dann gesprochen werden kann, wenn „die Umweltbedingungen normal sind und alles Technische vollständig und normal funktioniert“. Dieses Kriterium dürfte in einem Störfall in aller Regel nicht erfüllt sein.

Zur prospektiven Gestaltung eines MMS werden modellbasierte Ansätze genutzt. Idealerweise wird hier die Rolle des Menschen als integraler Bestandteil des MMS vorgesehen, dessen übrige Komponenten an seine Fähigkeiten angepasst sind. Pacaux-Lemoine et al. [4] stellen fest, dass Ingenieure beim Gestalten von MMS noch häufig zu technikzentriert agieren, sie sehen den Menschen oft als irrational, vergesslich, fehleranfällig und überreagierend an. Dieser Auffassung stellen sie einen menschenzentrierten Ansatz gegenüber und zeigen in zahlreichen Experimenten, dass Menschen kreatives und innovatives Verhalten zeigen können, wenn der Level der Automatisierung optimal an sie angepasst ist. Sie können experimentell zeigen, dass alle mit dem System verbundenen Ziele erreicht werden und die Gesamtleistung steigt, wenn der Mensch konsequent einbezogen ist. Diese Resultate lassen sich noch verbessern durch den Einsatz von kooperativen Assistenzsystemen.

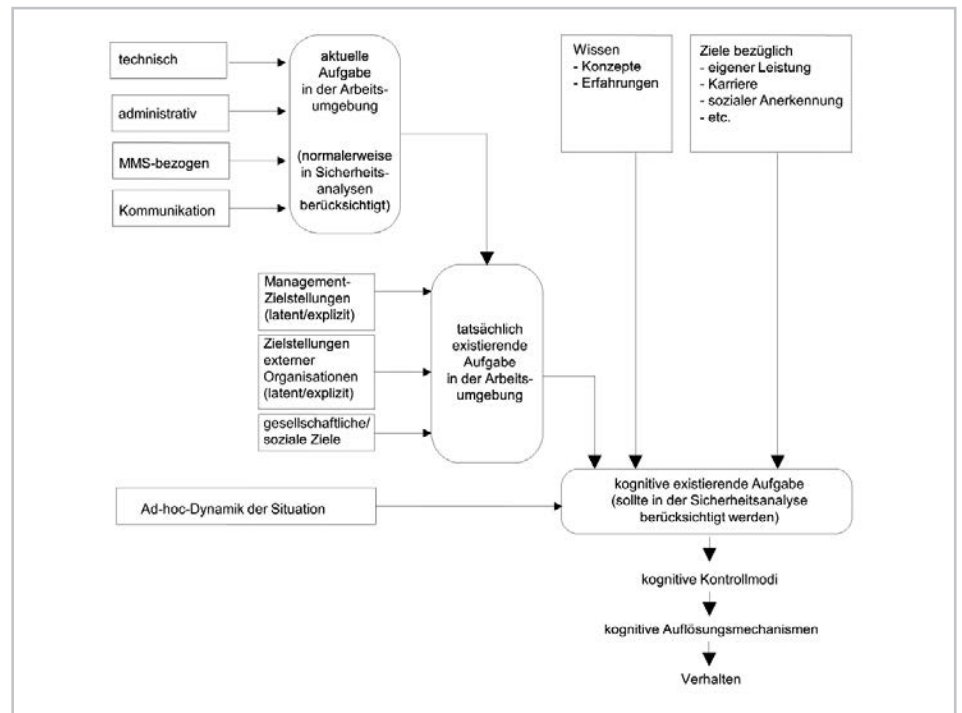
Dekker und Woods [5] sind der Auffassung, dass eine totale Automatisierung kein Ziel in der Entwicklung von MMS sein kann. Die seit Langem praktizierte Nutzung sogenannter MA-BA-MABA-Listen („Men are better at – Machines are better at“) sei ein Irrweg. Dahinter stehe häufig die falsche Annahme, dass Maschinen Menschen auf simple Art ersetzen können und wirtschaftlicher sowie mit weniger Fehlern behaftet seien. Aber die Automatisierung hat nicht nur quantitative Konsequenzen, sondern bringt auch qualitative Veränderungen im Zusammenspiel von Mensch und Maschine mit sich. Mensch und Maschine müssen transparente Teamplayer werden, sowohl die Maschine als auch der Mensch müssen sich anpassen. Die Hauptfrage lautet nicht: Wer macht was, bezogen auf die Zuweisung von Aufgaben, sondern: Wie kann man gemeinsam arbeiten?

» Autorität des Menschen in einem MMS

Mit fortschreitender Automatisierung und Digitalisierung verändert sich die Rolle des Menschen im MMS. Bild 2 zeigt die Entwicklung von der digitalen zur zentralen Prozesssteuerung [6].

Die Rolle des Operators wandelt sich zunehmend vom aktiven „Macher“ zum passiven Überwacher, der nur noch in selten

Bild 2:
Einflüsse auf die normative Aufgabe
eines Operators und sich daraus
ergebende kognitive Anforderungen
und Verarbeitungsmechanismen



© K. Müller, nach Schwarz et al. [6].

auftretenden kritischen Situationen und Störfällen in die Systemabläufe eingreift. Auf die entstehende Ironie der Automatisierung (Brainbridge 1983) wird immer wieder hingewiesen. [7]

Giesa und Timpe [2] beschreiben als Bewertungsebenen der Verlässlichkeit eines MMS u. a. die Autorität, Kompetenz und Beanspruchung des Menschen. Die Autorität soll sicherstellen, dass der Mensch in einem MMS die Führungsrolle behält. Die Frage, ob mit zunehmender Automatisierung die Bedeutung des Menschen als aktiver Part des MMS in den Hintergrund tritt, wird aktuell bezüglich der künstlichen Intelligenz diskutiert. Bereits 1983 wurde von Sheridan (zit. in [2]) festgestellt, dass in hochautomatisierten Systemen Unknown-Unknown-Situations auftreten können, die vom Systementwickler nicht vorausgedacht wurden, weil sie auf einer unerwarteten Verkettung von Einzelereignissen beruhen. Mit wachsender Komplexität der Systeme wird es immer schwieriger oder sogar unmöglich, alle Systemzustände vorherzusagen. Unerwünschte Zustände können dann nur noch von den im System arbeitenden Menschen mit ihrer Fähigkeit zur flexiblen, problem- und lösungsorientierten Verarbeitung spezifischen Wissens aufgelöst werden. Dies

gilt prinzipiell bis heute. In modernen Industriedesignkonzepten wird dem Menschen deshalb eine partizipative Rolle zugeschrieben.

In der ergonomischen Gestaltung eines MMS muss darauf geachtet werden, dass der mentale Aufwand zur Bedienung des Systems gering ist. Dies kann z. B. durch einen direkten Kontextbezug erreicht werden, indem auf dem Display die tatsächlichen Prozesse und Maschinen abstrahiert dargestellt werden, und durch neue Interaktionstechnologien wie Multitouch oder Digital Pen and Paper [6].

» Beanspruchung und Kompetenz des Menschen im MMS

Ein wichtiger Aspekt zur Bewertung der Verlässlichkeit eines MMS ist die Beanspruchung des Operators. Das in den Arbeitswissenschaften gebräuchliche Belastungs-Beanspruchungs-Modell [8] kann auch in einem MMS herangezogen werden. Die Prämisse muss sein, dass ein MMS so konzipiert wird, dass die auftretenden Belastungen zu einer möglichst optimalen Bean-

spruchung führen. Es darf weder zu Über- noch zu Unterforderungen des Menschen in einem MMS kommen. Neben hier bereits diskutierten Aspekten des Designs eines MMS sind viele weitere Faktoren der unmittelbaren Arbeitsgestaltung zu beachten. Eine besondere Rolle spielt die Gestaltung der Arbeitszeit, insbesondere auch bei Schichtarbeit. So fordern z. B. Schlaf-forscher für die Zeiten des physiologischen Aktivierungstiefs gegen 3 Uhr in der Nacht eine Doppelbesetzung von Schichten in Anlagen mit einem besonders hohen Gefährdungsrisiko.

Der Operateur in einem MMS ist in seiner Tätigkeit einer Vielzahl von Belastungen, auch psychischer Art, ausgesetzt. Sie entstehen aus Merkmalen des Arbeitsinhalts, der Arbeitsorganisation, der Arbeitsumgebung und den sozialen Beziehungen zwischen Teammitgliedern und zu den Führungspersonen. Diese Belastungen müssen gemäß § 5 Arbeitsschutzgesetz durch eine Gefährdungsbeurteilung erfasst werden. Im Ergebnis müssen Maßnahmen ergriffen werden, um die aus den Belastungen resultierenden psychischen Beanspruchungen so zu gestalten, dass der Beschäftigte seine Tätigkeit sicher und auf optimalem Leistungsniveau bewältigen kann. Idealerweise wird ein MMS

von vornherein so konzipiert, dass die für den Operateur entstehenden Belastungen und Beanspruchungen ein hohes Maß an sicherem und gesundheitsförderlichem Arbeiten erlaubt. Studien weisen darauf hin, dass der dem Menschen zugeschriebene Handlungsspielraum innerhalb des MMS eine wesentliche Bedeutung für die psychische Beanspruchung hat: Die Funktions-teilung zwischen Mensch und Maschine bestimmt über eine Einschränkung oder Erweiterung des Handlungs- und Entscheidungsspielraums des Operateurs und kann dementsprechend entweder als Stressor oder als Ressource wahrgenommen werden [9].

Ein wichtiger Parameter zur Optimierung der Beanspruchung des Menschen in einem MMS ist das Ausmaß der Erfahrungen, Kenntnisse und Fähigkeiten, die er zur Anforderungsbewältigung einsetzen kann. Demzufolge ist der Begriff der Kompetenz des Operateurs zentral für die Bestimmung der Verlässlichkeit eines MMS. Wesentliche Elemente sind hier die Bereiche Personalauswahl, Ausbildung und Training. Für den Einsatz in hochkomplexen MMS kann es erforderlich sein, geeignete Personen in einem differenzierten Verfahren zu ermitteln. Ein Beispiel



stellt die umfangreiche Auswahlprozedur für Piloten dar. Neben medizinischen Auswahlkriterien kommen hier eine Reihe leistungspsychologischer Tests, insbesondere auch zur gleichzeitigen Bewältigung von Mehrfachanforderungen, zum Einsatz. Auch die in der Arbeitsmedizin etablierten Eignungsuntersuchungen für Fahr-, Steuer und Überwachungstätigkeiten sollen sicherstellen, dass ausschließlich zuverlässige Bediener die Verlässlichkeit des Gesamtsystems garantieren. Hier können neben Basisfunktionen des Seh- und Hörvermögens auch die Vigilanz als Fähigkeit, unter Monotonie über lange Zeiträume hinweg

auf selten auftretende Signale zu reagieren sowie verschiedene Formen der Aufmerksamkeit mit psychometrischen Leistungstests erfasst werden. Eine besondere Rolle spielen Schläfrigkeit und Wachheit, deren Niveau ebenfalls nicht durch organische Faktoren beeinträchtigt sein sollte. Hier haben der Betriebsarzt und ggf. weitere Fachspezialisten eine verantwortungsvolle Rolle als Akteure in der Ermittlung der menschlichen Zuverlässigkeit, der Gewährleistung der Verlässlichkeit und damit letztlich der Sicherheit von Maschinen und Anlagen.

Quellen

[1] VDI 4006 Blatt 2: Menschliche Zuverlässigkeit. Methoden zur quantitativen Bewertung der menschlichen Zuverlässigkeit. 2017

[2] Giesa, H.-G. / K. Timpe: Verlässlichkeit von Mensch-Maschine-Systemen. In: Zimolong, B. et al. (Hrsg.): Enzyklopädie der Psychologie. Ingenieurpsychologie. Hogrefe Verlag für Psychologie. Göttingen. 2006, S. 603–632.

[3] Schütte, M.: Zur Handlungs- und Affektpsychologie der menschlichen Zuverlässigkeit. Berichte des Forschungszentrums Jülich 3963. 2002

[4] Pacaux-Lemoine, M.-P. / Trentesaux, D. / Zambrano Re, G. / Millot, P.: Designing intelligent manufacturing systems through human-machine cooperation principles: a human centered approach. In: Computers & Industrial Engineering, 2017, S. 581–595.

[5] Dekker, S. W. A. / Woods, D. D.: MABA-MABA – or abracadabra? Progress on human-automation co-ordination. In: Cognition, Technology & Work, 2002, S. 240–244.

[6] Schwarz, T. et al.: Die Gestaltung der Arbeitsumgebung von Operatoren – kein Platz für Innovationen? VDI-Verlag Düsseldorf. 2011

[7] Müller, K. et al.: Automatisiertes Fahren – Neue Anforderungen an die Kraftfahreignung? In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit. Kirschbaum Verlag Bonn, 2018.

[8] Rohmert, W. / Rutenfranz, J.: Arbeitswissenschaftliche Beurteilung der Belastung und Beanspruchung an unterschiedlichen industriellen Arbeitsplätzen. Bonn, Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung, 1975.

[9] Robelski, S.: Psychische Gesundheit in der Arbeitswelt. Mensch-Maschine-Interaktion. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Dortmund. Berlin. Dresden. 2016.

Dr. rer. nat. Karin Müller
DEKRA Automobil GmbH
karin.mueller@dekra.com

Überschneidende Rechtsbereiche und die Prüfpraxis am Beispiel der Prüfung der Explosionssicherheit einer Erdgasanlage

Von Frank Matthes

Seit 2018 sind Erdgasanlagen mit explosionsgefährdeten Bereichen sowohl nach dem DVGW-Regelwerk (Gefahrenfeld Druck) als auch nach den Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS; Gefahrenfeld Explosionsschutz) zu prüfen. Damit gibt es erstmals eine wiederkehrende Prüfung der Gesamtanlage im sechsjährigen Turnus. Umgesetzt werden so das Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) und das Produktsicherheitsgesetz (ProdSG). Eingeordnet sind Erdgasanlagen als Energieanlagen, nicht als überwachungsbedürftige Anlagen. Beide Prüfungen werden für gewöhnlich unabhängig voneinander beauftragt und ausgeführt. Anlagenbetreiber können aber Synergien zwischen beiden Prüfungen nutzen.

Rund 30.000 Erdgasanlagen mit explosionsgefährdeten Bereichen gibt es in Deutschland, die der Pflicht zur sicherheitstechnischen Prüfung unterliegen. Um diese Anforderung zu erfüllen, stehen die Betreiber solcher Infrastrukturen vor einer besonderen Herausforderung. Denn für die beiden relevanten Gefahrenfelder „Druck“ und „Explosionsschutz“ gelten seit der Überarbeitung der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) zwei verschiedene Regelwerke.

Das Gefahrenfeld „Druck“ wird nach den Vorgaben des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches e. V. (DVGW) geprüft, das Gefahrenfeld „Explosionsschutz“ hingegen nach den Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS). Diese Regelung gilt seit 2016 mit Inkrafttreten der überarbeiteten BetrSichV; zum 1. Juni 2018 ist die Übergangsfrist abgelaufen. Vorher wurden Erdgasanlagen hinsichtlich beider Gefahrenfelder nach dem DVGW-Regelwerk geprüft.

In der aktuellen Situation spiegelt sich die Relevanz von zwei Gesetzen, die nun für die Prüfung von Erdgasanlagen angewendet werden: Das DVGW-Regelwerk (zum Beispiel DVGW-Arbeitsblätter G 491 und G 495) bezieht sich auf das Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) und regelt den Umgang mit Energieanlagen. Die TRBS hingegen leiten ihre Gültigkeit aus

dem Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) ab. Sie regeln die Prüfung von überwachungsbedürftigen Anlagen. Die Ziele des ProdSG sind mit der BetrSichV umgesetzt worden. Damit werden europäische Richtlinien zum Schutz von Arbeitnehmern am Arbeitsplatz in deutsches Recht überführt. In der Praxis bedeutet das eine noch stärkere Gewichtung von Brand- und Explosionsschutz bei der Überwachung von Erdgasanlagen.

» Gleiches Schutzziel – unterschiedlicher Weg

Die TRBS und das Regelwerk des DVGW zielen trotz unterschiedlicher Ansätze auf das gleiche Schutzziel ab: den für Menschen und Umwelt sicheren Betrieb der Erdgasanlagen. Dabei berücksichtigt der DVGW die Versorgungssicherheit stärker als die TRBS, indem Prüfungen im laufenden Betrieb definiert werden. Dieser Fokus resultiert aus dem Bezug auf Gasanlagen im öffentlichen Bereich, für deren Prüfung die im Industriebereich üblichen Stillstände nicht praktikabel sind.

Die Abgrenzung zwischen beiden Bereichen definiert § 2 Nr. 30 Satz 2 ProdSG i. V. mit § 1, Abs. (4) BetrSichV. Danach gehören druckführende Erdgasanlagen zu den Energieanlagen, nicht zu den überwachungsbedürftigen Anlagen – obwohl

sie von beiden Gesetzen betroffen sind. Das gilt für Anlagen öffentlicher Erdgasnetze genauso wie für die entsprechenden Einrichtungen im Industriebereich, soweit sie nicht Teil einer „überwachungsbedürftigen Anlage“ gemäß § 2, Abs. (13) BetrSichV sind.

» Konkrete Umsetzung

Vor der Neuregelung gab es z. B. für Gas-Druckregelanlagen nur die gesamthafte Prüfung vor Inbetriebnahme durch Sachkundige und Sachverständige. Danach erfolgten die weiteren Prüfungen im Rahmen der Instandhaltung. So hat es also bisher wiederkehrende Prüfungen der einzelnen Teilbereiche gegeben, nicht der Gesamtanlage.

Nach wie vor sind die Prüfungen für das Gefahrenfeld Druck vor Inbetriebnahme gemäß des DVGW-Arbeitsblattes G 495 entscheidend. Mit der Prüfpflicht alle sechs Jahre für das Gefahrenfeld Explosionsschutz nach BetrSichV wird aber auch Bezug genommen auf das Gefahrenfeld Druck. Daraus resultiert also eine Prüfung der Gesamtanlage in diesem Turnus. Entsprechend ist auch die neue Gültigkeit der BetrSichV in Kraft gesetzt worden: Mit dem Ablauf der Übergangsfristen der BetrSichV zum 1. Juni 2018 sind bis zum 1. Juni 2012 in Betrieb genommene Anlagen auf Explosionssicherheit zu prüfen gewesen.

Zu den beschriebenen Prüfungen im sechsjährigen Turnus kommen im Intervall von drei Jahren die Prüfung nach BetrSichV Anhang 2, Abs. 3, Prüfung Nr. 5.2 – sie betrifft Geräte, Schutzsysteme, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen im Sinne der Richtlinie 2014/34/EU und eine elektrische Prüfung (Schutz vor elektrischen Gefährdungen gemäß DGUV-Vorschrift 3 und DIN VDE 0100-600).

Bei der konkreten Umsetzung der Prüfung von Erdgasanlagen werden in der Regel getrennte Aufträge für die beiden Gefahrenfelder Druck und Explosionssicherheit vergeben. Allerdings gibt es zwischen beiden Bereichen eine relevante Schnittmenge und damit Wechselwirkungen.



© GTU Anlagensicherheit GmbH

Synergien zwischen den Prüfungen sind deshalb für den Anlagenbetreiber sinnvoll. Ein Beispiel dazu aus der Praxis: Bei der Prüfung des Gefahrenfelds Druck nach DVGW werden Festigkeit, Dichtheit und Funktionssicherheit sowie bautechnische Ausstattung der Anlage (zum Beispiel gasdichte Rohr- und Kabeldurchführungen und natürliche Querlüftung) durch einen Sachverständigen mit DVGW-Anerkennung nach den Anforderungen des DVGW-Arbeitsblatts G 491 geprüft. Da bei der Prüfung zur Bestätigung der Explosionssicherheit nach BetrSichV auch das Austreten explosionsfähiger Atmosphäre auszuschließen ist, kann sich der Prüfer hier eine vorliegende Dichtheitsprüfung nach DVGW zu eigen machen.

Umgekehrt gibt zum Beispiel das DVGW-Merkblatt G 440 eine Umsetzungshilfe für die Erstellung eines Explosionsschutzkonzepts für eine Gas-Druckregelanlage, wenn im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) für diese eine Explosionsgefährdung festgestellt worden ist.

Die entsprechenden Schutzmaßnahmen sind nach Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) und den einschlägigen Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) festzulegen und in einem Explosionsschutzdokument gemäß § 6 Abs. 9 der GefStoffV zu dokumentieren.

» Prüfung der Explosionssicherheit gemäß BetrSichV

Die erste Prüfung findet vor Inbetriebnahme einer Anlage sowie nach prüfpflichtigen Änderungen oder einer Instandsetzung statt. Dabei wird das im Explosionsschutzdokument beschriebene Explosionsschutzkonzept und die Zoneneinteilung berücksichtigt. Bei der Prüfung sind insbesondere die Vollständigkeit und Plausibilität der technischen Unterlagen, der sichere Zustand der Anlage und die Eignung von technischen sowie organisatorischen Maßnahmen (PSA, Arbeitsorganisation, Zutrittsregelung) zu prüfen.

Mindestens alle sechs Jahre sind wiederkehrende Prüfungen der Anlage auf Explosionssicherheit vorgeschrieben. Hierbei sind ebenfalls das Explosionsschutzdokument und die Zoneneinteilung zu berücksichtigen sowie Vollständigkeit und Plausibilität der Unterlagen zu prüfen. Hinzu kommt die Kontrolle, ob alle für die Anlage vorgeschriebenen Einzelprüfungen ausgeführt wurden – deren Prüf Fristen haben eine erheblich höhere

Frequenz als die Gesamtprüfung der Anlage, in der Regel zwölf Monate (primärer Ex-Schutz, Brandschutz, Lüftungsanlagen, Gaswarneinrichtungen und Inertisierungseinrichtungen sowie Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen) oder 36 Monate (sekundärer Ex-Schutz, tertiärer Ex-Schutz). Außerdem wird geprüft, ob eventuell festgestellte Mängel behoben worden sind.

Weitere Prüfschritte sind die Begutachtung des Instandhaltungskonzepts, die Untersuchung der Anlage auf einen der Verordnung entsprechenden Zustand und entsprechende Verwendungssicherheit sowie die Eignung der technischen und organisatorischen Maßnahmen.

» Prüfständigkeit

Zu dieser Prüfung befähigte Personen müssen neben der fachlichen Qualifikation, zum Beispiel durch Studium oder Berufsausbildung, unter anderem ihre Kenntnisse zum Explosionsschutz stets auf aktuellem Stand halten und sich regelmäßig fortbilden – beispielsweise durch die Teilnahme an einem einschlägigen Erfahrungsaustausch.

Dipl.-Ing. Frank Matthes
GTÜ Anlagensicherheit GmbH
mail@projekthaus.com

Aufzüge: smart und effizient

Von Johannes Näumann

Glaubt man der Digitalwirtschaft, liegt die Zukunft in smarten Wohnungen, Gebäuden und Städten. Dabei steht in den Werbeversprechen vor allem die Steigerung des Komforts im Vordergrund. Intelligente Beleuchtungssysteme, vernetzte Kühlschränke oder smarte Soundsysteme: das Eigenheim verspricht mehr Zeit für das Wesentliche. Die zunehmende Digitalisierung bewirkt aber wesentlich mehr. Heizung, Lüftung, Beleuchtung, Gebäudezugang und Aufzug verschmelzen zu einem intelligenten gebäudetechnischen Gesamtsystem, das mit der Außenwelt kommuniziert. Das ermöglicht eine wesentlich höhere Effizienz. Smarte Gebäude leisten damit einen wichtigen Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz.

In Deutschland liegt der Anteil des Energieverbrauchs aller Wohn- und Gewerbeimmobilien jährlich bei rund 40 Prozent der Gesamtstrommenge. Der jährliche Gesamtenergieverbrauch von Aufzügen entspricht in Europa mit 18,4 TWh etwa der Energieproduktion von zwei großen Kohle- oder Kernkraftwerken. Mehr als ein Drittel dieses Stroms benötigen Aufzugsanlagen in Wohngebäuden, 10,9 TWh entfallen auf den Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen und nur 810 GWh auf die Industrie.

Der Energieverbrauch eines Aufzugs hängt stark von der Effizienz seiner Nutzung ab: etwa 70 Prozent des Stromverbrauchs fällt im Stillstand an, wenn sich der Aufzug im Stand-by-Modus befindet und die Steuerung, Beleuchtung, Lüftung, Anzeigen und Bedientableaus weiterhin mit Strom versorgt werden. Erst dann folgen Energiefresser wie der Stromverbrauch während der Fahrt oder die entweichende Wärme durch die Schachtentlüftung. Digitale Steuerungssysteme können den Energieverbrauch durch eine höhere Nutzungseffizienz stark reduzieren, indem z. B. im Stand-by-Modus Beleuchtung und Belüftung automatisch abgeschaltet werden oder sich der Antrieb in Phasen geringer Nutzung in einen „Schlafmodus“ versetzt. Darüber hinaus kann auch überschüssige Energie, die etwa beim Bremsen entsteht, in ein smartes Stromnetz zurückgespeist werden.

Begreift man die Digitalisierung als eine Voraussetzung der Energiewende, ist der Aufzug als zentrales Element der Ge-

bäudeinfrastruktur ein wesentlicher Teil davon. Dabei ist nicht nur die intelligente Steuerung oder die Einbindung in eine smarte Stromversorgung relevant, auch vernetzte Wartungssysteme können einen Beitrag zur Energieeffizienz leisten. „Predictive Maintenance“-Anwendungen, bei denen permanent Betriebsdaten erfasst und mithilfe von Algorithmen ausgewertet werden, können bereits frühzeitig das Entstehen von erhöhtem Verschleiß erkennen, der in der Folge zu erhöhtem Energieverbrauch führt – wie etwa der Verschleiß von Türführungen, der eine höhere Stromaufnahme des Türantriebs nach sich ziehen kann.

Damit das Versprechen auch eingelöst werden kann, bedarf es aber einer völlig neuen Sicherheitsphilosophie. „Die Aufzugsbranche bewegt sich weg vom reinen Maschinenbau hinein in die Digitale Welt“, stellt VFA-Interlift e. V., der Verband für Aufzugstechnik fest. Dabei herrscht in der Branche Einigkeit, dass sich auch der Umgang mit potenziellen Gefahren über die Konzepte aus dem reinen Maschinenbau hinausentwickeln muss. „Der Aufzug 4.0 ist mit einem komplexen digitalen System vernetzt, das entsprechend viele Angriffsmöglichkeiten und Fehlerquellen bietet“, erläutert Dieter Roas, Aufzugsexperte der Zugelassenen Überwachungsstellen (ZÜS).

Durch die vielen Schnittstellen innerhalb der Gebäudetechnik und nach außen ins Internet, steigen die Anforderungen an die Cybersecurity. „Werden die digitalen Systeme eines Aufzugs nicht gesichert und überwacht, können Hackerangriffe über

das Internet zu beängstigenden Fehlfunktionen und Störungen führen“, sagt Roas. Das könne von der gezielten Manipulation der Steuerung eines einzelnen Aufzugs bis hin zum kompletten Stillstand aller Aufzüge in einem Gebäude oder einer bestimmten Baugruppe reichen. Und: durch die Vernetzung innerhalb eines Gebäudesystems könnte die smarte Aufzugsanlage zum Einfallstor für einen Angriff auf andere Bereiche werden, etwa die Produktion oder die Büros einer Gewerbeimmobilie.

Aufzugsexperte Roas ist von den Chancen des Aufzugs 4.0 als Bestandteil einer effizienten, umwelt- und klimaschonenden Gebäudeinfrastruktur überzeugt. Allerdings könne ein breites gesellschaftliches Vertrauen in die digitalen Technologien nur dann entstehen, wenn ihre Sicherheit nachweislich gewährleistet sei. Deshalb müsse die IT-Sicherheit bei der

anstehenden Überarbeitung des Produktsicherheitsgesetzes (ProdSG) und der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) im Mittelpunkt stehen. „Wir dürfen Aufzüge nicht mehr nur unter den Risikoaspekten der klassischen funktionalen Sicherheit betrachten“, so Roas. „Safety wird es nicht mehr ohne IT-Security geben.“ Klar ist: die Aufzugsbranche befindet sich in einem massiven technologischen Wandel, der von klugen und zukunftsfähigen Regeln begleitet werden muss. Gefragt sind hier alle Betroffenen: Betreiber und Arbeitgeber, Hersteller, Behörden und Prüforganisationen. Und letztlich auch die Politik.

Johannes Näumann

Büro für strategische Kommunikation

jn@naeumann.de

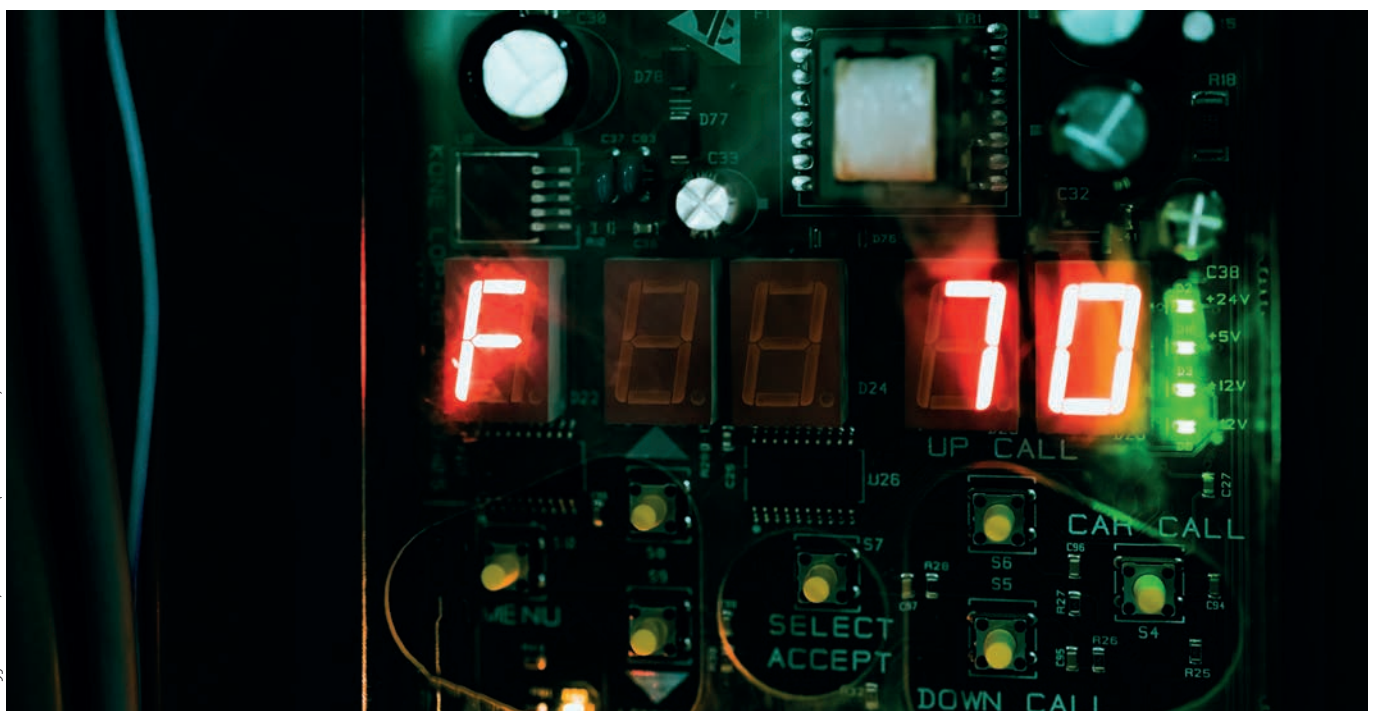
Wenn der Aufzug verrücktspielt: neue Risikoszenarien durch die Digitalisierung

Von Axel Stohlmann

Digitalisierung und Vernetzung im Internet of Things haben längst die Aufzugsbranche erreicht. Mehr noch: Aufgrund ihrer besonderen Funktion innerhalb einer Gebäudeinfrastruktur sind Aufzüge zu Treibern wichtiger technologischer Megatrends geworden. Ihre Vernetzung durch das Internet bringt aber auch neue Risikoszenarien mit sich. Der Gesetzgeber muss handeln – und die Chance bei der anstehenden Überarbeitung der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) nutzen.

Aufzüge befördern täglich weltweit über eine Milliarde Fahrgäste, das entspricht etwa 15 Prozent der Erdbevölkerung. Mit dem fortschreitenden Prozess der weltweiten Urbanisierung wird ihre Bedeutung noch zunehmen. Die OECD geht davon aus, dass im Jahr 2100 etwa 85 Prozent der Menschen weltweit in Städten leben und bereits im Jahr 2030 die Zahl der Megastädte voraussichtlich auf 41 gestiegen sein wird. Im Jahr 1950 entsprachen lediglich New York und Tokyo solchen Ballungsräumen mit mehr als 10 Millionen Einwohnern. [1]

Angesichts dieses Wachstums verwundert es nicht, dass auch Digitalisierung und Vernetzung zu festen Bestandteilen moderner Aufzugstechnik geworden sind. Digitale Aufzugstechnologien gehören bei Neuanlagen mittlerweile zum Standard – während gleichzeitig der Anlagenbestand nachgerüstet wird. Sogenannte „Retrofit“-Lösungen, die eine vorhandene Anlage oder einen Maschinenpark mit digitalen Komponenten Industrie-4.0-fähig machen, werden auch für Aufzüge angeboten. Die Vorteile liegen auf der Hand: höherer Komfort, mehr Effizienz im Betrieb, ein schonenderer Umgang mit den Res-



Szenario	Wirkung	Gefahr
Aufzugssystem während der Fahrt abschalten	Fahrkorb bleibt zwischen zwei Stockwerken stehen, gegebenenfalls zusätzlich Ausfall der Beleuchtung.	• Wenn keine Personen eingeschlossen sind: Aufzug ist nicht verfügbar, wirtschaftlicher Schaden. • Sind Personen eingeschlossen: Auswirkung auf die physische und psychische Gesundheit der Betroffenen. Durch die Möglichkeit, personenbezogene Daten und Nutzerprofile auszuspionieren, lassen sich Personen auch gezielt angreifen.
Veränderung bzw. Deaktivierung von Sicherheitsmerkmalen, z. B. durch • Angriffe von außen • Software-Updates	Bestimmte Stockwerke lassen sich nicht mehr anfahren. Hacker beeinflusst unbestimmte und willkürliche Fahrten des Fahrkorbs. Fahrkörbe halten nicht mehr bündig, Veränderungen des Anfahrts- und Bremsverhaltens, Veränderung der Nenngeschwindigkeit, Türen öffnen und schließen willkürlich.	Physische und psychische Belastung der Benutzer. Stolperfallen und unüberwindbare Hindernisse.
Angriff auf Infrastrukturen	Stilllegung einer gesamten kritischen Infrastruktur (KRITIS), z. B. ein Krankenhaus, oder Stilllegung einer hohen Zahl von Aufzügen gleicher Bauart.	Großschadensereignis, gezielte Hilfe ist für betroffene Personen nicht mehr möglich. Einfallstor für weitere nicht mehr kalkulierbare Gefährdungen.

Mögliche kritische Ereignisse bei einem Hackerangriff auf die Aufzugssteuerung

sources und bessere Verfügbarkeit durch gezielte und flexible Wartungskonzepte. Doch wie steht es um die Sicherheit?

Das auf Sicherheitssoftware spezialisierte Unternehmen Kaspersky hat in einer Studie ermittelt, dass das Risiko, Opfer einer Cyberattacke zu werden, bei Systemen in „Smart Buildings“ höher ist als bei Industrieanlagen, wobei ein Drittel der Angriffe direkt über das Internet erfolgt. [2] Es zeigt sich, dass die fortschreitende Digitalisierung auch das Risikopotenzial verändert. In den Fokus rücken dabei zwei Begriffe, die bislang getrennt betrachtet wurden: „Safety“ und „Security“.

» Safety und Security zusammen betrachten

Unter „Safety“ wird gemeinhin die klassische funktionale oder Betriebssicherheit verstanden. Vereinfacht ausgedrückt, bezeichnet Safety den Schutz des Menschen vor (möglichen) Gefahren, die von einer Maschine oder Anlage ausgehen. „Security“ hingegen zielt auf den Schutz der Maschine oder Anlage vor Angriffen, was unter den Bedingungen des Inter-

nets eine völlig neue Relevanz bekommen hat. Für einen Angriff ist keine physische Anwesenheit mehr notwendig, die Entfernung zu einem beliebigen Punkt auf der Erde beträgt nur wenige Millisekunden. Safety und Security sind daher künftig zwingend zusammen zu betrachten – in ihrer Konvergenz, Abhängigkeit und Wechselwirkung untereinander.

Über das Einfallstor der digitalen und mit dem Internet verbundenen Aufzugssteuerung lässt sich so direkt die Funktion einer Anlage manipulieren. Die Tabelle oben zeigt mögliche kritische Ereignisse, die durch einen Angriff auf die Aufzugssteuerung ausgelöst werden können.

Die Szenarien machen deutlich: Ein Ansatz, der sowohl Safety als auch Security berücksichtigt, ist für die Sicherheit von Aufzugsanlagen dringend geboten. Dabei muss die Aufzugsanlage als Gesamtsystem mit seinen Schnittstellen bekannt sein.

» Schnittstellen sind Risikopunkte

Bei Aufzugsanlagen sind Monitoring und Bedienung zunehmend entkoppelt. Durch die Verbindung der Aufzugssteuerung mit dem Internet lässt sich die Anlage aus der Ferne genauso steuern wie durch einen physischen Zugang vor Ort. Die Aufzugssteuerung ist in Bezug auf die Sicherheit einer Anlage besonders kritisch, da hier Schnittstellen zu allen – auch sicherheitsrelevanten – Anlagenkomponenten bestehen, insbesondere der Mess-, Steuerungs- und Regeltechnik (MSR-Technik). Ein Angriff auf diese zentrale Steuerungseinheit ermöglicht schlimmstenfalls den Zugriff auf mechanische Sicherheitsvorrichtungen, etwa auf die Antriebseinheit, Geschwindigkeitsbegrenzer, Notbremssysteme oder die Kabinentür. Auch können dadurch Lüftungssysteme, Brandmeldeanlagen oder die Notrufweiterleitung manipuliert werden.

Risiken stellen auch Schnittstellen zu netzbasierten Fernwartungssystemen dar, die durch „Predictive Maintenance“-Konzepte zunehmend an Bedeutung gewinnen. Darüber hinaus lassen sich bei intelligent gesteuerten Anlagen, die etwa Zugangsberechtigungen für Mitarbeiter eines Unternehmens abfragen, personenbezogene Daten ausspionieren und illegal Nutzerprofile anlegen. Und schließlich: Durch ihre Einbindung in die Gebäudeinfrastruktur bilden Aufzugsanlagen ein Einfallstor für Angriffe auf ein gesamtes Unternehmen. Vor allem mit einem „Advanced Persistent Threat“ (APT) können Hacker großen Schaden anrichten, da sich ein APT-Angreifer möglichst lange unentdeckt im Netzwerk einer Organisation bewegen kann und dabei vor allem Daten ausspioniert.

» Gesetzgeber muss aktiv werden

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, müssen vor allem Prüfungen durch unabhängige Dritte unbedingt beibehalten werden. Dazu gehört vor allem eine Anpassung der Regularien, denn bislang hat der Gesetzgeber einen integrierten Ansatz von Safety und Security zu wenig im Fokus. Damit Aufzüge auch unter digitalen Bedingungen sicher betrieben werden können, ist eine umfassende Risikoanalyse des Gesamtsystems notwendig. Prüfungen müssen nach dem Stand der Technik erfolgen, also Safety und IT-Security beinhalten. Dabei gilt es, vor allem das Zusammenspiel zwischen mechanischen Sicherheitsbauteilen und Schutzfunktionen mit der Steuerung und Software in den Fokus zu rücken. Und Software-Updates müssen gemeldet und regelmäßig überprüft werden.

Eine Chance, die neuen Prüfumfänge gesetzlich zu implementieren, ist die anstehende Überarbeitung der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), wenn das Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) aufgrund der Änderungen im EU-Recht novelliert wurde. Mit dem Gesetz für überwachungsbedürftige Anlagen (ÜAnlG) kann nun die umfassende Grundlage für einen zukunftsfähigen Safety- und Security-Ansatz unter den Bedingungen der fortschreitenden Digitalisierung geschaffen werden.

Quellen

[1] OECD: *Das Jahrhundert der Metropolen (2015)*, abgerufen unter <https://www.oecd.org/cfe/regional-policy/Metropolitan-Century-Policy-Highlights-German.pdf>

[2] <https://securelist.com/smart-buildings-threats/93322/>

Dipl.-Ing. Axel Stohlmann
TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG
astohlmann@tuev-nord.de

Aufzüge prüfen: Überarbeitete Technische Regel bringt Neuerungen

Von Anna Künzel

Im vergangenen Jahr wurde eine neue Version der Technischen Regel für Betriebssicherheit 1201 Teil 4 veröffentlicht. Die Struktur des Dokuments wurde im Wesentlichen beibehalten. Im Detail gibt es jedoch Neuerungen beim Ablauf einzelner Prüfschritte, beim Umfang und bei der Prüftiefe. Der Beitrag fasst den aktuellen Stand zusammen.

Die Aufzugsprüfungen sind ein wichtiger Bestandteil des Sicherheitskonzepts und tragen wesentlich dazu bei, dass der Großteil der Aufzüge hierzulande ein hohes Sicherheitsniveau erreicht. Nutzer können stets darauf vertrauen, dass ein geprüfter Aufzug bis zur nächsten Inspektion sicher verwendet werden kann. Dafür sorgt nicht zuletzt auch die Technische Regel für Betriebssicherheit (TRBS) 1201 Teil 4. [1] Sie legt den Mindestumfang der jeweiligen Aufzugsprüfungen fest, der von Sachverständigen einer zugelassenen Überwachungsstelle (ZÜS) geprüft wird:

- ▶ Die Prüfung vor erstmaliger Inbetriebnahme garantiert, dass der Aufzug richtig installiert wurde, nationale Anforderungen eingehalten werden und dass der Aufzug schon bei der ersten Fahrt sicher verwendet werden kann.
- ▶ Die wiederkehrende Hauptprüfung sorgt alle zwei Jahre dafür, dass der allgemeine Zustand des Aufzugs und mögliche Instandsetzungsarbeiten intensiv überprüft und seine sicherheitsrelevanten Bauteile auf Funktion und Wirksamkeit getestet werden.
- ▶ Durch die wiederkehrende Zwischenprüfung wird der Aufzug zwischen zwei Hauptprüfungen mindestens einmal pro Jahr von einem Sachverständigen geprüft und auf offensichtliche Mängel untersucht.
- ▶ Die Prüfung vor Wiederinbetriebnahme nach prüfpflichtigen Änderungen stellt sicher, dass Reparaturen und Modernisierungsmaßnahmen fachgerecht ausgeführt und die sichere Verwendung des Aufzugs nicht beeinträchtigt wurde.

- ▶ Die behördlich angeordnete Prüfung gewährleistet, dass die Fragestellung einer Behörde von unabhängigen Dritten überprüft wird und der Betreiber oder Arbeitgeber gegenüber der Behörde auskunftsfähig ist.

Die vier erstgenannten Prüfungen beinhalten stets auch eine Ordnungsprüfung und damit eine Kontrolle der technischen Unterlagen, wie beispielsweise Schaltpläne und Prüfanleitungen. Alle Prüfungen zusammen sind somit ein bewährtes Mittel, um die sichere Verwendung eines Aufzugs über die gesamte Nutzungs- und Lebensdauer aufrechtzuerhalten – auch für mehrere Jahrzehnte.

» Die Änderungen der TRBS 1201 Teil 4 im Überblick

Die wichtigsten Änderungen der Technischen Regel für die Prüfung von Aufzugsanlagen betreffen sicherheitsrelevante MSR-Einrichtungen (MSR bedeutet: Messen, Steuern, Regeln). Da bislang mechanisch ausgeführte Funktionen immer öfter von elektronischen oder elektronisch programmierbaren Komponenten übernommen werden, entstehen neue Anforderungen an die Prüfungen von Aufzugsanlagen. Bislang galten für diese Komponenten keine dezidierten Prüfkriterien. Diese wurden nun erstmals formuliert (siehe hierzu den Beitrag von Dr. Rolf Zöllner, „Bei Aufzügen sind jetzt auch sicherheitsrelevante MSR-Einrichtungen zu prüfen“ in diesem Heft). Darüber hinaus wurden die verwendeten Begriffe der TRBS 1201 Teil 4 der übergeordneten TRBS 1201 angeglichen. So wird nun einheit-

lich von der „Prüfung der Funktionsfähigkeit“ einzelner Komponenten und Bauteile gesprochen. Damit wurde die Differenzierung zwischen der „Prüfung der Funktion“ und der „Prüfung der Wirksamkeit“ aufgehoben, die vormals für die Sachverständigen maßgeblich war. Als „Prüfung der Funktion“ wurde eine Prüfung bezeichnet, für die keine Hilfs- oder Prüfmittel notwendig waren. Bei einer „Prüfung der Wirksamkeit“ hingegen war per Definition die Zuhilfenahme von Mess-, Prüf- und / oder Hilfsmitteln nötig, zum Beispiel Messschieber, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsmessgeräte oder Ähnliches.

Durch einen intensiven Austausch und Abstimmungsprozess haben die Zugelassenen Überwachungsstellen inzwischen sichergestellt, dass sie die neuen Begrifflichkeiten und die daraus resultierenden Vorgaben der aktuellen TRBS 1201 Teil 4 auf die gleiche Weise interpretieren, sodass alle Prüfungen nach einheitlicher Vorgehensweise ablaufen.

» Zwischenprüfung detaillierter beschrieben

Auch der Abschnitt über die Zwischenprüfung wurde für die überarbeitete Ausgabe der TRBS 1201 Teil 4 konkretisiert. Dadurch wird die Vorgehensweise der Sachverständigen bei dieser Prüfung transparenter. Zwar stand bei der Zwischenprüfung schon immer die Sichtprüfung und damit die sichere Verwendung der gesamten Aufzugsanlage im Vordergrund. Gleichzeitig waren die konkreten Prüfschritte auf die wichtigsten Komponenten wie den Antrieb, die Bremsen oder die Tragmittel beschränkt. Dieser Umstand hatte mitunter zu Irritationen bei den Betreibern beziehungsweise Arbeitgebern geführt. Wurden bei der Zwischenprüfung beispielsweise Mängel am Geschwindigkeitsbegrenzer oder dem Puffer festgestellt und in der Prüfbescheinigung vermerkt, dann hieß es bisweilen, dass die Mängelrüge und die Beseitigung nicht gerechtfertigt seien. Denn schließlich seien diese Prüfungen nicht in der TRBS aufgeführt und damit kein Bestandteil der Zwischenprüfung.

Die ausführliche Aufzählung der wesentlichen Prüfschritte trägt dieser Erfahrung nun Rechnung und es sei an dieser Stelle festgehalten, dass sich der Prüfumfang und der Prüfauf-

wand grundsätzlich nicht verändert hat. Die aufgeführten Sichtprüfungen waren in den Vorläuferversionen der TRBS zwar nicht explizit genannt, aber dennoch stets im Blick der Sachverständigen. Schließlich sind sie aufgefordert, die sichere Verwendung bis zur nächsten Inspektion festzustellen und zu bescheinigen. Insofern sind sie stets auch aufgefordert, nach allen Mängeln zu schauen, die einer sicheren Verwendung der Anlage entgegenstehen.

» Mängel rechtzeitig entdecken durch jährliche Prüfungen

Die aktuelle Version der TRBS unterstreicht nun diesen Ansatz durch die umfangreichere Darstellung, sodass die Zwischenprüfung bei Betreibern und Arbeitgebern künftig weniger Irritationen hervorrufen dürfte. Das ist wichtig, denn schließlich wird durch den konsequenten Wechsel zwischen der Haupt- und der Zwischenprüfung effektiv sichergestellt, dass die gesamte Aufzugsanlage einmal pro Jahr von einem ZÜS-Sachverständigen auf mögliche Mängel untersucht wird. Das wiederum ist ein überschaubarer Zeitraum. In Verbindung mit einer bestimmungsgemäßen Verwendung, der erforderlichen Wartung und Instandhaltung sowie regelmäßigen Kontrollen durch einen Aufzugswärter kann weitestgehend ausgeschlossen werden, dass innerhalb dieser Zeit ein gravierender, sicherheitsrelevanter Mangel entsteht und unentdeckt bleibt – die wichtigste Voraussetzung dafür, dass Nutzer sicher mit dem Aufzug fahren können.

Quelle

[1] Technische Regel für Betriebssicherheit (TRBS) 1201 Teil 4: Prüfung von überwachungsbedürftigen Anlagen – Prüfung von Aufzugsanlagen; Ausgabe: März 2019

M. Eng. Anna Künzel
TÜV SÜD Industrie Service GmbH
anna.kuenzel@tuev-sued.de

Wiederkehrende Prüfungen in einer digitalen Welt

Von Björn Eibich und Stefan Löbig

Der digitale Aufzug ist vernetzt und angreifbar. Wenn Cyberkriminelle vorhandene Schwachstellen der Software ausnutzen, kann der Aufzug per Fernsteuerung außer Betrieb gesetzt werden. Die Kombination von Safety und Security sorgt für mehr Sicherheit beim Personentransport in Gebäuden. Um den Zugriff von außen zu verhindern, sollten Gebäudebetreiber und Servicetechniker die Lücken in den Systemen kennen.

Zahlreiche Produzenten von Aufzügen sind in der Digitalisierung angekommen. Alleine die Kooperation zwischen dem Netzanbieter Vodafone und dem Hersteller thyssenkrupp Elevator hat dafür gesorgt, dass seit 2018 bereits mehr als 120.000 Aufzüge an das Internet der Dinge angeschlossen sind – Tendenz steigend.

Insgesamt sind weltweit etwa 12 Millionen Aufzüge im Einsatz. Aus Platzmangel wird in den vielen Megacities in die Höhe gebaut. Die Zahl der Wolkenkratzer mit einer Höhe von mehr als 200 Metern hat sich seit dem Jahr 2000 verdreifacht. Weltweit transportieren Aufzugsanlagen mehr als eine Milliarde Menschen pro Tag. Da bleiben Defekte und Ausfälle nicht aus, Wartezeiten inklusive. Alleine in Deutschland steht jeder Aufzug durchschnittlich vier Mal im Jahr still. Um den Transport von Menschen und Gütern möglichst ausfallfrei zu gewährleisten, sollen insgesamt mehr als eine Million Aufzüge per Mobilfunk vernetzt werden. Ziel ist die vorausschauende Wartung, mit der die Ausfallzeiten von Aufzügen halbiert werden könnten.

» Anlagenbau wird digitalisiert

Damit werden aus klassischen Maschinenbauern moderne Digitalunternehmen. In der Fördertechnik sind weitere vernetzte Technologien bereits Realität – oder werden zumindest von vielen Unternehmen in der Praxis getestet. Manche Anlagen kommen bereits ganz ohne Tragseil aus und fahren auf elektromagnetischen Schienen. Auch die Steuerungstechnik wird stetig weiterentwickelt und modernisiert. Schon heute können Aufzugsanlagen dank digitaler Technik auch aus der Ferne bedient werden.

Aufzüge werden Teil eines intelligenten Gebäudes. Als umfassend vernetzte Lösung für Instandhaltungs-, Notruf- und Informationsdienste können Aufzüge damit viel mehr als bloß Personen oder Waren befördern. Darüber hinaus sollen die di-



© TÜV Hessen / Matthias Voigt

gitalen Erweiterungen die Sicherheit erhöhen, die Verfügbarkeit der Anlage steigern und mehr Fahrkomfort bieten.

» Daten sind neuer Antrieb

Um die Aufzüge an das Internet der Dinge anzuschließen, stattdessen die Hersteller ihre Steuerungen mit zusätzlichen Sensoren aus. Die Messteile kontrollieren den Zustand, Besonderheiten im Betriebsablauf oder den Energieverbrauch der Anlagen. Die gesammelten Daten können zudem zur Optimierung der Personenflüsse in Gebäuden genutzt werden.

Mit den passenden Analyse-Algorithmen können die Daten aller weltweit angeschlossenen Aufzüge ausgewertet werden. So soll es möglich sein, den Verschleiß eines Bauteils vorherzusagen, um es rechtzeitig auszutauschen. Die Daten können auch zur optimalen Instandhaltung verwendet werden, damit die Anlagen in einem Zeitraum mit niedrigem Personenaufkommen inspiziert werden. Das minimiert Ausfallzeiten und Stillstand.

» Neue Anforderungen an eine Prüfung

Plattformen für das Aufzugsmanagement bieten zusätzliches Potenzial. Denn jeder neue Aufzug vergrößert die Datenbank und steigert die Attraktivität digitaler Lösungen für die Gebäudetreiber. Das Ergebnis ist, dass künftige Aufzugsgenerationen noch besser vernetzt werden.

Die zahlreichen digitalen Elemente bieten aber zugleich Hackern Angriffsflächen, um von jedem beliebigen Ort der Welt aus die Kontrolle über eine Anlage zu gewinnen. Über dieses Einfallstor könnten Cyberkriminelle sogar die gesamte digital vernetzte Infrastruktur eines Gebäudes infiltrieren. Deshalb ist es essenziell, dass die digitalen Elemente von Aufzügen zum integralen Bestandteil von unabhängigen Prüfungen werden, damit durch die Vernetzung der Anlagen kein zusätzliches Risiko entsteht.

» Sicherheitsrisiko veraltete Software

Um die digitalen Schwachstellen zu ermitteln, ist eine Erweiterung der wiederkehrenden Aufzugsprüfung essenziell. Dafür wird das Know-how von Cybersecurity-Experten hinzugezogen. Denn nahezu alle elektronischen Systeme enthalten Sicherheitslücken. Ein Beispiel ist die Aufzugssteuerung. Sie enthält Software, die nach der Installation zumeist nicht mehr aktualisiert wird – und damit anfällig für Angriffe von außen ist, sobald irgendwo eine Schnittstelle zum Internet besteht. Wenn Hacker eine beschriebene Sicherheitslücke entdecken, könnten sie einen Aufzug nach Belieben lenken, zwischen den Etagen jederzeit stoppen oder den Notruf außer Kraft setzen.

Fehlende Updates sind eine willkommene Einladung, um über den Aufzug die IT-Infrastruktur eines gesamten Gebäudes zu kapern, soweit die verschiedenen Systeme über eine Schnittstelle verbunden sind. So wird ein kombinierter Angriff denkbar – schließlich wird nicht nur ein moderner Aufzug elektronisch gesteuert, sondern auch zahlreiche weitere Elemente der Gebäudetechnik und die Zugangsberechtigungen.

» Safety mit Security verbinden

Zeitgemäße Prüfungen kombinieren die Maschinensicherheit (Safety) mit der Informationssicherheit (Security). Denn die Wartung von Aufzugsanlagen mithilfe von Smartphones oder in räumlich weit entfernten Gebäuden ist an vielen Orten schon längst Realität. Deshalb ist ein kombinierter Ansatz gefragt, der alle technischen Möglichkeiten beinhaltet: Von der Sichtprüfung bis zum gründlichen Check aller digitalen Bestandteile der Anlagen.

Bisher war das Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) die wesentliche Grundlage der Kontrollen. In der Konkretisierung der BetrSichV, der TRBS 1201 Teil 4, sind erste Ansätze zum Prüfungsumfang hinzugekommen. Die Safety-Anforderungen werden mit dem Internet der Dinge um wesentliche Security-Aspekte ergänzt, die sich mit der Auswirkung der Vernetzung von Aufzügen befassen.



© TÜV Hessen / Matthias Voigt

Dabei geht es zumeist um elementare Sicherheitsanforderungen. Jeder PC erhält regelmäßig Software-Updates, um ihn vor externen Angriffen zu schützen. Doch bei den einzelnen Komponenten der Anlagen fehlen die sicherheitsrelevanten Aktualisierungen. Vielmehr sind die Systeme häufig noch auf dem Stand ihrer Auslieferung – die mehrere Jahre zurückliegen kann. Umso schneller können die Aufzüge gehackt werden, wenn sie als Teil des Internets der Dinge vernetzt sind.

» Update für veraltete Anlagen

Deshalb sollten die Systeme rundum geschützt sein, um Gebäudeanlagen und Zugangsanlagen sicher zu betreiben. Weil immer mehr Steuerungsaufgaben digitalisiert sind, betrifft das zahlreiche Anforderungen an Anlagenprüfungen in den Gebäuden, die über die bisherige Prüfung hinausgehen. IT-Experten können dazu bereits im Vorfeld ihren Beitrag leisten.

Dafür gibt es verschiedene Ansätze. Die umfassenden Sicherheitsbewertungen von Safety und Security werden künftig für sämtliche Anlagen an Relevanz gewinnen, wenn sie gemäß gesetzlicher Richtlinien und Vorgaben geprüft werden müssen.

Eine Ist-Analyse könnte dazu beispielsweise erste Anhaltspunkte liefern, denn sie zeigt, wie umfangreich das Sicherheitsupdate wird. Weil jedes Gerät über eine IP-Adresse verfügt, kann zusätzlich vorab nach passenden Lösungen gesucht werden, um wertvolle Zeit zu sparen. Die mechanischen Prüfungen nachträglich digital zu unterstützen, ist ebenfalls denkbar. Dafür wird die reguläre Aufzugsprüfung lediglich um relevante Fragen zur IT-Sicherheit ergänzt. Die vorhandenen Schwachstellen werden im Nachgang von einem Spezialisten für Cybersicherheit analysiert.

» Fazit

Gebäudebetreiber und Facility Manager profitieren unmittelbar von den verschiedenen Erweiterungen der wiederkehrenden Kontrollen. Wenn qualifizierte Prüfer für die Bereiche Safety und Security gezielt nach Lücken in den vernetzten Systemen suchen können, erhöht sich die Sicherheit der Anlagen signifikant. Und mehr als das: Der Rundumschutz von Anlagen wirkt sich auf das gesamte Gebäude aus, weil dann beispielsweise die Fördertechnik als Einfallstor für Trojaner und Viren ausfällt. So bleiben Aufzüge sicher und transportieren auch in smarten und vernetzten Gebäuden Menschen und Güter sicher von Etage zu Etage.

M. Sc. Björn Eibich

TÜV Technische Überwachung Hessen GmbH

bjoern.eibich@tuevhessen.de

Dipl.-Ing. (FH) Stefan Löbig

TÜV Technische Überwachung Hessen GmbH

stefan.loebig@tuevhessen.de

Betreiberpflichten für Aufzugsanlagen aus der BetrSichV und TRBS 3121

Von Dirk Laenger und Volker Sepanski

Mit der regelmäßigen Wartung und Prüfung einer Aufzugsanlage sind die Pflichten des Betreibers noch lange nicht erfüllt. Aus der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und den zugehörigen Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS) ergeben sich weitere wichtige Anforderungen.

Bei manchem Betreiber einer Aufzugsanlage mag schon gleich zu Beginn der Beschäftigung mit den Vorschriften eine zentrale Begrifflichkeit für Verwirrung sorgen: Die Betriebssicherheitsverordnung richtet sich nämlich an „Arbeitgeber“. Ist aber beispielsweise der Betreiber eines Aufzugs in einem Mietshaus auch ein Arbeitgeber?

Dazu muss man Folgendes wissen: Die BetrSichV definiert als „Arbeitgeber“ zwei verschiedene Personenkreise. Zum einen den „Arbeitgeber“, der tatsächlich Arbeitnehmer beschäftigt, zum anderen den „Arbeitgeber“, der eine überwachungsbedürftige Anlage zu wirtschaftlichen Zwecken betreibt. Wer also – um im obigen Beispiel zu bleiben – in einem vermieteten Gebäude einen Personen- oder Lastenaufzug betreibt, wird im Sinne der BetrSichV (§ 2) ebenfalls als Arbeitgeber eingestuft.

» Sichere Verwendung gewährleisten

Der Arbeitgeber als Betreiber einer überwachungsbedürftigen Aufzugsanlage hat eine Reihe von Pflichten zu beachten, um die sichere Verwendung der Anlage zu gewährleisten. Dies gilt – verallgemeinert ausgedrückt – für alle Aufzüge, die Personen befördern. Die Gewährleistung der sicheren Verwendung im Betrieb setzt voraus, dass der Arbeitgeber gemäß § 3 BetrSichV mit seinen Beschäftigten:

- ▶ eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt,
- ▶ die dabei ermittelten Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik getroffen und

- ▶ festgestellt hat, dass die Verwendung der Arbeitsmittel nach dem Stand der Technik sicher ist.

Gleiches gilt für Vermieter von Gebäuden, die ebenfalls sicherstellen müssen, dass die Aufzugsanlage gefahrlos verwendet werden kann. In einer Gefährdungsbeurteilung sind gemäß § 3 (2) BetrSichV „alle Gefährdungen einzubeziehen, die bei der Verwendung von Arbeitsmitteln ausgehen, und zwar von

1. den Arbeitsmitteln selbst,
2. der Arbeitsumgebung und
3. den Arbeitsgegenständen, an denen Tätigkeiten mit Arbeitsmitteln durchgeführt werden.“



© TÜV Rheinland AG

Im Verordnungstext heißt es weiter, dass bei der Gefährdungsbeurteilung insbesondere “[...] vorhersehbare Betriebsstörungen und die Gefährdung bei Maßnahmen zu deren Beseitigung“ zu berücksichtigen sind.

Anforderungen und Hilfestellungen für die Gefährdungsbeurteilung liefert die TRBS 3121 – Betrieb von Aufzugsanlagen.

» Gefährdungen durch den Aufzug und durch die Arbeitsumgebung

In der Gefährdungsbeurteilung muss der Arbeitgeber beispielsweise folgende Fragen beantworten:

- Entspricht der Aufzug dem aktuellen Stand der Technik? In welchen Punkten weicht die Anlage davon ab? Genaue Angaben sind in den Anhängen der TRBS 3121 und der DIN EN 81-80 aufgeführt. Falls bei der Aufzugsanlage Abweichungen vom Stand der Technik vorhanden sind, kann der Arbeitgeber entscheiden, wie er damit umgeht.
- Ist trotz einer Abweichung vom Stand der Technik weiterhin der sichere Betrieb gewährleistet oder werden Nutzer gefährdet? Für notwendige Anpassungen oder für die Umsetzung von Schutzmaßnahmen hat der Gesetzgeber

weder konkrete Vorgaben gemacht noch Fristen festgelegt; vielmehr setzt er auf die Eigenverantwortung des Arbeitgebers.

- Welcher Personenkreis nutzt die Aufzugsanlage? Bei einem Aufzug, der überwiegend von älteren Menschen oder Kindern, also von besonders schützenswerten Personen, benutzt wird, könnten beispielsweise zusätzliche Maßnahmen an alten automatischen Schachttüren notwendig sein.

Dementsprechend sind dann auch die Wartung und Prüfung des Aufzugs zu betrachten. So beschreibt die TRBS 3121 unter 3.3 Instandhaltung, Absatz (3) folgende Pflichten:

„Insbesondere sind Informationen zu geben über Maßnahmen zur Erhaltung der zu benutzenden Zugangswege,

- Evakuierungsmaßnahmen im Brandfall,
- Sicherstellung notwendiger Sofortmaßnahmen,
- Restrisiken bei der Benutzung von Zugängen,
- Festlegungen, inwieweit Personen das Instandhaltungspersonal zur Aufzugsanlage begleiten müssen,
- das Verhalten bei Betriebsstörungen an anderen Anlagen im Umfeld der Aufzugsanlage und
- Festlegungen zur persönlichen Schutzausrüstung, die, falls notwendig, auf den Zugangswegen zu benutzen ist und wo sie sich befindet.“

Weitere Anforderungen kommen hinzu, wenn die Aufzugsanlage in einen teilumwehrten oder verglasten Schacht eingebaut ist, bei dem Reinigungsarbeiten von Innen erforderlich sind. Hier muss der Betreiber das sichere Arbeiten Dritter (Glas- und Schachtreinigung) im Vorfeld bewerten und Maßnahmen zur sicheren Arbeit festlegen.

Eventuell kommen Gefährdungen aus der näheren Umgebung hinzu. Falls es beispielsweise in der Nähe eine Austrittsstelle von Gasen gibt, muss der explosionsgeschützte Bereich bestimmt werden. Entsprechende Informationen einschließlich erforderlicher Schutzmaßnahmen muss der Betreiber erstellen.



© TÜV Rheinland AG

Als Ergebnis muss der Arbeitgeber oder Betreiber im Rahmen seiner Sorgfaltspflicht Schutzmaßnahmen festlegen, die die Gefährdung minimieren. Sollte das nicht möglich sein, sind Vorgaben für den sicheren Lastentransport zu machen.

» Gefährdungen im Aufzug

Werden beispielsweise Kleiderständer, Krankenbetten oder andere Gegenstände transportiert, muss die richtige Lastensicherung vorgegeben werden. Wie lässt sich das Verrutschen der Ladung vermeiden oder das Überladen des Aufzugs verhindern? Welche Gefahren sind beim Beladen zu beachten? Geht von Abgasen aus Fahrzeugen eine Gefahr aus oder von der Ladung selbst, zum Beispiel von Gasflaschen? Anhand der Gefährdungsbeurteilung hat der Arbeitgeber eine entsprechende Betriebsanweisung zu erstellen und die Nutzer darüber zu informieren.

» Gefahr durch vorhersehbare Betriebsstörungen

Für den Fall, dass Personen im Fahrkorb eingeschlossen sind, oder, dass Monteure und Prüfer im Schacht bzw. auf der Kabine festsitzen, schreibt die BetrSichV dem Betreiber vor, einen Notfallplan auszuarbeiten. Darin muss beschrieben sein, wie und durch wen die Notfallhilfe zu erfolgen hat. Bei größeren Bauwerken und Gebäudekomplexen muss im Notfallplan beschrieben sowie vor Ort entsprechend beschildert sein, wo sich Aufzug und Triebwerksraum befinden. Außerdem muss aus einer zusätzlich erforderlichen Notbefreiungsanleitung hervorgehen, wie eingeschlossene und festsitzende Personen befreit werden können. Die erforderlichen Bedienelemente müssen konkret beschrieben oder abgebildet sein: Also, welcher Hebel, welcher Schalter ist wie zu betätigen, damit zügige und sichere Hilfe möglich ist?

Bei Anlagen mit Notrufsystem (Achtung: Nachrüstpflicht bis 31.12.2020!) muss dem Notdienst ein Notfallplan zur Verfügung gestellt werden. Die Notbefreiungsanleitung ist vor Ort an der Anlage im Triebwerksraum oder im Steuerschrank anzu-

bringen. Bei Aufzügen ohne Notrufsystem ist der Notfallplan an der Anlage auszuhängen. Veränderungen an der Anlage selbst, z. B. durch Umbauten, oder in den Abläufen, sind auch im Notfallplan entsprechend zu aktualisieren.

» Festlegung von Fristen

Der sichere Betrieb eines Aufzugs hängt auch von regelmäßiger Prüfung und Wartung ab. In der Gefährdungsbeurteilung ist festzulegen, ob die nach der BetrSichV vorgesehenen maximalen Fristen (Hauptprüfung alle 24 Monate, mittig dazwischen eine Zwischenprüfung) für den sicheren Betrieb ausreichend sind. Die Nutzung, das Alter, die Erfahrungen aus dem laufenden Betrieb sowie Umgebungseinflüsse sind einzubeziehen und die Fristen bei Bedarf entsprechend zu verkürzen. Nach diesen Parametern sollten auch die Wartungsabstände festgelegt werden. Zusätzliche Angaben könnten in der Betriebsanleitung des Herstellers zu finden sein.

Neben der Prüfung durch eine Zugelassene Überwachungsstelle sieht die BetrSichV auch eine regelmäßige Inaugenscheinnahme und Funktionskontrolle durch Aufzugswärter vor. Sie sollen die Anlage auf sichtbare Schäden untersuchen und kontrollieren, ob die Aufzugstüren ordentlich schließen und der Notruf funktioniert. Dies ist auch bei Anlagen erforderlich, die mit einem Notrufsystem ausgerüstet sind. Die Kontrolle sollte auch nachvollziehbar dokumentiert werden.

Die Fristen sind vom Betreiber festzulegen. Sie hängen von der Umgebung der Anlage ab (z. B. Gefährdung durch Vandalismus), von ihrer Nutzung und von erwarteten Schäden.

» Dokumentation senkt Haftungsrisiko

Dokumentationen sind wichtige Nachweise beim Erfüllen der Betreiberpflichten und zur Senkung des Haftungsrisikos. Die Vorgaben sind in der BetrSichV und der TRBS 3121 enthalten. Zu den Dokumenten, die für den sicheren Betrieb erforderlich sind und beim Wechsel des Eigentümers übergeben werden, gehören unter anderem:

- ▶ Technische Dokumentation wie Schaltpläne, Prüfanleitungen und die EG- Konformitätserklärung
- ▶ Notfallplan
- ▶ Übersicht aufzugsexterner Sicherheitseinrichtungen, einschließlich vorhandener Prüfberichte
- ▶ Prüfberichte der Aufzugsanlage
- ▶ Gefährdungsbeurteilung inkl. Schutzmaßnahmen und festgelegten Fristen
- ▶ Vorgaben für den Lastentransport oder eine Betriebsanweisung für Lasten- oder Fassadenaufzüge
- ▶ Vorgaben für die Arbeiten Dritter an der Aufzugsanlage
- ▶ Dokumentation der regelmäßigen Kontrollen durch den Aufzugswärter

» Pflichten auf einen Blick

Die vielfältigen Pflichten des Arbeitgebers lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- ▶ Erstellen und Aktualisieren der Gefährdungsbeurteilung inkl. Festlegung der erforderlichen Fristen und Umsetzung von eventuellen Schutzmaßnahmen
- ▶ Sicherstellung der Personenbefreiung und Vorhalten eines aktuellen Notfallplans
- ▶ Überwachung der Aufzugsanlage bei der Verwendung (Aufzugswärterkontrollen)
- ▶ Sicherstellung der regelmäßigen und fristgerechten Prüfung durch eine Zugelassene Überwachungsstelle
- ▶ Sicherstellung der regelmäßigen Wartung durch ein Fachunternehmen
- ▶ Bereithalten der aktuellen Dokumentation der Aufzugsanlage

» Ausblick

Durch den technologischen Fortschritt und die zunehmende Vernetzung der Anlagen über das Internet ergeben sich zahlreiche Fragen zum sicheren Betrieb einer Aufzugsanlage. Wer hat per Internet Zugriff auf meinen Aufzug? Welche Daten werden dort erfasst? Was kann und muss getan werden, damit die digitale Vernetzung über das Internet of Things nicht zur Schwachstelle für kriminelle Hackerangriffe wird? Angreifer könnten über die digitale Steuerung nicht nur die Aufzüge selbst manipulieren, sondern die gesamte technische Gebäudeausrüstung. Zugelassene Überwachungsstellen müssen deshalb auch kontrollieren können, ob die Steuerungssoftware von Aufzügen einwandfrei funktioniert und im Hinblick auf Cybersicherheit auf dem neuesten Stand ist. Aber nur wenn die Steuerungssoftware von Aufzügen nicht die Blackbox bleibt, sondern in die Prüfungen durch die Zugelassenen Überwachungsstellen einbezogen werden kann, werden Aufzüge auch künftig zu den sichersten Transportmitteln der Welt gehören.

Quellen

www.baua.de – Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)

www.lasi-info.com – Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI)

Dipl.-Ing. Dirk Laenger
TÜV Rheinland Industrie Service GmbH
laengerd@de.tuv.com

Dipl.-Ing. Volker Sepanski
TÜV Rheinland Industrie Service GmbH
volker.sepanski@de.tuv.com

Wirk-Prinzip-Prüfung von Feuerwehraufzügen

Von Dieter Altenbeck und Guido Kehmer

„Aufzug im Brandfall nicht benutzen“ – wir alle kennen diesen Warnhinweis. An jeder Schachttüre eines Aufzugs wird darauf hingewiesen, wie man sich im Gebäude bei einem Brand zu verhalten hat und dass das Treppenhaus der sicherste Fluchtweg ist.

Vielen Betreibern von Aufzügen ist nicht bewusst, dass der Feuerwehraufzug für die Brandbekämpfung eine wichtige Rolle spielt. Die Feuerwehrleute verlassen sich auf die Wirksamkeit der Sicherheitseinrichtungen dieses Aufzugs und aller damit verbundenen Anlagen im Gebäude. Der Feuerwehraufzug dient dem schnellen Erreichen der Brückenkopfebene (ein Geschoss unter der Brandebene), um von dort den Brandangriff führen zu können. Außerdem kann er zur Evakuierung von Aufzugsvorräumen genutzt werden, in die sich Personen vor dem Brand gerettet haben, aber nicht mehr flüchten können.

» Konstruktion eines Feuerwehraufzugs

Die Anforderungen an die Beschaffenheit eines Feuerwehraufzugs sind in der DIN EN 81-72:2015-06 geregelt. Neue Feuerwehraufzüge müssen in Abstimmung mit der Feuerwehr nach diesen technischen Vorgaben konstruiert werden. Vereinfachungen und Verschärfungen können durch den örtlichen vorbeugenden Brandschutz der Feuerwehr als Bestandteil der Baugenehmigung vorgeschrieben werden.

Das Brandschutzkonzept kann zudem weitere Anforderungen an das Zusammenwirken der einzelnen Anlagen, zum Beispiel



© Coradenkoff / Adobe Stock (Nr. 164563730)

der Brandmeldeanlage, des Notstromaggregats und des Feuerwehraufzugs enthalten. Die Brandfallsteuermatrix beschreibt das Zusammenwirken der oben angeführten einzelnen Systeme im Brandfall. Zu den typischen Systemkomponenten, die mit dem Feuerwehraufzug verbunden sind, gehören die

- ▶ Aufzugsanlage als Personen- / Lastenaufzug (ohne Feuerwehrfunktionen nach BetrSichV),
- ▶ Brandmeldeanlage,
- ▶ Alarmierungsanlage,
- ▶ Sicherheitsstromversorgung inkl. Notstromaggregat,
- ▶ Sicherheitsbeleuchtung,
- ▶ Rauchschutzdruckanlage oder Spülluftanlage,
- ▶ Feststellanlagen an Rauch- und Brandschutztüren (Aufzugsvorräume).

Mit der Verankerung in § 85 der Musterbauverordnung (MBO) verlangt zum Beispiel § 3 der Prüfverordnung in NRW, dass „die technischen Anlagen [...] sowie die dafür bauordnungsrechtlich geforderten Brandschutzmaßnahmen [...] von Prüfsachverständigen [...] auf ihre Wirksamkeit und Betriebssicherheit einschließlich des bestimmungsgemäßen Zusammenwirkens von Anlagen (Wirk-Prinzip-Prüfung) geprüft werden [...].“ [1] Aufgrund der zunehmenden Vernetzung der einzelnen Anlagen kommt dem Zusammenwirken eine wichtige Bedeutung zu. Diese gegenseitige Abhängigkeit ist bei den Prüfungen entsprechend zu berücksichtigen.

» Aufzugsbetrieb in Bestandsgebäuden

Der Betreiber hat gemäß § 3 MBO die Verpflichtung, das Gebäude so „anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden [...].“ [2] Zur Erfüllung dieser Anforderungen während des Betriebs beauftragt der Betreiber u. a. Sachverständige nach Baurecht sowie eine Zugelassene Überwachungsstelle die erforderlichen Prüfungen durchzuführen.

Im Laufe der Zeit ändert sich der Zustand des Gebäudes und seiner Anlagen zum Beispiel durch Verschleiß, Beschädigungen und Umbaumaßnahmen. Deshalb muss die Wirksamkeit des sicheren Zusammenwirkens der Anlagen wiederkehrend überprüft werden.

Wie anfangs beschrieben, verlassen sich die Mitarbeiter der Feuerwehr bei der Brandbekämpfung auf die Wirksamkeit der Sicherheitseinrichtungen des Aufzugs und aller damit verbundenen Anlagen. Der Feuerwehraufzug stellt in der Regel die einzige, nicht in der Obhut der Feuerwehr befindliche sicherheitstechnische Einrichtung dar. [3]

» Wirk-Prinzip-Prüfung deckt Mängel auf

Bereits im Jahre 2009 ergab eine Überprüfung von 80 Feuerwehraufzügen im Stadtgebiet Düsseldorf, dass aufgrund von sicherheitstechnischen Mängeln ein Viertel dieser Aufzüge außer Betrieb genommen werden musste. [3] Die Situation hat sich seitdem nur geringfügig verbessert. Daher gilt: Nur das rechtzeitige Erkennen vorhandener Mängel durch wiederkehrende Wirk-Prinzip-Prüfungen sowie eine entsprechende Mängelbeseitigung gewährleistet den sicheren Betrieb eines Gebäudes und verschont die Betreiber mit zusätzlichen Auflagen. Bei aktuellen Prüfungen von Feuerwehraufzügen im Rahmen von Wirk-Prinzip-Prüfungen wurden folgende typischen Mängel festgestellt:

- ▶ unsichere Vorräume vor den Schachttüren (beschädigte Brandschutztüren, Brandlasten im Vorraum),
- ▶ fehlende oder unzureichende Kennzeichnungen im Gebäude (Kennzeichnung des Wegs zum Triebwerksraum, Hinweisschild „Feuerwehraufzug“, Etagen Kennzeichnung in den Vorräumen),
- ▶ unzulängliche Anpassung an den Stand der Technik (mit Löschwasser volllaufende Schachtgrube, nicht gegen Löschwasser geschützte elektrische Betriebsmittel),
- ▶ unzureichende Aufzugstürfunktionen (falsche Steuerung der Türbewegung, unzulässiges Zulaufen der Türen).
- ▶ Störungen in der Aufzugssteuerung bei Umschaltung auf das Ersatznetz (Notstromversorgung)

Hinzu kommen Mängel, die auf Änderungen oder Umgestaltungen im Gebäude zurückzuführen sind:

- ▶ unterbrochene Signalleitungen zum Feuerwehrschrlüssel-schalter,
- ▶ unwirksamer Feuerwehrschrüsselschalter durch Umbau des Fahrkorbtableaus,
- ▶ unwirksame Feuerwehrfunktionen nach Aufspielen neuer Aufzugsteuerungssoftware,
- ▶ verschlossene Feuerwehrrachluke durch Einbau einer neuen Fahrkorbverkleidung,
- ▶ unzureichende Dimensionierung der Ersatzstromversorgung (unzureichender Kraftstoffvorrat für die Dauer der Brandbekämpfung).

Ist die Wirksamkeit des Feuerwehraufzugs nicht mehr gegeben, so ist eine sichere Brandbekämpfung nicht möglich. Dies ist jedoch eine wesentliche Voraussetzung für den Betrieb eines Gebäudes. Ein nicht voll funktionsfähiger Feuerwehraufzug führt zu einer erheblichen Einschränkung in der Brandbekämpfung durch die Feuerwehr, was selbst durch zusätzlichen Personaleinsatz nur teilweise kompensiert werden kann. Der Weiterbetrieb des Gebäudes ist dann nur mit erheblichen Einschränkungen oder Auflagen durch die Feuerwehr möglich, wie zum Beispiel das Sperren der oberen Etagen oder zusätzliche Auflagen für den Veranstaltungsbetrieb, vielleicht sogar der kompletten Untersagung einer Sondernutzung.

» Mehr Sicherheit für Feuerwehrleute

Der Gesetzgeber hat mit der Wirk-Prinzip-Prüfung eine Maßnahme eingeführt, um Funktion und Wirksamkeit der Sicherheitseinrichtungen des Aufzugs und aller damit verbundenen Anlagen des Gebäudes sicherzustellen. Die wiederkehrenden Wirk-Prinzip-Prüfungen durch baurechtlich anerkannte Sachverständige und Sachverständige der Zugelassenen Überwachungsstellen haben sowohl den technischen Zustand der Brandschutzanlagen in Gebäuden als auch die Sicherheit der Einsatzkräfte der Feuerwehr bei der Brandbekämpfung deutlich verbessert.

Quellen

[1] https://www.brd.nrw.de/planen_bauen/bauaufsicht/pdf/PruefVO_NRW.pdf; Verordnung über die Prüfung technischer Anlagen und wiederkehrende Prüfungen von Sonderbauten (Prüfverordnung – PrüfVO NRW) – mit Stand vom 1.5.2019)

[2] <https://www.bauministerkonferenz.de/Dokumente/42322694.pdf>; Musterbauordnung - MBO - Fassung November 2002 – zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 22.02.2019

[3] LIFT Report Heft 3/2009 Dirk Preissl

Dipl.-Ing. Dieter Altenbeck
TÜV Rheinland Industrie Service GmbH
dieter.altenbeck@de.tuv.com

Dipl.-Ing. Guido Kehmer
TÜV Rheinland Industrie Service GmbH
guido.kehmer@de.tuv.com

Industrie 4.0: mit Sicherheit aus der Krise

Von Johannes Näumann

Druckbehälter und Dampfkesselanlagen gehören nach wie vor zur technischen Grundausstattung vieler Unternehmen. Durch die Digitalisierung werden konventionelle Anlagen immer stärker miteinander vernetzt. Die Einbindung von Industrieanlagen in eine globale IoT-Architektur bietet die Chance, effizienter, umweltschonender und weniger krisenanfällig zu produzieren. Das hat sich während des Lockdowns infolge der Corona-Pandemie sehr deutlich gezeigt. Die Industrie 4.0 erfordert aber auch Investitionen in die Sicherheit und einen neuen Ansatz bei technischen Prüfungen. Safety und Cybersecurity müssen dabei in Einklang gebracht werden.

Jedes Jahr prüfen die Zugelassenen Überwachungsstellen mehr als 300.000 Druckbehälter und Dampfkesselanlagen. Das zeigt: Die Digitalisierung lässt herkömmliche Technologien nicht vom Markt verschwinden. Zur Stromproduktion oder zur Erzeugung von Prozessdampf durch Kraft-Wärme-Kopplung werden in der Industrie auch künftig konventionelle Druckanlagen eingesetzt. Allerdings werden sie zunehmend um digitale Eigenschaften ergänzt, miteinander vernetzt und in ein globales IoT-System (Internet of Things) eingebunden.

Die Vorteile der digitalen Vernetzung liegen vor allem in einer höheren Effizienz und einer niedrigeren Umweltbelastung durch Industrieanlagen. Obwohl ein Dampfkessel in seinem Grundprinzip seit der Industrialisierung fast unverändert ist, lassen sich die Kesseleffizienz und die Energieeinsparpotenziale etwa durch eine konsequente Erfassung und digitale Auswertung von Betriebsdaten optimal ausnutzen. Studien der TU Wien, des Austrian Institute of Technology (AIT) und der Montanuniversität Leoben aus dem Jahr 2020 belegen, dass sich durch den konsequenten Einsatz digitaler Technologien der Energieverbrauch im Industriesektor drastisch senken lässt – eine Voraussetzung, um die weltweiten Klimaziele zu erreichen. Künstliche Intelligenz, Blockchain, datengetriebene Modellrechnungen, digitale Zwillinge, offene Plattformen oder der Einsatz von Sensoren und digitalen Stromzählern gehören hier zu den technologischen Treibern.

Spätestens im Jahr 2020 stellte sich aber noch eine weitere Herausforderung: Die Corona-Pandemie verursachte laut dem Institut der Deutschen Wirtschaft allein in den ersten beiden Krisenmonaten einen Produktionsrückgang von 30 Prozent, das statistische Bundesamt stellte im zweiten Quartal 2020 einen Einbruch des Bruttoinlandsprodukts (BIP) um 10,1 Prozent im Vergleich zum ersten Vierteljahr fest – ein Rekordwert seit Beginn der regelmäßigen BIP-Berechnung im Jahr 1970. Um diese Krise zu bewältigen und künftig im Wettbewerb bestehen zu können, ist die Digitalisierung in der Industrie eine wichtige Voraussetzung.

So kommt der Digitalverband Bitkom in einer kürzlich veröffentlichten Studie zu dem Ergebnis, dass eine überwältigende Mehrheit (94 Prozent) der befragten Unternehmen in der Digitalisierung die Voraussetzung für den Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie sieht. Die Zahl der Industrieunternehmen mit mehr als 100 Mitarbeitern, die Industrie-4.0-Anwendungen nutzen, sind in Deutschland in den letzten zwei Jahren von 49 Prozent auf 59 Prozent gestiegen, weitere 22 Prozent planen den Einsatz von Industrie 4.0. „Je digitaler die Industrieunternehmen aufgestellt sind, desto schneller werden sie sich von den Folgen des Shutdowns erholen“, sagte Verbandschef Achim Berg.

Der Münchner Digital-Pionier Lin Kayser geht sogar noch einen Schritt weiter. Für ihn hat die Corona-Krise den Raum für visionäres Denken geöffnet. „Digitale Lieferketten und eine dezentrale automatisierte Produktion“ könnten künftig die globalen

wirtschaftlichen Prozessabläufe krisenfest machen. Anstatt fertige Bauteile in Containern um die Welt zu verschiffen sieht er die Zukunft in „digitalen physischen Produkten (DPP)“, die digital entwickelt, je nach Bedarf modifiziert und später lokal im additiven 3D-Druckverfahren produziert werden. Eine effiziente Methode, die während der Corona-Krise in Italien zur Beschaffung dringend benötigter Ersatzteile für Beatmungsgeräte bereits erfolgreich praktiziert wurde.

Es werden daher nicht mehr nur die funktionalen Mängel bei einem Druckbehälter oder einer Dampfkesselanlage zu Sicherheitsrisiken führen, sondern auch Lücken im Bereich Cybersecurity. Laut einer Studie des TÜV-Verbands beklagte jedes achte Unternehmen (13 Prozent) innerhalb der letzten 12 Monate vor der Befragung einen IT-Sicherheitsvorfall. Jedes vierte betroffene Unternehmen (26 Prozent) berichtet von Phishing-Angriffen, bei denen – in der Regel per E-Mail – Schadsoftware in die Organisation eingeschleust wird. An zweiter Stelle steht Ransomware (19 Prozent), mit deren Hilfe Cyberkriminelle die IT-Systeme einer Organisation lahmlegen und die Unternehmen dann erpressen. Weitere Bedrohungsszenarien seien „Social Engineering“, Man-in-the-middle-, Passwort- und DDoS-Angriffe.

Für den Bereich der intelligenten Energieversorgung forderte daher das IEC-Systemkomitee Smart Energy (IEC/SyC Smart Energy) im April 2020 zum Schutz des Stromnetzes vor Cyberangriffen „einen ganzheitlichen Ansatz zum Aufbau von Cyberwiderstandsfähigkeit, der bewährte Verfahren mit Prüfungen und Zertifizierungen kombiniert.“ Digitale Sicherheit müsse bereits im Design angelegt sein und von Anfang an in die Systeme und in den Betrieb integriert werden, anstatt sie erst nach der Implementierung der Systeme anzuwenden.

Durch die Corona-Krise befinden sich nun viele Unternehmen in einem Dilemma: Der wirtschaftliche Einbruch zwingt sie zu harten Sparmaßnahmen, wobei andererseits Investitionen in die Krisenbewältigung und Resilienz bei künftigen Pandemien notwendig sind. Hier müssen die Prioritäten richtig gesetzt werden. „Es wäre fatal, wenn die Unternehmen in wirtschaftlich schwierigen Zeiten die Sicherheit ihrer digitalen Systeme vernachlässigen würden“, sagte TÜV-Verbandschef Joachim Bühler. „Jeder Euro, der jetzt in die IT-Security fließt, ist eine Investition in eine krisensichere Zukunft.“

Prüfungen an Druckanlagen müssen künftig neben „Safety“, also dem sicheren Funktionieren aller technischen Komponenten, auch die „IT-Security“ im Blick haben. Bei diesem Paradigmenwechsel, der alle überwachungsbedürftigen Anlagen betrifft, ist auch der Gesetzgeber gefragt. Die Prüforganisationen fordern daher eine Anpassung der Rechtsvorschriften und Normen in Deutschland und der EU. Im Bereich von Industrie 4.0 müssen vor allem Standards entwickelt und Referenzarchitekturen für die vernetzte Technologie cyber-physikalischer Systeme (CPS) aufgebaut werden. „Unabhängige Zertifizierungen durch akkreditierte neutrale Dritte liefern den verlässlichen Nachweis, dass diese Standards eingehalten werden“, sagte Bühler. „Dadurch entsteht Transparenz und das notwendige Vertrauen in Produkte, Prozesse und neue Technologien.“

Johannes Näumann

Büro für strategische Kommunikation

jn@naeumann.de

Virtual Reality verbessert zerstörungsfreie Prüfung

Von Dr.-Ing. Albert Bagaviev, Dr.-Ing. Ansgar Kranz und Alex Karpunow

Durch die dreidimensionale Darstellung physikalischer Prozesse am Computer wird die zerstörungsfreie Prüfung (ZfP) optimiert. An virtuellen Modellen von Anlagen und Bauteilen können mit geringem Aufwand Schadensbilder nachgestellt und mögliche Schadensverläufe simuliert werden. Virtual Reality macht die ZfP und die Messmethoden genauer und verlässlicher. In vielen Anwendungsfällen werden durch virtuelle Modelle und Simulationen überhaupt erst belastbare Aussagen möglich, wie häufig eine Zustandsüberwachung erfolgen sollte.

Moderne Industrieanlagen balancieren zwischen zwei Anforderungen: ihrer Verfügbarkeit und der Sicherheit. Die Produktivität einer Anlage und die Rendite des investierten Kapitals steigen, wenn der Auslastungsgrad zu- und die Zeit des Stillstands abnimmt. Der Aufwand für Instandhaltung und Prüfung der Anlage stellt eine zu optimierende beziehungsweise zu minimierende Größe dar.

Eine wesentliche Rolle spielt dabei die zerstörungsfreie Prüfung von Anlagenkomponenten, die allerdings kostenaufwendig ist. Hierfür gibt es mehrere Gründe:

- Um eine geplante oder nicht geplante Inspektion durchzuführen, muss eine Anlage entweder teilweise oder komplett außer Betrieb genommen werden. Das heißt: die Verfügbarkeit der Anlage sinkt.
- Da die Prüfung selbst nur bedingt von außen erfolgen kann, muss die zu inspizierende Maschine geöffnet

werden. In der Regel sind nämlich von außen nur die Teile der Maschine prüfbar, die kaum beansprucht werden und somit für eine Integritätsbetrachtung bedeutungslos sind.

- Die größte Herausforderung liegt jedoch darin, dass die am stärksten beanspruchten Bereiche entweder nicht zugänglich oder aufgrund ihrer Geometrie nicht prüfbar sind bzw., dass die infrage kommenden Prüfmethoden nur ungenaue Resultate liefern.

Die Zahl der zerstörungsfreien Prüfmethoden, die nicht nur im Labor, sondern auch vor Ort anwendbar sind, ist relativ niedrig. Insbesondere für das Anzeigen von Rissen lässt die Qualität und Verlässlichkeit der Prüfmethoden zu wünschen übrig. Deshalb ist es zwingend erforderlich, hierfür die ZfP-Methoden erheblich zu verbessern und für bestimmte Anwendungsfälle brauchbar zu machen. Das geschieht durch Modellierung und Simulation, die mit speziellen und gezielten Messungen die Bauteilverformung und/oder die Verhaltensparameter anzeigt,



Bild 1: Schematische Darstellung der Strahlenverfolgung in einer umlaufenden Schweißnaht

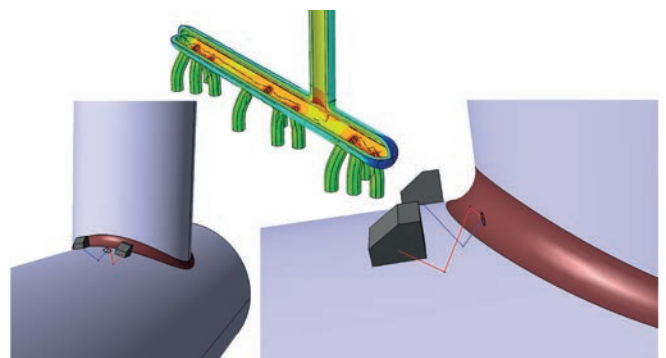


Bild 2: Anwendung des Strahlenverfolgungsverfahrens

sowie durch eine Überwachung des Zustands während der gesamten Lebensdauer eines Bauteils.

Das am häufigsten benutzte ZfP-Verfahren vor Ort ist die Ultraschallprüfung. Da ein festgestellter Riss die Bauteilintegrität beeinträchtigen kann, ist zu entscheiden, ob dieser Riss noch ohne Beeinträchtigung der Sicherheit hingenommen werden kann, oder ob eine Reparatur notwendig ist. Werden Risse belassen, wird eine explizite Überwachung notwendig, gegebenenfalls ist zur Kontrolle des irreversiblen Verformungsverhaltens eine Hochtemperaturdehnungsmessung erforderlich.

» Simulation der Strahlenverfolgung (Ray Tracing) für UT-Auslegung

Die zerstörungsfreie Prüfung mittels Ultraschall ist nach wie vor eine der wichtigsten Techniken zur Bewertung der Bauteilintegrität. Dabei werden die von Defekten ausgehenden Echos analysiert. Eine in der Regel komplexe Bauteilgeometrie, Werkstoffinhomogenität und -anisotropie führen zur Ablenkung und einem Verzerren des Ultraschallstrahls und zur Aufspaltung der einfallenden Wellen an Grenzflächen zu anderen Wellentypen (Modenkonversion). Dies erschwert bei

Vor-Ort-Inspektionen die Interpretation. Eine computergestützte Visualisierung der Ultraschallausbreitung ermöglicht, die Schallwellenausbreitung zu erfassen und die Streuung beziehungsweise die Wechselwirkung zwischen eventuell vorhandenen Defekten und dem Ultraschall zu analysieren. Bild 1 zeigt schematisch die Positionierung von Transmitter und Empfänger zur Anzeige einer Stoßschweißnaht bei einer Ultraschallprüfung.

Die Methode berücksichtigt auch die Schalldruckverteilung und die Änderung des Schalldrucks bei einer Reflexion. Um die inhomogene Temperaturverteilung und Schweißnahteigenschaften zu berücksichtigen, wurde das Snelliussche Gesetz verwendet. Eine weitere Anwendung des Simulationsverfahrens ist in Bild 2 dargestellt. Hier wird ein Verfahren zur Schweißnahtprüfung modelliert und simuliert.

» Modellierung und Simulation des Potenzialsondenverfahrens

Mit dem Ziel, die Sicherheit eines Weiterbetriebs zu gewährleisten und um die Integrität des zu überwachenden Bauteils zu kontrollieren, werden die belassenen Risse überwacht. Eine

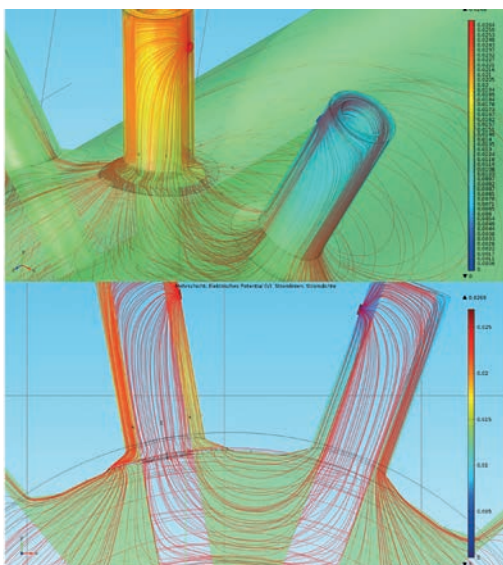


Bild 3: Beispielhaft dargestellte Ergebnisse der elektrischen Simulation zwecks Auslegung der Messung

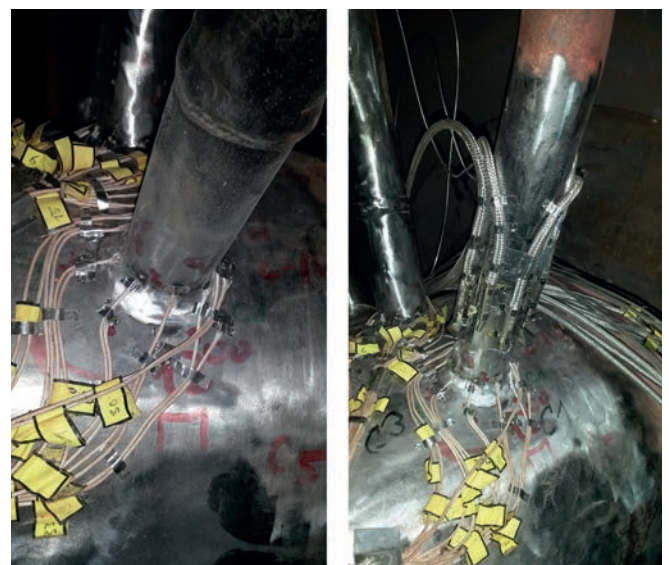


Bild 4: Applizieren der Potenzialsonden

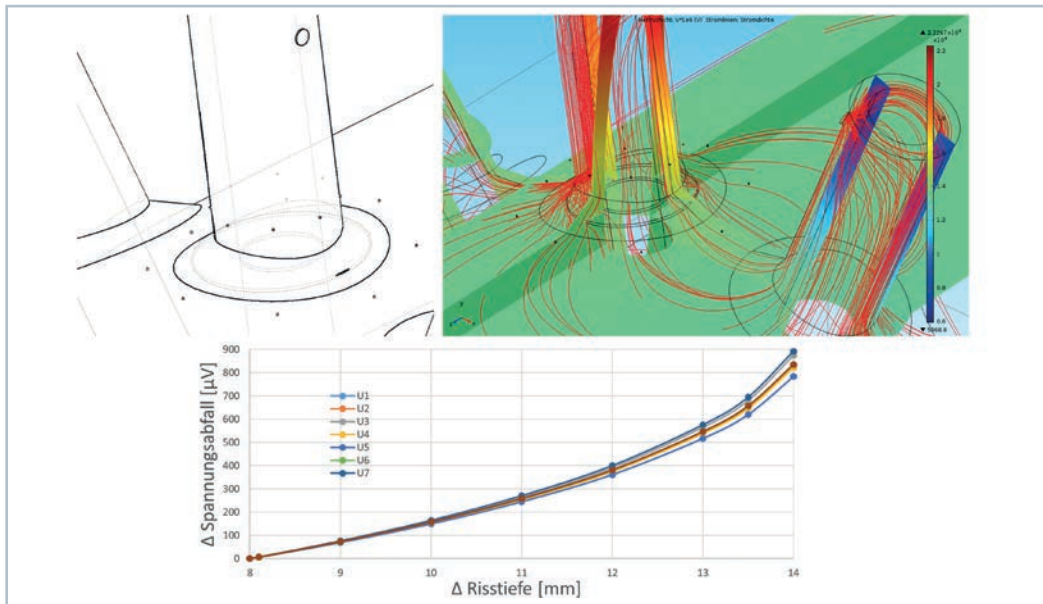


Bild 5: Zur Erfassung des unterstellten Risswachstums

bewährte Methode zur Ermittlung des Risswachstums stellt die Potenzialsonden-Messtechnik dar. Sie basiert auf der Messung des elektrischen Potentials in einem metallischen Bauteil, das sich mit einem wachsenden Riss ändert. Eine computer-gestützte Simulation unterstützt eine detaillierte Auslegung der Messsensorik und Versuchsparameter sowie die Kopplung der elektrischen Messsignale mit bruchmechanischen Kenngrößen (siehe Bild 3).

Bild 4 zeigt die applizierte Hochtemperatursensorik im Bereich eines Rissverlaufs sowie in einem rissfreien Bereich (Referenzmessstrecke) der Komponente. Ein computergesteuertes

Messkonzept regelt die konstant zu haltende Stromstärke und misst den Spannungsabfall (Potential) an jeder Messstelle.

Zwecks Auslegung der Messprozedur wurden vorab numerische elektromagnetische Simulationen zur Konfiguration der Rissüberwachung bei variierenden Risstiefen durchgeführt (siehe Bild 5).

» Kapazitive (Kriech-)Dehnungsaufnehmer

Die Überwachung der bei hohen Temperaturen betriebenen Komponenten auf Kriech- und Ermüdungsfortschritt erfordert

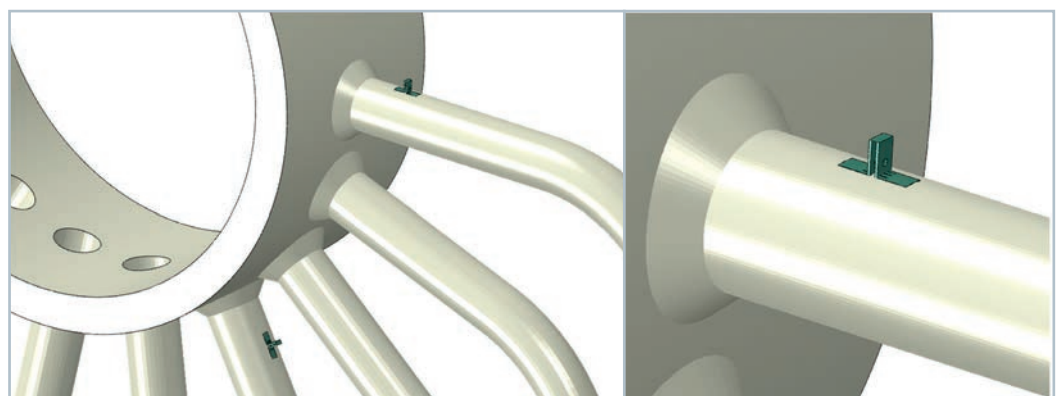


Bild 6:
Modell des kapazitiven
Kriechdehnungsaufnehmers

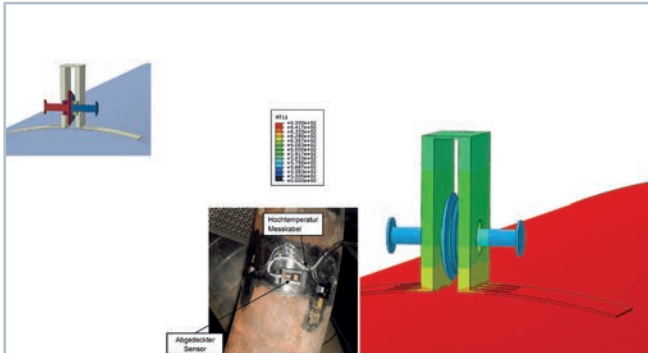


Bild 7: Simulation des Betriebsverhaltens des Sensors

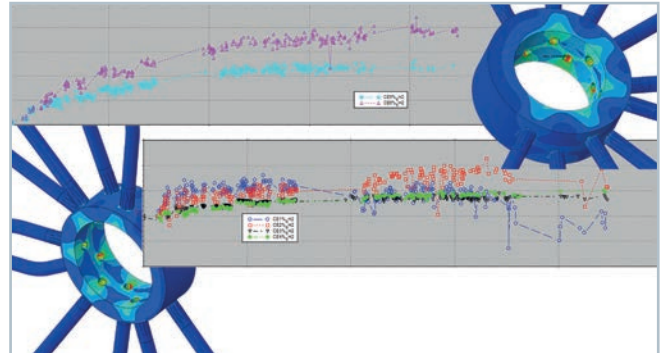


Bild 8: Gemessene und rechnerisch ermittelte (simulierte) Kriechdehnungen

den Einsatz von Messwertaufnehmern, die auch bei höheren Temperaturen zuverlässige Messwerte liefern und eine sehr gute Langzeitstabilität aufweisen. Hierzu bieten sich kapazitive Dehnungsaufnehmer an (siehe Bild 6).

Kapazitive Dehnungsaufnehmer setzen eine Längenänderung der Bauteiloberfläche in eine Abstandsänderung zweier Kondensatorplatten um und führen damit zu einer entsprechenden Änderung der Kapazität, die einen sehr langzeitstabilen Messwert gewährleistet.

Der Messsensor wurde ebenso modelliert, um das eigene thermomechanische Verhalten des Sensors bei An- und Abfahrten zu berücksichtigen und somit eine höhere Genauigkeit der Aussagen hinsichtlich Ermüdungsfestigkeit von Komponenten zu erzielen (siehe Bild 7).

Bild 8 demonstriert die Anwendbarkeit der kombinierten computergestützten Vorgehensweise mit der Virtualisierung der Hochtemperaturvorgänge bei der messtechnischen Erfassung der Kriechdehnungen an einem Kraftwerkssammler.

Die dreidimensionale Darstellung physikalischer Prozesse erweitert sowohl die Grenzen als auch die Genauigkeit von Methoden der zerstörungsfreien Prüfung. Das gleiche gilt für die diversen Messverfahren zur Überwachung der Integrität einzelner Bauteile und somit der ganzen Anlage.

» Fazit

Mithilfe verfügbarer Software zur Modellierung von Bauteilen und zur Simulation von Schadensverläufen, lässt sich mit einem vertretbaren Aufwand die Qualität und die Quantität von zerstörungsfreien Prüfungen und Messmethoden deutlich verbessern. Die virtuelle dreidimensionale Darstellung ergänzt die bekannten Prüfverfahren und -methoden. Die Kombination aus beiden ist oftmals die einzige Möglichkeit, um eine wirklich zuverlässige und belastbare Überwachung des Zustands von Bauteilen und Anlagen sicherzustellen.

Dr.-Ing. Albert Bagaviev
albert.bagaviev@de.tuv.com

Dr.-Ing. Ansgar Kranz
ansgar.kranz@de.tuv.com

Dipl.-Ing. Alex Karpunow
alex.karpunow@de.tuv.com

TÜV Rheinland Werkstoffprüfung GmbH

Füllanlagen für Flüssigerdgas (LNG)

Erlaubnisprüfbericht gemäß § 18 (3) BetrSichV

Von Michael Evers

Flüssigerdgas, Liquefied natural Gas (LNG) oder auch Gaz naturel liquéfié (GNL) wird mehr und mehr zur Alternative zum Dieselmotorkraftstoff. Bei Temperaturen zwischen -161 und -164 Grad Celsius wird das Gas verflüssigt und nimmt so nur noch ein Sechshundertstel des Volumens von gasförmigem Erdgas ein. Gelagert wird es dann in vakuumisolierten Tanks und kann – ähnlich wie Autogas – durch Füllanlagen verteilt werden.

Derzeit werden noch nahezu 100 % der Fahrzeuge im Straßengüterverkehr mit Dieselmotorkraftstoff angetrieben. Allerdings bietet der Treibstoff LNG in Bezug auf Reichweite und Leistung eine überzeugende Alternative, die mittlerweile auch namhafte Nutzfahrzeughersteller bewogen hat, mit dieser Motorentechnik auf den Markt zu gehen. Begleitend dazu bedarf es einer flächendeckenden Infrastruktur zur Betankung mit dem neuen Brennstoff.

Wie auch bei Autogasfüllstellen und Tankanlagen für Diesel- und Vergasermotorkraftstoff verlangt der Gesetzgeber die Einhaltung bestimmter Sicherheitsstandards. Das Errichten, der Betrieb sowie Änderungen der Bauart oder Betriebsweise, welche die Sicherheit der Anlage beeinflussen, fallen in den Geltungsbereich der Betriebssicherheitsverordnung. Diese regelt in § 18, für welche Anlagen eine Erlaubnis der Behörde zu beantragen ist. Für Füllanlagen und die dazugehörigen Vorrats- und Lagerbehälter zum Befüllen von Landfahrzeugen mit entzündbaren Gasen ist eine solche Erlaubnis zwingend notwendig.

Bis zur Änderung der Betriebssicherheitsverordnung vom 19.11.2017 waren mobile Füllanlagen von der Erlaubnispflicht ausgenommen. Sie konnten ohne behördliche Zustimmung aufgestellt und betrieben werden. Diese Ausnahmeregelung wurde durchaus gut genutzt, um den Brennstoff für Fuhrparks interessant zu machen und Lkw mit dieser Brennstofftechnik in der Praxis zu testen.

» Erlaubnisverfahren für LNG-Füllanlagen

Seit 2018 fördert nun die Bundesregierung die Neuanschaffung energieeffizienter und CO_2 -armer Lkw mit LNG-Antrieb, um Fuhrparkbetreiber dabei zu unterstützen, auf umweltverträglichere Fahrzeuge umzusteigen. Zur Sicherstellung der Verfügbarkeit des Brennstoffs werden, ähnlich der Eigenverbrauchstankstellen, nun auch Füllanlagen für Erdgas als stationäre Anlagen gebaut.

Dazu ist die Erlaubnis bei der Behörde zu beantragen. Ziel des Erlaubnisverfahrens ist es, dass diese Anlagen entsprechend den Anforderungen der BetrSichV errichtet und betrieben werden. Zudem erhält der Arbeitgeber mit einer Erlaubnis Rechtssicherheit über den zulässigen Betrieb. Im Erlaubnisverfahren wird bereits vor der Errichtung dieser Anlagen sowie vor der Durchführung von erlaubnisbedürftigen Änderungen in einem Verwaltungsverfahren festgestellt, dass die vorgesehene Aufstellung, Bauart und Betriebsweise den sicherheitstechnischen Anforderungen der BetrSichV entsprechen sowie die vorgesehenen sicherheitstechnischen Maßnahmen für den sicheren Betrieb geeignet sind.

» Prüfbericht

Grundlage für die Erteilung einer Erlaubnis ist die Betrachtung aller sicherheitstechnischen Anforderungen – insbesondere der im Anhang der Betriebssicherheitsverordnung zu beach-

tenden Gefahrenfelder „Druck“, „Explosion“ und „Brand“. Diese gilt es anhand detaillierter Darstellung und Planung zu bewerten. Im Rahmen des Erlaubnisverfahrens ist ein Prüfbericht einer Zugelassenen Überwachungsstelle erforderlich, mit dem bestätigt wird, dass die Anlage sicher betrieben werden kann.

Der Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik hat einen Leitfaden entwickelt, wie dieses Erlaubnisverfahren zu führen ist – nicht zuletzt um eine bundesweit einheitliche Vorgehensweise und einen hohen Sicherheitsstandard zu etablieren. Zur Bewertung der Sicherheit von LNG-Füllanlagen ist die Einhaltung der Anforderungen verschiedener Technischer Regeln für Betriebssicherheit (TRBS) zu betrachten.

» Sicherheitsstandards

Neben der Anlagentechnik ist eine sorgfältige Wahl des Aufstellorts und eine gute Anfahrbarkeit einer LNG-Füllanlage schon ein erheblicher Beitrag zur Sicherheit. So sollte das zu betankende Fahrzeug möglichst nicht rangieren müssen. Dennoch unterliegen auch Füllanlagen der Notwendigkeit, mit einem Anfahrerschutz versehen zu werden.

Die Anlagentechnik besteht – vereinfacht gesprochen – aus der Lagereinheit, der Abgabereinheit und der Mess-, Steuer- und Regeltechnik. Die Lagereinheit ist im Regelfall ein vakuumisolierter Tank. Zwischen Außen- und Innentank aus Stahl wird eine Vakuum-Perlit- oder Stickstoff-Perlit-Isolation zum Schutz vor Wärmeeinwirkung verwendet. Die so gebauten Kryobehälter sind gut vor mechanischen und thermischen Einwirkungen geschützt.

Die Kraftstoffabfüllung ist abhängig vom gewünschten Druck und von der gewünschten Temperatur im Kraftstofftank. Sie kann durch Überströmen oder durch eine Förderpumpe realisiert werden. Dabei kommt dem Druckmanagement eine große Bedeutung zu. Vereinfacht gesprochen gibt es zwei Gefahrenstellen, an denen bei einer Füllanlage das Flüssigerdgas austreten kann: die Abgabereinrichtung von der Füllanlage auf den zu betankenden Kraftstofftank und der Ausbläser der Sicherheitsventile des Lagertanks. Die Verbindung des zu betankenden Tanks mit der Füllanlage wird über eine Schnellkupplung hergestellt. Zusätzlich wird eine Gaspendelleitung angeschlossen, um die durch die flüssige Phase verdrängte gasförmige Phase im zu betankenden Tank zurück in den Lagertank zu führen.



© GasCom Equipment GmbH

LNG-Füllanlage mit Anfahrerschutz

Die Temperatur bzw. der Druck der Befüllung kann über eine Mischbatterie reguliert werden. So können alle Systeme problemlos betankt werden. Der Druck im Lagertank ist abhängig von der Temperatur im Lagertank. Je größer die Flüssigphase ist, desto kleiner ist der Tankdruck. Um den Tankdruck zu erhöhen kann man die Gasphase vergrößern. Ziel ist es jedoch, den Tankdruck deutlich unter dem Öffnungsdruck der Sicherheitseinrichtungen zu halten. Als sicherheitstechnische Einrichtungen bei der Betankung sind Totmannschalter, Gas- und Flammendetektoren sowie die Überwachung der anzuschließenden Erdungszange vorgesehen. Vorgeschrieben ist ein Not-Aus-Schalter der Anlage außerhalb des Gefahrenbereichs.

Die Erfordernis der Erlaubnis bedingt sich aus dem Abfüllen bzw. durch die Lagerung einer Menge größer als 10 t an entzündbaren Gasen. Daher ist der Brand- und Explosionsschutz zentraler Punkt der sicherheitstechnischen Betrachtung und Bewertung. Mit der neu überarbeiteten Technischen Regel für Betriebssicherheit TRBS 3151 („Vermeidung von Brand-, Explosions- und Druckgefährdungen an Tankstellen und Füllanlagen zur Befüllung von Landfahrzeugen“) wird die Aufstellung von Tanks für Flüssigerdgas unabhängig vom Volumen der Flüssigerdgas-Lagertanks auf eine ausschließlich oberirdische Lagerung festgelegt. Der Brandschutz fordert eine Trennung der La-

gerung von möglichen Brandlasten und genügenden Abstand zu Brandlasten. Auch ist im Explosionsschutzdokument im erforderlichen Explosionsschutz-Zonen-Plan zu beachten, dass Zonen nicht über Grundstücksgrenzen hinaus reichen.

Abschließend ist im Prüfbericht zum Erlaubnisverfahren festzustellen, welchen Prüfungen die Anlage und ihre Einzelkomponenten vor Inbetriebnahme und wiederkehrend zu unterziehen sind. In der Regel übernimmt die Behörde die Forderungen aus dem Erlaubnisverfahren.

Die vorgegebene Vorgehensweise im Zusammenspiel von Betriebssicherheitsverordnung, Technischen Regeln für Betriebssicherheit und Vorgabe zum Erlaubnisverfahren des Länderausschusses für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik sichert einen flächendeckenden hohen und gleichmäßigen Sicherheitsstandard für die Alternative zum Dieselmotorkraftstoff.

Dipl.-Ing. Michael Evers
DEKRA Automobil GmbH
michael.evers@dekra.com

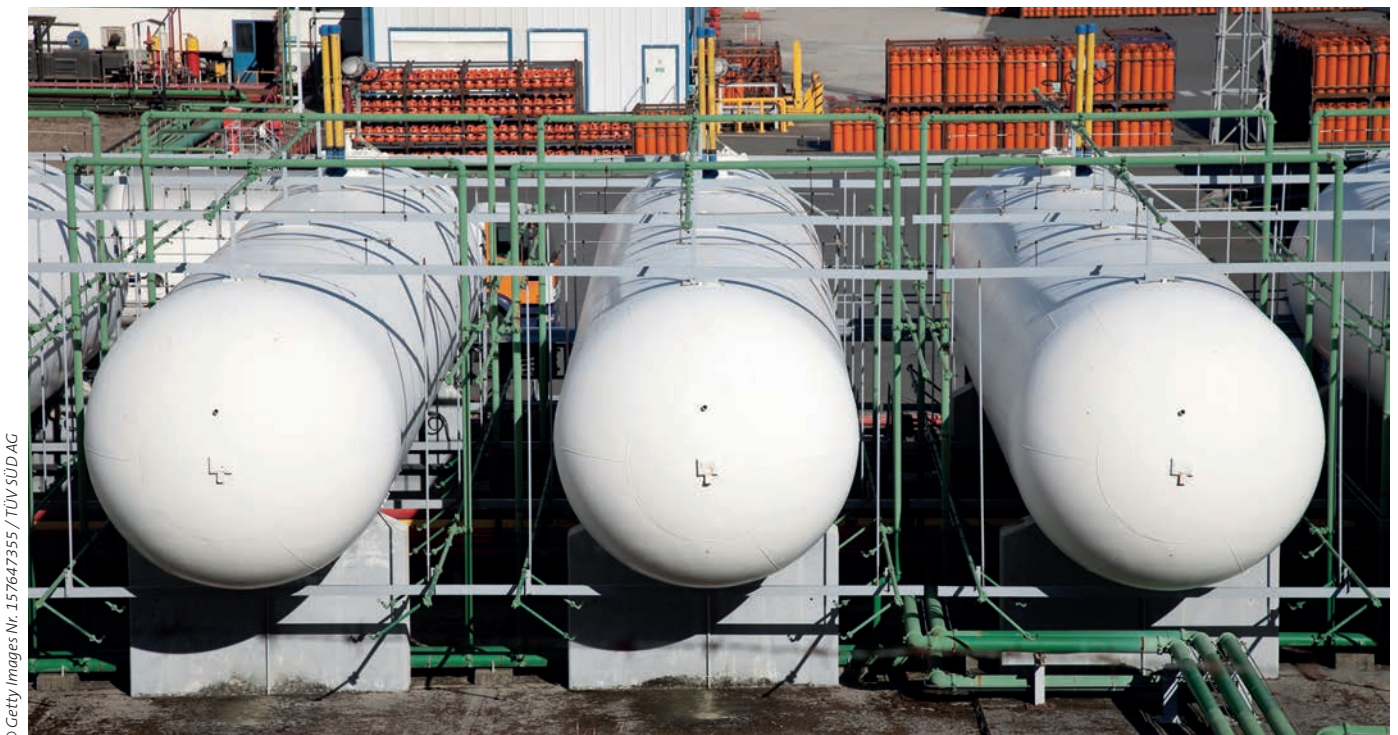
Bewertung von Tanks und Druckbehältern aus glasfaserverstärktem Kunststoff hinsichtlich ihrer Restlebensdauer

Von Patricia Fatherazi

Glasfaserverstärkte Kunststoffe finden in der chemischen Industrie in Form von Tank- und Druckbehältern aber auch von Rohrleitungen immer mehr Anwendung. Der Werkstoff besticht durch sein geringes Gewicht in Verbindung mit einer hohen Steifigkeit. Diese Apparate können sowohl drucklos als auch unter Beaufschlagung von Druck betrieben werden. Letzteres bringt allerdings eine zeitlich begrenzte Einsatzdauer mit sich, die nicht allen bekannt ist. Im Folgenden wird die Möglichkeit einer Verlängerung der Betriebszeit von GFK-Apparaten aufgezeigt.

Tank- und Druckbehälter, die aus glasfaserverstärkten Kunststoffen (GFK) bestehen, haben nach dem AD-2000-Merkblatt N1 eine Lebensdauer von $2 \cdot 10^5$ Stunden. Dies entspricht einem Zeitraum von circa 23 Jahren. Diese zeitliche Beschränkung der Einsatzdauer ist den meisten Betreibern der chemischen Industrie aber nicht bewusst und ge-

langt jetzt erst allmählich in den Fokus. Das hat dazu geführt, dass viele dieser betroffenen GFK-Apparate bereits mehr als 30 Jahre in Betrieb sind. Auf den ersten Blick sind die meisten Apparate noch in einem optisch einwandfreien Zustand und haben auch zu keinen Stör- oder Ausfällen im Betrieb geführt. Wieso also diese Limitierung laut AD-Merkblatt?



© Getty Images Nr. 157647355 / TÜV SÜD AG

Beispiel für Behälter und Rohrleitungen in der chemischen Industrie

Der Alterungsprozess von glasfaserverstärkten Kunststoffen ist bis heute kaum erforscht und optisch nicht zwangsläufig zu erkennen. Die Meinungen zum Alterungsverhalten gehen weit auseinander. Auf der einen Seite soll nur das Harzsystem betrachtet werden, während auf der anderen Seite zur zusätzlichen Berücksichtigung der Glasfasern ermahnt wird. Aus der Praxis ist bekannt, dass nach Fertigung und Abnahme von GFK-Apparaten die Festigkeit nach einiger Zeit noch etwas ansteigt, da der Werkstoff bis dahin noch nicht vollständig ausgehärtet ist. Nach welchem Zeitraum der Einbruch der Festigkeit aufgrund von beispielsweise chemischen, witterungs-, druck- oder temperaturbedingten Einflüssen erfolgt, ist nach derzeitigem Forschungsstand nicht bekannt. Mit umfangreichen Studien sollte dies erforscht werden, um Klarheit über den Alterungsprozess von GFK zu erlangen. Trotz dieser Ausgangslage müssen GFK-Apparate nach Ablauf der knapp 23 Jahre nicht zwangsläufig außer Betrieb genommen werden. Eine Bewertung der weiteren Restlebensdauer ist trotz Wissenslücken über den Alterungsprozess des Werkstoffs möglich.

» Wiederkehrende Prüfung zur Bestimmung der Restlebensdauer

Die Prüf- und Untersuchungsmethoden für GFK-Apparate sind aufgrund der heterogenen Struktur und der Anisotropie des Werkstoffs begrenzt und laufen in der Regel auf zerstörende Prüfungen hinaus. Aktuell werden akustische und durchstrahlungstechnische Prüfansätze optimiert und weiterentwickelt, um trotz unebener Struktur GFK künftig zerstörungsfrei untersuchen und beurteilen zu können.

Bis dahin kann eine Beurteilung von GFK-Apparaten hinsichtlich der Restlebensdauer nur zerstörend durchgeführt werden. Im ersten Schritt wäre eine erneute Prüfung der mechanisch-technologischen Kennwerte mit einem anschließenden Vergleich der Kennwerte aus der Herstellung bzw. Abnahme die sinnvollste Vorgehensweise. Hierfür würde aus dem Apparat ein Ausschnitt entnommen werden, der im Anschluss mit einem einzulaminierenden Stutzen verschlossen werden kann. Voraussetzung für diese Prüfmethode ist, dass die Historie

des Apparats nahezu lückenlos bekannt ist und gepflegt wurde, damit ein direkter Vergleich der Ausgangs- und neu ermittelten Kennwerte möglich ist. Aber auch mit einer einwandfrei geführten Akte ist die Umsetzung der Prüfmethode problematisch. Aufgrund der Anisotropie des GFK muss ein großer Ausschnitt aus dem Apparat entnommen werden. Die erforderliche Größe des Ausschnitts hängt letztlich von der Dicke des Apparats ab, aber als Größenordnung kann mit einer Nennweite von DN 600 gerechnet werden. Die Untersuchung kleiner GFK-Apparate ist bei solch einer Größenordnung nicht lohnenswert, aber auch bei großen Apparaten ist dann die Anzahl der wiederkehrenden Prüfungen durch den hohen Materialbedarf begrenzt.

Nicht nur die Durchführung der Prüfung, auch die Interpretation der Ergebnisse ist schwierig. Zwar liegt ein direkter Vergleich der mechanisch-technologischen Kennwerte vor, allerdings geben die neuen Werte nur den Ist-Zustand des Apparats wieder, nicht aber den künftigen Zustand. Aufgrund des mangelnden Wissens über den Alterungsprozess ist die Erstellung einer Prognose des Verhaltens von GFK auf Basis dieser Werte nach derzeitigem Stand nicht möglich. Sollten Studien zu Alterungsprozessen von GFK durchgeführt werden, könnten deren Ergebnisse in der oben beschriebenen Prüfung herangezogen werden, um ggf. einen Weiterbetrieb der Apparate je nach Betriebsbedingungen um einige Jahre zu befürworten.

» Optische Untersuchung mittels Rasterelektronenmikroskop

Für die Bewertung der Restlebensdauer von GFK-Apparaten kann eine sinnvollere Prüfmethode herangezogen werden. Auch diese ist zerstörend, basiert aber auf einer rein optischen Untersuchung der Probe. Aus dem Apparat wird ebenfalls ein Ausschnitt entnommen. Dieser ist aber mit einer Größenordnung von 20 bis 30 mm Durchmesser wesentlich kleiner, sodass das entstandene Loch entweder mit einem kleinen Stutzen versehen oder wieder zulaminieren kann. Aus dem Ausschnitt wird ein Querschliff angefertigt, der unter einem Rasterelektronenmikroskop (REM) untersucht wird. In der

REM-Aufnahme sind sowohl der GFK als auch die verwendete Auskleidung oder die Chemieschutzschicht (CSS) zu erkennen. Aus der Aufnahme wird neben dem Verbund zwischen GFK und Auskleidung bzw. CSS auch der Zustand der in Harz eingebetteten Glasfasern ersichtlich. Zwar spiegelt auch die REM-Aufnahme nur den Ist-Zustand des GFK wider, allerdings kann durch diese optische Zustandsbeurteilung eine Bewertung über den weiteren Zustand getroffen werden. In Abhängigkeit von der REM-Aufnahme wird derzeit die weitere Lebenszeit auf maximal fünf Jahre erweitert. Nach Ablauf dieser neu bestimmten Lebenszeit muss eine weitere wiederkehrende Prüfung des GFK erfolgen. Bei dieser Prüfmethode können aufgrund der kleinen Ausschnittgröße viele wiederkehrende Prüfungen durchgeführt werden, da eine Beschränkung des Probenmaterials nicht so schnell gegeben ist.

Die Bestimmung der weiteren Lebenszeit beruht dabei nicht nur auf dem Zustand des GFK selbst, sondern auch auf dem Zustand der Auskleidung bzw. der CSS, deren Verbund mit dem GFK und der Berücksichtigung möglicher Reparaturmaßnahmen an GFK und CSS. Wird, wie oben beschrieben, der Alterungsprozess von GFK weiter und intensiv erforscht, so könnten langfristig Prognosen weit über die genannten fünf

Jahre erstellt und zusätzliche Prüfmethoden (weiter-)entwickelt werden, die künftig zerstörungsfrei sein könnten.

» Fazit

Ein GFK-Tank oder -Druckbehälter muss nach Ablauf der rund 23 Jahre, die sich aus der Lebensdauerberechnung nach AD-2000-Merkblatt N1 ergeben, nicht zwangsläufig außer Betrieb genommen werden. Der vielseitig chemisch beständige und robuste Werkstoff kann nach Ablauf dieser Zeit durchaus noch in einem einwandfreien Zustand sein. Auch Mängel an der Auskleidung oder Chemieschutzschicht (CSS) sind nach erfolgter Reparatur kein Ausschlusskriterium für den weiteren Betrieb eines Apparats. Voraussetzung für den Weiterbetrieb ist jedoch die Durchführung von wiederkehrenden Prüfungen. Durch eine wiederkehrende Prüfung mittels REM-Untersuchung kann die vorzeitige Außerbetriebnahme und damit die Neuanschaffung eines Apparats mit ihren weitreichenden Kosten vermieden werden.

M. Sc. Patricia Fatherazi
TÜV SÜD Chemie Service GmbH
patricia.fatherazi@tuev-sued.de

Erfahrungen mit der Druckanlagenprüfung

Von Peter Czapek

Anforderungen an die Überprüfung von Anlagen – darunter auch Anlagen im Gefahrenfeld Druck (ohne Dampfkessel) – sind erstmalig im Rechtsbereich überwachungsbedürftiger Anlagen mit Inkrafttreten der ersten Fassung der Betriebssicherheitsverordnung gestellt worden. Das war im Jahr 2002. Aufgrund einer zum damaligen Zeitpunkt missverständlichen Vorschriftenlage ist die Druckanlagenprüfung erst viel später in den Fokus von Anlagenbetreibern und Prüforganisationen gerückt. Der Beitrag beschreibt die historische Entwicklung der Druckanlagenprüfung, erläutert wesentliche Formalien und geht auch auf die Erfahrungen aus Sicht der Zugelassenen Überwachungsstelle bei der praktischen Umsetzung ein.

Die Druckbehälterverordnung, die in Deutschland bis Ende 2002 den Betrieb und die Prüfung von Druckbehältern und Rohrleitungen geregelt hat, sah ausschließlich Prüfungen an einzelnen Druckbehältern und Rohrleitungen vor. Erst mit Inkrafttreten der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) für überwachungsbedürftige Anlagen im Jahr 2003 wurden auch Anforderungen bezüglich der Überprüfung von Anlagen definiert. Jedoch gab der Anlagenbegriff in der ersten Fassung der BetrSichV Raum für Interpretationen. So wurde neben dem Begriff der „überwachungsbedürftigen Anlage“ noch der Begriff „Gesamtanlage“ im selben Kontext verwendet. Nicht zuletzt deshalb, aber auch wegen der fehlenden Vorgabe maximaler Prüffristen, gab es bei Anlagenbetreibern in Deutschland lange Zeit kein einheitliches Verständnis bei der Durchführung von Anlagenprüfungen im Gefahrenfeld Druck. Auch die Zugelassenen Überwachungsstellen (ZÜS) waren sich nicht einig, in welcher Form man die Anlagenprüfung vornehmen kann bzw. muss.

Eine Konkretisierung des Druckanlagenbegriffs erfolgte erstmals in der Technischen Regel für Betriebssicherheit (TRBS) 2141 – „Gefährdungen durch Dampf und Druck – Allgemeine Anforderungen“ im Jahr 2007. In ihr wurde auch bereits die Möglichkeit eröffnet, überwachungsbedürftige Anlagen, die aus nur einem druckbeaufschlagten Behälter bestehen, als Druckanlage zu definieren. Ein Jahr später wurden mit der TRBS 1201 Teil 2 – „Prüfungen bei Gefährdungen durch Dampf und Druck“ Prüfvorschriften erlassen. Für die Zugelassenen

Überwachungsstellen (ZÜS) hat der Erfahrungsaustauschkreis ZÜS im Jahr 2011 mit dem Beschluss BD-007 verbindliche und konkrete Vorgaben zu Art und Umfang der Druckanlagenprüfung gemacht. In voller Länge heißt dieser Beschluss: „Erläuterungen zu Prüfinhalten der Prüfungen von überwachungsbedürftigen Anlagen nach § 1 Abs. 2 Satz 1 Nr. 1 BetrSichV (Gefahrenfeld Druck) durch ZÜS“. Damit gab es nun für die ZÜS (und im Sinne einer Erkenntnisquelle auch für befähigte Personen der Betreiber) eindeutige Regeln für die praktische Umsetzung – trotz nach wie vor missverständlicher Verordnungslage. Spätestens jetzt galt es, den Anlagenbetreibern die Pflicht zur Durchführung der Druckanlagenprüfung ins Gedächtnis zu rufen. Nicht selten stießen die mit der Prüfung beauftragten Prüforganisationen hier auf Widerstand, da man auf Betreiberseite bei dieser „unangenehmen Erkenntnis“ zunächst den Prüforganisationen ein neues Geschäftsmodell unterstellte. In diesem Zusammenhang war die nach wie vor unklare Rechtslage auf Verordnungsebene wenig hilfreich. Erst mit Novellierung der BetrSichV im Jahr 2015 liegt nun ein Verordnungstext vor, der die unterschiedlichen Arten von Druckanlagen definiert, eine Druckanlagenprüfung einfordert und zudem konkrete maximale Prüffristen vorgibt.

» Druckanlagenarten

Aus der allgemeinen Definition der Druckanlage gemäß TRBS 1201 Teil 2 lassen sich für die Praxis vier grundsätzliche Fälle ableiten:

Fall 1: Ein-Behälteranlage

Der einfachste Fall der Druckanlage ist die Ein-Behälteranlage, bestehend aus Druckbehälter, angebundenen Rohrleitungen, drucktragenden Ausrüstungsteilen, MSR-Ausrüstungsteilen (mit und ohne Sicherheitsfunktion) und sonstigen sicherheitstechnischen Ausrüstungsteilen (wie Sicherheitsventile, Berstscheiben etc.). Sinnvoll ist es, die Anlagengrenze an Absperrarmaturen zu ziehen (siehe Bild 1, gestrichelte Linie). Zu beachten ist, dass bei den Prüfungen auch etwaige Ableitungs- / Behandlungssysteme für Sicherheitseinrichtungen betrachtet werden müssen. Zudem sind, um dem ganzheitlichen Prüfansatz bei der Druckanlagenprüfung Rechnung zu tragen, Einflüsse an den Schnittstellen der Ein-Behälteranlage bei der Prüfung zu berücksichtigen.

Fall 2: Baugruppen-Druckanlage

Bei Druckanlagen, die als Baugruppen nach Druckgeräterichtlinie in Verkehr gebracht werden, ist es sinnvoll, den Umfang der Druckanlage deckungsgleich zum Umfang der Baugruppe festzulegen. Damit können mehrere Druckgeräte Bestandteil der Druckanlage sein und neben den bereits in Fall 1 beschriebenen Anlagenteilen gehören noch der ggf. vorhandene



Bild 2: Baugruppen-Druckanlage Kaltwassersatz EWWD-VZ

Tragrahmen oder sonstige Einrichtungen zur Aufstellung der Baugruppe sowie die Druckerzeuger zum Umfang der Druckanlage.

Fall 3: Mehr-Behälterdruckanlage

Bei einer Mehr-Behälterdruckanlage wird durch den Arbeitgeber eine Einheit mit beliebig komplexen Verknüpfungen von Behältern und Rohrleitungen als Druckanlage definiert. Dies kann in der Praxis ein Anlagenkomplex mit mehreren Hundert Druckbehältern / Rohrleitungen sein. In Bild 3 ist der Sachverhalt schematisch für vier Druckbehälter dargestellt.

Fall 4: Rohrleitungsanlage

Rohrleitungsanlagen umfassen neben Ausrüstungsteilen, wie oben beschrieben, ein mehr oder weniger komplexes Rohrleitungssystem. Dabei spielt es keine Rolle, ob einzelne Druckbehälter Bestandteil der Rohrleitungsanlage sind. Wichtig in diesem Zusammenhang ist jedoch, dass der verfahrenstechnische Zweck der Anlage darin besteht, Fluide fortzuleiten. In der Praxis findet man Rohrleitungsanlagen häufig in Industrieparks in Form von Ringleitungen, die der Versorgung von mehreren Betrieben mit Einsatz- bzw. Hilfsstoffen dienen (Bild 4).

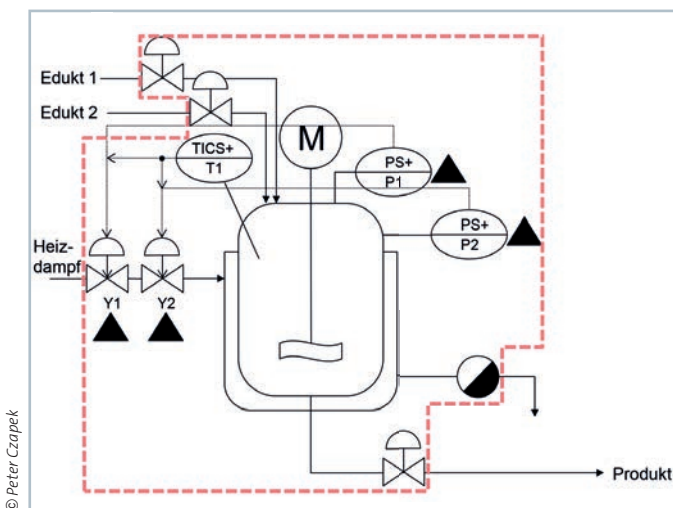


Bild 1: Ein-Behälteranlage

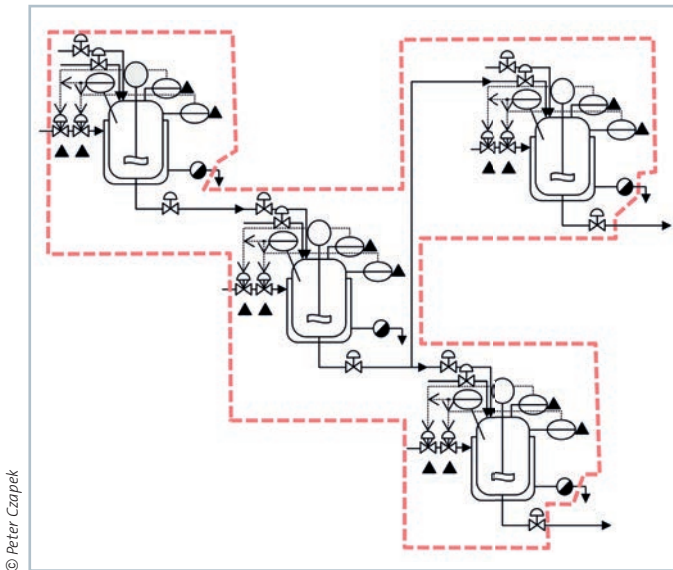


Bild 3: Mehr-Behälterdruckanlage

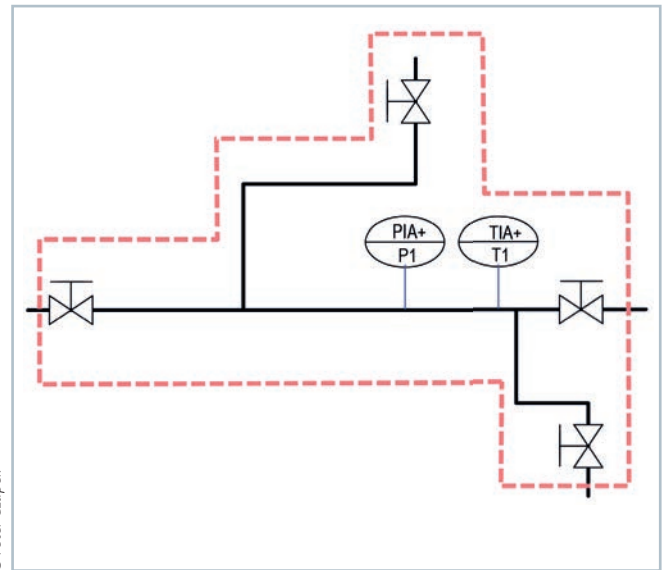


Bild 4: Rohrleitungsanlage

» Die Druckanlagenprüfung in der Praxis

Die Druckanlagenprüfung kann gemäß TRBS 1201 Teil 2 im laufenden Betrieb der Anlage erfolgen, was auch im Regelfall praktiziert wird. Als vergleichsweise einfach hat sich in der Praxis die Abwicklung der Prüfung von Ein-Behälteranlagen erwiesen, da sich die Prüfung nicht wesentlich von der bereits nach Druckbehälterverordnung praktizierten Druckbehälterprüfung unterscheidet. Auch die Erstellung der Prüfdokumentation ist hier recht einfach, da bei entsprechender textlicher Abgrenzung grundsätzlich nur ein Prüfdokument ausgestellt werden muss. Empfehlenswert ist es, die wiederkehrende Prüfung von Ein-Behälteranlagen im Anschluss an die Behälterrevision durchzuführen, da der Arbeitgeber damit den Nachweis über den ordnungsgemäßen Rückbau seiner Anlagenteile erhält. Allerdings muss er dabei ggf. kürzere Prüffristen als die per Verordnung maximal möglichen 10 Jahre in Kauf nehmen. Für die meisten Arbeitgeber, die das Ein-Behälteranlagenkonzept verfolgen, ist das dennoch das bevorzugte Vorgehen.

Aufwendiger in der Abwicklung ist die Mehr-Behälteranlagenprüfung. Es kommt vor, dass verfahrenstechnische Anlagen, die aus mehreren Hundert Behältern / Rohrleitungen bestehen, von den Arbeitgebern als Druckanlagen definiert werden.

Entsprechend aufwendig ist in diesen Fällen deren Prüfung. Die Prüfständigkeit liegt fast ausnahmslos bei der ZÜS, da hierfür gemäß BetrSichV bereits das Vorhandensein eines ZÜS-prüfpflichtigen Anlagenteils ausreicht.

Es stellt sich die Frage, warum Arbeitgeber derart komplexe Anlagen festlegen, obwohl es hier doch mit der Möglichkeit der Ein-Behälteranlage eine einfach zu handhabende Alternative gibt. Ein Grund ist sicherlich die Tatsache, dass der Aufwand für die Festlegung sinnvoller Anlagengrenzen aus Sicht des Arbeitgebers minimiert wird. Zudem kann davon ausgegangen werden, dass alle relevanten überwachungsbedürftigen Anlagenteile prüftechnisch erfasst werden. Schließlich verspricht sich der ein oder andere Arbeitgeber auch Erleichterung bei der Prüfabwicklung und, damit verbunden, eine Kostenersparnis. Letzteres trifft aber häufig nicht zu, wird doch zumeist bei komplexen Druckanlagen allenfalls der Umfang der Prüfdokumentation reduziert. Im Gegenteil, der Prüfaufwand ist zumeist sogar größer als bei der Ein-Behälteranlagenprüfung, da die Prüfkarte jedes überwachungsbedürftigen Anlagenteils nochmals angefasst werden muss, was bei der Ein-Behälteranlagenprüfung schon mit der Behälterrevision erfolgt ist. Zudem stößt man bei der systematischen Erfassung der relevanten Anlagenteile zwangsläufig auch auf Anlagenteile, die

als nicht überwachungsbedürftige Arbeitsmittel gar nicht berücksichtigt werden müssen, da sie gemäß TRBS 1201 Teil 2 Abschnitt 2.1 nicht Bestandteil der Druckanlagenprüfung sind. Auf der anderen Seite ist genau dies nachteilig, da solche Anlagenteile aus dem Fokus des Arbeitgebers geraten können, da sie ja offensichtlich – räumlich gesehen – Bestandteil der Druckanlage und somit vermeintlich prüftechnisch miterfasst worden sind. In diesem Zusammenhang hat die Erfahrung vor Überarbeitung der TRBS 1201 Teil 2 im Jahr 2018, als die nicht überwachungsbedürftigen Anlagenteile noch nicht explizit ausgenommen waren, gezeigt, dass die ZÜS bei Mehrbehälterdruckanlagen nicht selten fehlende Prüfkonzepte für nicht überwachungsbedürftige Anlagenteile identifizieren und prüftechnische Defizite aufzeigen konnten.

» Fazit

Nach Anlaufschwierigkeiten bei der Umsetzung der Druckanlagenprüfung, die grundsätzlich bereits seit 2003 im Recht für überwachungsbedürftige Anlagen verankert ist, wurde spätestens seit Novellierung der BetrSichV 2015 für alle beteiligten

Parteien klar, in welcher Form die Druckanlagenprüfung zu erfolgen hat. Die vom Arbeitgeber gewählte Anlagenabgrenzung, die aufgrund flexibler Vorgaben in der BetrSichV in verschiedenen Formen möglich ist, bestimmt jedoch in hohem Maße die konkrete Abwicklung der Druckanlagenprüfung. Genauso vielfältig, wie die Möglichkeiten der Anlagenabgrenzung sind, wird dies in der Praxis auch gelebt. Dies liegt vor allem daran, dass die Prüfabwicklung jedes Druckanlagentyps, egal ob Ein- oder Mehr-Behälteranlage mit wiederum vielfältigen Ausprägungen, Vor- aber auch Nachteile mit sich bringt. Unabhängig von der vom Arbeitgeber gewählten Anlagenabgrenzung kann die Druckanlagenprüfung als Sicherheitsgewinn angesehen werden. Allerdings ist es aus Sicht des Autors schwer nachvollziehbar, dass seit Überarbeitung der TRBS 1201 Teil 2 nicht überwachungsbedürftige Anlagenteile explizit von der Prüfung ausgenommen worden sind, da hierdurch ein Instrument bei der Identifizierung von Prüfdefiziten im Bereich nicht überwachungsbedürftiger Anlagenteile verloren gegangen ist.

Dipl.-Ing. Peter Czapek
TÜV SÜD Chemie Service GmbH
peter.czapek@tuev-sued.de

Ex-Schutz: eine doppelte Herausforderung!

Von Johannes Näumann

Der Kampf gegen den Klimawandel führt zu einer Vielzahl von Innovationen: Das Angebot für die Energieversorgung von Gebäuden, Industriebetrieben und vor allem von Fahrzeugen ist vielfältiger geworden. Längst gibt es an den Tankstellen eine breite Palette an alternativen Kraftstoffen. Und in vielen Gebieten ergänzen unter anderem Biogasanlagen die Stromversorgung durch konventionelle Kraftwerke. Sie verbindet der Anspruch, sauberer, nachhaltiger und erneuerbar zu sein. Doch wie steht es um Sicherheit und Explosionsschutz?

Gerade an Tankstellen, die als Überwachungsbedürftige „Ex-Anlagen“ hohen Anforderungen an den Explosionsschutz unterliegen und regelmäßig von den ZÜS geprüft werden müssen, stellen sich durch die Diversifizierung des Angebots neue Herausforderungen an Sicherheit und Umweltschutz. Alternative Kraftstoffe sind weniger umwelt- und klimabelastend, weil sie deutlich weniger CO₂ oder schädliche Rußpartikel produzieren. Allerdings haben sie noch eine weitere Gemeinsamkeit: „Für jeden dieser Kraftstoffe gibt es neue, teilweise nicht gelöste technische Probleme und Risiken“, sagt Hermann Dinkler, Ex-Schutz-Experte beim TÜV-Verband, der mit seinen Kollegen aus den Überwachungsorganisationen gemeinsam an Lösungen für die mit alternativen Kraftstoffen verbundenen Gefahren arbeitet.

Gasfahrzeuge sind eine umweltschonende Alternative, die bis zu 90 Prozent weniger Stickoxide und Partikel produzieren – und den CO₂-Ausstoß senken. Gleich mehrere Systeme bestehen hier nebeneinander, entweder auf Basis von Flüssiggas (LPG) oder Erdgas (CNG), das durch die Power-to-Gas-Technologie auch vollständig aus erneuerbaren Energien erzeugt werden kann. Besondere Vorsicht ist hier beim Tanken geboten. „Die Erdgasbehälter dürfen mit maximal 270 bar gefüllt werden, während Flüssiggasbehälter auf 20 bar ausgelegt sind“, erläutert Dinkler. „Erst seit Kurzem sind die Anschlüsse genormt.“ Das ist auch notwendig: Wurden in der Vergangenheit die Anschlüsse verwechselt, kam es zu verheerenden Unfällen. Auch für den völlig CO₂-neutralen Wasserstoff muss eine geeignete Infrastruktur noch geschaffen werden, wobei die Prüfung durch eine ZÜS hier besonders wichtig ist. Denn, so Dink-

ler, „Wasserstoff stellt als kleinstes Molekül auch die höchsten Anforderungen an die Dichtigkeit geschlossener Systeme.“

Explosionsschutz spielt aber nicht nur an den Zapfsäulen eine große Rolle, auch für die Energieerzeugung etwa von privaten Haushalten hat sich das Angebot diversifiziert. Besondere Gefahren lauern hier etwa bei Biogasanlagen, aber auch bei Anlagen, die zur Speicherung der Energie elektrischen Strom in Gas umwandeln (Power to Gas). So forderte etwa im Jahr 2019 das Umweltbundesamt (UBA), dass „Biogasanlagen sicherer und emissionsärmer“ werden müssen. Größte Herausforderung sei, so die zentrale Umweltbehörde in ihrem Bericht, dass in diesen Anlagen „große Mengen extrem entzündbarer Gase erzeugt, gespeichert und umgesetzt“ werden.

Von 2007 bis 2016 kam es, auf 1.000 Biogasanlagen gerechnet, zu 3,5 bis 5,5 Unfällen pro Jahr. Insgesamt waren in diesem Zeitraum 17 Tote und 34 Verletzte durch Unfälle mit diesen alternativen Energieerzeugern zu beklagen. Das UBA beklagt hier ein großes Sicherheitsdefizit. Bei Prüfungen habe man festgestellt, dass „zwischen ca. 70 und 85 Prozent der geprüften Biogasanlagen erhebliche sicherheitstechnische Mängel aufweisen“. Doppelt so viele „wie im Durchschnitt aller übrigen Anlagenarten.“ Das ist insofern brisant, als Biogasanlagen bisher nicht als „überwachungsbedürftig“ im Sinne der Betriebssicherheitsverordnung eingestuft werden.

Es zeigt sich: Die Energiewende, die Diversifizierung im Energiesektor und das zunehmende Angebot alternativer Kraftstoffe an Tankstellen erfordern neue Prüfkonzepte für Ex-Anlagen.

Dabei gehen die Anforderungen über klassisches sicheres Funktionieren („funktionale Sicherheit“) hinaus. Tankstellen verändern sich zu zentralen Dienstleistern in digitalisierten Mobilitätskonzepten. Darüber hinaus sind die Umstellung auf eine kleinteilige, lokale Energieerzeugung und die intelligente Verteilung an die Verbraucher nur mit einer digitalen Vernetzung möglich. Dabei muss die IT-Sicherheit stets im Blick behalten werden.

In einer gemeinsamen Stellungnahme der Leopoldina, acatech und der Union der deutschen Akademien der Wissenschaften über „Zentrale und dezentrale Elemente im Energiesystem“ aus dem Jahr 2020 heißt es: „Digitalisierte Energiesysteme bergen [...] Risiken: Sie bieten mehr Angriffsfläche für Cyberkriminelle, und es ist nicht auszuschließen, dass autonome Systeme unbeabsichtigt gegeneinander agieren und das Energiesystem destabilisieren können.“ Daher solle ein Fokus darauf liegen, die Schäden im Fall eines Angriffs oder einer Störung in Grenzen zu halten.

So sind die Energiewende, der Kampf gegen den Klimawandel und nachhaltige Mobilität gleich eine doppelte Herausforderung für den Explosionsschutz: Es müssen Sicherheitskonzepte für neue Formen der Energieerzeugung und für Kraftstoffe entwickelt werden, ganz im Sinne des „klassischen“ Sicherheitsbegriffs – und gleichzeitig genügt das nicht mehr: „Safety“ muss auch im Bereich des Ex-Schutzes durch IT-Security ergänzt und in neuen Prüfkonzepthen mitbetrachtet werden. Die Prüforganisationen sind als Zugelassene Überwachungsstellen darauf vorbereitet – gefragt ist nun der Gesetzgeber, dafür einen regulativen Rahmen zu schaffen.

Johannes Näumann

Büro für strategische Kommunikation

jn@naeumann.de

Prüfung überwachungsbedürftiger Anlagen nach Betriebssicherheitsverordnung im Zusammenhang mit konstruktiven Explosionsschutzmaßnahmen

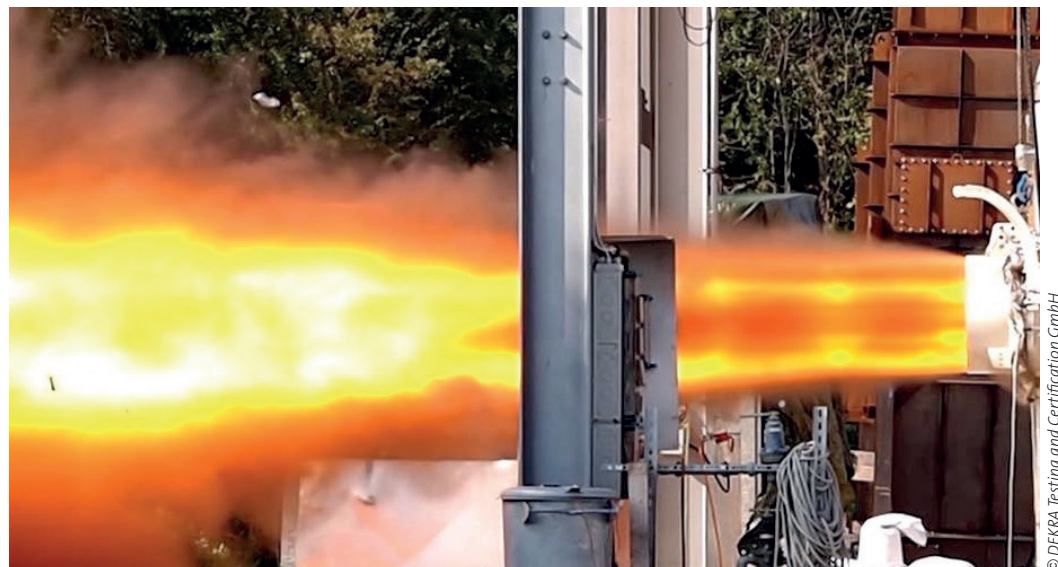
Von Dr.-Ing. Michael Sippel

Bei der Prüfung überwachungsbedürftiger Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen nach Betriebssicherheitsverordnung sind bei Anlagen, die zur Verarbeitung von explosionsfähigen Staub-Luft-Gemischen dienen, oftmals Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes zur Beschränkung der Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß vorzusehen. Die dabei in der Prüfpraxis festgestellten Mängel sind in vielen Fällen als „erheblich“ oder in einzelnen Fällen sogar als „gefährlich“ einzustufen. Erheblich ist ein Mangel, der bis zur nächsten regulären wiederkehrenden Prüfung eine Gefährdung für Beschäftigte und Dritte erwarten lässt. Durch einen „gefährlichen“ Mangel werden Beschäftigte und Dritte gefährdet.

Maßnahmen des sogenannten „konstruktiven Explosionsschutzes“, welche die Auswirkungen einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken, sind im Rahmen von Explosionsschutzkonzepten immer dann anzuwenden, wenn die vorbeugenden Explosionsschutzmaßnahmen, wie die Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre oder die Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Gemische, kein ausreichendes Maß an Sicherheit für die Be-

schäftigten erwarten lässt. Die Technische Regel TRGS 724 „Gefährliche explosionsfähige Gemische“ [4] konkretisiert die Anforderungen der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) zu Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes wie explosionsfeste Bauweise, Explosionsdruckentlastung, Explosionsunterdrückung und explosionstechnische Entkopplung von Flammen und Explosionsdruck. Das Bild 1 zeigt beispielsweise den Flammenstrahl einer druckentlasteten Staubexplosion in einem Behälter.

Bild 1: Druckentlastung einer Staubexplosion



© DEKRA Testing and Certification GmbH

Bei Einhaltung dieser Technischen Regel kann der Arbeitgeber insoweit davon ausgehen, dass die entsprechenden Anforderungen der Verordnung hinsichtlich der vorhandenen konstruktiven Explosionsschutzmaßnahmen erfüllt sind. Wählt der Arbeitgeber eine andere Lösung, muss er damit mindestens die gleiche Sicherheit und den gleichen Gesundheitsschutz für die Beschäftigten erreichen.

Zur Erfüllung der Anforderungen der Gefahrstoffverordnung zählt ebenfalls die Informationsermittlung, die Durchführung von Gefährdungsbeurteilungen und die nachvollziehbare Dokumentation der Gefährdungsbeurteilungen entsprechend § 6 GefStoffV. Soweit konstruktive Explosionsschutzmaßnahmen erforderlich sind, sind diese somit ebenfalls nachvollziehbar im Explosionsschutzdokument zu beschreiben.

Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes sind ebenfalls Gegenstand von Prüfungen überwachungsbedürftiger Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen gemäß Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV). Entsprechend § 15 und § 16 BetrSichV in Verbindung mit Anhang 2 Abschnitt 3 der Verordnung sind diese Anlagen vor erstmaliger Inbetriebnahme und nach prüfpflichtigen Änderungen (sog. 4.1-Prüfung) sowie wiederkehrend auch alle 6 Jahre auf Explosionssicherheit (sog. 5.1-Prüfung) und alle 3 Jahre hinsichtlich des ordnungsgemäßen Zustands der Geräte, Schutzsysteme, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen im Sinne der Richtlinie 2014/34/EU [3] (sog. 5.2-Prüfung) zu prüfen. Zudem kann nach Instandsetzung eines Produkts im Sinne dieser Richtlinie eine zusätzliche Prüfung (sog. 4.2-Prüfung) erforderlich werden.

Eine wesentliche Grundlage für die Prüfungen nach BetrSichV stellt die oben genannte Dokumentation des Explosionsschutzkonzepts dar. Um einerseits die Notwendigkeit konstruktiver Explosionsschutzmaßnahmen und andererseits auch deren ordnungsgemäße Umsetzung zu prüfen, ist die Nachvollziehbarkeit anhand einer ausreichend detaillierten Beschreibung des betrachteten verfahrenstechnischen Prozesses unerlässlich. Sie schließt die relevanten sicherheitstechnischen Kenngrößen der Stoffe sowie die im Einzelnen umgesetzten

Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes ein. Zu den relevanten Kenngrößen zählen der maximale Explosionsdruck, die maximale Druckanstiegsgeschwindigkeit sowie im Einzelfall die Mindestzündenergie und Zündtemperatur. Zur Beurteilung der Notwendigkeit konstruktiver Explosionsschutzmaßnahmen können weitere Kennzahlen, wie z. B. die Brennzahl oder die Selbstentzündungstemperatur, hinzukommen.

Zur Dokumentation der Explosionsschutzmaßnahmen ist ebenfalls eine aussagekräftige Dokumentation des Herstellers von Produkten, die mit konstruktiven Explosionsschutzmaßnahmen ausgerüstet sind, erforderlich. Gemäß TRBS 1201 Teil 1 „Prüfung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen“, im Abschnitt 4.3.3.1 müssen Prüfinhalte, die im Rahmen von Konformitätsbewertungsverfahren geprüft und dokumentiert wurden, nicht erneut nach BetrSichV geprüft werden. Dennoch ist nach dieser Technischen Regel die oben erwähnte Dokumentation, die im Rahmen von Konformitätsbewertungsverfahren für den Verwender zu erstellen ist, auf Vollständigkeit und Plausibilität hinsichtlich der Eignung des Produkts für den Verwendungszweck zu prüfen (Konformitätserklärung, Betriebsanleitung, ggf. zugehörige Produktdatenblätter etc.). Die erforderlichen Mindestanforderungen bezüglich des Inhalts dieser Dokumentation sind unter anderem in den europäischen Normen zu finden, die für das jeweilige Produkt anwendbar sind. Die alleinige Vorlage einer EG- bzw. EU-Konformitätserklärung mit Bezug zu den für dieses Produkt anwendbaren europäischen Gemeinschaftsrichtlinien, wie zum Beispiel Richtlinie 2006/42/EG oder 2014/34/EU, ist nicht ausreichend. Ergeben sich bei der Prüfung der Dokumentation Mängel, so ist infrage zu stellen, ob das jeweilige Produkt die Anforderungen der angewendeten Richtlinien erfüllt und ordnungsgemäß in Verkehr gebracht wurde. In diesem Fall steht dann die Prüfung nach BetrSichV und nicht zuletzt der Prüfer selbst im Spannungsfeld zwischen

- ▶ dem Arbeitgeber als Auftraggeber der Prüfungen nach BetrSichV, der sich auf die EG- bzw. EU-Konformitätserklärung des Herstellers abstützt,
- ▶ dem Hersteller des Produkts, der ebenfalls nachdrücklich auf die EG- bzw. EU-Konformitätserklärung verweist und

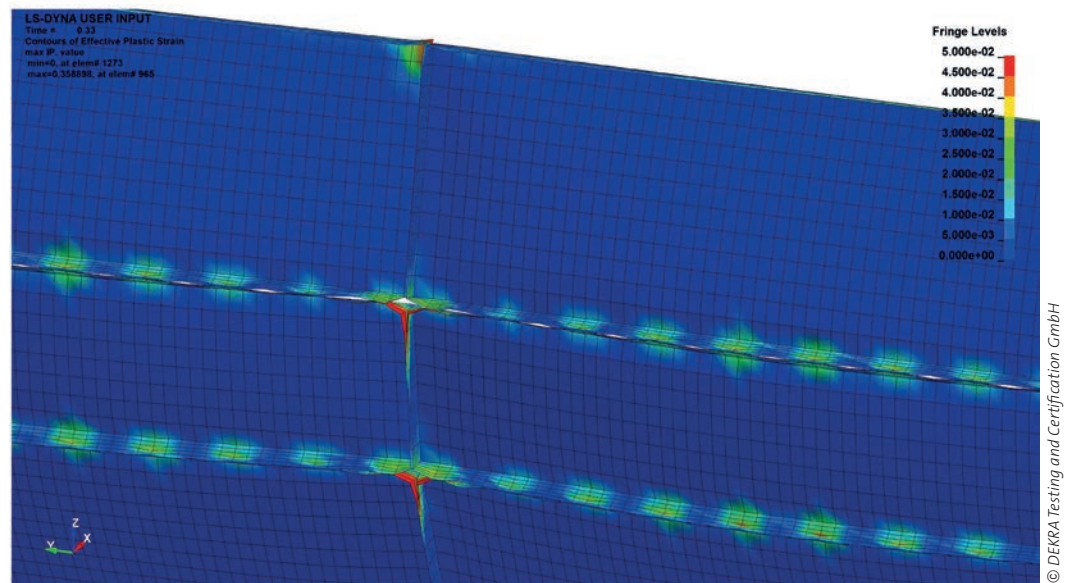


Bild 2:
Finite-Element-Berechnung
eines verschraubten Filter-
gehäuses / Darstellung der
plastischen Dehnung

- ggf. dem Stand der Technik, der unter anderem in den für das jeweilige Produkt anwendbaren europäischen Normen dokumentiert ist.

Im Folgenden wird diesbezüglich ein Beispiel aus der Prüfpraxis konstruktiv geschützter Anlagen beschrieben. Gleichzeitig werden Vorschläge zur Lösung der beschriebenen Problemstellungen gegeben.

» Fehlende Nachweise der Explosionsfestigkeit

Die Explosionsfestigkeit aller explosionsdruckhaltenden Geräte ist ein essenzieller Bestandteil konstruktiver Explosionsschutzmaßnahmen. Hierbei bezieht sich der Begriff „Gerät“ im Folgenden auf Produkte im Sinne der Richtlinie 2014/34/EU, wie auch auf jede Art von Bauteilen und Anlagen, die einem Explosionsdruck widerstehen müssen. Die Nachvollziehbarkeit des Konzepts konstruktiver Explosionsschutzmaßnahmen erfordert eine ausreichend detaillierte Dokumentation der Nachweise aller Explosionsfestigkeiten. In vielen Fällen ist hierzu jedoch nichts in der zugehörigen Benutzerdokumentation des Herstellers zu finden. Insbesondere bei explosionsfesten Anlagen wie Prozessbehältern oder Filtergehäusen, die als solche

nicht Gegenstand von Konformitätsbewertungsverfahren gemäß Richtlinie 2014/34/EU sind, sondern allenfalls als Teil von Maschinen im Sinne der Richtlinie 2006/42/EG in Verkehr gebracht werden, ist nicht ersichtlich, welchem Explosionsdruck diese Produkte standhalten. In den allermeisten Fällen kann der Arbeitgeber keine Aussage zur Explosionsfestigkeit des Geräts im Rahmen seiner Gefährdungsbeurteilung machen und ist auf die Aussagen des Herstellers angewiesen. Bei Unkenntnis der Explosionsfestigkeit stellt sich während der Prüfungen gemäß BetrSichV die Frage, ob dieser Mangel als erheblich oder, je nach Anwendungsfall, sogar als gefährlich einzustufen ist, da nicht sicher ausgeschlossen werden kann, dass eine Explosion zum Bersten des Gehäuses führt.

» Problemlösungsvorschlag

Anforderungen an explosionsfeste Geräte sind beispielsweise in der EN 14460 „Explosionsfeste Geräte“ beschrieben. Die Anforderungen dieser europäischen und unter der Richtlinie 2014/34/EU harmonisierten Norm lassen sich sowohl auf Produkte im Sinne der vorgenannten Richtlinie wie Geräte, Schutzsysteme und Komponenten als auch für andere Bauteile und Anlagen, die einem Explosionsdruck standhalten müssen, anwenden. Hierzu gehören beispielsweise auch die oben be-

schriebenen Prozessbehälter oder Gehäuse filternder Abscheider.

Die EN 14460 beschreibt auch Anforderungen an die Benutzerdokumentation explosionsfester Geräte aus denen der Benutzer dieser Geräte eindeutig ableiten kann, dass diese auch eine ausreichende Explosionsfestigkeit für den vorgesehenen Anwendungsfall aufweisen. Anzumerken ist in diesem Zusammenhang, dass durch den Hersteller des explosionsfesten Geräts nicht nur Nachweise erbracht werden müssen, welche die Eignung des „Typs“ im Sinne eines „Baumusters“ oder „Prototyps“ dokumentieren (Typprüfung gemäß EN 14460), sondern es muss aus der Nachweisdokumentation auch klar hervorgehen, dass das für den konkreten Anwendungsfall gefertigte Produkt die Anforderungen an ein explosionsfestes Gerät erfüllt (Routineprüfung gemäß EN 14460).

Die zur nachvollziehbaren Dokumentation erforderliche Nachweisführung des Herstellers kann je nach Anwendungsfall durch experimentelle Nachweise mittels Explosionsprüfung (anwendbar für die Typprüfung), durch statische Druckprüfung, durch rechnerische Nachweise nach dem Stand der Technik oder aus einer Kombination aus den beiden letzten erfolgen. Sie ist in EN 14460 beschrieben. Es muss an dieser Stelle betont werden, dass je nach Gehäuseform des explosionsfesten Geräts (beispielsweise kompaktes Volumen oder langgestrecktes Gehäuse mit Einbauten) und der an dieses Gerät angeschlossenen Anlagen unter Umständen der auch in der TRGS 724 erwähnte zu erwartende Explosionsdruck bzw. die zeitliche und räumliche Verteilung des Explosionsdrucks innerhalb des explosionsfesten Geräts sehr unterschiedlich ausfallen kann [10]. Es wird deutlich, dass dieser Sachverhalt sehr stark von den prozesstechnischen Randbedingungen



der Anlage abhängt, in der das jeweilige explosionsfeste Gerät integriert werden soll. Es muss in diesen Fällen durch die Zusammenarbeit des Arbeitgebers bzw. Verwenders mit dem Hersteller entschieden werden, ob eine Typprüfung mittels Explosionsversuch geboten ist, da ansonsten bereits die Dimensionierungsbasis in Form des zu erwartenden Explosionsdrucks völlig falsch eingeschätzt wird.

Soweit rechnerische Nachweise unter Nutzung statischer Lastannahmen anwendbar sind, können diese im Sinne unbefestigter Druckbehälter nach den in EN 13445-3 „Unbefestigte Druckbehälter – Teil 3: Konstruktion“ beschriebenen Verfahren erbracht werden. Hierbei wird der zu betrachtende Lastfall „Explosion“ als „außergewöhnlicher Lastfall“ eingestuft und entsprechend bei den zugrunde zu legenden Sicherheitsbewertungen berücksichtigt. Dies stellt keinen wesentlichen Widerspruch zu dem in EN 14460 beschriebenen Verfahren dar. Um in diesem Zusammenhang bei Anwendung der Methode der Finiten Elemente [8] eine zum eigentlichen Explosionslastfall möglichst realistische Lastrandbedingung zu erzeugen, kann bei Kenntnis des zu erwartenden Explosionsdrucks / Zeitverlaufs auch mit zeitabhängiger Last sowie Berücksichtigung von Trägheitseffekten der Bauteilstruktur gerechnet werden.

Aufgrund der Tatsache, dass sich explosionsfeste Geräte bleibend verformen dürfen, kann bei entsprechend geeigneten Werkstoffen mit ausreichender Duktilität auf sogenannte nicht lineare Finite-Element-Modelle zurückgegriffen werden, die auch in der Lage sind, bei bekannten Werkstoffeigenschaften vergleichsweise große plastische Verformungen abzubilden [9]. Auf diese Weise erhält man bei bekannten Werkstoffeigenschaften und bei bekanntem Lastfall ein realitätsnahes Abbild der im Explosionsfall zu erwartenden Reaktion der Bauteilstruktur. Bild 2 zeigt die mittels einer Finite-Element-Software berechnete plastische Dehnung an einem Teil eines Filtergehäuses bei Einwirkung einer Explosionslast.

Weitere typische Mängelpunkte bei Anlagen mit konstruktiven Explosionsschutzmaßnahmen sind z. B.:

- ▶ nicht vorhandene Einrichtungen zur Explosions-Entkopplung,

beispielsweise in Rohgasleitungen oder vor nicht explosionsfesten Reingasventilatoren an Filteranlagen;

- ▶ fehlerhafte Einbauposition von Einrichtungen zur Explosions-Entkopplung in Rohrleitungen, d. h. zu geringer oder zu großer Abstand zur Anlage, in der die anfängliche Gemischzündung angenommen werden muss;
- ▶ keine Ausweisung von Gefahrenbereichen entsprechend des Einwirkungsbereichs von Einrichtungen zur Explosionsdruckentlastung;
- ▶ Verwendung nicht für den Anwendungsfall geprüfter Wetterschutzhauben an Einrichtungen zur Explosionsdruckentlastung.

Diese Mängelpunkte betreffen in der Regel das Explosionsschutzkonzept der Gesamtanlage und müssen immer im Zusammenhang mit Wechselwirkungen zu anderen Anlagenbereichen und zur Umgebung betrachtet werden.

» Fazit

Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes, die die Auswirkungen einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken, sind im Rahmen von Explosionsschutzkonzepten immer dann anzuwenden, wenn die vorbeugenden Explosionsschutzmaßnahmen wie die Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre oder die Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Gemische kein ausreichendes Maß an Sicherheit für die Beschäftigten erwarten lässt. Solche Explosionsschutzmaßnahmen werden bei vielen überwachungsbedürftigen Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt, z. B. an Filter-, Trocknungs- oder Mahlanlagen, an Förder- und Dosieranlagen, Silos etc. Nach § 15 und § 16 BetrSichV in Verbindung mit Anhang 2 Abschnitt 3 der Verordnung sind diese Anlagen vor erstmaliger Inbetriebnahme, nach prüfpflichtigen Änderungen und wiederkehrend zu prüfen. Die Prüfpraxis zeigt für diese Anlagen nach wie vor zahlreiche Mängel. Neben fehlenden oder ungeeigneten Maßnahmen führt auch die fehlende Nachvollziehbarkeit der Anlagendokumentation je nach Anwendungsfall zu erheblichen oder sogar gefährlichen Mängeln.

Die Nachvollziehbarkeit erfordert in der Regel eine Verfahrensbeschreibung in Verbindung mit einer aussagekräftigen Nachweisdokumentation der Hersteller konstruktiv geschützter Anlagen. Auf der anderen Seite muss mittels verfahrenstechnischem Know-how, Erkenntnissen aus Regelwerken, europäischen Normen und im Einzelfall mit ergänzenden Berechnungsmodellen und/oder Explosionsversuchen eine Basis durch die Verwender bzw. die Arbeitgeber geschaffen werden, die den Herstellern die anwendungsspezifische und ordnungsgemäße Auslegung der konstruktiv geschützten Anlagen erlaubt.

Es wird deutlich, dass bei Anlagen mit konstruktiven Explosionschutzmaßnahmen durch die häufige Komplexität der zugrundeliegenden Explosionsschutzkonzepte und der z. T. schwierigen Eignungsnachweisführung eine frühzeitige und intensive Abstimmung zwischen Verwender/Arbeitgeber und Hersteller und Einbindung einer qualifizierten Prüforganisation sinnvoll ist, da spätere Anlagenertüchtigungen zur Anpassung oder Nachrüstung konstruktiver Explosionschutzmaßnahmen in den meisten Fällen einen erheblichen zeitlichen und finanziellen Aufwand bedeuten.

Quellen

[1] *Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (BetrSichV)*, zuletzt geändert durch Artikel 147 der Verordnung vom 08. Mai 2019, Bundesministerium für Arbeit und Soziales.

[2] *Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV)*, zuletzt geändert durch Artikel 148 der Verordnung vom 29. März 2017, Bundesministerium für Arbeit und Soziales.

[3] *Richtlinie 2014/34/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen*, 26.02.2014.

[4] *TRGS 724 „Gefährliche explosionsfähige Gemische – Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken“*, Ausgabe 07/2019.

[5] *TRBS 1201 – Teil 1 „Prüfung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen“*, Ausgabe 03/2019.

[6] *EN 14460:2018 – Explosionsfeste Geräte*.

[7] *EN 13445-3:2018 – Unbefeuerte Druckbehälter – Teil 3: Konstruktion*.

[8] *Link, M.: Finite Elemente in der Statik und Dynamik*, 3. Auflage, B. G. Teubner GmbH, Stuttgart / Leipzig / Wiesbaden, 2002.

[9] *Sippel, M.: Numerische Modellierung und Berechnung explosionsdruckstoßfester Geräte*, Dissertation Bergische Universität Wuppertal, Verlag Dr. Hut GmbH, München, 2015.

[10] *Sippel, M. / Schepp, P.: Neue Erkenntnisse für den Einsatz von Systemen zur Explosionsentkopplung an explosionsdruckentlasteten Behältern*, Technische Sicherheit, Bd. 5 (2015) Nr. 7/8 – Juli / August.

Dr.-Ing. Michael Sippel

DEKRA Testing and Certification GmbH

michael.sippel@dekra.com

Funktionale Sicherheit bei Lüftungsanlagen in explosionsgefährdeten Bereichen

Von Gérard Hinschberger

Um Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen sicher zu betreiben, muss zuallererst das Entstehen von explosionsfähigen Atmosphären unterbunden werden. Oft sind hierfür Lüftungsmaßnahmen im Einsatz, die zur Verdünnung der explosionsfähigen Atmosphäre unter die untere Explosionsgrenze des entsprechenden Stoffes beitragen. Diese Maßnahmen können das Vorhandensein der explosionsfähigen Atmosphäre komplett verhindern oder zumindest reduzieren. Solche Einrichtungen sind für explosionsgefährliche Gasatmosphären wie für explosionsgefährliche Staubatmosphären einsetzbar. Von diesen Lüftungsanlagen hängt dann die Explosionssicherheit der Gesamtanlage ab; man spricht von funktional sicheren Lüftungsanlagen.

Die Ursachen zur Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre sind unterschiedlich: Es wird zwischen dem Entstehen einer betrieblichen explosionsfähigen Atmosphäre und einer im Fehlerfall auftretenden explosionsfähigen Atmosphäre unterschieden. Beispiele für betriebliche explosionsfähige Atmosphären sind Entnahmestellen, Ausdunstungen in einem Trockenofen, Lackieranlagen oder Mühlenanlagen. Im Fehlerfall entstehende explosionsfähige Atmosphären gehen beispielsweise auf eine Leckage an einer Rohrleitungsverbindung, auf Undichtigkeiten an Behältern oder auf Verschleiß an einer Rohrleitung mit Feststoff-Beförderung zurück.

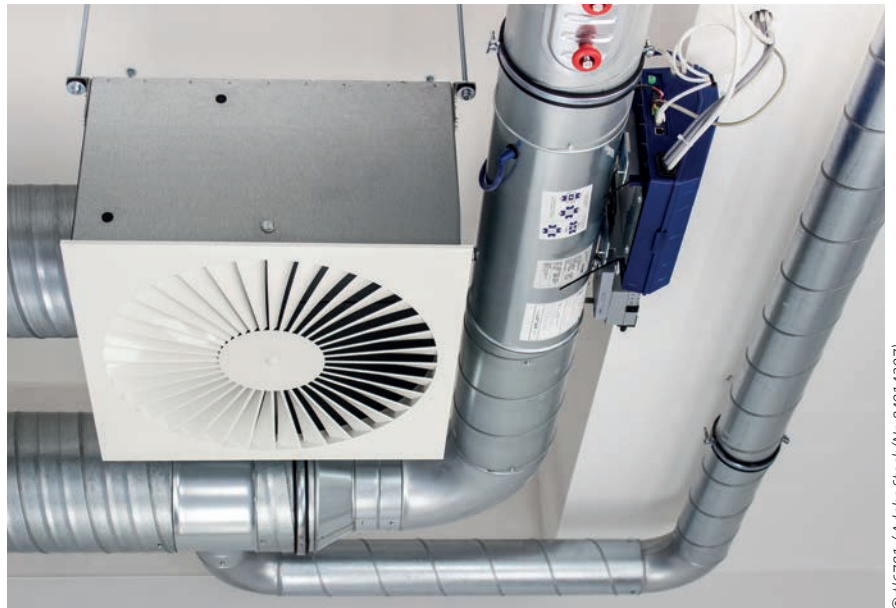
» Sicherheitsgerichtete Lüftungsanlagen

Bei sicherheitsgerichteten Lüftungsanlagen kann man zwei Arten unterscheiden, zum einen die Lüftungsanlage beispielsweise einer gesamten Produktionshalle, die kleinere Leckagen unter der unteren Explosionsgrenze hält, bis Korrekturmaßnahmen eingeleitet werden – und zum anderen eine Lüftungsanlage, die gezielt die betrieblich entstehende explosionsfähige Atmosphäre, zum Beispiel in einem Trockentunnel, absaugt. Wir betrachten im Folgenden die Lüftungsanlagen, die betrieblich entstehende explosionsfähige Atmosphäre absaugen. Diese Lüftungsanlagen werden verwendet, um die explosionsfähige Atmosphäre teilweise oder ganz zu verhindern und den

Einsatz von Geräten mit geringerer Kategorie nach der ATEX-Richtlinie (2014/34/EU) oder sogar ohne Explosionsschutz zu ermöglichen. Im ersten Schritt müssen die Anlagenteile, an denen mit einer explosionsfähigen Atmosphäre zu rechnen ist, vom Verwender einer Gefährdungsbeurteilung unterzogen werden, um die Häufigkeit, die Menge und die genaue Lokalisierung der explosionsfähigen Atmosphären zu ermitteln. Im nächsten Schritt gilt es die Zoneneinstufung mit der Betrachtung der explosionsfähigen Atmosphäre vor und nach Umsetzung der geplanten Maßnahme zu vergleichen. An dieser Stelle der Beurteilung muss das Ziel der Reduzierung der explosionsfähigen Atmosphäre festgelegt werden. Diese Veränderung der Explosionsschutzzone wird als Reduzierungsstufe festgehalten. Es gibt drei mögliche Reduzierungsstufen: Eine Reduzierung von Zone 2 auf keine Zone entspricht der Reduzierungsstufe 1, eine Reduzierung von Zone 1 auf keine Zone entspricht der Reduzierungsstufe 2 und eine Reduzierung von Zone 0 auf

Klassifizierungsstufe	Reduzierungsstufe
K1	1
K2	2
K3	3

Bild 1: Gegenüberstellung der resultierenden Klassifizierungsstufen mit der Reduzierungsstufe der Ex-Einrichtung (Auszug aus der TRGS 725)



© t16781 / Adobe Stock (Nr. 84914297)

keine Zone entspricht der Reduzierungsstufe 3. Der Schritt von einer Zone zur nächsten niedrigeren Zone wird immer als eine Reduzierungsstufe gesehen. Diese Reduzierungsstufen sind in der technischen Regel für Gefahrstoffe TRGS 725 definiert und werden in sogenannte Klassifizierungsstufen eingeteilt. Die Explosionssicherheit ist in diesem Fall ausschließlich von der Lüftungsanlage (als Ex-Vorrichtung) abhängig, die funktionale Sicherheit der Lüftungsanlage richtet sich nach der jeweiligen Reduzierungsstufe.

Für die funktionale Sicherheit der Lüftungsanlage muss die Fehlersicherheit das gleiche Niveau aufweisen wie vergleichbare Sicherheits-, Kontroll- oder Regelvorrichtungen im Sinne der Richtlinie 2014/34/EU für die entsprechende Gerätekate-

gorie. Die Ex-Einrichtung muss die in der Gefährdungsbeurteilung definierte Reduzierungsstufe absichern, diese Ex-Einrichtung kann ausschließlich aus einer Lüftungsanlage bestehen. Stellen wir uns mal als Beispiel eine Lackierkabine vor, die ohne Lüftungsanlage der Zone 2 zuzuordnen wäre, mit der Lüftungsanlage wird die Bildung explosionsfähiger Atmosphäre verhindert. Aus diesem Beispiel ergibt sich die Reduzierungsstufe 1 und eine Klassifizierungsstufe K1 nach TRGS 725.

Die Sicherheitsfunktion der Lüftungsanlage ist die Vermeidung der explosionsfähigen Atmosphäre durch Lüftung. In der Praxis kann man mit einer einkanaligen Lüftungsanlage nicht mehr als eine Reduzierungsstufe erreichen. Um zwei Reduzierungsstufen abzusichern, muss die Ausfallwahrscheinlichkeit der

Zone ohne Maßnahme	Zone 0			Zone 1		Zone 2
Ausfallverhalten der Ex-Vorrichtung zur Zonenreduzierung	sehr selten	selten	zu erwarten	selten	zu erwarten	zu erwarten
resultierende Klassifizierungsstufe	K3	K2	K1 ¹	K2	K1 ¹	K1 ¹
resultierende Zone	keine Zone	Zone 2	Zone 1	keine Zone	Zone 2	keine Zone

Bild 2: Bestimmung der resultierenden Zone in Abhängigkeit vom Ausfallverhalten der Ex-Einrichtung zur Zonenreduzierung (Auszug aus der TRGS 725)

Klassifizierungsstufe	DIN EN ISO 13849:2008 bzw. DIN EN ISO 13849:2006 (alt) bzw. DIN EN 954:1997			
	PL ¹	Kategorie ²	MTTF ³	DC ⁴
K1	b c	B oder 1 2	mittel niedrig	kein niedrig
K2	d	2 2 3	hoch hoch mittel oder hoch	niedrig mittel niedrig
K3	e	3 oder 4	hoch	mittel oder hoch

Bild 3: Zuordnung des Performance Levels (PL) nach DIN EN ISO 13849-1:2008 und der Kategorien nach DIN EN ISO 13849-1:2006 bzw. DIN EN 954:1997 zu den Klassifizierungsstufen (Auszug aus der TRGS 725)

Lüftungsanlage als selten eingestuft werden können. Als sehr selten muss die Ausfallwahrscheinlichkeit der Lüftungsanlage eingestuft werden, um drei Reduzierungsstufen absichern zu können. Es wird schnell klar, dass die Vermeidung der explosionsfähigen Atmosphäre, wenn diese dauernd oder langfristig (Zone 0) ohne Lüftungsmaßnahme vorhanden ist, keine leichte Aufgabe darstellt. Um zwei oder drei Reduzierungsstufen zu erreichen, ist es oft sinnvoller, mehrere Ex-Einrichtungen zu kombinieren, um das Ziel des Explosionsschutzes zu erreichen. In diesem Fall wäre die Sicherheitsfunktion eine Kombination von Ex-Einrichtungen, die parallel und unabhängig voneinander agieren, um den Explosionsschutz sicherzustellen. Diese Einrichtungen werden in Funktionseinheiten unterteilt und bewertet, die funktionale Sicherheit der Funktionseinheiten wird durch Ausfallvermeidung oder Ausfallbeherrschung unter Beachtung aller Betriebsbedingungen und vorgesehenen Wartungs- oder Prüfungsmaßnahmen sichergestellt.

» Prüfung von Lüftungsanlagen

Die übergeordnete Sicherheitsfunktion einer Anlage in explosionsgefährdeten Bereichen ist die Explosionssicherheit. Um dieses Ziel zu erreichen, kommen Lüftungsanlagen als primäre Explosionsschutzmaßnahme zum Einsatz. Allerdings sind manchmal zusätzliche Ex-Einrichtungen des sekundären und tertiären Explosionsschutzes notwendig; dabei stellt jede Einrichtung eine Funktionseinheit dar, die wiederum mehrere Funktionseinheiten enthalten kann. Jede Einrichtung wurde mit ihren Funktionseinheiten unter dem Gesichtspunkt der funktionalen Sicherheit bewertet. Zusammenfassend kann man sagen, dass der Explosionsschutz sichergestellt ist, wenn die Gesamtheit der Ex-Einrichtungen die erforderliche Klassifizierungsstufe nach TRGS 725 erreicht. Dazu werden die Klassifizierungsstufen in ein Konzept der funktionalen Sicherheit umgesetzt. Die Prüfung dieser Anlagen, im Besonderen bei komplexen Anlagen, stellt in der Praxis oft eine Herausforderung dar. Es fehlen Daten, die Gefährdungsbeurteilung oder das Explosionsschutzdokument liefern keine ausreichenden Informationen über das Sicherheitskonzept. Für die ordnungsgemäße Durchführung der Prüfung dieser Anlagen ist jedoch ein auf dieses Konzept der funktionalen Sicherheit abgestimmter Prüfplan unbedingt erforderlich.

Dipl.-Ing. (FH) Gérard Hinschberger
SGS-TÜV Saar GmbH
gerard.hinschberger@sgs.com

Prüfungen an Biogasanlagen und die neue TRAS 120

Von Karsten Behlau und Matthias Schuster

Biogasanlagen sind überwiegend genehmigungsbedürftige Anlagen nach Bundes-Immissionsschutzgesetz und enthalten immer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen. Die Errichtung und der Betrieb solcher Anlagen muss mindestens dem Stand der Technik entsprechen. Der Beitrag gibt einen Überblick über ausgewählte Aspekte der neuen TRAS 120 als Erkenntnisquelle zum Stand der Technik bzw. zum Stand der Sicherheitstechnik und einen Ausblick auf die Anwendung im Genehmigungsvollzug.



© TÜV Thüringen e. V.

In Biogasanlagen (BGA) wird durch anaeroben Abbau von Substraten ein energiereiches Gasgemisch erzeugt, dessen Hauptbestandteile Methan und Kohlendioxid sind. Je nach Zusammensetzung des Substrats und der Betriebsweise der Vergärung enthält es aber auch noch weitere Bestandteile wie Wasserdampf, Stickstoff, Sauerstoff, Schwefelwasserstoff und Ammoniak in geringeren Konzentrationen. Das erzeugte Biogas wird durch den Methananteil nach CLP-Verordnung (VO EG Nr. 1272/2008) als entzündbares Gas (Kategorie 1) eingestuft. Bezüglich des Anteils an Schwefelwasserstoff wird Biogas zusätzlich als akut toxisch (Kategorie 2 bis 4) eingestuft.

Die eingesetzten Substrate kommen überwiegend aus der Landwirtschaft. Es handelt sich um nachwachsende Rohstoffe wie Pflanzensilage oder Getreide sowie um tierische Abfälle wie Gülle oder Mist. Der durch die Vergärung anfallende Gärrest wird gemäß Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe (VwVwS) als allgemein wassergefährdend eingestuft.

» Errichten und Betreiben von Biogasanlagen

Für die Errichtung und das Betreiben einer BGA sind die Vorschriften des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG)

und der dazugehörenden Verordnungen (BlmSchV) einzuhalten, falls die BGA gemäß Anhang 1 der 4. BlmSchV genehmigungsbedürftig ist. In der 9. BlmSchV wird das Verfahren bei der Erteilung einer Genehmigung zur Errichtung bzw. zum Betrieb einer BGA, einer Änderungsgenehmigung, einer Teilgenehmigung sowie eines Vorbescheids, einer Zulassung des vorzeitigen Baubeginns oder einer nachträglichen Anordnung geregelt.

Nach BlmSchG erteilte Bescheide zur Errichtung / zum Betreiben einer genehmigungsbedürftigen BGA bündeln innerhalb des Verfahrens neben den immissionsrechtlichen Anforderungen (Luftreinhaltung / Lärmschutz) auch alle anderen Anforderungen aus den relevanten Rechtsbereichen wie Arbeitsschutz, Brandschutz, Baurecht, Wasserrecht, Bodenschutz, Abfallrecht, Naturschutz, Veterinärrecht, ohne dass dabei eine vollständige Aufzählung aller relevanten Details aus den o. g. Rechtsbereichen erforderlich ist. Dabei richten sich alle aufgezählten Anforderungen zunächst direkt an den Betreiber der genehmigungsbedürftigen BGA. Der Betreiber hat für die Errichtung und den Betrieb der BGA den Stand der Technik einzuhalten. Die Überwachung der Errichtung und des Betriebs der BGA erfolgt durch die jeweils zuständige Behörde. Enthält eine BGA insgesamt mehr als 10 Tonnen Biogas, gelten zusätzlich die Anforderungen der 12. BlmSchV. In diesem Fall muss der Betreiber für die Beschaffenheit und den Betrieb seiner BGA den Stand der Sicherheitstechnik einhalten und die zuständige Behörde nach Störfallrecht muss ein angemessenes Überwachungssystem einrichten.

» Explosionsgefährdete Bereiche an Biogasanlagen

Aufgrund des Vorhandenseins von Biogas als entzündbarem Gas (Kategorie 1) hat der Arbeitgeber gemäß Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) innerhalb der erforderlichen Gefährdungsbeurteilung zu untersuchen, welche konzeptionellen Maßnahmen zum Explosionsschutz getroffen werden, ob, wo und wie häufig es zur Bildung von gefährlichen explosionsfähigen Gemischen von Biogas mit dem Sauerstoffanteil

der Umgebungsluft kommen kann und wo solche Bereiche in Ex-Zonen eingeteilt werden müssen. Grundlegende Anforderungen zum Schutz vor gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre beschreiben die TRGS 720 bis TRGS 725. Grundlegende Erkenntnisse bezüglich der Ex-Zoneneinteilung an BGA können dem Kapitel 4.8 der DGUV-Regel 113-001 entnommen werden. Sämtliche organisatorischen und technischen Schutzmaßnahmen zur Gewährleistung der Explosionssicherheit für den konkret vorhandenen Anlagenumfang sind im Ex-Schutz-Dokument schriftlich darzulegen. Weiterhin sind die Verantwortlichkeiten namentlich zu benennen sowie Prüfungen zum Explosionsschutz festzulegen. Das Ex-Schutz-Dokument muss durch Unterschrift des betrieblich Verantwortlichen in Kraft gesetzt werden.

» Prüfung von überwachungsbedürftigen Anlagen

Bei Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen (Ex-Anlagen) handelt es sich nach dem Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) um überwachungsbedürftige Anlagen für die im Abschnitt 3 der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) sowohl Prüfungen vor Inbetriebnahme bzw. vor Wiederinbetriebnahme nach prüfpflichtiger Änderung als auch wiederkehrende Prüfungen vorgeschrieben sind. Prüf Fristen für Ex-Anlagen werden in der BetrSichV im Anhang 2 Abschnitt 3 definiert. Die Prüfungen bei Ex-Anlagen an BGA können auch von einer zur Prüfung befähigten Person durchgeführt werden.

Allgemeine Prüfgrundlage für Prüfungen bei Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen ist die TRBS 1201, die allgemeine Grundsätze der Prüfung von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen für die BetrSichV konkretisiert. Darüber hinaus wird in der TRBS 1201, Teil 1, die Ermittlung und Durchführung von Prüfungen zur Explosionssicherheit von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen nach BetrSichV näher bestimmt. Die TRBS 1201, Teil 1 beschreibt in Anhang 1 typische Prüfinhalte bei Ex-Anlagen (Untergliederung in Ordnungsprüfung und Technische Prüfung), sowie in Anhang 2 typische Prüfpunkte zur Prüfung der Explosionssicherheit von

Ex-Anlagen (enthält auch die Prüfung der Anlagendokumentation und der Organisation des Anlagenbetriebs).

» Sicherheitstechnische Prüfungen an BGA gemäß § 29a BImSchG

Die Genehmigungsbehörde kann für die Erteilung der Genehmigung nach BImSchG oder bei Änderung der erteilten Genehmigung, aber auch durch nachträgliche Anordnung, die Durchführung von sicherheitstechnischen Prüfungen gemäß § 29a BImSchG fordern. Die Behörde soll dabei Einzelheiten über Art und Umfang der sicherheitstechnischen Prüfung sowie über die Vorlage der Prüfergebnisse vorschreiben.

Sicherheitstechnische Prüfungen werden vom Betreiber der BGA beauftragt und von Sachverständigen, die gemäß § 29b BImSchG bekanntgegeben werden, durchgeführt und dokumentiert. Die 41. BImSchV regelt die Voraussetzungen für eine Bekanntgabe von Sachverständigen, das Bekanntgabeverfahren, die Pflichten der Sachverständigen sowie die Prüfbereiche der Sachverständigen nach Anlagenarten und Fachgebieten.

Um den Vollzug bei der Anordnung sicherheitstechnischer Prüfungen nach § 29a BImSchG zu unterstützen, hat der Ausschuss „Anlagenbezogener Immissionsschutz / Störfallvorsorge“ (AISV) der Bund / Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz eine Arbeitshilfe für sicherheitstechnische Prüfungen an BGA verabschiedet und zur bundeseinheitlichen Nutzung empfohlen. [1] Die Arbeitshilfe enthält Hinweise zur Gestaltung und Prüfung von Gutachten nach § 29a (Teil 1), Sicherheitsrelevante Prüfaspekte bei BGA (Teil 2) und eine Gliederung eines Prüfberichts zu einer sicherheitstechnischen Prüfung (Teil 3).

Sicherheitsrelevante Prüfaspekte bei BGA sind dabei: bautechnische Sicherheit / Statik, gastechische Sicherheit, funktionale Sicherheit, elektrische Sicherheit, Explosionsschutz, Brandschutz, Konformität, Dokumentation / Prüfnachweise, Organisatorische Regelungen / Arbeits- / Betriebsanweisung / Gefährdungsbeurteilung / Unterweisung / Schulung.

Die oben genannten Prüfaspekte werden innerhalb der sicherheitstechnischen Prüfung gegen die Anforderungen aus den Regelwerken zur Biogas-Sicherheit einem Soll-Ist-Vergleich unterzogen und festgestellte Defizite in Anlehnung an den EK-ZÜS-Beschluss BE-004 Rev2 als Mangel klassifiziert nach: geringfügiger Mangel, erheblicher Mangel, gefährlicher Mangel.

» Anforderungen an BGA

Regelungen und Veröffentlichungen von Verbänden werden als Erkenntnisquelle genutzt. Die nachfolgend aufgezählten Regelwerke zur Biogas-Sicherheit beschreiben die Anforderungen für das Errichten, die Beschaffenheit und den Betrieb von BGA:

- Technische Information 4 (TI 4): Die TI 4 wurde vom Bundesverband der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften herausgegeben und konkretisiert die Anforderungen aus der VSG 2.1 (Arbeitsstätten, bauliche Anlagen und Einrichtungen).
- TRGS 529: Sie konkretisiert die Anforderungen der GefStoffV hinsichtlich Tätigkeiten bei der Herstellung von Biogas.
- TRWS 792: Sie konkretisiert die Anforderungen der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) für BGA.
- TRAS 120

» Technische Regel für Anlagensicherheit TRAS 120

Die Kommission für Anlagensicherheit (KAS) hat als Beratungsgremium der Bundesregierung seit Februar 2015 die TRAS 120 erarbeitet. Sie wurde in der aktuellen Version am 15.03.2019 im Bundesanzeiger veröffentlicht. Gemäß der Präambel enthalten Technische Regeln für Anlagensicherheit „[...] dem Stand der Technik nach § 3 Abs. 6 BImSchG und dem Stand der Sicherheitstechnik nach § 2 Nummer 10 der 12. BImSchV entsprechende sicherheitstechnische Regeln und Erkenntnisse [...]“.

Per definiertem Anwendungsbereich (Kapitel 1.3) gilt die TRAS 120 sowohl für die Errichtung, die Beschaffenheit und den Betrieb von neu zu errichtenden BGA als auch von bereits bestehenden BGA unter BImSchG / 12. BImSchV und soll sinngemäß auch für BGA angewendet werden, die nicht immissionschutzrechtlich genehmigungsbedürftig sind. Weiterhin wird in Kapitel 1.3 empfohlen, die TRAS 120 schon bei der Auslegung und Planung von neu zu errichtenden BGA zu berücksichtigen. Der Fachverband Biogas veröffentlicht jährlich Angaben zur Anzahl der in Deutschland vorhandenen BGA. [2] Ende 2018 gab es demnach in Deutschland 9.444 Biogasanlagen; eine Prognose zum Neubau in 2019 geht von 79 Biogasanlagen aus.

» Beschaffenheitsanforderungen

Innerhalb der TRAS 120 werden zunächst „Grundsätzliche Anforderungen“ (Kapitel 2) aus den Bereichen Allgemeines, Brandschutz, Explosionsschutz, gasbeaufschlagte Anlagenteile, Schutzabstände, Betrieb / Betriebsorganisation sowie Dokumentation und Blitzschutz formuliert. Dazu werden in den Anhängen I bis VII Detaillierungen vorgenommen. Weitere „Besondere Anforderungen an Anlagenteile“ werden im Kapitel 3 formuliert. Zwischen Kapitel 2 und 3 gibt es zahlreiche Querverweise, da zum Beispiel Anforderungen an gasbeaufschlagte Anlagenteile in mehreren Kapiteln vorkommen (Kapitel 2.4, Kapitel 2.6.3, Kapitel 3.5). Insgesamt handelt es sich in den Kapiteln 2 und 3 um zahlreiche, neu formulierte beziehungsweise gänzlich neue Beschaffenheitsanforderungen an BGA im Vergleich zu älteren Regelwerken zur Biogas-Sicherheit.

» Anforderungen an den Betrieb und die Betriebsorganisation

Kapitel 2.6 behandelt Anforderungen an den Betrieb, die Betriebsorganisation und die Dokumentation. Dabei werden unter anderem die Anforderungen an die Fachkunde der für den Betrieb und die Instandhaltung sowie die Errichtung der BGA verantwortlichen Personen verpflichtend vorgegeben. Demgegenüber haben die Anforderungen an die Fachkunde der für die Auslegung oder Planung verantwortlichen Perso-

nen lediglich empfehlenden Charakter. Im Unterschied zu den Fachkundanforderungen der TRGS 529 werden im Anhang IV der TRAS 120 konkrete Anforderungen an die berufliche Tätigkeit der jeweils verantwortlichen Person gestellt. So erfordert die Fachkunde für die Errichtung von BGA zum Beispiel explizit eine abgeschlossene Meisterausbildung.

In Kapitel 2.6.3 „Eigenüberwachung“ wird die Erstellung eines schriftlichen Überwachungskonzepts durch den Betreiber gefordert, in dem der Umfang und die Häufigkeit von organisatorischen Maßnahmen zur Gewährleistung des bestimmungsgemäßen Betriebs festgelegt werden müssen. Anhang VI der TRAS 120 nennt Mindestinhalte des Überwachungskonzepts.

Kapitel 2.6.4 „Prüfung und Instandhaltung“ fordert vom Betreiber die Erstellung eines Prüf- und Instandhaltungsplans. Dabei werden unter anderem erstmals konkrete Fristen für die wiederkehrende Prüfung der Dichtheit aller gasbeaufschlagten



© TÜV Thüringen e. V.

Anlagenteile mittels Prüfgas Luft oder Inertgas festgelegt. Außerdem müssen Prüfungen auf Leckagen „mittels eines geeigneten, methansensitiven, optischen Verfahrens“ durchgeführt werden. Prüfungen der Unterkonstruktion von Gasspeichern in Gärbehältern sind mindestens alle sechs Jahre durchzuführen. Sicherheitstechnische Prüfungen gemäß § 29a BImSchG durch bekanntgegebene Sachverständige werden erstmals für alle BGA vor Inbetriebnahme, bei wesentlichen Änderungen und wiederkehrend alle sechs Jahre (drei Jahre bei BGA unter 12. BImSchV) verlangt. Anhang V enthält die „Mindestinhalte von sicherheitstechnischen Prüfungen“. Explizit wird auf die LAI-Arbeitshilfe hingewiesen.

» Ausblick

Aktuell ist davon auszugehen, dass die TRAS 120 als „Erkenntnisquelle für den Stand der Technik / den Stand der Sicherheitstechnik“ für Biogasanlagen [3, 4] genutzt wird und „kein unmittelbares Recht“ [5] darstellt. Die TRAS 120 „besitzt keine Vermutungswirkung“ analog TRGS und TRBS [4]. Bisher bestehen für Baden-Württemberg, Bayern und Brandenburg [4] schriftliche Regularien für die Anwendung der TRAS 120 im Vollzug der Genehmigungsverfahren nach BImSchG. Alle vorgenannten länderministeriellen Erlasse heben hervor, dass die TRAS 120 als Erkenntnisquelle zu nutzen ist und (Einzel-) Anforderungen (vorzugsweise nur) für Neuanlagen heranzuziehen sind. Generell ist der Umfang der Anwendung der TRAS 120 im Einzelfall durch die zuständige Behörde vorzugeben.

Quellen

- [1] LAI-Ausschuss „Anlagenbezogener Immissionsschutz / Störfallvorsorge“ (AISV): *Arbeitshilfe für sicherheitstechnische Prüfungen an BGA, insbesondere für Prüfungen nach § 29a BImSchG* (Stand: 08.02.2013).
- [2] Fachverband Biogas e. V., https://www.biogas.org/ed-com/webfwb.nsf/id/de_branchenzahlen (abgerufen am: 12.12.2019).
- [3] Dipl.-Ing. Martin Paproth, Paproth Ingenieurdienstleistungen: *Fachgespräch TRAS 120 vom 07.02.2019 in Fulda* (Foliensatz_gesamt_FvB).
- [4] Dipl.-Ing. Thomas Hackbusch, LUBW: *Die TRAS 120 – Sicherheitstechnische Anforderungen an BGA; Sicherheitstechnischer Erfahrungsaustausch am 26.09.2019 in Kassel*.
- [5] Marion Wiesheu / Steffi Kleeberg / Manuel Maciejczyk, Fachverband Biogas: *Fachgespräch TRAS 120 vom 07.02.2019 in Fulda* (Ergebnisprotokoll Fachgespräch TRAS 120).

Dipl.-Ing. Matthias Schuster
TÜV Thüringen e. V. / Industrie-Service
matthias.schuster@tuev-thueringen.de

Dipl.-Ing. (FH) Karsten Behlau
TÜV Thüringen e. V. / Industrie-Service
karsten.behlau@tuev-thueringen.de

Fahrtreppen und Fahrtsteige: unterschätzte Gefahr in unserem Alltag

Von Andreas Klose und Michael Blechschmidt

Fahrtreppen und Fahrtsteige sind heute fester Bestandteil urbanen Lebens und aus dem Alltag vieler Menschen nicht mehr wegzudenken; kaum jemand sieht in ihnen eine Gefahr für Leib und Leben. Tatsächlich kann jedoch von den Anlagen eine nicht zu unterschätzende Gefahr für die Allgemeinheit ausgehen. Immer wieder kommt es zu Unfällen mit teilweise dramatischem Ausgang. Fehlverhalten von Benutzern ist sicher eine Ursache. Nicht selten spielt aber auch mangelhafte Wartung eine Rolle. Hier könnten unabhängige Prüfungen durch eine neutrale Instanz die Sicherheit deutlich verbessern.

Immer wieder kommt es bei der Benutzung von Fahrtreppen oder Fahrtsteigen zu Unfällen, bei denen Personen durch Stürze, Quetschungen oder das Verfangen und Einziehen von Kleidung, Gliedmaßen oder Haaren in der Anlage schwere Verletzungen davontragen oder sogar zu Tode kommen. Das wirft dann – nicht nur in der Medienberichterstattung – regelmäßig die Frage nach der Sicherheit dieser Anlagen auf.

Dabei ist klar zu unterscheiden zwischen Unfällen, die sich auf Leichtsinns und Fehlverhalten der Benutzer zurückführen lassen, und solchen, deren Ursache mangelhafte Wartung und Instandhaltung oder sogar Konstruktionsfehler sind.

Nicht selten sind etwa Unfallmeldungen von übermütigen Jugendlichen, die sitzend oder liegend auf dem Handlauf einer Fahrtreppe surfen wollten und abstürzten. Erfahrungsgemäß



© Simon / Adobe Stock (Nr. 157011631)

kann man bei Abstürzen oder eingezogenen Händen in den Einlaufpunkten des Handlaufs in den meisten Fällen von Leichtsinn der Benutzer ausgehen. Hier hilft nur Aufklärung über die Risiken von Fahrtreppen und Fahrsteigen.

Auf der anderen Seite zeigt sich bei Unfällen, bei denen Gliedmaßen eingeklemmt wurden oder bei denen Personen in der Umkehrstation einer Fahrtreppe eingebrochen sind, dass in diesen Fällen meistens ein Reparatur- und Wartungsstau, unsachgemäße Wartung und Instandsetzung oder sogar Konstruktionsfehler die Ursache sind. Im Fokus stehen jedoch ganz klar mangelhaft oder gar nicht durchgeführte Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten. Nicht sachgemäß befestigte Abdeckplatten der Umkehrstationen oder fehlende Aussteifungen können beispielsweise zum Abkippen der Abdeckung führen, was mitunter tödliche Folgen haben kann.

» Bekannte Risiken

Bei der Nutzung von Fahrtreppen sollte sich jeder im Klaren darüber sein, dass er direkt auf der sich bewegenden Stufe oder Palette steht und diese sich an der Balustrade entlang bewegt, bis sie an der Umkehrstation unterhalb der Kammlatte wieder verschwindet. Der Nutzer kommt also direkt mit den bewegenden Teilen in Berührung und ist somit den direkten Gefahren von Klemm- und Scherstellen ausgesetzt.

Bei der Herstellung einer Fahrtreppe oder eines Fahrsteigs sind kleinste Spaltmaße einzuhalten, um die Gefahren so gering wie möglich zu halten. Durch mangelnde oder fehlende Wartung können sich allerdings schnell erheblich größere Spaltmaße bilden, die ein erhebliches Sicherheitsrisiko darstellen. Sie führen vor allem für Kinder zu gefährlichen Klemm- und Scherstellen. Insbesondere Kinder mit Gummistiefeln sind hier einer erhöhten Einzugsgefahr zwischen Stufe und Balustrade ausgesetzt. Der weiche Kunststoff der Schuhe kann sich bei Kontakt mit der Balustrade in nur wenigen Augenblicken in den Spalt einziehen, ohne dass eine Sicherheitseinrichtung der Fahrtreppe auslöst. Beschädigte Schuhe und Kleidungsstücke sind hier sicherlich das kleinste Übel; werden jedoch lange Kleidungsstücke, bei-

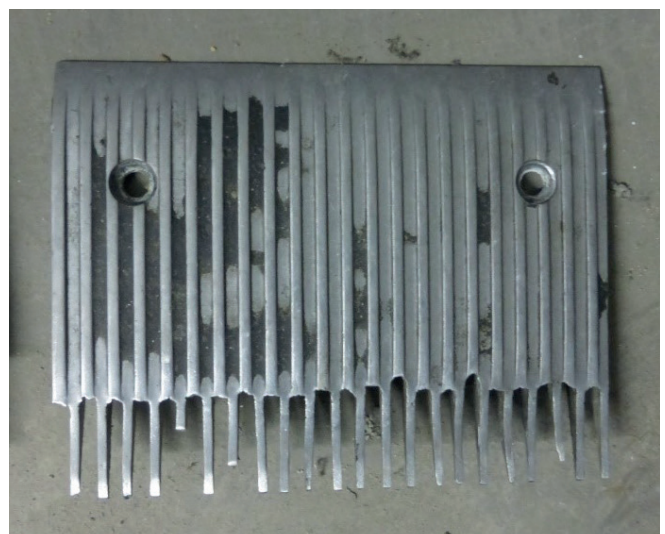
spielsweise ein Schal, eingezogen, kann das im ungünstigsten Falle zur Erdrückung führen.

Benutzer sollten sich bei der Nutzung einer Fahrtreppe bewusst sein, dass sie sich auf einer Maschine befinden, welche zwar über Sicherheitseinrichtungen verfügt, aber dennoch Kräfte besitzt, denen der menschliche Körper nicht gewachsen ist.

Selbst ein einfacher Sturz auf einer Fahrtreppe oder einem Fahrsteig kann durch die Beschaffenheit der Stufen oder Paletten zu schwerwiegenden Verletzungen führen. Nicht selten kann ein Unfall schon durch zugestellte Stauräume am Ausstieg der Fahrsteige oder eine falsche Handlaufgeschwindigkeit herbeigeführt werden. Auch zu kurze Bremswege bei Betätigung von Sicherheitseinrichtungen können diesen Effekt zur Folge haben.

» Fehlende Statistiken zu Unfallmeldungen

Da es keine vollständigen Auswertungen und Meldungen über Unfälle an Aufzugsanlagen, Fahrtreppen und Fahrsteigen gibt, lässt sich ein Vergleich der Unfallzahlen nur schwer ableiten. Lediglich Vorkommnisse über Unfälle, welche in der Presse veröffentlicht wurden, sind hier nachvollziehbar.



Beschädigte Kammlatte einer Fahrtreppe

© TÜV Thüringen e. V.

Eine Tendenz lässt sich aber dennoch deutlich erkennen: In Zahlen ausgedrückt, gibt es in Deutschland etwa 18-mal mehr Aufzüge als Fahrtreppen und Fahrsteige (je nach Quelle können die Angaben schwanken). Im Vergleich zu den öffentlichen Meldungen über Vorkommnisse an Aufzügen und Fahrtreppen gibt es aber nur rund dreimal so viele Meldungen bei Aufzügen wie bei Fahrtreppen und Fahrsteigen. Daraus ergeben sich im Verhältnis betrachtet deutlich mehr Unfallmeldungen je Fahrtreppe und Fahrsteig.

» Fazit

Da sich Fahrtreppen und Fahrsteige zumeist in öffentlichen Bereichen befinden, stellt sich zunehmend die Frage, ob eine regelmäßige Prüfung durch eine zur Prüfung befähigte Person, die ein Betreiber theoretisch selbst bestellen kann, für den sicheren Betrieb einer Fahrtreppe oder eines Fahrsteigs ausreichend ist.

Angesichts der Unbedachtheit vieler Benutzer und des zunehmenden Mangels an Fachpersonal für Wartung und Instandset-

zung würde eine regelmäßige Prüfung durch eine unabhängige Instanz die Sicherheit von Fahrtreppen und Fahrsteigen wesentlich erhöhen.

Dem rein wirtschaftlich getriebenen Interesse der Betreiber, Wartungen und Instandsetzungsarbeiten auf ein Minimum zu reduzieren, könnte so zum Wohle der Allgemeinheit Einhalt geboten werden. Eine Möglichkeit ergäbe sich zum Beispiel bei der Einstufung einer Fahrtreppe oder eines Fahrsteigs als überwachungsbedürftige Anlage nach Betriebssicherheitsverordnung, wie es bei Aufzugsanlagen bereits der Fall ist.

M. Sc. Andreas Klose

TÜV Thüringen e. V. / Industrie Service

andreas.klose@tuev-thueringen.de

Dipl.-Ing. (FH) Michael Blechschmidt

TÜV Thüringen e. V. / Industrie Service

michael.blechschmidt@tuev-thueringen.de

Prüfungen und Mängel an Aufzugsanlagen

Wie in den Vorjahren haben die Zugelassenen Überwachungsstellen (ZÜS) auch für 2019 die Ergebnisse ihrer Prüfungen an Aufzugsanlagen erfasst und zusammengetragen.

Die Bewertung der Mängel erfolgte auf der Grundlage des EK-ZÜS-Beschlusses ZÜS-BA-002 rev 4 vom 27.04.2016, „Mängelbewertung bei Aufzugsanlagen“. In diesem Beschluss ist vorgesehen, dass für das Prüfergebnis eine bestimmte Mangelkategorie (geringfügig, erheblich, gefährlich) festgelegt wird.

» Prüfungen vor Inbetriebnahme

Aufgrund der Rechtsänderung zur ZÜS-Prüfung vor Inbetriebnahme (PvI) am 1. Juni 2015 liegen die für das Jahr 2016 aufgeführten Ergebnisse dieser Prüfungen sowohl nach Aufzugsrichtlinie 2014/33/EU als auch nach Maschinenrichtlinie 2006/42/EG kumuliert vor, ab 2017 werden sie separat je nach Richtlinie erfasst. Zu den Aufzugsanlagen nach Maschinen-

richtlinie gehören neben den Behindertenaufzügen und den Home-Lifts auch Fassadenaufzüge und vermehrt Aufzüge in Windenergieanlagen.

» Unterschiedliche Konformitätsbewertungsverfahren bei Aufzügen

Während Aufzüge nach Aufzugsrichtlinie ein Konformitätsbewertungsverfahren durchlaufen, bei dem eine Notifizierte Stelle oder ein Montagebetrieb mit einem umfassenden Qualitätssicherungssystem die Anlage in montiertem Zustand am Betriebsort prüft, wird das Konformitätsbewertungsverfahren bei Aufzügen nach Maschinenrichtlinie bereits abgeschlossen, wenn die nicht montierte Anlage vom Hersteller in Verkehr gebracht wird. Das hat zur Folge, dass die Prüfung vor erstmaliger Inbetriebnahme bei Anlagen nach Maschinenrichtlinie umfangreicher ist und in der Regel mehr Mängel offenlegt als bei Anlagen nach Aufzugsrichtlinie, weil hier mögliche Mängel bei der Montage der Anlagen einfließen.

Mängelerfassung bei Aufzugsanlagen – ZÜS-Prüfung (ohne Prüfung vor Inbetriebnahme)

Geprüfte Anlagen	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Mängelfrei*	45,9	49,1	46,7	50,9	38,7	42,7	42,5	45,7	38,8	42,3	43,6	46,0	43,5	45,8
Geringfügige Mängel*	41,0	39,9	38,8	37,1	47,7	45,8	42,2	40,8	46,2	45,2	43,9	42,9	43,9	43,2
Sicherheitserhebliche Mängel*	12,4	10,6	13,8	11,7	13,0	11,2	14,7	13,1	14,3	12,1	12,0	10,7	11,9	10,5
Gefährliche Mängel*	0,7	0,4	0,7	0,3	0,6	0,3	0,6	0,4	0,7	0,4	0,5	0,4	0,7	0,5
Anzahl der geprüften Anlagen	479.596		507.612		534.229		550.663		544.156		587.497		607.229	

A = vor Abschluss der Prüfung, B = nach Abschluss der Prüfung, *alle Angaben in Prozent

Mängelerfassung bei Aufzugsanlagen – Zwischenprüfung

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Mängelfrei*	54,7	56,9	46,7	51,7	51,9	54,0	54,7
Geringfügige Mängel*	38,0	35,3	45,4	38,3	38,7	37,7	37,3
Sicherheitserhebliche Mängel*	6,9	7,4	7,6	9,7	9,0	7,9	7,5
Gefährliche Mängel*	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5
Anzahl der geprüften Anlagen	223.932	240.729	253.368	266.103	259.187	279.677	290.293

*Alle Angaben in Prozent

Mängelerfassung bei Aufzugsanlagen – Prüfung vor Inbetriebnahme (PvI)

	2016 ¹⁾	2017			2018			2019		
		Gesamt	2014/ 33/EU	2006/ 42/EG	Gesamt	2014/ 33/EU	2006/ 42/EG	Gesamt	2014/ 33/EU	2006/ 42/EG
Mängelfrei*	66,1	66,1	68,9	44,7	67,1	69,1	47,2	70,4	72,0	46,3
Geringfügige Mängel*	14,4	13,4	10,9	32,3	13,4	11,9	28,3	11,2	10,2	26,3
Sicherheitserhebliche Mängel*	10,3	10,7	9,7	18,7	10,7	9,7	21,3	10,0	9,1	23,1
Gefährliche Mängel*	9,2	9,8	10,5	4,3	8,8	9,3	3,2	8,4	8,7	4,3
Anzahl	23.758	25.670	22.679	2.991	25.135	22.892	2.243	25.742	24.046	1.696

*Alle Angaben in Prozent ¹⁾ Umfasst überwachungsbedürftige Aufzugsanlagen nach Aufzugsrichtlinie 2014/33/EU und nach Maschinenrichtlinie 2006/42/EG

Prüfungen und Mängel an Druckanlagen

Wie in den Vorjahren wurden auch für 2019 die Ergebnisse der Prüfungen an Druckanlagen von den Zugelassenen Überwachungsstellen (ZÜS) für den Anlagensicherheitsreport erfasst und zusammengetragen.

Die Bewertung der Mängel erfolgte auf der Grundlage des Beschlusses ZÜS-BD-003 rev 3 (15.11.2017) „Mängelklassifizierung, resultierende Maßnahmen und Beispiele der Mängel-einstufung für Prüfungen von Anlagen nach § 1 Abs. 2 Satz 1

Nr. 1 BetrSichV durch ZÜS“ des Erfahrungsaustauschkreises der ZÜS (EK ZÜS). Danach wird für das Prüfergebnis eine bestimmte Mangelkategorie (geringfügig, erheblich, gefährlich) festgelegt. Dieses Prüfergebnis ist dabei immer die Summe der aufgetretenen Einzelmängel, das heißt, ein „erheblicher Mangel“ kann durchaus auch mehrere erhebliche und / oder geringfügige Einzelmängel beinhalten. Die Beschränkung auf die Erfassung und Darstellung des Prüfergebnisses ist erforderlich, um grundlegende Aussagen über den sicherheitstechnischen Zustand der Anlagen zu erhalten und unter Einbeziehung der

Mängelverteilung bei Druckbehälteranlagen – alle Prüfungen

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Keine Mängel*	76,1	79,1	78,9	80,1	79,2	81,2	80,0
Geringfügige Mängel*	17,9	16,5	16,9	15,5	14,7	14,1	16,0
Erhebliche Mängel*	5,9	4,3	4,1	4,3	3,9	4,6	3,9
Gefährliche Mängel*	0,1	0,1	0,1	0,1	2,2	0,1	0,1
Gesamtzahl	301.401	343.267	342.779	243.132	368.446	317.147	346.017

*Alle Angaben in Prozent

Mängelverteilung bei Druckbehälteranlagen – Prüfung vor Inbetriebnahme

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Keine Mängel*	83,4	83,6	81,0	80,3	83,1	81,5	82,6
Geringfügige Mängel*	13,1	14,2	14,9	16,1	13,3	14,5	13,3
Erhebliche Mängel*	3,4	2,1	4,1	3,5	3,6	3,9	4,0
Gefährliche Mängel*	0,1	0,1	0	0,1	0	0,1	0,1

*Alle Angaben in Prozent

Mängelverteilung bei Druckbehälteranlagen – wiederkehrende Prüfung

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Keine Mängel*	74,8	78,5	78,5	80,1	78,5	81,2	79,5
Geringfügige Mängel*	18,6	16,8	17,3	15,3	15,0	14,0	16,5
Erhebliche Mängel*	6,5	4,6	4,1	4,5	3,9	4,7	3,9
Gefährliche Mängel*	0,1	0,1	0,1	0,1	2,6	0,1	0,1

*Alle Angaben in Prozent

Mängelverteilung bei Dampfkesselanlagen – alle Prüfungen

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Keine Mängel*	78,2	77,1	76,0	77,3	70,1	79,1	79,3
Geringfügige Mängel*	18,0	18,6	19,5	18,7	24,5	16,9	16,9
Erhebliche Mängel*	3,7	4,2	4,4	3,9	5,4	3,9	3,7
Gefährliche Mängel*	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0,1	0,1
Gesamtzahl	27.164	34.656	19.578	21.355	25.109	26.617	27.339

*Alle Angaben in Prozent

Mängelverteilung bei Dampfkesselanlagen – Prüfung vor Inbetriebnahme

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Keine Mängel*	69,1	58,9	59,6	61,0	57,2	61,9	60,8
Geringfügige Mängel*	21,2	27,4	28,1	30,5	29,7	28,2	27,4
Erhebliche Mängel*	9,6	13,6	12,3	8,4	13,1	9,9	11,8
Gefährliche Mängel*	0,1	0,1	0	0,1	0	0	0

*Alle Angaben in Prozent

Mängelverteilung bei Dampfkesselanlagen – wiederkehrende Prüfung

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Keine Mängel*	78,8	77,3	76,5	78,5	78,7	79,7	79,9
Geringfügige Mängel*	17,7	18,6	19,3	17,9	17,5	16,6	16,5
Erhebliche Mängel*	3,5	4,0	4,1	3,5	3,7	3,6	3,5
Gefährliche Mängel*	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

*Alle Angaben in Prozent

beteiligten Zugelassenen Überwachungsstellen einen bundesweit einheitlichen Überblick zu erreichen. Der EK ZÜS legte zudem fest, eine Unterscheidung vorzunehmen zwischen

- ▶ Druckbehälter- und Dampfkesselanlagen und
- ▶ Prüfung vor Inbetriebnahme und der wiederkehrenden Prüfung (seit 2011)

» Während der Prüfung behobene Mängel

Neben der Erfassung der Prüfergebnisse ist auch die Zahl der Mängel, die während der Prüfung beseitigt wurden, für die Bewertung des Anlagenzustands interessant. Dabei handelt es sich um die Mängel, die sofort durch z. B. Austausch von sicherheitstechnischen Ausrüstungsteilen behoben werden. Bei diesen Mängeln handelt es sich um Einzelmängel, bei denen auf eine Kategorisierung verzichtet wurde. Da sich die Sach-

verständigen der ZÜS in unterschiedlichem Umfang an der Erfassung dieser Mängel beteiligten, sind die Zahlen aus den Vorjahren nicht direkt mit denen ab 2017 vergleichbar. Trotzdem wird deutlich, dass es zahlreiche Mängel gibt, die erst durch eine Prüfung erkannt und während der Prüfung bereits behoben werden.

Prüfungen und Mängel an Ex-Anlagen

Laut Betriebssicherheitsverordnung in der Fassung vom 30.4.2019 sind die sogenannten Ex-Anlagen die „Gesamtheit der explosionsschutzrelevanten Arbeitsmittel einschließlich der Verbindungselemente sowie der explosionsschutzrelevanten Gebäudeteile“. Für die Auswertung im Anlagensicherheitsreport haben sich die ZÜS auf die Mängelzahlen folgender Anlagen beschränkt:

- ▶ Lageranlagen mit ortsfesten Behältern mit einem Gesamt-rauminhalt von mehr als 10.000 Litern,
 - ▶ Füll- und Entleerstellen mit einer Umschlagkapazität von mehr als 1.000 Litern pro Stunde sowie
 - ▶ Tankstellen und Flugfeldbetankungsanlagen,
- soweit entzündbare Flüssigkeiten nach Anhang 1 Nummer 2.6 der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 mit einem Flammpunkt von weniger als 23 Grad Celsius gelagert oder abgefüllt werden.

Auf der Grundlage des Beschlusses ZÜS-BE-004 rev 2 vom 4.11.2015, „Mängelklassifizierung, resultierende Maßnahmen und Beispiele der MängelEinstufung für Prüfungen von Anlagen nach Anhang 2 Abschnitt 3 BetrSichV durch ZÜS“ des Erfahrungsaustauschkreises der Zugelassenen Überwachungsstellen (EK ZÜS) wird für das Prüfergebnis eine bestimmte Mangelkategorie (geringfügig, erheblich, gefährlich) festgelegt. Dieses Prüfergebnis ist dabei immer die Summe der aufgetretenen Einzelmängel, das heißt, ein „erheblicher Mangel“ kann durchaus auch mehrere erhebliche und / oder geringfügige Einzelmängel beinhalten. Diese Beschränkung auf die Erfassung und Darstellung des Prüfergebnisses ist erforderlich, um grundlegende Aussagen über den sicherheitstechnischen Standard der Anlagen zu erhalten und einen bundesweit einheitlichen Überblick unter Einbeziehung aller ZÜS zu erreichen.

Im Erfahrungsaustausch beschlossen die ZÜS 2011 zudem eine Differenzierung zwischen den bei einer Prüfung vor Inbetriebnahme und den bei einer wiederkehrenden Prüfung erfassten Mängeln vorzunehmen, um daraus weitere Schlussfol-

gerungen ableiten zu können. Da diese Unterscheidung bei der Mängelerfassung jedoch nicht sofort von allen ZÜS umgesetzt werden konnte, sind die Daten von 2011 nicht komplett vorhanden. Sie liegen jedoch für die Jahre ab 2012 vollständig vor.

Für 2010 bis 2015 wurden die bei den Prüfungen von überwachungsbedürftigen Anlagen nach § 1 Abs. 2 Satz 1 Nr. 3 und 4 der bis dahin gültigen Fassung der Betriebssicherheitsverordnung festgestellten Mängel erfasst und ausgewertet. Dabei handelte es sich um Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen und Anlagen zur Lagerung und Abfüllung entzündlicher, leicht- und hochentzündlicher Flüssigkeiten (kurz: Ex-elh-Anlagen). Ab 1. Juni 2015 hat sich durch die Novellierung der Betriebssicherheitsverordnung dieser Verweis auf die Anlagen nach § 18 Abs. 1 Nr. 3 bis 8 BetrSichV geändert. Im November 2016 wurden die Anlagen nach § 18 Abs. 1 Nr. 8 BetrSichV gestrichen, die darin enthaltenen Anlagen wurden fachlich auf die Anlagen nach den Nummern 3 und 6 aufgeteilt. Die Mängelzahlen für die Anlagen nach § 18 Abs. 1 Nr. 3 BetrSichV konnten deshalb für das Jahr 2016 nicht vollständig erfasst werden.

Die Vorgaben für die Erfassung der Prüfungen von Gasfüllanlagen (umgangssprachlich auch als Gastankstellen bezeichnet) haben sich Ende 2016 geändert, sodass eine einheitliche Erfassung 2016 nicht möglich war. Die Zahlen beziehen sich ausschließlich auf die Prüfung der Explosionssicherheit von Gasfüllanlagen, nicht auf die Prüfung des drucktechnischen Teils.

Mängelverteilung bei Lageranlagen – alle Prüfungen zusammen

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Keine Mängel*	83,2	80,9	80,3	76,4	55,8	66,4	45,9
Geringfügige Mängel*	13,7	12,7	12,6	14,8	26,4	19,8	30,0
Erhebliche Mängel*	3,0	6,4	7,1	8,8	17,8	13,8	24,1
Gefährliche Mängel*	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gesamtzahl	17.180	18.639	15.450	6.377	1.696	2.357	921

Mängelverteilung bei Lageranlagen – Prüfung vor Inbetriebnahme

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Keine Mängel*	78,2	72,6	77,1	47,4	50,7	55,0	53,0
Geringfügige Mängel*	16,7	18,0	12,8	38,3	32,0	27,7	26,7
Erhebliche Mängel*	5,1	9,4	10,1	14,3	17,3	17,3	20,3
Gefährliche Mängel*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Mängelverteilung bei Lageranlagen – wiederkehrende Prüfung

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Keine Mängel*	83,3	80,6	80,3	77,0	56,8	67,7	44,1
Geringfügige Mängel*	13,6	13,9	12,6	14,3	25,3	18,9	30,8
Erhebliche Mängel*	3,0	5,5	7,1	8,7	17,9	13,4	25,1
Gefährliche Mängel*	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Mängelverteilung bei Füll- und Entleerstellen – alle Prüfungen zusammen

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Keine Mängel*	74,0	73,4	79,4	72,5	66,7	58,4	55,4
Geringfügige Mängel*	19,6	21,4	13,8	22,1	21,7	30,8	33,9
Erhebliche Mängel*	6,4	5,2	6,3	5,4	11,6	10,8	10,7
Gefährliche Mängel*	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Gesamtzahl	235	229	189	131	258	130	112

Mängelverteilung bei Füll- und Entleerstellen – Prüfung vor Inbetriebnahme

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Keine Mängel*	81,6	81,8	66,7	40,7	32,2	23,8	42,9
Geringfügige Mängel*	15,8	9,1	8,3	55,6	21,4	66,7	38,1
Erhebliche Mängel*	2,6	9,1	25,0	3,7	46,4	9,5	19,0
Gefährliche Mängel*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Mängelverteilung bei Füll- und Entleerstellen – wiederkehrende Prüfung

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Keine Mängel*	72,6	72,7	80,2	80,8	70,9	65,1	58,2
Geringfügige Mängel*	20,3	22,4	14,1	13,4	21,7	23,9	33,0
Erhebliche Mängel*	7,1	4,9	5,1	5,8	7,4	11,0	8,8
Gefährliche Mängel*	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0

*Alle Angaben in Prozent

Mängelverteilung bei Tankstellen – alle Prüfungen zusammen

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Keine Mängel*	51,5	53,8	48,3	39,8	49,3	59,3	53,3
Geringfügige Mängel*	24,7	23,9	31,9	39,2	31,9	26,3	28,4
Erhebliche Mängel*	23,6	22,2	19,7	20,9	18,8	14,4	18,2
Gefährliche Mängel*	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1
Gesamtzahl	4.445	5.366	6.927	3.929	5.880	6.865	6.044

Mängelverteilung bei Tankstellen – Prüfung vor Inbetriebnahme

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Keine Mängel*	78,8	69,1	70,3	46,0	76,9	91,1	80,0
Geringfügige Mängel*	13,3	23,1	23,7	24,7	15,5	6,0	13,4
Erhebliche Mängel*	7,9	7,3	6,0	28,5	7,6	2,9	6,6
Gefährliche Mängel*	0,0	0,5	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0

Mängelverteilung bei Tankstellen – wiederkehrende Prüfung

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Keine Mängel*	49,4	52,4	56,2	56,9	49,6	42,3	50,2
Geringfügige Mängel*	25,6	24,0	30,1	31,4	32,1	40,1	29,5
Erhebliche Mängel*	24,8	23,5	13,7	11,7	18,2	17,6	20,2
Gefährliche Mängel*	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1

Mängelverteilung bei Ex-Anlagen – alle Prüfungen zusammen

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Keine Mängel*	50,3	67,0	62,5	57,8	50,5	56,8	53,0
Geringfügige Mängel*	29,1	26,8	31,0	30,8	33,7	30,7	33,0
Erhebliche Mängel*	12,0	6,0	6,5	11,1	15,4	12,5	13,6
Gefährliche Mängel*	8,6	0,2	0,0	0,3	0,4	0,0	0,4
Gesamtzahl	12.108	11.237	5.254	4.188	4.157	3.302	5.366

Mängelverteilung bei Ex-Anlagen – Prüfung vor Inbetriebnahme

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Keine Mängel*	61,7	75,8	64,6	65,8	55,1	57,1	48,2
Geringfügige Mängel*	19,1	20,7	30,4	21,0	28,5	28,3	33,0
Erhebliche Mängel*	5,6	3,1	5,0	12,7	15,3	14,6	17,9
Gefährliche Mängel*	13,6	0,4	0,0	0,5	1,1	0,0	0,9

Mängelverteilung bei Ex-Anlagen – wiederkehrende Prüfung

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Keine Mängel*	46,7	64,1	61,7	55,0	49,1	56,7	54,7
Geringfügige Mängel*	32,2	28,8	31,3	34,2	35,2	31,2	33,0
Erhebliche Mängel*	14,0	6,9	7,0	10,6	15,5	12,1	12,0
Gefährliche Mängel*	7,1	0,2	0,0	0,2	0,2	0,0	0,3

*Alle Angaben in Prozent

Mindestanzahl an Prüfungen, in deren Verlauf Mängel beseitigt wurden

Anlagenart	Prüfung vor Inbetriebnahme								Wiederkehrende Prüfung							
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Lageranlage	8	3	23	6	7	2	6	2	382	503	713	557	117	20	116	54
Füll- und Entleerstelle	2	2	0	0	3	3	3	1	2	6	16	7	9	0	2	9
Tankstelle	55	37	54	49	75	58	45	25	265	470	1027	714	386	369	821	1290
Ex-Anlage	11	21	95	75	215	974	19	46	20	338	564	105	190	98	244	203

Mängelverteilung bei Gasfüllanlagen – alle Prüfungen zusammen

	2016	2017	2018	2019
Keine Mängel*	56,2	32,8	41,8	45,9
Geringfügige Mängel*	32,7	47,8	43,7	36,9
Erhebliche Mängel*	10,5	19,3	14,5	17,0
Gefährliche Mängel*	0,6	0,1	0,0	0,2
Gesamtzahl	153	2.353	3.400	1.066

Mängelverteilung bei Gasfüllanlagen – Prüfung vor Inbetriebnahme

	2016	2017	2018	2019
Keine Mängel*	53,8	74,2	62,0	66,7
Geringfügige Mängel*	23,1	22,7	25,0	17,3
Erhebliche Mängel*	23,1	1,6	13,0	16,0
Gefährliche Mängel*	0,0	1,5	0,0	0,0

Mängelverteilung bei Gasfüllanlagen – wiederkehrende Prüfung

	2016	2017	2018	2019
Keine Mängel*	56,7	30,4	40,4	42,7
Geringfügige Mängel*	34,7	49,2	44,9	39,9
Erhebliche Mängel*	7,9	20,3	14,6	17,2
Gefährliche Mängel*	0,7	0,1	0,1	0,2

*Alle Angaben in Prozent

**TÜV NORD Systems
GmbH & Co. KG**

Große Bahnstraße 31
22525 Hamburg
Tel.: +49 (0)40 8557-0
Fax: +49 (0)40 8557-2295
info@tuev-nord.de
www.tuev-nord.de

**TÜV SÜD
Industrie Service GmbH**

Westendstraße 199
80686 München
Tel.: +49 (0)89 5791-0
Fax: +49 (0)89 5791-1551
info@tuvsud.com
www.tuvsud.com/de-is

**TÜV SÜD
Chemie Service GmbH**

Kaiser-Wilhelm-Allee, Geb. B 407
51368 Leverkusen
Tel.: +49 (0)214 86910-0
Fax: +49 (0)214 86910-296
vertrieb.chemieservice@
tuvsud.com
www.tuvsud.com/chemieservice

**TÜV Rheinland
Industrie Service GmbH**

Am Grauen Stein
51105 Köln
Tel.: +49 (0)221 806-0
Fax: +49 (0)221 806-1753
industrie-service@de.tuv.com
www.tuv.com

**TÜV Technische Überwachung
Hessen GmbH (TÜV Hessen)**

Robert-Bosch-Straße 16
64293 Darmstadt
Tel.: +49 (0)6151 600-0
Fax: +49 (0)6151 600-600
mailbox@tuevhessen.de
www.tuev-hessen.de

TÜV Thüringen e. V.

Melchendorfer Straße 64
99096 Erfurt
Tel.: +49 (0)361 42 83-0
Fax: +49 (0)361 42 83-242
info@tuev-thueringen.de
www.tuev-thueringen.de

TÜV Austria Services GmbH

Kurze Straße 40
70794 Filderstadt
Tel.: +49 (0)711 722 336 22
tuv-deutschland@tuv.at
www.tuv-ad.de

**DEKRA Testing and
Certification GmbH**

Dinnendahlstraße 9
44809 Bochum
Tel.: +49 (0)234-3 69 60
Fax: +49 (0)234-3 69 61 11
dtc-zues@dekra.com
www.dekra-testing-and-
certification.de

DEKRA Automobil GmbH

Handwerkstraße 15
70565 Stuttgart
Tel.: +49 (0)711 7861-0
Fax: +49 (0)711 7861-2240
info@dekra.com
www.dekra.com

GTÜ Anlagensicherheit GmbH

Vor dem Lauch 25
70567 Stuttgart
Tel.: +49 (0)711 97676-740
Fax: +49 (0)711 97676-749
info@gtue.de
www.gtue.de

**Lloyd's Register
Deutschland GmbH**

Überseeallee 10
20457 Hamburg
Tel.: +49 (0)40 349 700 10 101
ZUES@lr.org
www.lr.org

SGS-TÜV Saar GmbH

Am TÜV 1
66280 Sulzbach
Tel.: +49 (0)6897 506-60
Fax: +49 (0)6897 506-102
info@sgs-tuev.de
www.sgs-tuev-saar.com

Impressum

Technische Überwachung, Band 61 (November 2020)
Anlagensicherheits-Report 2020

Herausgeber

Verband der TÜV e. V.
Friedrichstraße 136, 10117 Berlin
Tel.: +49 30 760095-400, Fax: +49 30 760095-401
E-Mail: berlin@vdtuev.de
www.vdtuev.de

Verantwortlich

Dr. Joachim Bühler, Geschäftsführendes Präsidiumsmitglied

Redaktion

Johannes Näumann, Büro für strategische Kommunikation, Potsdam
Jörg Fischer, TÜV Media GmbH, Köln

Verlag

TÜV Media GmbH, TÜV Rheinland Group
Am Grauen Stein 1, 51105 Köln
Postfach 903060, 51123 Köln
Tel.: 0221/806-3535, Fax: 0221/806-3510
www.tuev-media.de

Geschäftsführerin

Gabriele Landes

Bezugspreis EUR 9,80

Inlandspreise einschl. gesetzl. MwSt. Preisänderungen vorbehalten.

ISSN 1434-9728

E-Paper: ISBN 978-3-7406-0324-3

Hinweis

Namentlich gekennzeichnete Beiträge werden von den Autoren selbst verantwortet und geben nicht in jedem Fall die Meinung der Redaktion wieder. Die Inhalte dieses Werkes wurden von Verlag, Herausgeber und Autoren nach bestem Wissen und Gewissen erarbeitet und zusammengestellt. Eine rechtliche Gewähr für die Richtigkeit der einzelnen Angaben kann jedoch nicht übernommen werden.

Satz

TÜV Media GmbH, Köln

Bildnachweis

Titel: Aleksandr Grechanyuk / Adobe Stock (Nr. 236303084)

Verband der TÜV e. V.

Friedrichstraße 136
10117 Berlin

Tel.: +49 30 760095-400
Fax: +49 30 760095-401
berlin@vdtuev.de
www.vdtuev.de