Juni 2023
ISSN 1434-9728

Technische Überwachung

Anlagensicherheit
Arbeits- und Gesundheitsschutz
Umweltschutz

Verschärfter Kampf gegen Cyberkriminelle

Die Krux mit dem Schacht

Anlagensicherheitsreport 2023
der Zugelassenen Überwachungsstellen (ZÜS)

Mängelstatistik
Aufzüge · Druckanlagen · Ex-Anlagen

Am Anlagensicherheitsreport beteiligte Zugelassene Überwachungsstellen

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

Inhalt

Editorial 4

Interview: „Cybersicherheit - Anlagenbetreiber in der Pflicht“ 6

Verschärfter Kampf gegen Cyberkriminelle 9

Maßnahmen gegen den großen Knall 11

Die Krux mit dem Schacht 14

Wenn es mal wieder eng wird 16

Mängelstatistik

Prüfungen von Aufzugsanlagen 18

Prüfungen von Druckanlagen 25

Prüfungen von Ex-Anlagen 32

Adressen der beteiligten ZÜS 51

Digitale Sicherheit rückt in den Fokus

Zunehmende IT-Sicherheitsvorfälle

Liebe Leserinnen und Leser,

der Anlagenlagensicherheitsreport 2023 erscheint vor dem Hintergrund einer angespannten sicherheitspolitischen Lage. Der Krieg in der Ukraine dauert an und die weltpolitischen Krisen nehmen insgesamt eher zu als ab. Darauf müssen sich die Betreiber überwachungsbedürftiger Anlagen, von denen viele zur kritischen Infrastruktur gehören, einstellen und ihre Sicherheitskonzepte überprüfen. Das gilt besonders für den Schutz vor Cyberangriffen. In der Ukraine finden die Kämpfe nicht nur auf dem Schlachtfeld statt, sondern auch im Internet. Die Auswirkungen spüren wir auch in Deutschland, wenn Rüstungsunternehmen, Werften oder Industrieunternehmen attackiert werden. Laut einer Studie des TÜV-Verbands war in Deutschland im vergangenen Jahr gut jedes zehnte Unternehmen ab 10 Mitarbeitenden von einem IT-Sicherheitsvorfall betroffen. Die Frage ist heute nicht mehr, ob es ein Unternehmen trifft, sondern wann. Damit rückt neben der Abwehr von Cyberangriffen auch der richtige Umgang mit den Vorfällen in den Fokus.

Nachdem wir als Zugelassene Überwachungsstellen schon sehr lange auf die Risiken hingewiesen haben, hat sich jetzt auch regulatorisch etwas getan. Seit Jahresanfang sind die Betreiber überwachungsbedürftiger Anlagen verpflichtet, auf Basis einer aktuellen Gefährdungsbeurteilung technische und organisatorische Maßnahmen für den Schutz vor digitalen Angriffen umzusetzen. Die Sachverständigen der ZÜS werden die Prüfungen in diesem Bereich jetzt schrittweise ausweiten. Daneben wird die Cybersicherheit mit der bereits verabschiedeten Maschinenverordnung und dem Cyber Resilience Act endlich fest im

Deutschland „H2 ready“ machen

Produktsicherheitsrecht der EU verankert. Bis diese Vorgaben ihre volle Wirkung entfalten können, wird es allerdings noch einige Jahre dauern. Es ist also weiterhin die Eigenverantwortung der Hersteller und Betreiber gefragt.

Ein weiteres wichtiges Thema ist die Beschleunigung der Energiewende. Neben dem Ausbau von Windkraftanlagen, Solarparks oder Biogasanlagen nimmt der Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur Fahrt auf. Neben den entsprechenden Leitungssystemen werden in den kommenden Jahren zahlreiche Lageranlagen und Tankstellen für Wasserstoff ertüchtigt oder neu errichtet. Diese Transformation gelingt nur, wenn wir Vertrauen in den sicheren Umgang mit diesem hochexplosiven Gas aufbauen können. Dazu gehört auch, die Regulierung „H2 ready“ zu machen. Das technische Know-how für den Wasserstoff-Hochlauf ist in Deutschland vorhanden. Als Sachverständige setzen wir hier weiter auf ein gutes Zusammenspiel mit Forschungseinrichtungen und den Betreibern in der Industrie. Unser Ziel ist es, den Umbau zu einer klimafreundlichen und sicheren Energiewirtschaft zu begleiten und damit den industriellen Kern in unserem Land dauerhaft zu erhalten.

Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre!

Dr. Joachim Bühler
Geschäftsführer
TÜV-Verband e. V.

Anlagensicherheit

„Die Anlagenbetreiber sind bei der Cybersicherheit jetzt in der Pflicht“

Ein Gespräch mit Dieter Roas

Um die Cybersecurity überwachungsbedürftiger Anlagen zu gewährleisten, müssen die Betreiber mögliche Angriffspunkte antizipieren und entsprechende Schutzmaßnahmen ergreifen. Dabei müssen sie den technologischen Wandel und immer neue Bedrohungslagen berücksichtigen. Seit Jahresbeginn ist die digitale Sicherheit auch ein Thema für die Prüftätigkeit der Zugelassenen Überwachungsstellen (ZÜS).

Wie hoch ist aktuell die Gefahr von Cyberangriffen auf Industrieanlagen - auch mit Blick auf internationale Krisen?

Die Gefahr ist so hoch wie selten zuvor. Wir verzeichnen seit Jahren eine steigende Zahl von Cyberangriffen auf industrielle Anlagen. Zusätzlich beobachten wir, dass für aufwendige Attacken auch von staatlichen Akteuren Werkzeuge entwickelt werden, die dann den Weg in den „Massenmarkt“ im Darknet finden. Dort stehen sie für andere kriminelle Handlungen zur Verfügung. Cyberangriffe lassen sich nicht verhindern. Die Betreiber können die Risiken aber deutlich reduzieren, indem sie sich gezielt auf die Bedrohungslage vorbereiten.

Können Sie dafür ein Beispiel nennen?

Ein interessantes Beispiel ist die BSI-Warnung „Incontroller/Pipedream“. Dabei handelt es sich um eine Reihe von Werkzeugen, die Angreifer verwenden können, wenn sie nach einer initialen Infektion Zugang zur

Operational Technology (OT) vernetzter Industrieanlagen erlangen möchten. Auf einen Angriff mit diesen Werkzeugen können sich Betreiber einstellen und zugehörige Gegenmaßnahmen ergreifen. Ein anderes Beispiel: Eine TÜV SÜD-Mitarbeiterin konnte sich mit ihrem Smartphone direkten Zugriff auf die elektronische Steuerung einer Aufzugsanlage verschaffen. Damit hatte sie die Möglichkeit, Betriebsparameter wie die Geschwindigkeit, die vorbelegte Anzahl der Haltestellen oder die Türsteuerung zu ändern. Das hätte zu kritischen Betriebszuständen führen können. Der Aufzug würde beispielsweise bestimmte Stockwerke nicht mehr anfahren oder beschleunigen, wenn er eigentlich bremsen müsste. Die Ursache: Nach Einbau des Aufzugs wurde kein gültiges Passwort hinterlegt, womit noch ein Platzhalter aktiv war.

Welche Maßnahmen müssen Betreiber ergreifen, um ihre Anlagen zu schützen?

Die gängigen Cybersecurity-Richtlinien sind die wichtigste Orientierungshilfe. Weil sich Cyberbedrohungslagen und die zugehörigen Werkzeuge schnell ändern können, müssen die Betreiber den Stand der Technik monitoren und mitunter kurzfristig reagieren. Für die Cybersecurity ist vor allem der Zugriff auf zentrale Steuereinheiten, aber auch auf bestimmte Komponenten, die eine Verbindung nach „außen" haben, von Bedeutung. Überwachungsbedürftige Anlagen dürfen auch remote nur für den kleinstmöglichen Personenkreis zugänglich sein. Zugang erhält nur, wer diesen wirklich benötigt. Über Biometrie, Smartcards, verschlüsselte Datenübertragung oder komplexe Passwörter lässt sich das absichern. Doch Passwortschutz und beispielsweise Stimmerkennung werden mit Blick auf Entwicklungen wie Quantencomputing, „Deepfakes" und KI-basierte Angriffe künftig für einen Schutz der Systeme nicht mehr ausreichen.

Was meinen Sie damit genau? Und was können wir dagegen tun?

Computerprogramme können aus nur drei Sekunden aufgenommener menschlicher Stimme beliebige Aussagen generieren, die exakt nach dieser Person klingen. Deshalb sind mehrfache Authentifizierungsstufen wichtig. Weitere Maßnahmen umfassen Firewalls und die Netzwerksicherheit sowie die Aktualisierung der Software und Betriebssysteme. Immens wichtig sind auch das Schulen und Sensibilisieren der Mitarbeitenden, die durch unbedachtes Verhalten einen Angriff ermöglichen können. Der Stand der Technik verändert sich bei der Cybersecurity in teils exponentiellem Tempo – vor allem, wenn KI-Anwendungen ein Teil der Schutz- oder Angriffsstrategien sind. Das betrifft alle Beteiligten: Hersteller, Betreiber, Wartungsunternehmen, ZÜS und Behörden. Weil sich alle immer schneller auf Neuerungen einstellen müssen, ist eine engere Zusammenarbeit nötig. Die Prüforganisationen können hier auch mit ihrem Wissen und ihren Erfahrungen aus anderen Branchen unterstützen. Sie verfügen über eigene IT-Expertinnen und -Experten und gehen verstärkt auf die Beteiligten zu, um über neue Erkenntnisse und Lösungen zu informieren.

Sind wir beim Thema KI auf dem richtigen Weg?

KI ist Chance und Risiko zugleich. Wir müssen ihren Einsatz regulieren und zugleich ihre Entwicklung fördern, um international wettbewerbsfähig zu bleiben. Das setzt voraus, dass gesetzliche Vorgaben, Richtlinien und Normen entsprechend weiterentwickelt werden. Es ist immer besser, frühzeitig agieren zu können, anstatt nachträglich reagieren zu müssen.

Seit Januar hinterfragen die Zugelassenen Überwachungsstellen (ZÜS) bei überwachungsbedürftigen Anlagen auch das Thema Cybersecurity im Rahmen ihrer Prüfungen. Was bedeutet das für die Betreiber?

Betreiber von überwachungsbedürftigen Anlagen sind in der Pflicht, auch für Gefährdungen durch Cyberattacken geeignete Vorkehrungen zu treffen und diese regelmäßig zu überprüfen und zu dokumentieren. Gefährdungsbeurteilung (GBU) lautet hier das Stichwort. Die Anforderungen hat der Gesetzgeber in der TRBS 1115-1 konkretisiert. Die technische Regel beschreibt, wie Gefährdungen zu ermitteln und Gegenmaßnahmen festzulegen sind. Das betrifft beispielsweise Aufzüge, Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen oder Druckbehälter.

Was heißt das für die Sachverständigen?

Sie müssen in Zukunft davon ausgehen, dass Cyberbedrohungen beim Einsatz digitaler Systeme auftreten. Das ist eine Perspektiverweiterung bei

der Betrachtung von Anlagen, weil nun die Folgen von digitalen Angriffen von außen berücksichtigt werden müssen. Wenn Betreiber diese Betrachtungen nicht angestellt und die gegebenenfalls erforderlichen Maßnahmen nicht getroffen haben, beanstanden die Sachverständigen das künftig in der Prüfbescheinigung. In einzelnen Fällen können auch Tests an der Anlage erforderlich sein.

Wie gehen die Sachverständigen beim Prüfen der Cybersecurity vor?

Künftig prüfen die ZÜS-Sachverständigen in einem ersten Schritt die vom Betreiber erstellte Dokumentation (GBU) und die eingeführten Gegenmaßnahmen auf Plausibilität. Existieren sicherheitsrelevante MSR-Einrichtungen? Welche Soft- und Hardware kommt zum Einsatz? Wo sind die Schnittstellen zur IT- oder OT-Umgebung? Werden die nötigen Richtlinien eingehalten? Wie hoch ist der Schutzbedarf? Sind alle zugehörigen Prozesse sinnvoll organisiert? Werden die Herstellervorgaben ausreichend berücksichtigt? Natürlich spielen auch die Wartung, die Aktualisierungszyklen und die Dokumentation eine wichtige Rolle. Das Vorgehen ist immer auf die individuelle Anlagenart und ihr spezifisches Gefährdungspotenzial zugeschnitten, weil sich nicht nur die eingesetzten IT-Systeme, sondern auch die Art der Bedrohungen unterscheiden.

Was müssen die Hersteller jetzt beachten?

Mit der neuen europäischen Maschinenverordnung müssen die Hersteller die Cybersecurity bereits beim Design und der Konstruktion ihrer Anlagen berücksichtigen. Enthalten Maschinen oder verwandte Produkte auch KI-Anwendungen gelten sie als „Hochrisiko-Maschinen", für die besondere Anforderungen gelten. Beispielsweise sind dann im Rahmen der Konformitätsbewertung auch EU-Baumusterprüfungen vorgeschrieben.

Vor zwei Jahren ist das Gesetz über überwachungsbedürftige Anlagen (ÜAnlG) in Kraft getreten. Hat sich die Neuregelung bewährt?

Ich halte das Gesetz für sehr gelungen. Es regelt nun klarer und verständlicher, wann und wo ein Betreiber, eine ZÜS oder eine Behörde zuständig ist. Gleiches gilt für die Begrifflichkeiten. Ein „Betreiber" ist nun nicht mehr nur ein „Arbeitgeber", sondern jemand, der Einfluss auf die sichere Verwendung einer Anlage hat. Auch sind die Wartung und Instandhaltung oder die Pflichten von Herstellern klarer geregelt. Mit dem Gesetz haben wir jetzt ein zeitgemäßes und zukunftsfestes Regelwerk.

Was sind die wichtigsten Änderungen?

Neben den vielen Konkretisierungen und der verbesserten Lesbarkeit wird der Katalog der überwachungsbedürftigen Anlagen nicht mehr auf Gesetzesebene festgelegt. Ziel ist es, diese Anlagen in einer Verordnung zum ÜAnlG zu beschreiben. Dabei ist geplant, keinen abschließenden Katalog festzuschreiben, sondern ein modernes Regelwerk zu schaffen, das auch neue Anlagenarten erfassen kann. Auch bisher unbekannte Neuentwicklungen bei Anlagen werden so berücksichtigt – und zwar ausgehend von ihrem Risikopotenzial.

Wann rechnen Sie mit der Verordnung?

In unserem Erfahrungsaustauschkreis der ZÜS rechnen wir in den nächsten Monaten mit einem ersten Entwurf.

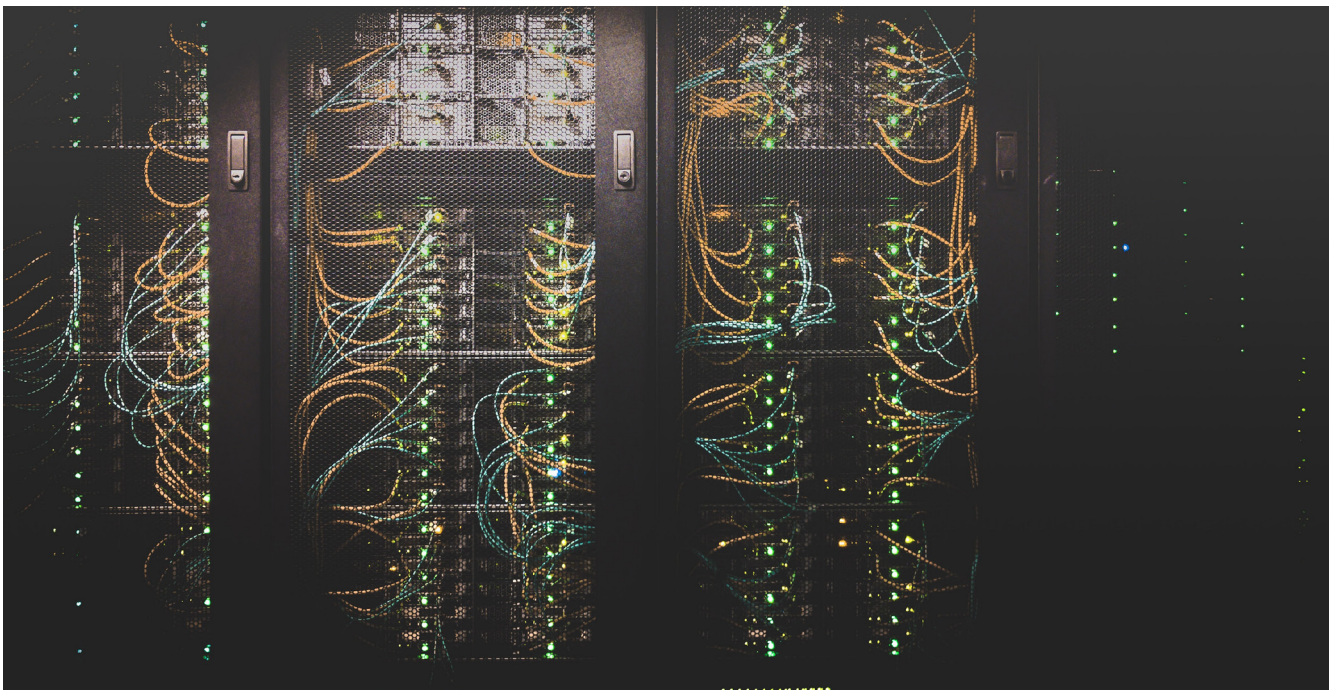
Und was erhoffen Sie sich davon?

Wir hoffen, dass die Verordnung hilft, die Anforderungen aus dem Gesetz praxisgerecht umzusetzen und so noch mehr Klarheit und Rechtssicherheit für alle Beteiligten schafft.

Herr Roas, wir danken Ihnen für das Gespräch.

Die Fragen stellte Eike Brand vom TÜV-Verband in Berlin.

Dipl.-Ing. Dieter Roas ist Vorsitzender des Erfahrungsaustauschkreises der Zugelassenen Überwachungsstellen (ZÜS) und er leitet die ZÜS bei TÜV SÜD Industrie Service in München.



Cybersecurity

Verschärfter Kampf gegen Cyberkriminelle

Redaktion

Die zunehmende Vernetzung in der Produktion und Gebäudetechnik schafft neue Einfallstore für kriminelle Hacker. Die Zugelassenen Überwachungsstellen nehmen deshalb die Cybersicherheit von Anlagen in Augenschein. Es gilt, bei überwachungsbedürftigen Anlagen auch die Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen gegen Angriffe abzusichern.

Die Szenarien sind furchteinflößend. Ein Aufzug blockiert und hält Menschen gefangen. Ein Druckbehälter platzt, weil der Zufluss von Reagenzien nicht rechtzeitig gestoppt wird. Die Gefahr wächst, dass Hacker solche Unfälle verursachen. Denn angesichts der zunehmenden Vernetzung in Unternehmen können Kriminelle heute schlimmstenfalls die Anlagensteuerung unter ihre Kontrolle bringen und lebensbedrohliche Störungen auslösen.

„Lange Zeit wurden die Steuerungen von überwachungsbedürftigen Anlagen im Inselbetrieb gefahren und boten so keine Angriffsfläche“, sagt Jörg Becker, Leiter des Kompetenzzentrums Cybersecurity der TÜV SÜD Industrie Service. Doch das ändert sich derzeit in vielen Unternehmen – verstärkt werden auch die Steuerungen von überwachungsbedürftigen Anlagen wie Aufzügen, Druckbehältern oder Gasfüllanlagen an das Internet angebunden. „Cyberangriffe werden damit wahrscheinlicher“, sagt Becker.

Es entstehen laut Becker eine ganze Reihe von möglichen Angriffszielen: vom Sensor oder Aktor bis hin zur Steuerung selbst, wenn diese speicherprogrammierbar ist und digitale Schnittstellen hat. „Hersteller und Betreiber müssen sicherstellen, dass die dort hinterlegten sicherheitsrelevanten Daten nicht unzulässig verändert werden", erläutert Becker. Wie das gelingt, schreibt die neue Technische Regel für Betriebssicherheit TRBS 1115 Teil 1 mit dem Titel „Cybersicherheit für sicherheitsrelevante Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen" vor – als Konkretisierung der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV).

Die Hersteller und Betreiber der Anlagen stehen dabei genau wie die Zugelassenen Überwachungsstellen (ZÜS) vor einem Lernprozess. „Größere Unternehmen haben die IT-Sicherheit bei ihren Anlagen meist schon länger auf dem Schirm und beschäftigen eigene Fachleute", erläutert Tim Reitzle, Prüfingenieur mit Schwerpunkt Explosionsschutz bei der Gesellschaft für Technische Überwachung (GTÜ). Für viele kleinere und mittlere Unternehmen sei das Thema jedoch Neuland. Reitzle geht davon aus, dass die Prüfung der überwachungsbedürftigen Anlagen nun schrittweise erweitert wird: „In Stufe eins fragen wir die Unternehmen, ob und welche Maßnahmen sie ergriffen haben. In einer zweiten Stufe ab April 2024 werden wir die entsprechenden Dokumentationen auf Plausibilität prüfen und in einem späteren Schritt die Maßnahmen daraufhin begutachten, ob sie funktionieren." Für eine umfassende IT-Sicherheitsprüfung würden neben Ingenieur:innen dann auch Cybersecurity-Spezialisten gebraucht.

„Das grundsätzliche Bewusstsein für IT-Sicherheit ist bei den Betreibern der überwachungspflichtigen Anlagen vorhanden", sagt TÜV-Experte Becker. „Allerdings ist das Thema sehr komplex. Deshalb ist es gut, dass wir mit der TRBS nun eine vereinheitlichte Vorgehensweise haben." Dennoch fehle es derzeit noch an europaweit einheitlichen Vorgaben für die Cybersicherheit der Anlagen. Becker weist darauf hin, dass die Regelungen derzeit vor allem für die Betreiber gelten – nicht aber im selben Umfang für die Hersteller der Anlagen. „Das europäische Produktsicherheitsrecht hinkt bei der Cybersecurity hinterher", sagt Becker. Dies aber werde sich in den nächsten Jahren ändern – besonders durch den geplanten „Cyber Resiliance Act" (CRA) der Europäischen Union. „Der CRA ist eine horizontale Regulierung, die sektorübergreifend für alle Produkte gilt. Das bedeutet, dass nach dem Inkrafttreten beispielsweise auch digitale Steuerungen Cybersicherheitsfähigkeiten mitbringen werden", sagt Becker. Die Sachverständigen gehen davon aus, dass neue Anlagen oder einzelne Komponenten dann bereits bestimmte Anforderungen an die IT-Sicherheit erfüllen müssen.

„Remote-Zugänge brauchen besonderen Schutz"

Gleichzeitig gelte es für die Betreiber, bestehende Anlagen fit zu machen für die neuen Anforderungen an die Cybersecurity. „Ohne die Modernisierung alter Technik können Sicherheitslücken auftreten, die in der aktuellen IT-Welt schon seit Jahren ausgemerzt sind", erläutert Sascha Dörfel, Fachabteilungsleiter Digitale Sicherheit beim TÜV Thüringen. Als Beispiel nennt er die „Ripple20"-Attacken, bei denen Schnittstellen für den Fernzugriff auf Steuerungen von industriellen Anlagen ausgenutzt wurden.

„Das Thema der Remote-Zugänge ist ein ganz entscheidendes", sagt Dörfel. Möglich sei, dass Anlagenhersteller oder IT-Dienstleister diese offen gehalten haben, um etwa Fernwartungen anbieten zu können. „Man muss die Wege ins Unternehmen kennen und Kontrolle über alle Wege besitzen." Selbst Drucker könnten als Einfallstor ins Firmennetzwerk dienen, wenn sie über eine IP-Adresse verfügen. „Mithilfe von automatisierten Scans suchen Cyberkriminelle nach IP-Adressen, die angreifbar sind", sagt Dörfel. „Die Unternehmen müssen einen Schutz für alle Schnittstellen etablieren, die das Risiko eines Angriffs bergen."

Wasserstofftankstellen

Maßnahmen gegen den großen Knall

Redaktion

Grüner Wasserstoff soll ein wichtiger Baustein der Energiewende werden. Allerdings ist Wasserstoff hochexplosiv. An Tankstellen lassen sich die Risiken des Gases dennoch gut beherrschen – wenn die Technik regelmäßig geprüft wird.

Regelmäßige Untersuchungen sind oft maßgeblich für ein langes Leben. Das gilt auch für Wasserstofftankstellen. Alle zwei Jahre betrachtet ein Fachmann die Außenhaut der Stahltanks. Doch beim geschulten Auge bleibt es nicht: Alle fünf Jahre steht eine Wandstärkenmessung per Ultraschall an. Und alle zehn Jahre nutzen Sachverständige feine Mikrofone, um in das Innere hineinzuhorchen. Verdächtige Geräusche können auf Risse im Stahl hindeuten. Am Ende des akribischen Gesundheitschecks schütteln sich ein technischer Prüfer und der Betreiber einer Wasserstofftankstelle die Hände. Bei den Kontrollen stehen auch Schläuche und Ventile auf dem Prüfstand. Aus gutem Grund: Wasserstoff wird unter hohem Druck gelagert, zudem ist er extrem entzündbar. Zwar ist die Explosionsgefahr bei richtigem Umgang gering, denn der Umgang mit Wasserstoff ist durch Anwendungen aus der Industrie erprobt. Ganz ausschließen lässt sie sich aber nicht. Die Prüfung der rund 100 Wasserstofftankstellen in Deutschland erfolgt regelmäßig und nach festem Schema: Explosionsrisiken werden alle drei und sechs Jahre untersucht, die Druckanlagen sind alle zwei, fünf und zehn Jahre fällig – per Sicht-, per Ultraschall- und per Akustikcheck.

André Barnow hat schon gut 70 Wasserstofftankstellen in Deutschland unter die Lupe genommen. Beim TÜV Rheinland ist er Sachverständiger der Zugelassenen Überwachungsstelle (ZÜS) für Druckanlagen. Er hält Wasserstofftankstellen für sicherer als solche für Diesel, Benzin und Autogas: „Bei der Betankung gibt es keine entzündlichen Spritzer oder sogar einen Brandteppich, wie sie die üblichen

Zapfpistolen ermöglichen", sagt der Experte. „Eine Explosion hat es hierzulande noch nicht gegeben."

Der sichere Betrieb von Tankstellen ist nur ein Grund dafür, dass klimaneutral erzeugter Wasserstoff als ein Hoffnungsträger für die Energiewende gilt. Gerade bei Lkws schlummert noch großes Potenzial. Denn europaweit werden Autobauer mit 80 Prozent der Investitionsmehrausgaben für klimafreundliche Nutzfahrzeuge gefördert. Das Bundesverkehrsministerium unterstützt zudem finanziell den Bau entsprechender Tankstellen. So sollen in Deutschland 100 neue Stationen entstehen. Mit ihnen erhöht sich auch das Restrisiko bei der Sicherheit von Wasserstofftankstellen. Denn der hohe Druck, unter dem das explosionsfähige Gas gelagert wird, führt zu einer Brisanz. „Mehr Druck bedeutet mehr Gefahr", sagt Barnow. „Wenn doch einmal etwas explodieren sollte, dann würde es richtig krachen."

Das Vermeiden von Sicherheitsrisiken beginnt bei Wasserstofftankstellen bereits in der Planungsphase. Überwachungsstellen wie TÜV und DEKRA sind von Anfang an mit im Boot. Die Pläne für eine neue Tankstelle muss der Antragsteller an die ZÜS zur Prüfung schicken. Schon die Standortwahl oder die Auslegung der Station können mögliche Risiken erhöhen – etwa, wenn ein Tank zu nah an einer viel befahrenen Straße vorgesehen ist und ein verunglücktes Auto diesen rammen könnte. Barnow inspiziert neue Wasserstofftankstellen zudem in der Regel vor der Inbetriebnahme in einem Ortstermin.

H2-Tanks droht die sogenannte Versprödung

Die Behälter stehen unter hohem Druck: 200 bar sind es während der Lagerung im Tank. Zum Vergleich: Ein Rennrad fährt mit einem Reifendruck von höchstens neun bar. Beim Betanken eines Fahrzeugs erhöht ein Kompressor den Druck der benötigten Menge auf 350 bar bei Nutzfahrzeugen und auf 700 bar bei Pkws. Ein System aus mechanischen und digitalen Komponenten schützt vor unkontrolliertem Austritt. Übersteigt der Druck das gewünschte Maß, öffnet sich ein Ventil und lässt den überschüssigen Wasserstoff durch einen Kamin über dem Tankstellendach kontrolliert ab. Digitale Sensoren überprüfen den Druck in den Schläuchen und im Kompressor. Stimmt etwas nicht, schlagen die Sensoren Alarm. Die computergesteuerte Anlage schaltet dann in einen sicheren Zustand zurück. „Betreiber müssen die Funktion der Sensoren regelmäßig überprüfen und bei Bedarf austauschen", sagt Barnow. „Wir kontrollieren die Steuerung und die Plausibilität der Anordnung."

Da der hohe Druck die Stahlbehälter auch im Ruhezustand belastet, verschleißt allmählich auch der Lagertank, weil der Wasserstoff bei Materialfehlern in die Stahlwand eindringen kann und das Metall spröde werden lässt. Regelmäßig prüfen die Experten die Beschaffenheit des Stahls, da der Tank bersten könnte.

Die Technische Regel für Betriebssicherheit (TRBS) 3151 legt fest, wie man die Risiken an Tankstellen minimiert. Offiziell geht es darin unter anderem um „Gasfüllanlagen für Wasserstoff", so der Fachbegriff für Wasserstofftankstellen. Das fast hundertseitige Schriftstück wird regelmäßig aktualisiert, damit die Regeln mit dem technischen Fortschritt und den Bedürfnissen von Tankstellenbetreibern Schritt halten. Ein Experte, der sich auch mit dieser Fortschreibung befasst, ist Thomas Velling, Technischer Leiter ZÜS Explosionsschutz bei der DEKRA in Köln. Sein Spitzname in Fachkreisen sei „Mr. Tankstelle", sagt Velling.

Virtueller Käfig schützt vor Blitzen

Als Beispiel für die Nachjustierung der TRBS nennt Velling die nur temporär installierten Wasserstofftankstellen. Offiziell heißen sie „mobile Gasfüllanlagen für gasförmigen Wasserstoff". Weil mittlerweile immer mehr Busse und Lastwagen mit Wasserstoff fahren, aber das öffentliche Tankstellennetz noch wenig ausgebaut ist, installieren einige Nahverkehrsunternehmen und Speditionen eigene Wasserstofftankstellen auf ihrem Betriebsgelände. Da ein umfassender Neubau zu aufwendig erscheint, werden Teile der Anlage provisorisch in einem Seecontainer installiert. „Dennoch müssen diese Anlagen genauso sicher sein wie die üblichen Füllanlagen", sagt Velling.
Besonderes Augenmerk liegt dabei auf dem Blitzschutz. „Ein weitläufiger Betriebshof, darauf ein Container aus Metall, da schlägt ein Blitz gerne ein", sagt Velling. Abhilfe schafft eine spezielle Anordnung von Blitzableitern – ein virtueller Käfig, wie Velling es nennt. Vier lange Metallmasten ragen an den Ecken der Tankstelle weit über sie hinaus in die Luft. Auch dieses System prüft der TÜV.

Auch auf die konkrete Lage und Größe der mobilen Wasserstofftankstelle achten die Experten. So darf das umgebende Gelände nicht zu eng sein. „Gerade das Rangieren mit großen und unübersichtlichen Lkws ist ein Risiko", sagt Velling. Fünf Meter Abstand schreibt die TRBS 3151 zwischen der Zapfstelle und dem Lagertank vor. Zum Problem können auch die elektrisch betriebenen Laternen auf dem Betriebshof werden. Sie stellen eine potenzielle Zündquelle dar, wenn ein Lkw sie umfährt. Deshalb ist für Tanks und alle gefährdeten Teile einer Wasserstofftankstelle ein sogenannter Anfahrschutz verpflichtend. Leitplanken schützen das Gelände, Betonpoller sichern die Lagertanks. Die Risiken seien gut beherrschbar, sagt Velling. Alles in allem würde ihn eine Wasserstofftankstelle nach eigener Aussage „nicht einmal in Nachbars Garten" stören – zumindest vom Standpunkt der Sicherheit aus betrachtet. Nur der Lärm der Druckbetankung sei lästig. In Wohngebieten sind Wasserstofftankstellen in Deutschland daher nicht zulässig.

Sicherheit von Aufzügen

Die Krux mit dem Schacht

Redaktion

Mehr Tempo am Bau, bessere Pläne, weniger Fehler: Mit „Building Information Modeling“ (BIM) entstehen Gebäude zuerst als digitaler Zwilling, bevor Mörtel angerührt wird. Die innovative Methode verändert auch die Arbeit der Sachverständigen – gerade in Brandschutzfragen.

Diese Methode hat das Zeug, den gesamten Bausektor umzukrempeln: Building Information Modeling, kurz BIM, hat schon dafür gesorgt, dass in Architekturstudiengängen die Bastelarbeiten aus Streichhölzern und Styropor obsolet geworden sind. „Der Trend ist unaufhaltsam, denn die Vorteile einer digitalen Gebäudeplanung liegen auf der Hand“, sagt Michael Müller, zertifizierter BIM-Manager bei TÜV Rheinland. „Wer mit der Methode arbeitet, gewinnt in der Regel an Planungssicherheit. Unstimmigkeiten lassen sich schon vor der Bauphase am Bildschirm erkennen und beheben – das sorgt für höhere Termin- und Kostentreue.“

Im Planungsprozess entsteht softwaregestützt ein sogenannter digitaler Zwilling eines Gebäudes. Je nach Detaillierungsgrad („Level of Development“) gibt er Auskunft über sämtliche Bauwerksdaten bis hin zu Materialien und Farben. Für Müller, der als Sachverständiger auf Brandschutzfragen und Aufzüge spezialisiert ist, ändert das auch seinen Job gewaltig. „Ich betrete heute ein Gebäude virtuell und schaue mich um, bevor es real existiert. Man kann hindurchlaufen, Installationen ansehen und sogar Schaltvorgänge vornehmen.“ Haben die Sachverständigen etwas Sicherheitsrelevantes zu monieren, lässt sich der Mangel durch Umplanung beheben, bevor er in Stein und Stahl in der Welt ist.

Mit digitalen Zwillingen Planungsverfahren beschleunigen

In der „alten Welt“ war der Tag einer Bauabnahme eine oft neuralgische Angelegenheit. „Wir sind ja vermeintlich die Besserwisser – und als solche nicht sehr beliebt“, sagt Müller trocken. „Nicht selten kommt der Prüfsachverständige wenige Tage vor der geplanten Inbetriebnahme als Showstopper.“ Er schildert Fälle, in denen ein Gebäude für fünf Jahre geschlossen wurde, weil ein Brandschutzdetail nicht bedacht worden war. „Manchmal geht es nur um Zentimeter. Wenn sich aber der Lüftungskanal und die Sprinkleranlage in die Quere kommen, entsteht ein massives Problem – und eine Nachbesserung kostet schnell sechsstellige Beträge und viel Zeit.“ Heute können sich Sachverständige schon früh – digital – in den Prozess einbringen und so böse Überraschungen vermeiden helfen.

Um der BIM-Methode zum Durchbruch zu verhelfen, erhöht auch die Bundesregierung den Einsatz – auch mit dem Ziel, die Planungs- und Genehmigungsverfahren von Großprojekten zu beschleunigen. So hat das Bundesministerium für Digitales und Verkehr einen Stufenplan für die BIM-Einführung vorgelegt. Auch das Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen war involviert, als das bundeseigene BIM-Portal im Dezember 2022 an den Start ging. Die Innovation betrifft allerdings nicht nur das Baurecht, sondern auch die gängigen Normen für die Prüfung – und hier besteht noch Klärungsbedarf. „Im Zuge des BIM-Prüfkonzepts sind verschiedene Schnittstellen entstanden, bei denen die Zuständigkeiten und Auslegungen noch erfolgen müssen“, sagt Manfred Haß, der die Fachabteilung Industrie bei der DEKRA in Kiel leitet.

Konflikt zwischen Baurecht und Produktsicherheitsrecht

Ein Beispiel ist die Prüfung von Aufzugsanlagen im digitalen Zeitalter: Hier beschreibt eine neue Technische Regel für Betriebssicherheit (Veröffentlichung Anhang 4, TRBS 1201 Teil 4 in Kürze) die heikle Schnittstelle zwischen Aufzugsanlagen- und Baurecht. Die Zugelassenen Überwachungsstellen (ZÜS) müssen und werden sich mit der Interpretation dieser Schnittstelle befassen. Ziel ist es, eine klare Hilfestellung zu liefern für die Betreiber von Gebäuden, die Hersteller von Aufzügen und alle anderen mit dem Bau befassten Stellen. „Früher gab es im Aufzug eine Klingel, die laut schellte, wenn er stecken blieb – und das war es", sagt Haß. Heute ist die Feuerwehr digital aufgeschaltet, ein Aufzug ist eine Maschine im Internet der Dinge – mit allen Vor- und Nachteilen auch mit Blick auf Cybersicherheit.
Eine zentrale Frage betrifft den Aufzugsschacht: Gehört er zum Gebäude oder zur Maschine, die auf- und abfährt? Abhängig von der Antwort betreffen die prüfrechtlichen Folgen entweder eher das Baurecht, das in 16 Bundesländern unterschiedlich ist, oder eher die europäische Aufzugsrichtlinie oder die Maschinenrichtlinie. Verankert ist das Thema nach jetziger Definition im Baurecht, zuständig für die Schnittstelle ist hingegen ein drittes Ministerium – jenes für Arbeit und Soziales, in Verantwortung für Betriebssicherheit und Arbeitsschutz. Viel Abstimmungsarbeit auch für den Arbeitskreis 2 der ZÜS, der sich mit der bevorstehenden Präzisierung der TRBS hinsichtlich der Schnittstellen zwischen Aufzug und Gebäude im Anhang 4 und deren Umsetzung in die Prüfpraxis befasst. Der Anhang 3, der die Prüfung von Feuerwehraufzügen beschreibt, liegt bereits veröffentlicht vor.

TÜV-Experte Michael Müller kann allerdings schon absehen, dass an der kniffligen Schnittstelle viel auf die Betroffenen zukommen wird: „Die 'heilige Kuh' ist in Gebäuden immer das Treppenhaus, das per Definition als brandlastfreier Raum gilt." Das Motto: Hier ist man sicher. Sollten für den Fahrschacht ähnliche Maßstäbe angelegt werden, dann müsste auch mit Druckbelüftungsanlagen dafür gesorgt werden, dass Rauch nicht in den Fahrschacht eindringt und andersherum ein mögliches Feuer am Aufzug den Schacht nicht verlässt. „Gerade bei Bestandsgebäuden wird das die Betreiber von Aufzügen, also in der Regel die Hauseigentümer, vor große Herausforderungen stellen", sagt DEKRA-Experte Manfred Haß. Klar ist schon jetzt: Auf Aufzugsprüfer:innen, Baurechtsachverständige und Brandschützer:innen, die alle an dieser sicherheitskritischen Schnittstelle tätig sind, wartet noch viel Arbeit.

Arbeitsschutz bei Kesselprüfungen

Wenn es mal wieder eng wird

Redaktion

Häufig arbeiten Sachverständige unter erschwerten, teils gefährlichen Bedingungen. Gerade bei der Innen-Inspektion von engen Druckbehältern oder Silos muss alles getan werden, um Risiken für Leib und Leben zu minimieren. Zwei Sachverständige berichten aus der Praxis.

Gaskessel, Silos oder riesige Reaktionsgefäße aus Stahl: Solche Räume sind eigentlich nicht für Menschen gedacht. Und doch steigt regelmäßig jemand hinein – für die unumgängliche Sichtprüfung. „Materialermüdung oder kleine Risse, die zu verheerenden Explosionen führen können, zeigen sich zuerst an der Innenwand", sagt Jörg Schöpe, Leiter Industrie Services bei TÜV Thüringen. Er leitet den Erfahrungsaustausch der Sachverständigen, die bei den Zugelassenen Überwachungsstellen (ZÜS) die Druckanlagen prüfen. „Man will schließlich zerstörungsfrei prüfen. Also muss man hinein, um zu sehen, ob der Behälter in Ordnung ist", sagt Schöpe. Mehr als 306.000 Druckbehälteranlagen und Dampfkessel wurden im Jahr 2022 geprüft. Spätestens alle fünf Jahre muss die Prüfung erfolgen.

Trotz neuer technischer Methoden wie Ultraschall-Untersuchungen, akustischen und endoskopischen Verfahren oder Durchstrahlungsprüfungen bleibt es auch heute beim sogenannten

„Befahren von Behältern". Analog zum Einfahren eines Bergmanns in den Schacht „fährt" eine Person in das Stahlgefäß ein. „Tatsächlich rollt da nichts, sondern wir schlüpfen durch ein Loch – so eng, dass die Schultern kaum passen", berichtet Schöpe. Nur Personen, deren körperliche und mentale Fitness zweifelsfrei feststeht, können diese Aufgabe erfüllen. Die Ingenieure müssen sich jährlich entsprechenden ärztlichen Eignungsprüfungen unterziehen, bei denen die Vitalwerte gemessen werden. „Wer nicht selbstständig wieder rauskommt, ist nur schwer zu retten", sagt Schöpe. Ein Kreislaufkollaps kann tödlich enden. In Großwasserraumkesseln beispielsweise ist die klassische ovale Öffnung nur 32 mal 42 Zentimeter groß. Eine bewusstlose Person durch diese wieder ins Freie befördern zu wollen, sei extrem schwierig – erst recht, wenn der Ausstieg seitlich am Gefäß angebracht ist.

Im Öffnungsmaß liegt ein Zielkonflikt – und ein seit Jahren bestehendes arbeitsschutzrechtliches Problem. Kleine Öffnungen sind im Interesse von Kesselbauern und Anlagenbetreibern, denn je größer der Ausschnitt konzipiert wird, desto mehr Material ist für die Stabilität der Wandung nötig. „Die Hersteller wollen die Wandstärken möglichst gering halten und wenig Material verbauen", sagt Schöpe. Dagegen steht das Interesse der Berufsgenossenschaften als Versicherungsträger und der Sachverständigen, die im Sinne eines praktikablen Rettungskonzepts die sogenannten „Mannlöcher" tendenziell vergrößert haben wollen.

Die Regel 113-004 der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) ist hierzulande die maßgebliche Vorschrift für den Arbeitsschutz, wenn es um Behälter, Silos und enge Räume geht. Zahlreiche Risiken und entsprechende Sicherheitsvorkehrungen sind dort gelistet. „Meist finden wir in der Praxis so kleine Einstiegsöffnungen vor, die nach den verschärften Regeln nicht mehr zulässig sind", sagt Thomas Prager, Fachgebietsleiter Anlagensicherheit bei TÜV Rheinland. Ein Dilemma, auf das die Sachverständigen seit Jahren hinweisen.

Dabei sind die Behälter durchaus regelkonform gebaut und zugelassen worden: „Die europäischen Normen für die Konstruktion der Großwasserraumkessel sind 2016 zuletzt geändert worden – und erlauben die Mannlöcher von 32 mal 42 Zentimetern", sagt Prager. Empfehlenswert sei dagegen nach deutschem Recht ein Durchmesser von 60 Zentimetern als Mindestmaß für die Zugangsöffnung. Auch das am Körper getragene Rettungsgeschirr erweise sich faktisch oft als Hindernis beim Ein- und Ausstieg. „Man bräuchte eigentlich glatte Kleidung ohne Haken und Ösen", sagt Prager aus langjähriger Erfahrung.

Das Problem betrifft nicht nur die Prüfsachverständigen, sondern mindestens ebenso stark die Arbeitskräfte, die etwa als Reinigungsbauhelfer die Räume für die Inspektion vorbereiten. „Bevor wir einsteigen, sind andere Menschen im Auftrag der Betreiber am Werk und schleifen beispielsweise die Wände an. Deren Job ist noch anspruchsvoller und gefährlicher", sagt Prager.

Vor dem Befahren müssen – unabhängig von der Größe der Rettungsöffnung – einige Dinge sichergestellt sein: Alle Zuleitungen gilt es zuverlässig zu verschließen. Es dürfen zudem keine schädlichen Medien mehr enthalten sein und der Behälter muss „freigemessen" und belüftet werden, sodass man Sauerstoffmangel und die Anwesenheit gefährlicher Gase und Dämpfe ausschließen kann. Aufsichtsführende, Sicherungsposten und kontinuierliche Überwachung sind während der Inspektion selbstverständlich. Besonders wichtig ist aber die Selbsteinschätzung des Prüfsachverständigen: Fühle ich mich heute fit genug für den Auftrag? Der Einstieg ist schließlich nicht nur körperlich fordernd, sondern auch psychisch.

Mit ihrer Inspektion in der Enge sind die Experten – historisch betrachtet – quasi wieder an den Wurzeln der Technischen Überwachungsvereine tätig. „Der TÜV ging aus den Dampfkessel-Überwachungsvereinen zu Zeiten der industriellen Revolution hervor", erklärt Schöpe. 1866 gründeten 22 Betreiber von Dampfkesseln in Mannheim die erste Prüforganisation dieser Art. Damals wie heute ging es darum, Menschen zu schützen und die Investitionen vor folgenschweren Explosionen zu bewahren, indem man potenzielle Havarieursachen frühzeitig erkennt und Kessel regelmäßig wartet. Die Betreiber sollten alles daransetzen, da sind sich Schöpe und Prager einig, die Vorgaben zum Befahren der Anlagen und die entsprechenden Rettungskonzepte ernst zu nehmen. Regelmäßige Rettungsübungen am Objekt sind bei vorbildlichen Unternehmen längst Standard.

Prüfungen von Aufzugsanlagen

Die Sicherheit von Aufzugsanlagen wird in Deutschland engmaschig überwacht. Im jährlichen Wechsel findet eine umfangreiche Hauptprüfung und eine Zwischenprüfung statt. Hinzu kommen Prüfungen nach prüfpflichtigen Änderungen, zum Beispiel nach dem Austausch besonders sicherheitskritischer Bauteile und Prüfungen nach Wiederinbetriebnahme. Gesondert ausgewiesen werden die ebenfalls obligatorischen Prüfungen vor der erstmaligen Inbetriebnahme.

Im Jahr 2022 haben die Sachverständigen der Zugelassenen Überwachungsstellen (ZÜS) 656.924 Aufzugsanlagen geprüft. Mit einem Anteil von 48,1 Prozent war vor Abschluss der Prüfung nur knapp die Hälfte der Aufzüge mängelfrei. 39,4 Prozent der untersuchten Aufzüge wiesen geringfügige Mängel auf und 11,8 Prozent sicherheitserhebliche Mängel. Bei 0,7 Prozent der Aufzugsanlagen stellten die Sachverständigen gefährliche Mängel fest. Das entspricht rund 4.700 Anlagen.

Die Bewertung der Mängel erfolgt auf Grundlage eines Beschlusses des Erfahrungsaustauschkreises der Zugelassenen Überwachungsstellen (EK ZÜS).[1] Im entsprechenden Mängelkatalog sind drei Mängelkategorien für Aufzüge festgelegt:

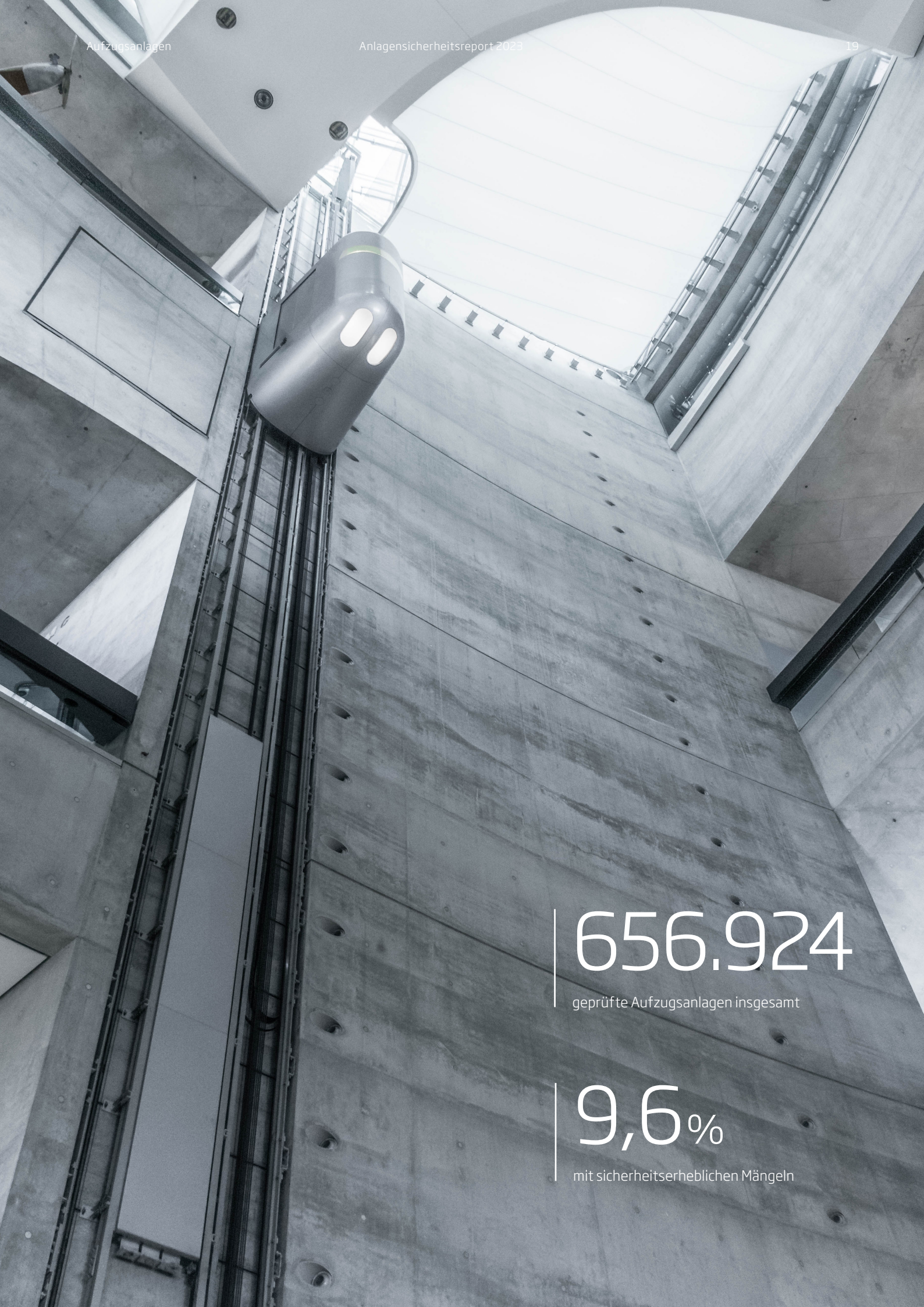
- Geringfügige Mängel müssen bis zur nächsten wiederkehrenden Prüfung behoben werden.
- Sicherheitserhebliche Mängel müssen spätestens nach drei Monaten behoben sein. Nach der Behebung erfolgt eine Nachprüfung durch die ZÜS.
- Gefährliche Mängel gefährden Benutzer:innen sowie Wartungs- und Prüfpersonal unmittelbar. Aufzüge mit gefährlichen Mängeln werden sofort stillgelegt.

Prüfungen vor Inbetriebnahme

Seit dem Jahr 2017 prüfen die Sachverständigen der ZÜS neue Aufzugsanlagen auch vor der erstmaligen Inbetriebnahme (PvI). Prüfgrundlagen sind die Aufzugsrichtlinie 2014/33/EU (AufzRL) oder die Maschinenrichtlinie 2006/42/EG (MaschRL). Unter die MaschRL fallen neben Homelifts auch bestimmte barrierefreie Aufzugsanlagen für Menschen mit Behinderungen und Fassadenbefahranlagen sowie Aufzüge in den Türmen von Windenergieanlagen. Zu den Aufzügen nach AufzRL gehören Personen- und Lastenaufzüge, die ein Betreten von Personen zulassen und nicht unter die MaschRL fallen.

Im Jahr 2022 haben ZÜS-Sachverständige insgesamt 27.102 Aufzüge vor erstmaliger Inbetriebnahme geprüft. 13,3 Prozent der Anlagen hatten geringfügige Mängel, 12 Prozent sicherheitserhebliche Mängel und 4,7 Prozent gefährliche Mängel.

1) Aktueller Beschluss ZÜS-BA-002 rev 6.



656.924

geprüfte Aufzugsanlagen insgesamt

9,6 %

mit sicherheitserheblichen Mängeln

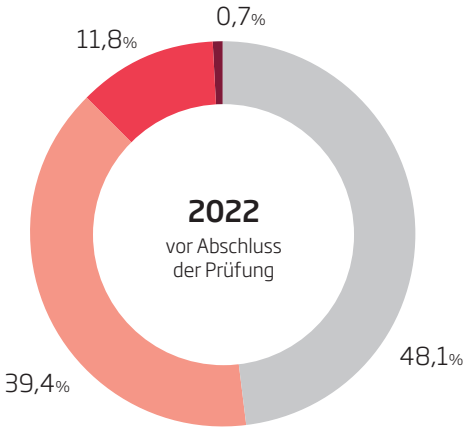
Aufzugsanlagen

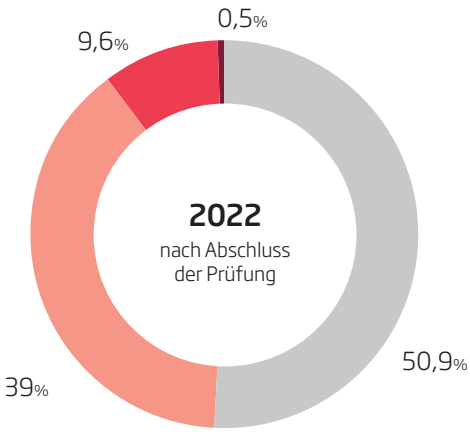
Alle Mängel bei wiederkehrenden Prüfungen: Haupt- und Zwischenprüfung

656.924

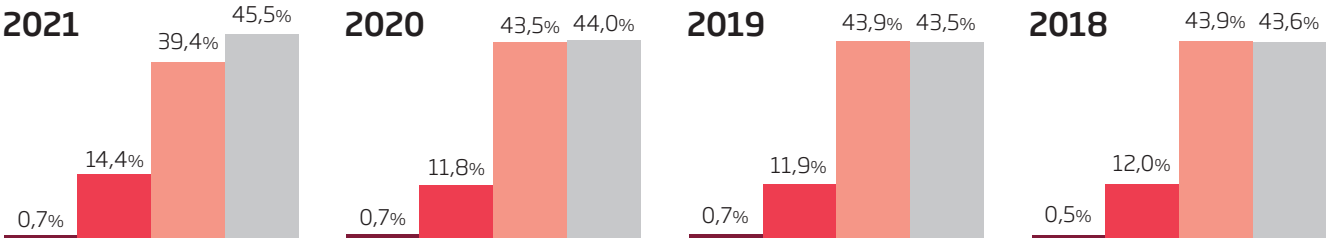
Gesamtzahl der wiederkehrenden Prüfungen

- Keine Mängel
- Geringfügige Mängel
- Erhebliche Mängel
- Gefährliche Mängel

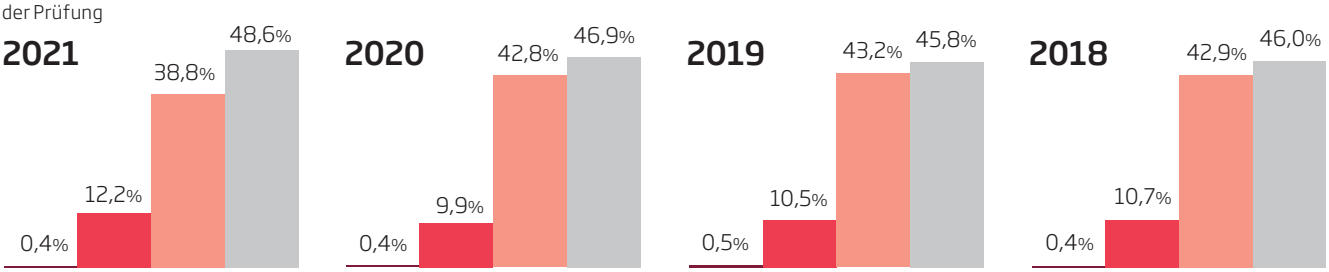




vor Abschluss der Prüfung



nach Abschluss der Prüfung



649.941* 636.626* 607.229* 587.497*

* Gesamtzahl der Prüfungen

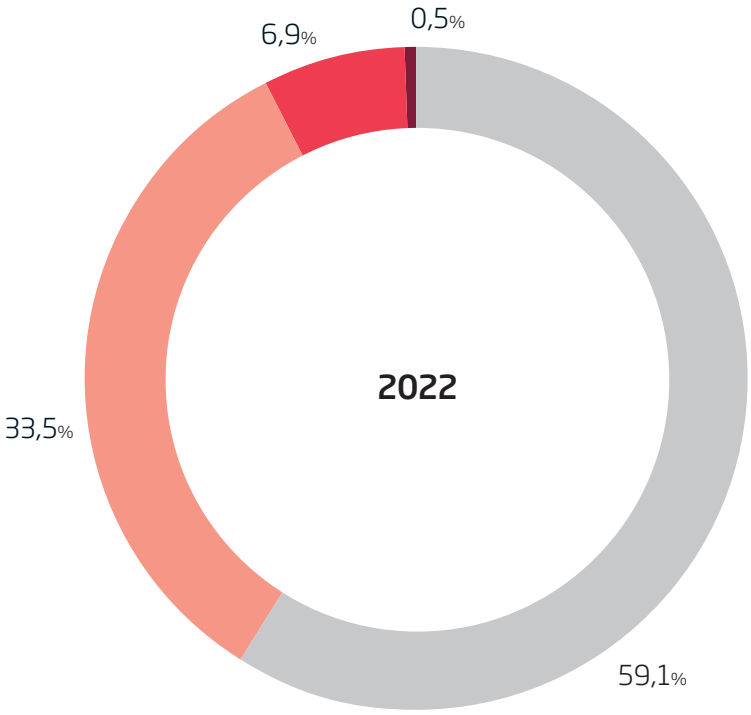
Aufzugsanlagen

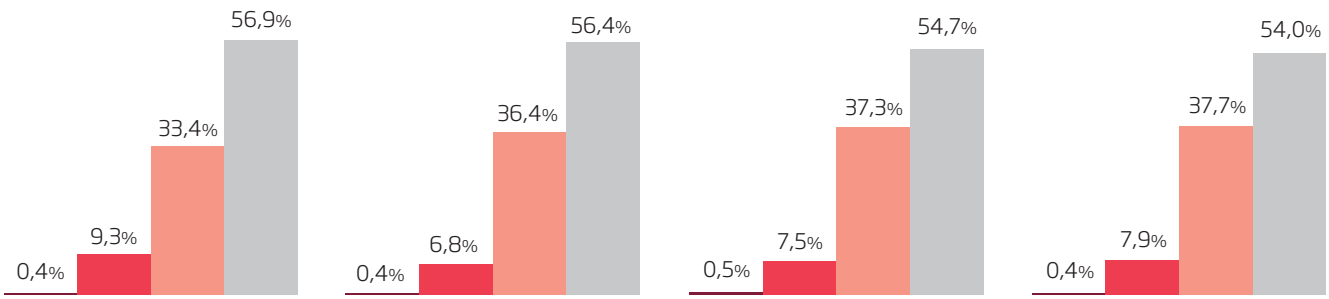
Bei Zwischenprüfungen festgestellte Mängel

319.275

Gesamtzahl der Zwischenprüfungen

- Keine Mängel
- Geringfügige Mängel
- Erhebliche Mängel
- Gefährliche Mängel





2021	2020	2019	2018
312.060*	305.447*	290.293*	279.677*

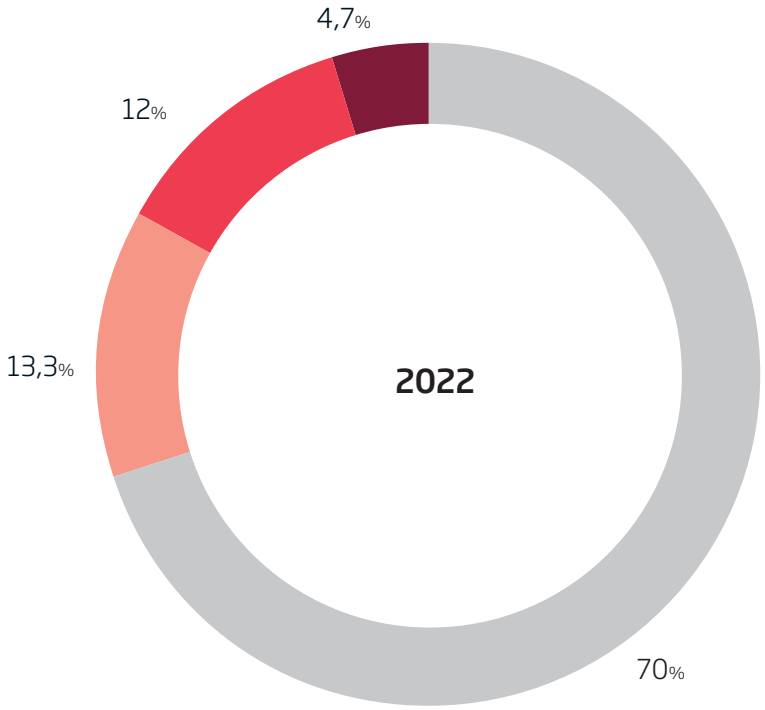
* Gesamtzahl der Prüfungen

Aufzugsanlagen

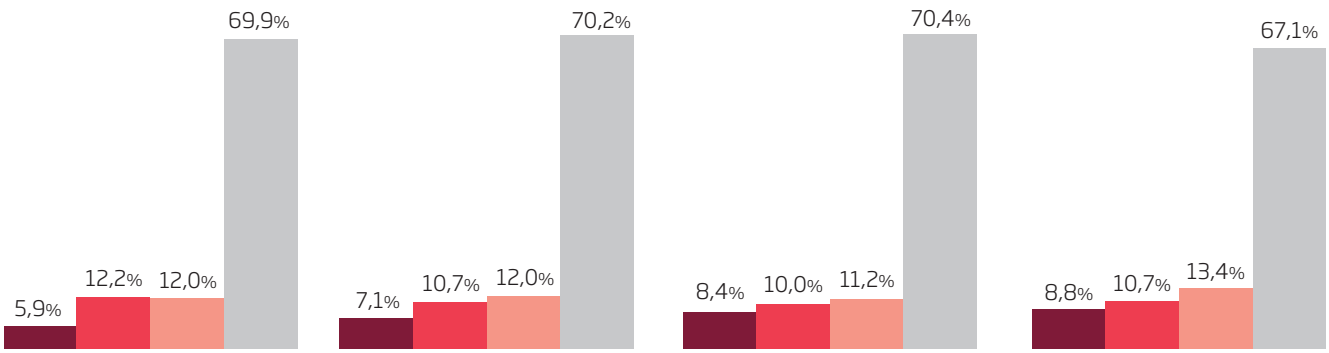
Bei Prüfungen vor erstmaliger Inbetriebnahme festgestellte Mängel

27.102

Gesamtzahl der Prüfungen vor erstmaliger Inbetriebnahme nach 2014/33/EU und 2006/42/EG



- Keine Mängel
- Geringfügige Mängel
- Erhebliche Mängel
- Gefährliche Mängel



2021 27.772*

2020 29.486*

2019 25.742*

2018 25.135*

* Gesamtzahl der Prüfungen

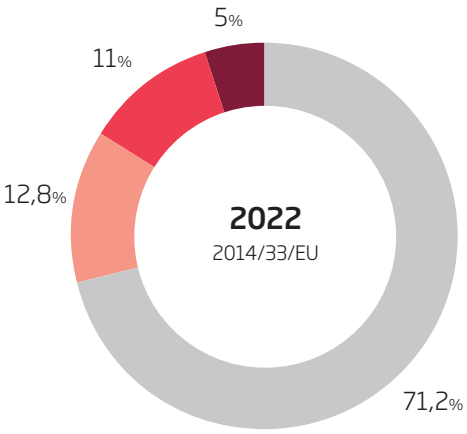
Aufzugsanlagen

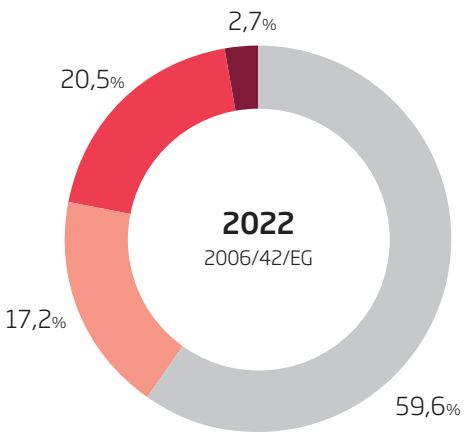
Bei Prüfungen vor erstmaliger Inbetriebnahme festgestellte Mängel

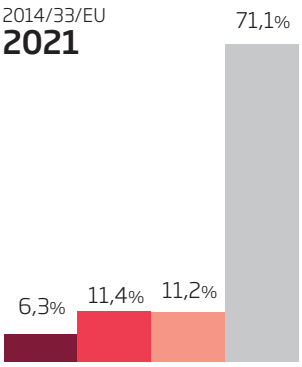
24.238
Prüfungen nach 2014/33/EU

2.864
Prüfungen nach 2006/42/EG

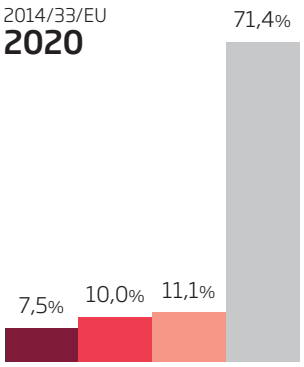
- Keine Mängel
- Geringfügige Mängel
- Erhebliche Mängel
- Gefährliche Mängel



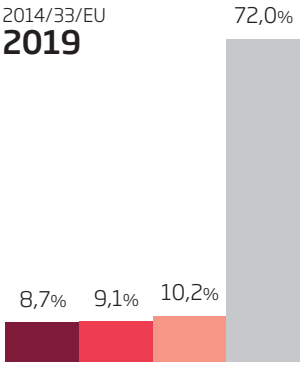




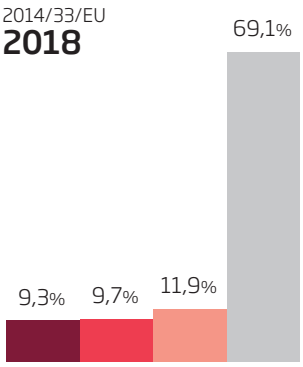
24.906*



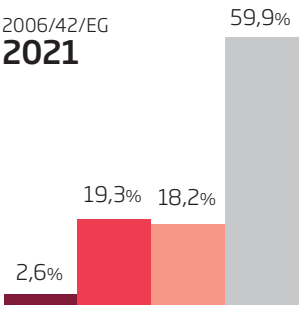
26.937*



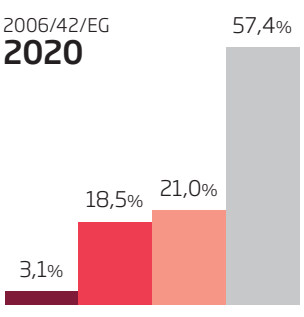
24.046*



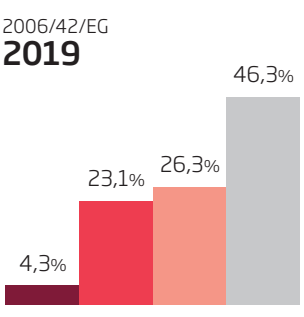
22.892*



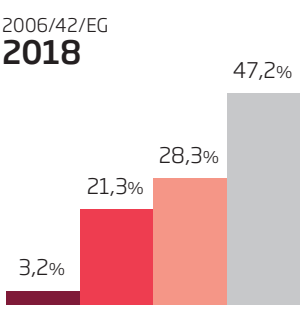
2.866*



2.549*



1.696*



2.243*

* Gesamtzahl der Prüfungen

306.369

geprüfte Druckbehälteranlagen

81,3%

ohne Mängel

4,6%

mit erheblichen Mängeln

Prüfungen von Druckanlagen

Druckbehälteranlagen sind Anlagen mit einem Volumen von mindestens einem Liter und einem maximal zulässigen Druck von mehr als 0,5 bar. Zu ihnen zählen beispielsweise Druckluftbehälter bei Kompressoren oder Reaktionsbehälter in verfahrenstechnischen Anlagen.

Im Jahr 2022 prüften die Sachverständigen der Zugelassenen Überwachungsstellen (ZÜS) insgesamt 306.369 Druckanlagen. Davon waren 81,3 Prozent mängelfrei, 14,1 Prozent wiesen geringfügige Mängel auf und 4,6 Prozent erhebliche Mängel.

Dampfkesselanlagen beinhalten beheizte Druckgeräte, bei denen die Gefahr einer Überhitzung besteht. Sie erzeugen Dampf oder Heißwasser mit einer Temperatur von mehr als 110 Grad bei einem Volumen von mehr als zwei Litern und einem maximal zulässigen Druck von mehr als 0,5 bar. Zu dieser Anlagenkategorie gehören Kraftwerkskessel oder auch Dampferzeuger für Sterilisatoren in Krankenhäusern. Bei den 26.256 im Jahr 2022 geprüften Dampfkesselanlagen wurden bei 79 Prozent der Anlagen keine Mängel festgestellt. 16,6 Prozent wiesen geringfügige und 4,2 Prozent erhebliche Mängel auf. Gefährliche Mängel wurden bei 0,2 Prozent der Anlagen festgestellt. Das sind etwa 50 Anlagen. Sie mussten sofort stillgelegt werden.

Die Bewertung der Mängel erfolgt auf Grundlage eines Beschlusses des Erfahrungsaustauschkreises der Zugelassenen Überwachungsstellen vom 15. November 2017 in der zum Prüfungszeitpunkt gültigen Fassung.[1] Darin wurden drei spezifische Mängelkategorien für Druckanlagen festgelegt:

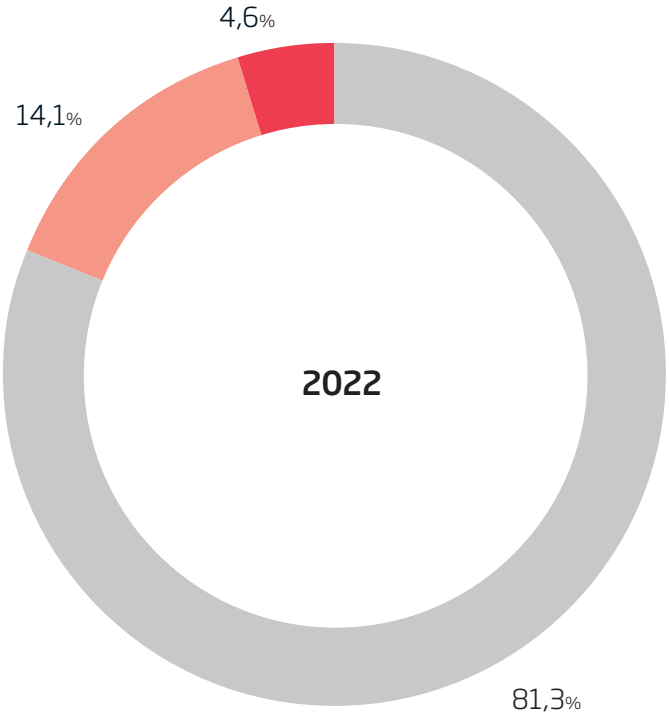
> geringfügig
> erheblich
> gefährlich

Die Zuordnung zu diesen Kategorien erfolgt auf Basis einer zusammenfassenden Bewertung der aufgetretenen Einzelmängel. Ein erheblicher Mangel kann also durchaus auch mehrere erhebliche 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.

1) Aktueller Beschluss ZÜS-BD-003 rev 5.

Druckbehälteranlagen

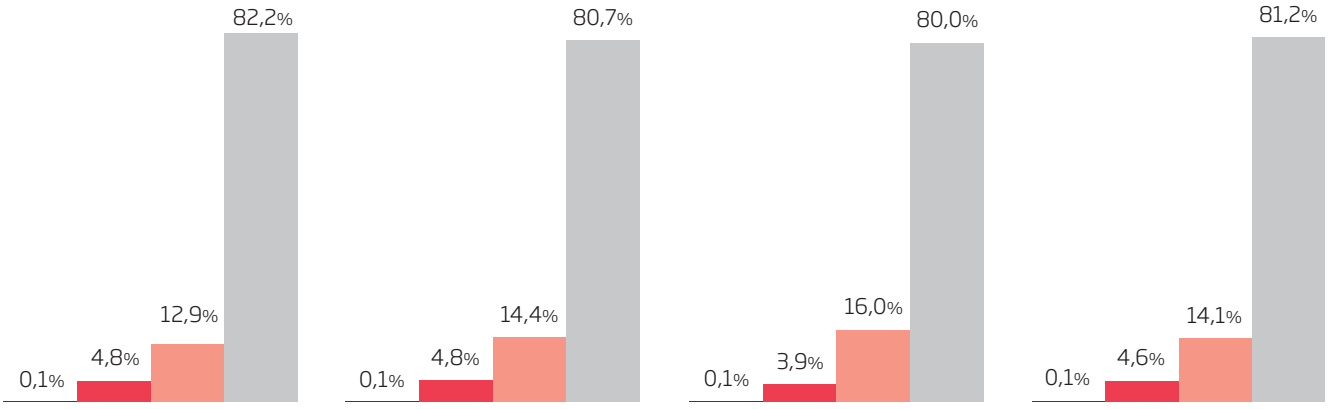
Mängelverteilung über alle Prüfungen von Anlagen und Anlagenteilen



306.369

Gesamtzahl der Prüfungen von Anlagen und Anlagenteilen

- Keine Mängel
- Geringfügige Mängel
- Erhebliche Mängel
- Gefährliche Mängel



2021	2020	2019	2018
261.895	243.752	346.017	317.147

* Gesamtzahl der Prüfungen

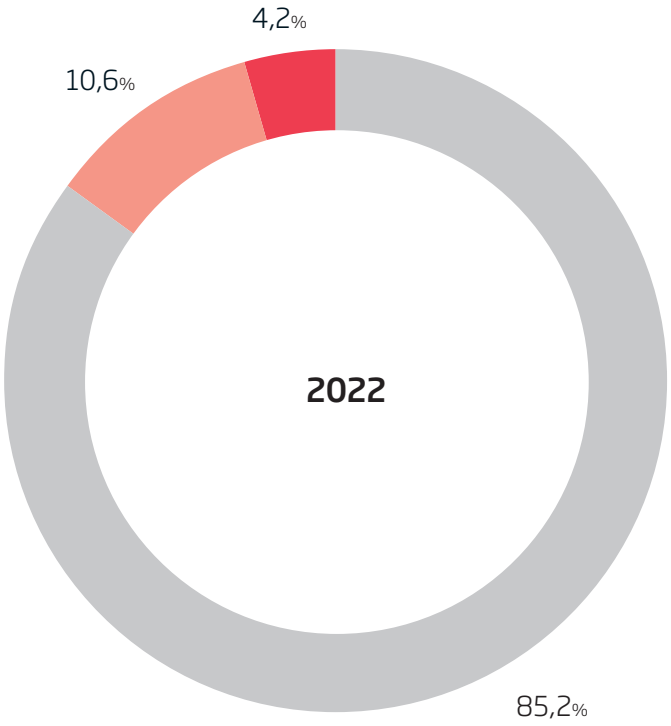
Druckbehälteranlagen

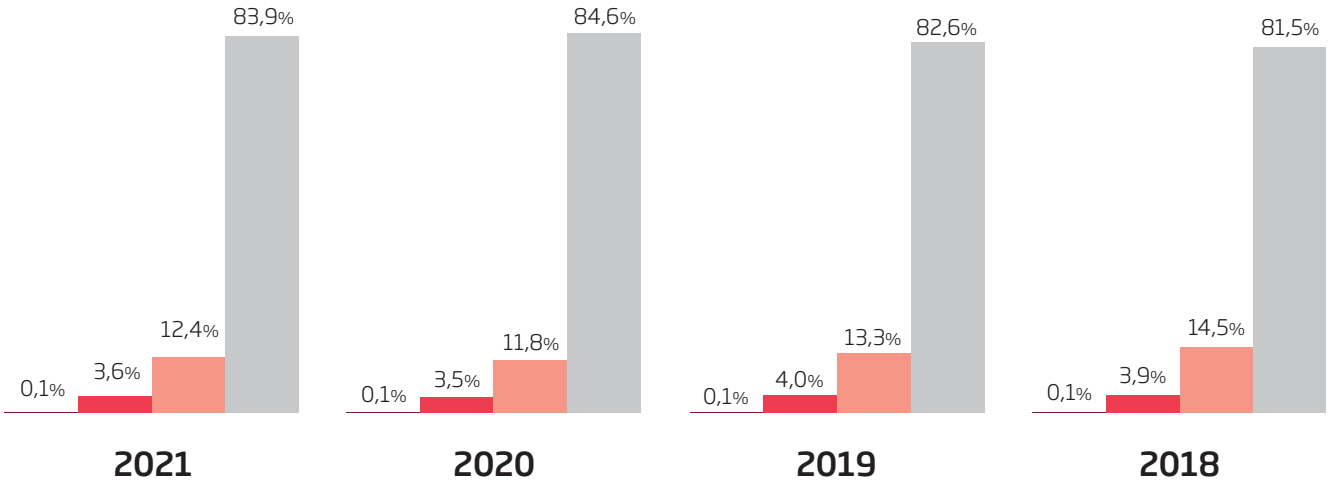
Festgestellte Mängel bei Prüfung vor Inbetriebnahme

85,2%

aller geprüften Druckbehälteranlagen bei Prüfung vor Inbetriebnahme sind mängelfrei

- Keine Mängel
- Geringfügige Mängel
- Erhebliche Mängel
- Gefährliche Mängel





Druckbehälteranlagen müssen nach BetrSichV bereits vor der erstmaligen Inbetriebnahme geprüft werden.

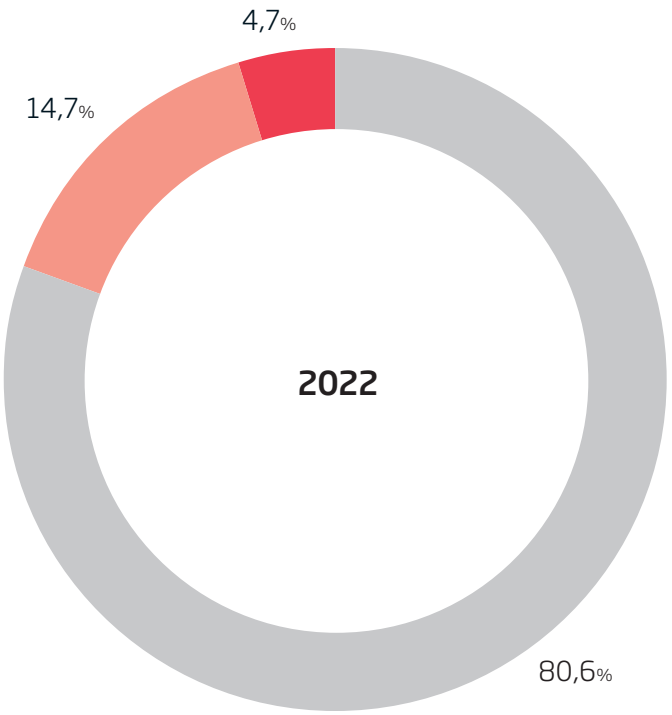
Druckbehälteranlagen

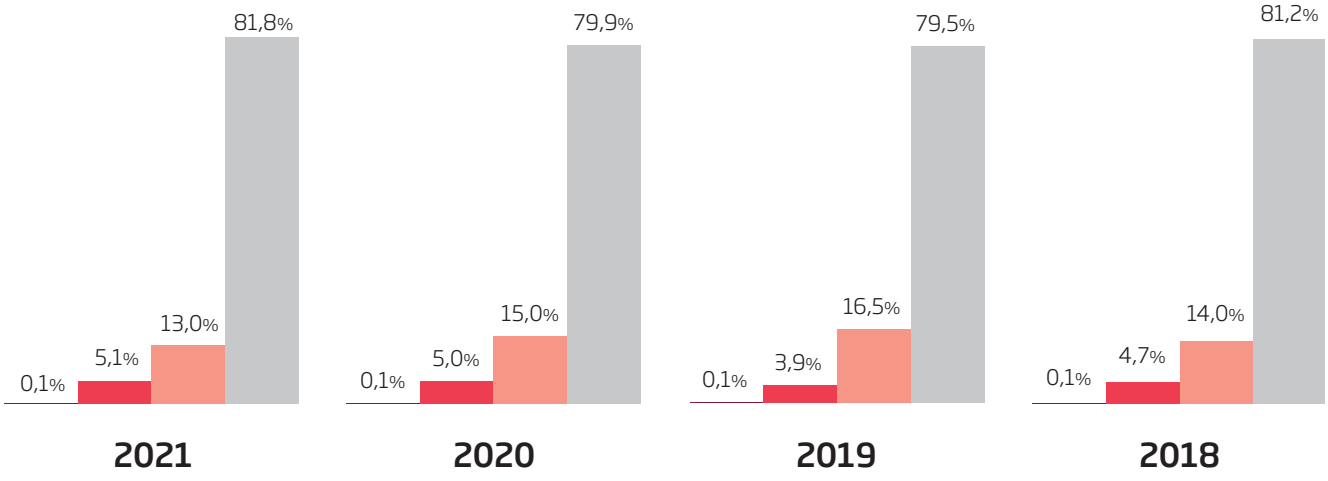
Festgestellte Mängel bei wiederkehrenden Prüfungen

80,6%

aller geprüften Druckbehälteranlagen bei wiederkehrenden Prüfungen sind mängelfrei

- Keine Mängel
- Geringfügige Mängel
- Erhebliche Mängel
- Gefährliche Mängel

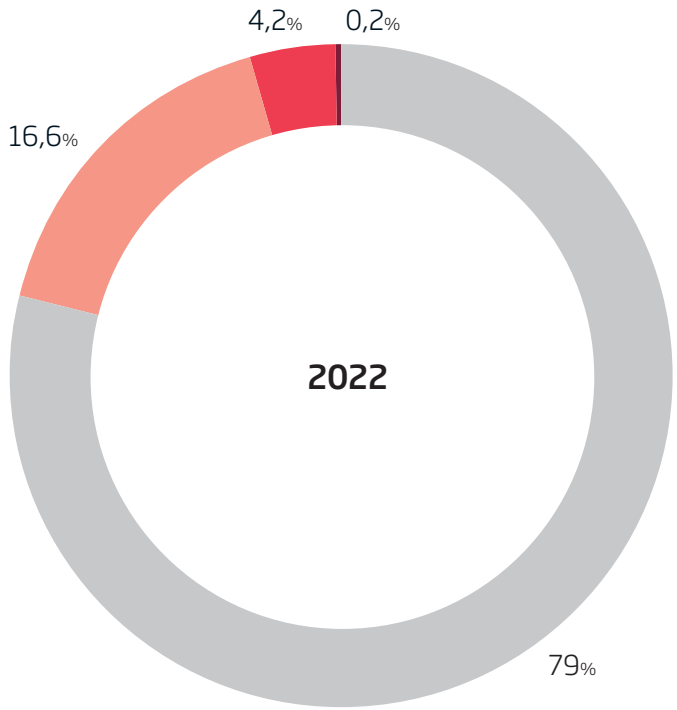




Druckbehälteranlagen und ihre Anlagenteile werden im Betrieb regelmäßig wiederkehrend geprüft.

Dampfkesselanlagen

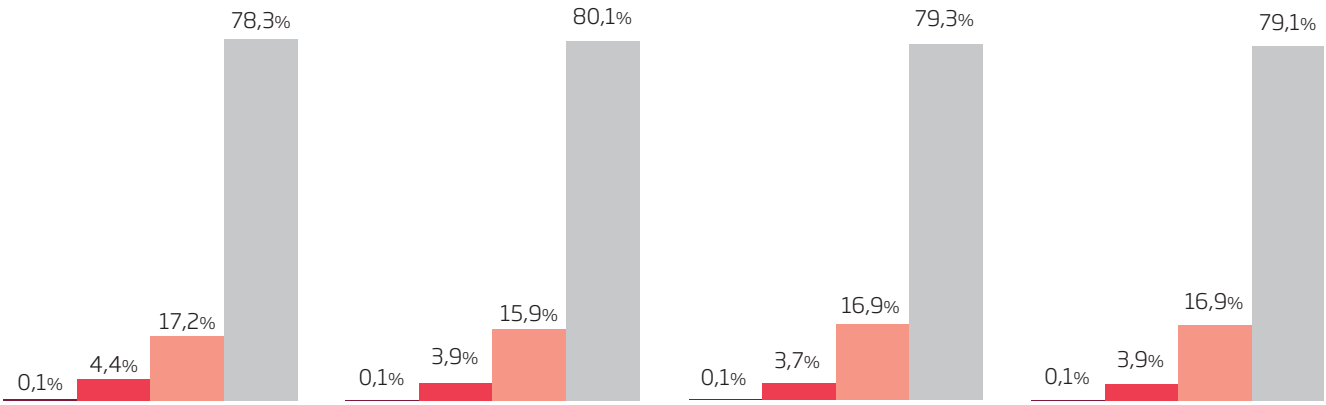
Mängelverteilung über alle Prüfungen von Anlagen und Anlagenteilen



26.256

Gesamtzahl der Prüfungen von Anlagen und Anlagenteilen

- Keine Mängel
- Geringfügige Mängel
- Erhebliche Mängel
- Gefährliche Mängel

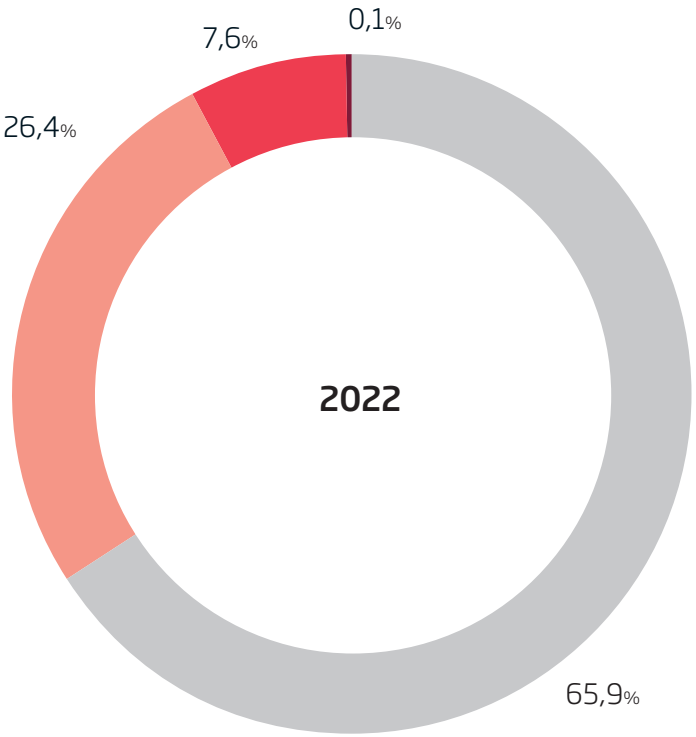


2021	2020	2019	2018
19.865*	19.449*	27.339*	26.617*

* Gesamtzahl der Prüfungen

Dampfkesselanlagen

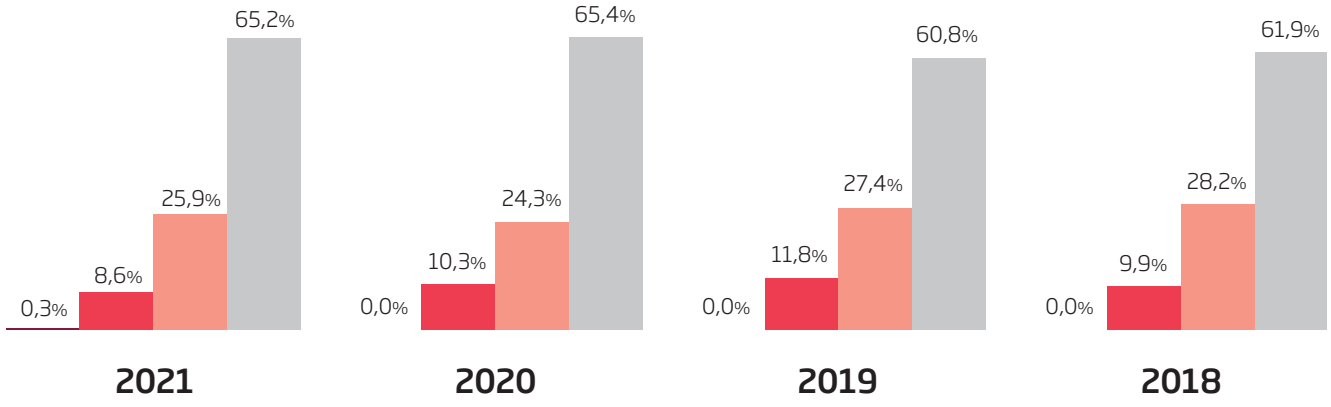
Festgestellte Mängel bei Prüfung vor Inbetriebnahme



65,9%

aller geprüften Dampfkesselanlagen bei Prüfung vor Inbetriebnahme sind mängelfrei

- Keine Mängel
- Geringfügige Mängel
- Erhebliche Mängel
- Gefährliche Mängel



Dampfkesselanlagen müssen nach BetrSichV bereits vor der erstmaligen Inbetriebnahme geprüft werden.

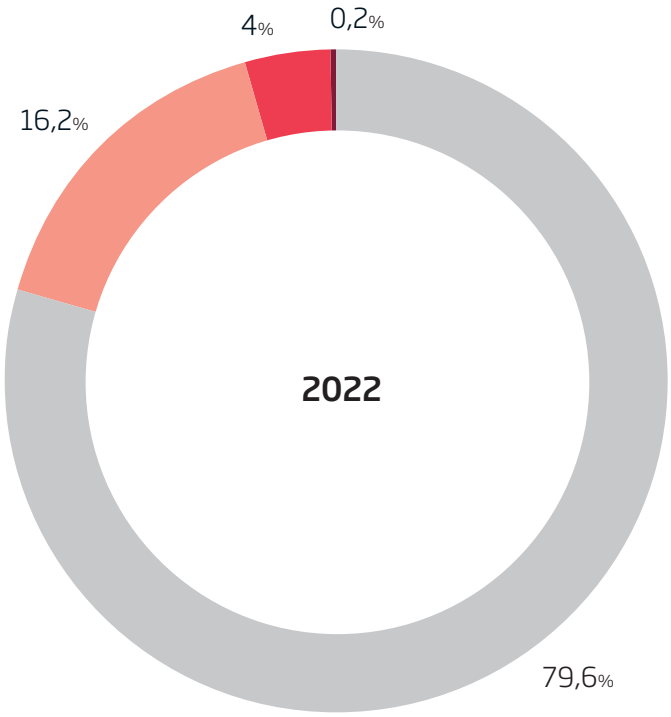
Dampfkesselanlagen

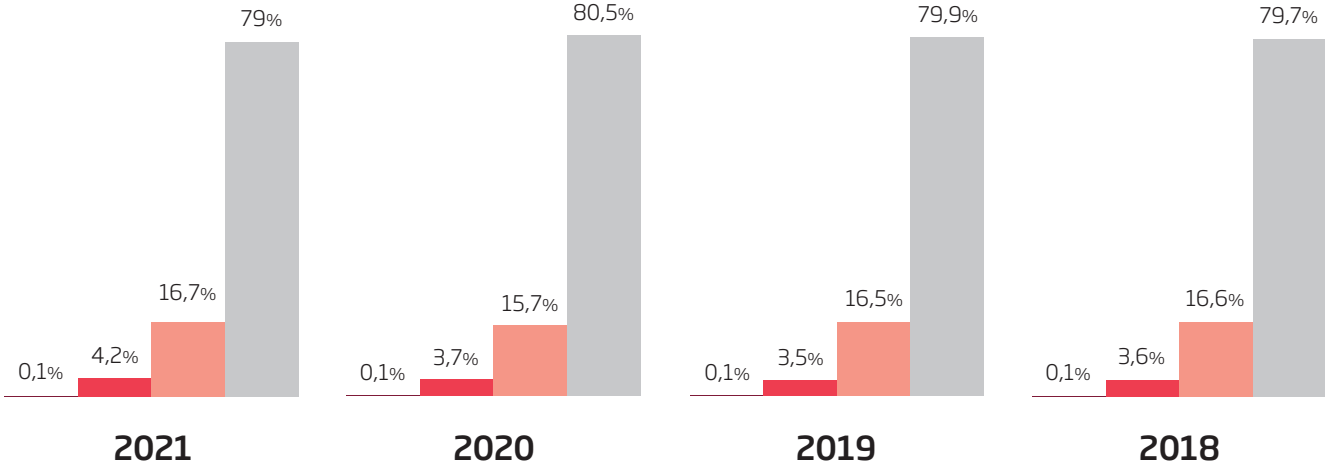
Festgestellte Mängel bei wiederkehrenden Prüfungen

79,6%

aller geprüften Dampfkesselanlagen bei wiederkehrenden Prüfungen sind mängelfrei

- Keine Mängel
- Geringfügige Mängel
- Erhebliche Mängel
- Gefährliche Mängel





Dampfkesselanlagen und ihre Anlagenteile werden im Betrieb regelmäßig wiederkehrend geprüft.

Prüfungen von Ex-Anlagen

In der Betriebssicherheitsverordnung[1] werden Ex-Anlagen als „Gesamtheit der explosionsschutzrelevanten Arbeitsmittel einschließlich der Verbindungselemente sowie der explosionsschutzrelevanten Gebäudeteile“ definiert. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um Anlagen für die Lagerung sowie die Befüllung und Entnahme von entzündbaren Stoffen, aber auch um verfahrenstechnische Anlagen oder Lackierkabinen. Explosionsschutzrelevante Arbeitsmittel sind beispielsweise Elektromotoren, Heizoberflächen oder Gasbrenner, die eine Zündquelle darstellen. Unter den Gebäudeteilen versteht man unter anderem Fußböden mit erforderlicher elektrostatischer Ableitfähigkeit oder Wände, die der Abdichtung eines Raumes mit einer explosionsfähigen Atmosphäre dienen.

12.260

Summe aller geprüften Ex-Anlagen und ihrer Anlagenteile 2022

Der Anlagensicherheitsreport führt die Mängelzahlen für folgende Ex-Anlagen auf:

- Lageranlagen mit ortsfesten Behältern mit einem Gesamtrauminhalt von mehr als 10.000 Litern,
- Füll- und Entleerstellen mit einer Umschlagkapazität von mehr als 1.000 Litern pro Stunde sowie
- Tankstellen für Fahrzeuge aller Art 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.

Die Zugelassenen Überwachungsstellen (ZÜS) haben für Ex-Anlagen folgende Mängelkategorien festgelegt:[2]

- geringfügig
- erheblich
- gefährlich

Die Zuordnung zu diesen Kategorien erfolgt auf Basis einer Zusammenfassung der erfassten Einzelmängel. Eine der Mängelkategorie „erheblicher Mangel" zugeordnete Anlage kann durchaus mehrere erhebliche oder geringfügige Einzelmängel beinhalten. Dieser Fokus auf das Prüfungsergebnis und nicht auf einzelne Mängel ermöglicht es, die Ergebnisse bundesweit zu vergleichen und grundlegende Aussagen über den Sicherheitszustand der Anlagen auf Basis aller Ergebnisse der ZÜS zu treffen.

Prüfung vor Inbetriebnahme und während der Prüfung behobene Mängel

Seit dem Jahr 2011 wird zwischen Mängeln differenziert, die bei einer Prüfung vor Inbetriebnahme (PvI) erfasst werden und solchen Mängeln, die bei einer wiederkehrenden Prüfung im laufenden Betrieb entdeckt werden. Daraus lassen sich Schlüsse für die Sicherheit der Anlagen und den Prüfbetrieb ziehen.

Neben der Erfassung der Prüfergebnisse ist auch die Zahl der während der Prüfung beseitigten Mängel für die Bewertung des Anlagenzustands interessant. Dabei handelt es sich um die Mängel, die noch während der Prüfung beispielsweise durch den Austausch von sicherheitstechnischen Ausrüstungsteilen behoben werden. Bei diesen Mängeln handelt es sich um Einzelmängel, bei denen auf eine Kategorisierung verzichtet wurde.

Zustand der Ex-Anlagen im Jahr 2022

Im Jahr 2022 haben die Sachverständigen der ZÜS insgesamt 12.260 Ex-Anlagen und deren Anlagenteile vor Inbetriebnahme und wiederkehrend geprüft: 3.530 Tankstellen, 861 Gasfüllanlagen, 962 Lageranlagen, 221 Füll- und Entleerstellen sowie 6.686 sonstige Ex-Anlagen.

Mit einem Anteil von 47,3 Prozent der geprüften Tankstellen war weniger als die Hälfte der geprüften Anlagen mängelfrei. Fast jede dritte Anlage (31,6 Prozent) hatte geringfügige Mängel. 21,1 Prozent der geprüften Tankstellen wiesen erhebliche Mängel auf.

Bei den Gasfüllanlagen war mit 57,7 Prozent deutlich mehr als die Hälfte der geprüften Anlagen ohne Mängel. Etwa ein Drittel dieser Anlagen (29,6 Prozent) wurde von den Sachverständigen der Mängelkategorie „geringfügig" zugeordnet. 12,6 Prozent der Gasfüllanlagen wurden in die Kategorie der „erheblichen Mängel" eingestuft und 0,1 Prozent gelten als gefährlich.

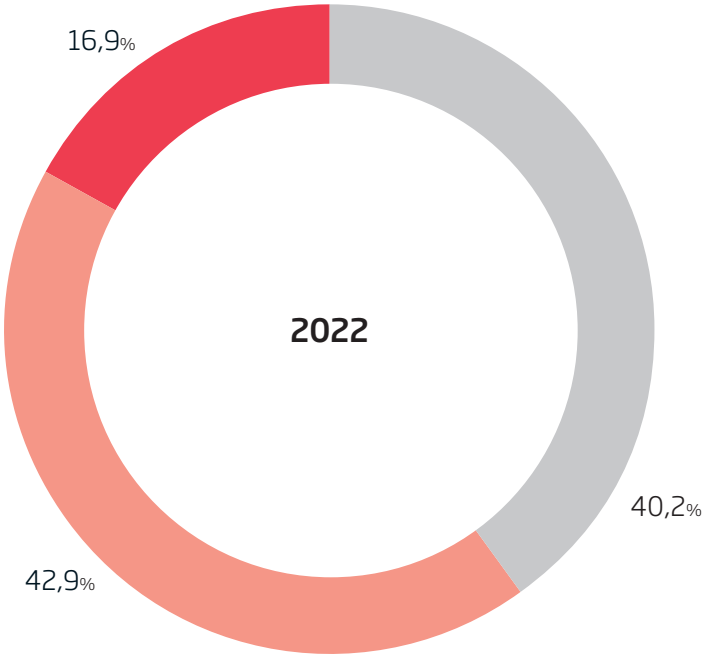
Von den geprüften Lageranlagen wurden bei 40,2 Prozent keine Mängel festgestellt. Etwas mehr Lageranlagen (42,9 Prozent) hatten „geringfügige Mängel" und 16,9 Prozent fielen in die Kategorie der Anlagen mit erheblichen Mängeln.

Bei 41,6 Prozent der geprüften Füll- und Entleerstellen wurden keine Mängel festgestellt. Geringfügige Mängel fanden sich an 40,3 Prozent der Anlagen und etwa jede sechste Anlage (17,2 Prozent) fällt in die Mängelkategorie „erheblicher Mangel". Gefährliche Mängel traten bei 0,9 Prozent der Füll- und Entleerstellen auf.

1) Fassung vom 27. Juli 2021.
2) Aktueller Beschluss ZÜS-BE-004 rev 4.

Lageranlagen

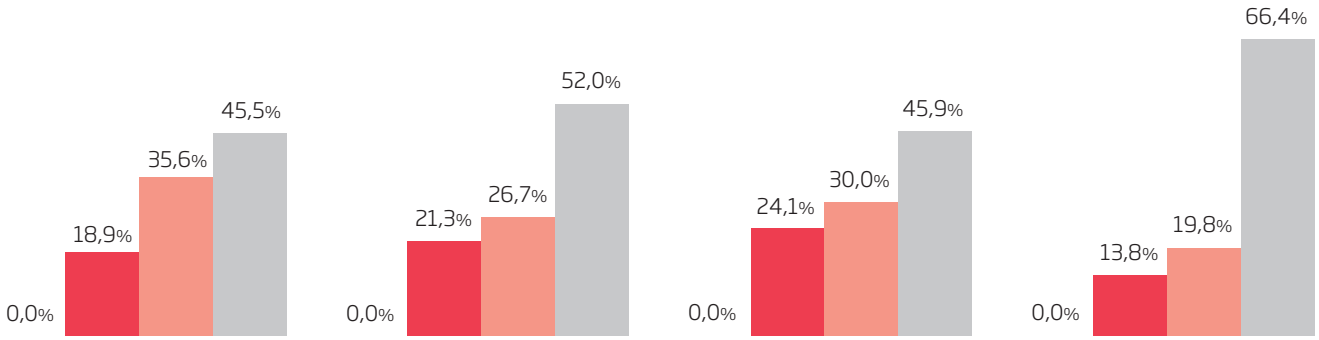
Mängelverteilung über alle Prüfungen hinweg



962

Gesamtzahl der Prüfungen von Lageranlagen

- Keine Mängel
- Geringfügige Mängel
- Erhebliche Mängel
- Gefährliche Mängel



2021 804*

2020 933*

2019 921*

2018 2.357*

* Gesamtzahl der Prüfungen

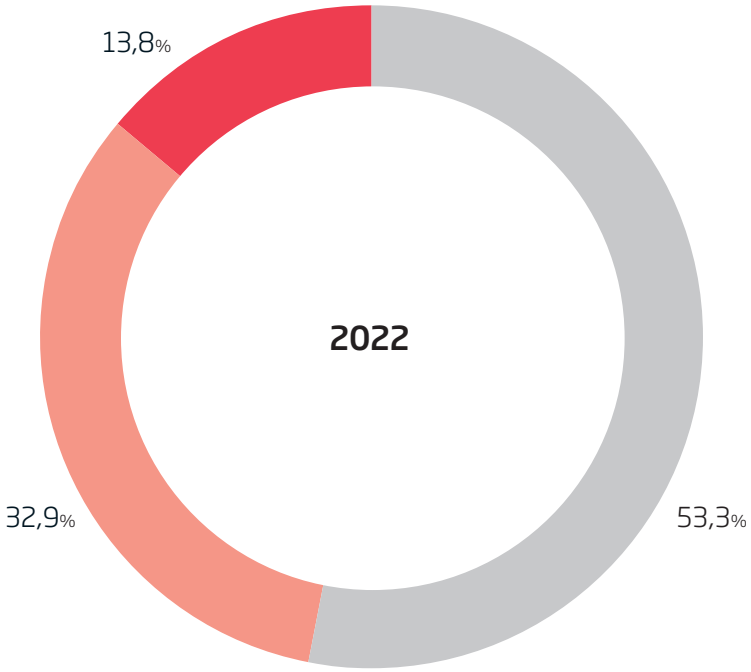
Lageranlagen

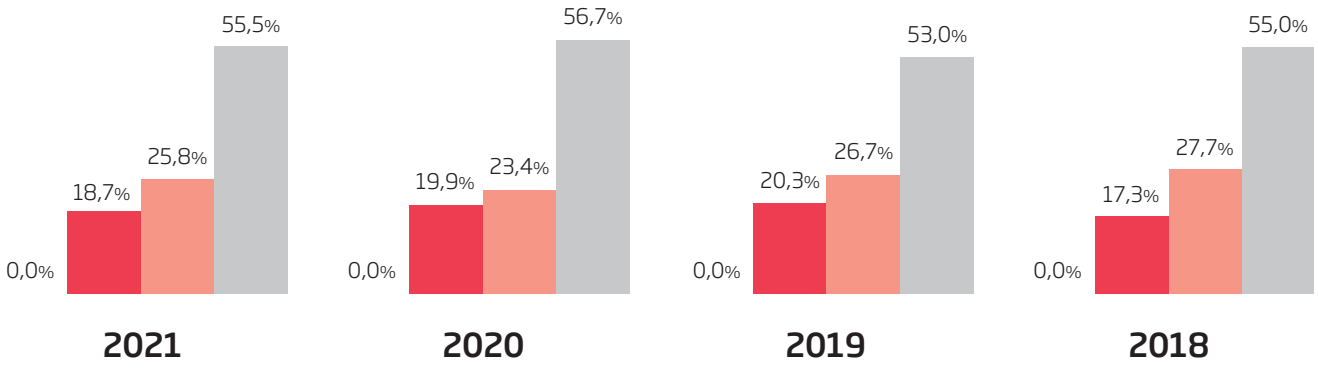
Festgestellte Mängel bei Prüfung vor Inbetriebnahme

53,3%

aller vor Inbetriebnahme geprüften Lageranlagen sind mängelfrei

- Keine Mängel
- Geringfügige Mängel
- Erhebliche Mängel
- Gefährliche Mängel





Lageranlagen müssen nach BetrSichV bereits vor der erstmaligen Inbetriebnahme geprüft werden.

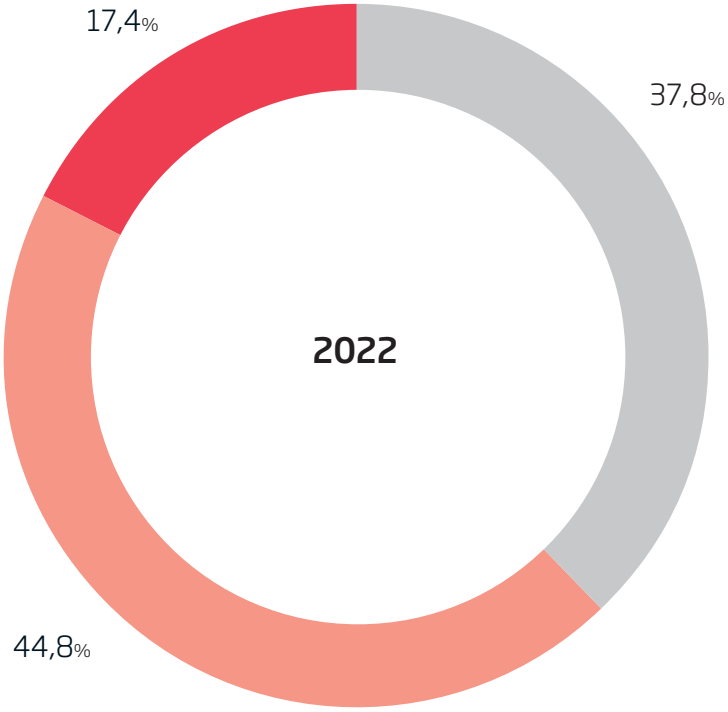
Lageranlagen

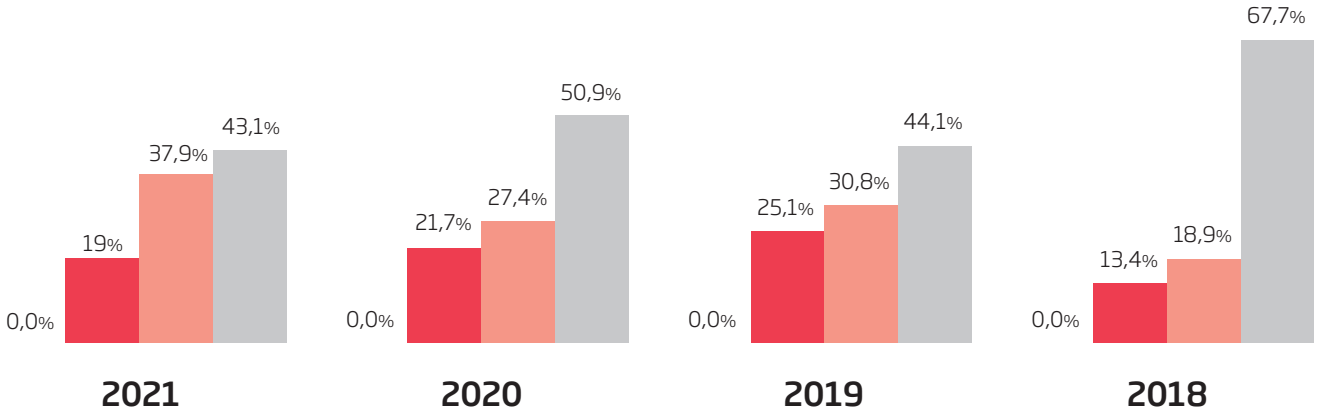
Festgestellte Mängel bei wiederkehrenden Prüfungen

37,8%

aller Lageranlagen bei wiederkehrenden Prüfungen sind mängelfrei

- Keine Mängel
- Geringfügige Mängel
- Erhebliche Mängel
- Gefährliche Mängel





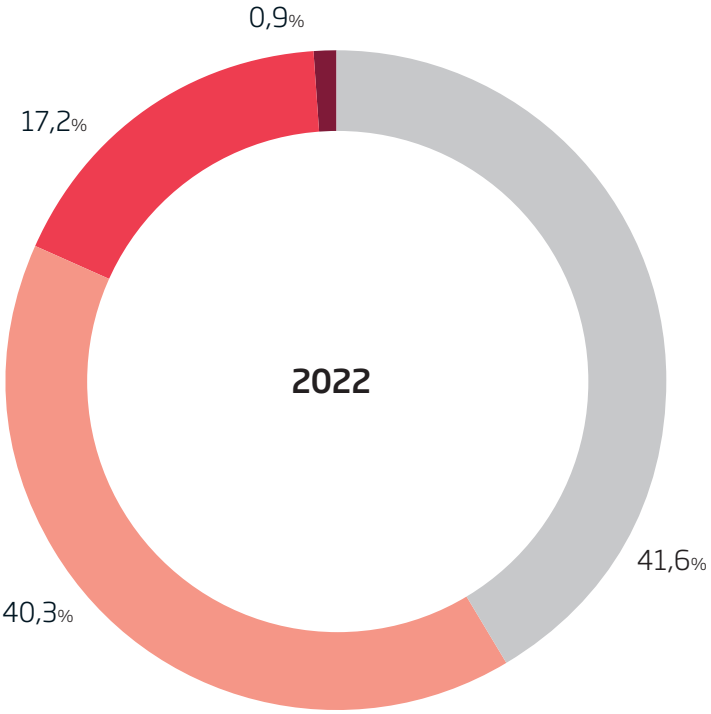
Füll- und Entleerstellen

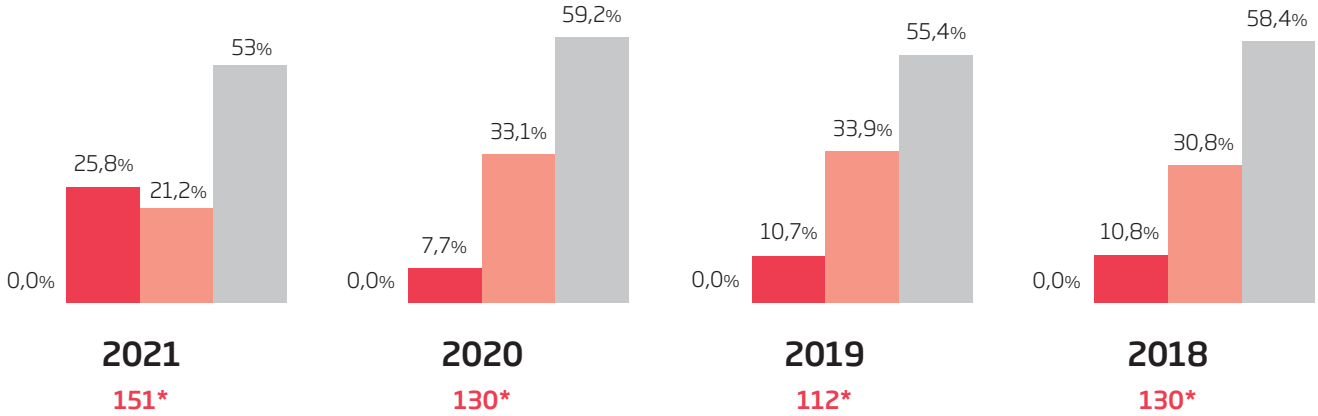
Mängelverteilung über alle Prüfungen hinweg

221

Gesamtzahl der Prüfungen

- Keine Mängel
- Geringfügige Mängel
- Erhebliche Mängel
- Gefährliche Mängel

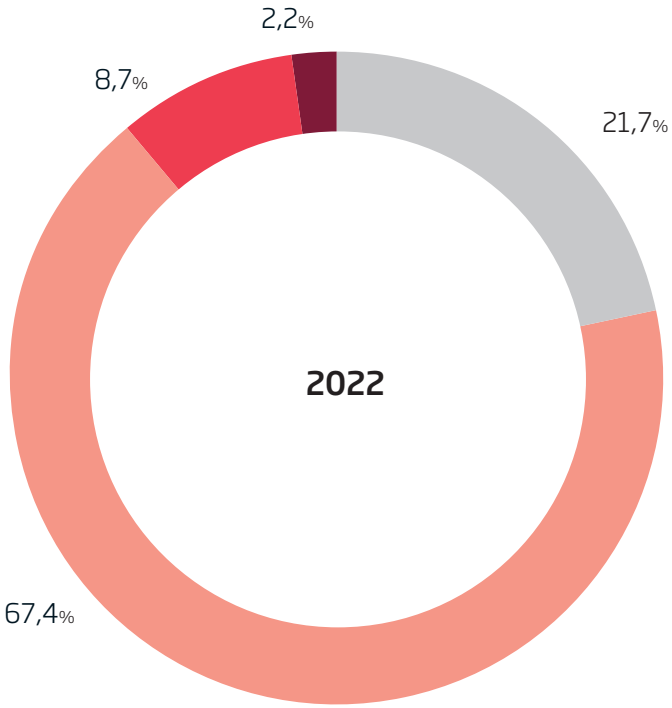




* Gesamtzahl der Prüfungen

Füll- und Entleerstellen

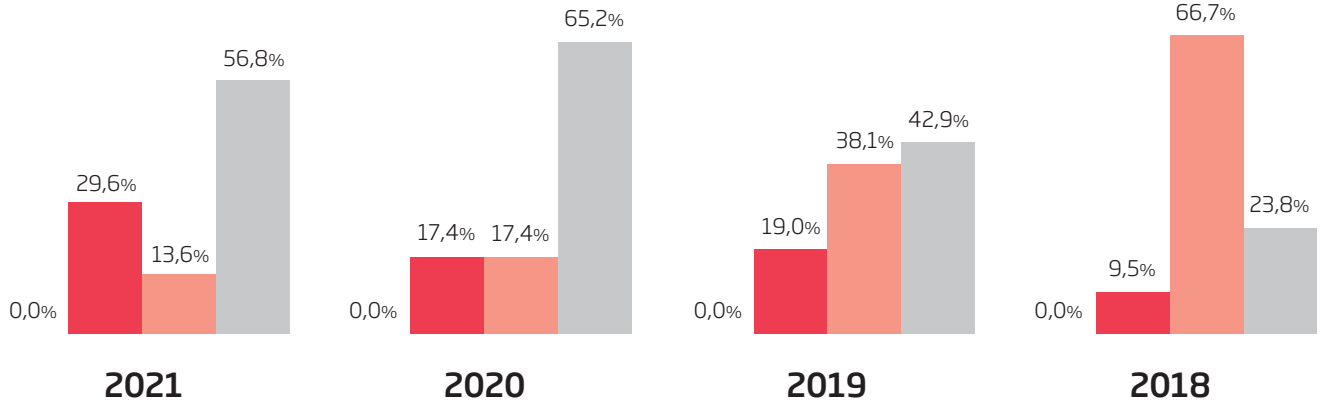
Festgestellte Mängel bei Prüfung vor Inbetriebnahme



21,7%

aller vor Inbetriebnahme geprüften Füll- und Entleerstellen sind mängelfrei

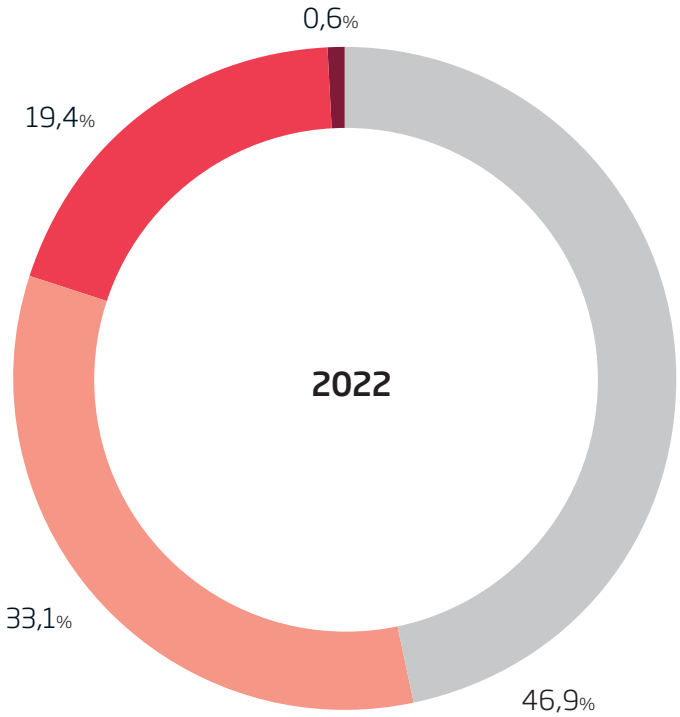
- Keine Mängel
- Geringfügige Mängel
- Erhebliche Mängel
- Gefährliche Mängel



Füll- und Entleerstellen müssen nach BetrSichV bereits vor der erstmaligen Inbetriebnahme geprüft werden.

Füll- und Entleerstellen

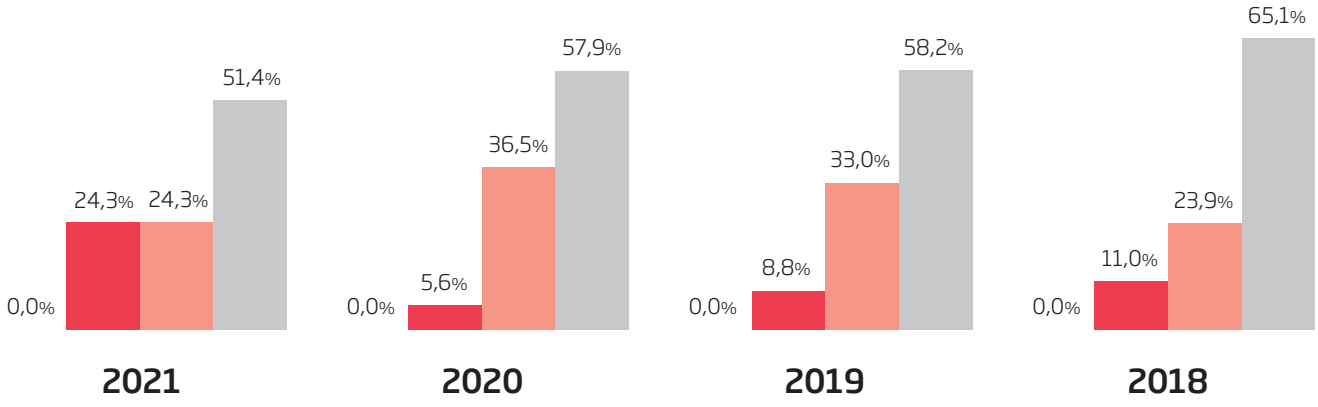
Festgestellte Mängel bei wiederkehrenden Prüfungen



46,9%

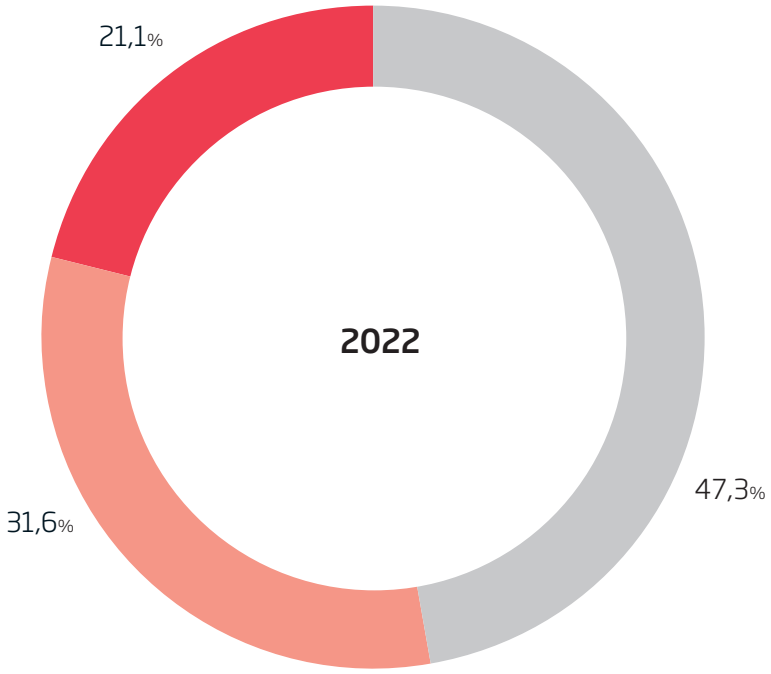
aller Füll- und Entleerstellen bei wiederkehrenden Prüfungen sind mängelfrei

- Keine Mängel
- Geringfügige Mängel
- Erhebliche Mängel
- Gefährliche Mängel



Tankstellen

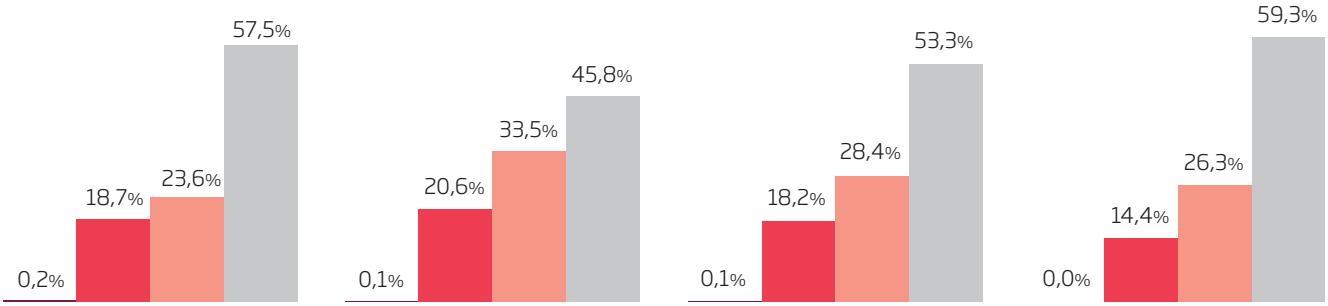
Mängelverteilung über alle Prüfungen hinweg



3.530

Gesamtzahl der Prüfungen

- Keine Mängel
- Geringfügige Mängel
- Erhebliche Mängel
- Gefährliche Mängel



2021	2020	2019	2018
4.790*	4.716*	6.044*	6.895*

* Gesamtzahl der Prüfungen

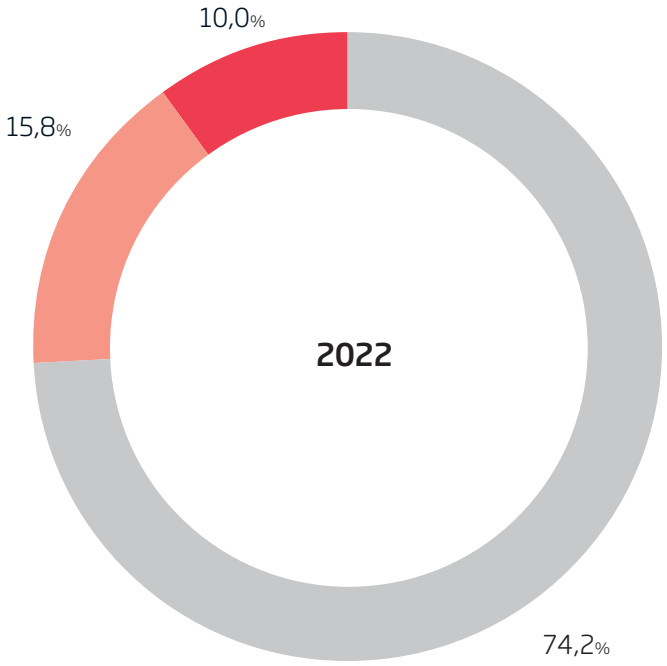
Tankstellen

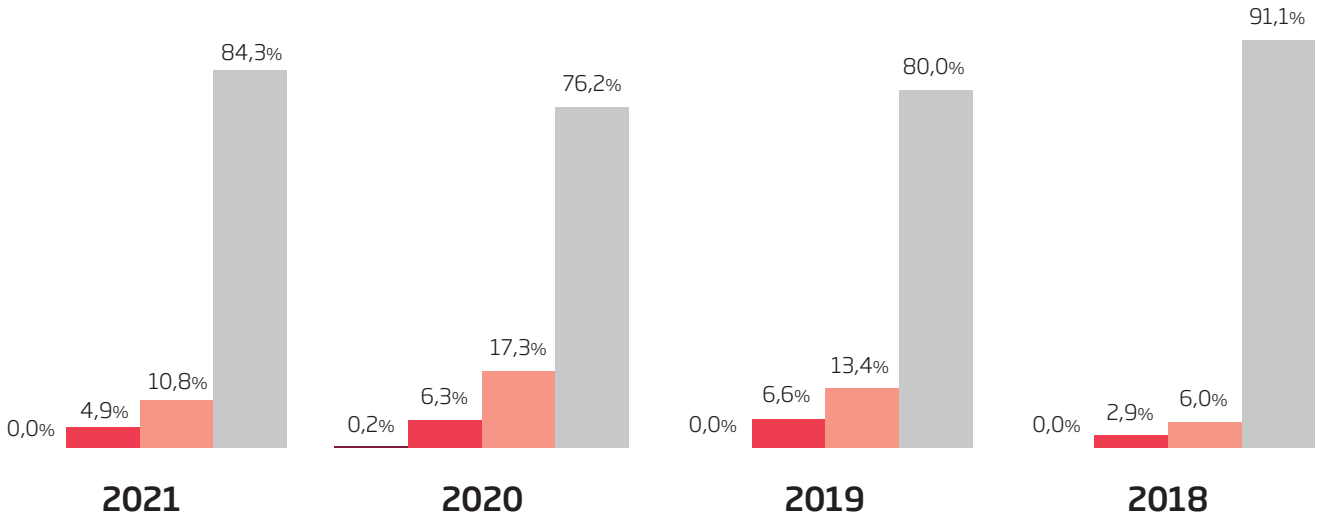
Festgestellte Mängel bei Prüfung vor Inbetriebnahme

74,2%

aller vor Inbetriebnahme geprüften Tankstellen sind mängelfrei

- Keine Mängel
- Geringfügige Mängel
- Erhebliche Mängel
- Gefährliche Mängel





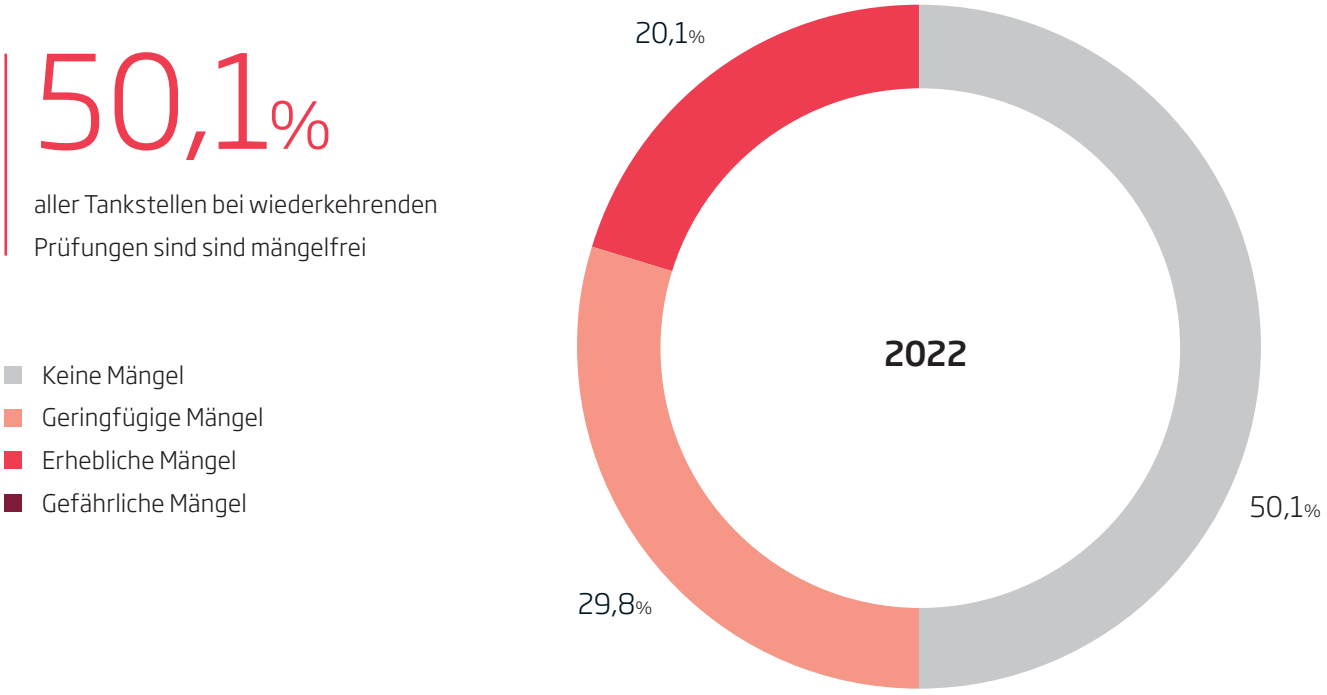
Füll- und Entleerstellen müssen nach BetrSichV vor der erstmaligen Inbetriebnahme geprüft werden.

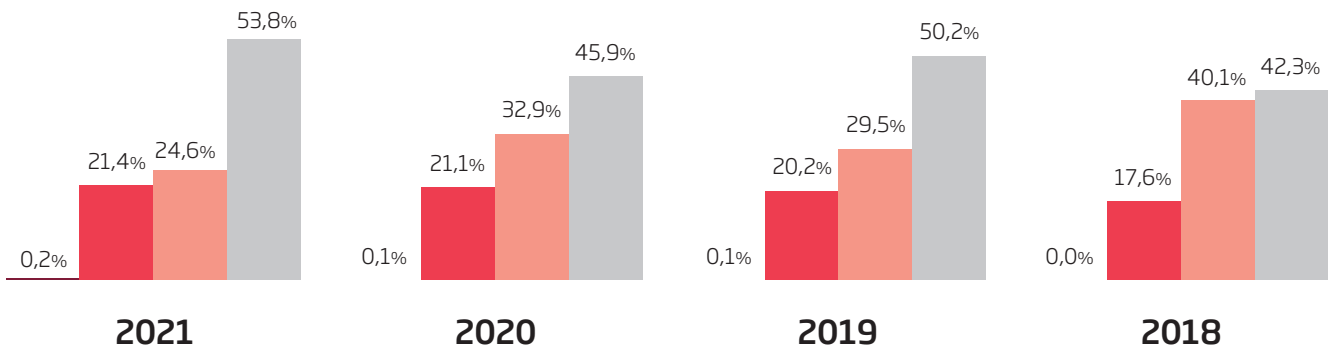
Tankstellen

Festgestellte Mängel bei wiederkehrenden Prüfungen

50,1%

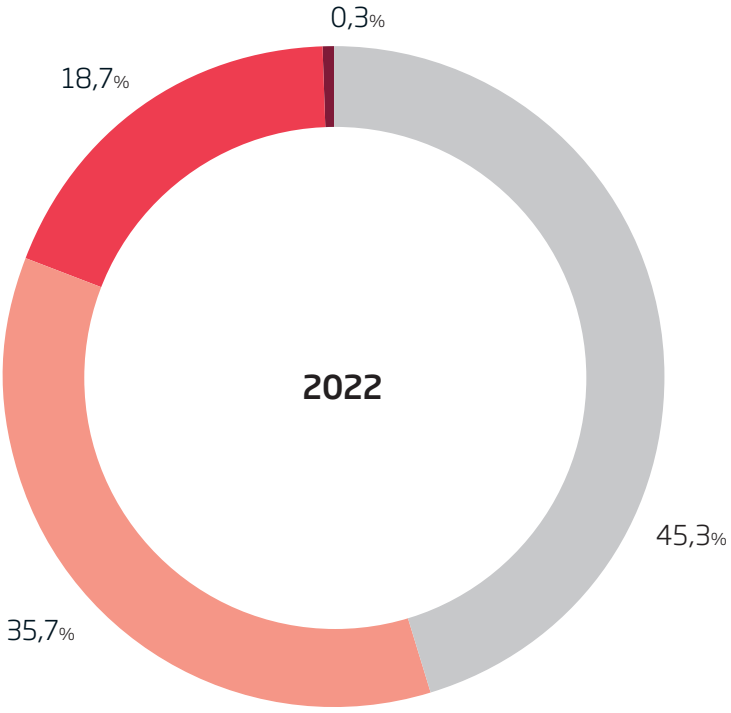
aller Tankstellen bei wiederkehrenden Prüfungen sind sind mängelfrei





Sonstige Ex-Anlagen

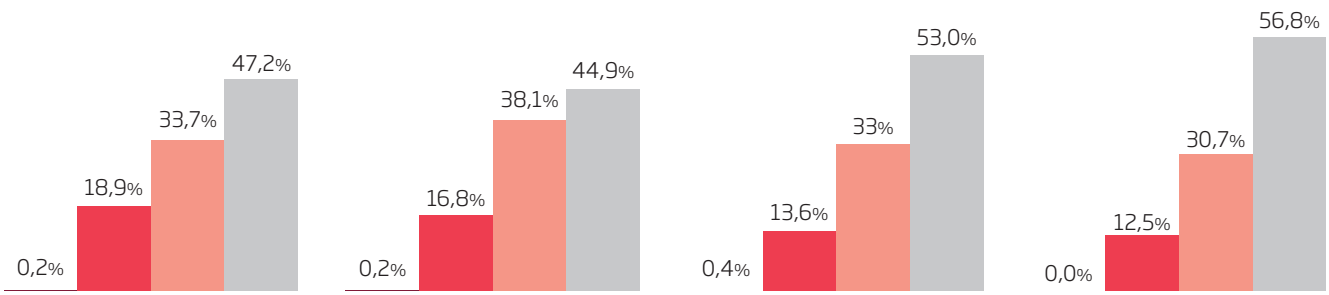
Mängelverteilung über alle Prüfungen hinweg



6.686

Gesamtzahl der Prüfungen

- Keine Mängel
- Geringfügige Mängel
- Erhebliche Mängel
- Gefährliche Mängel



2021 5.843*

2020 5.993*

2019 5.366*

2018 3.302*

* Gesamtzahl der Prüfungen

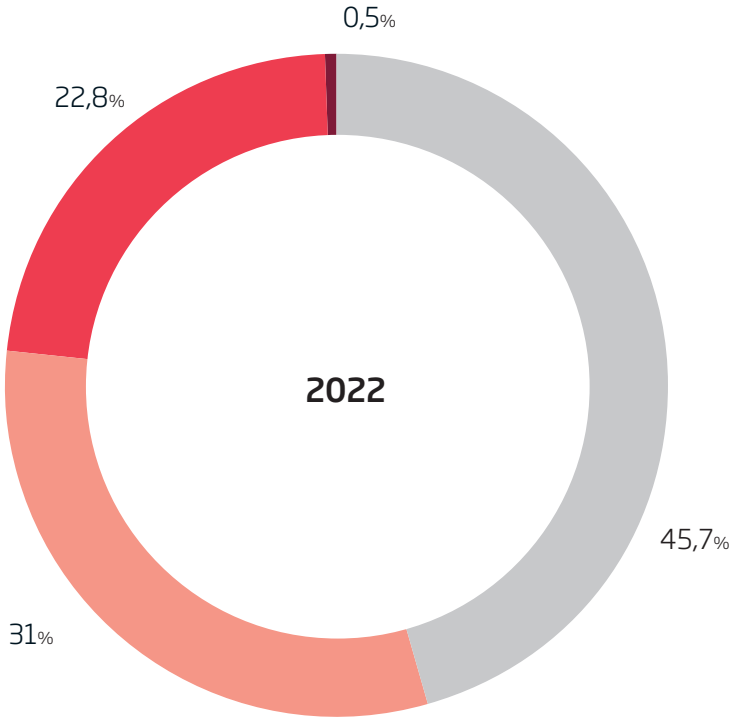
Sonstige Ex-Anlagen

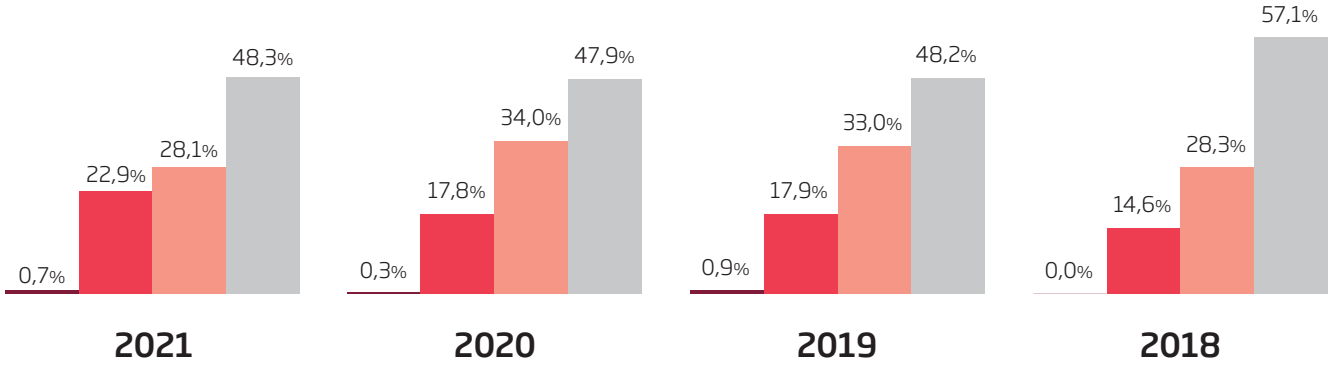
Festgestellte Mängel bei Prüfung vor Inbetriebnahme

45,7%

aller vor Inbetriebnahme geprüften Ex-Anlagen sind mängelfrei

- Keine Mängel
- Geringfügige Mängel
- Erhebliche Mängel
- Gefährliche Mängel





Ex-Anlagen müssen nach BetrSichV vor der erstmaligen Inbetriebnahme geprüft werden.

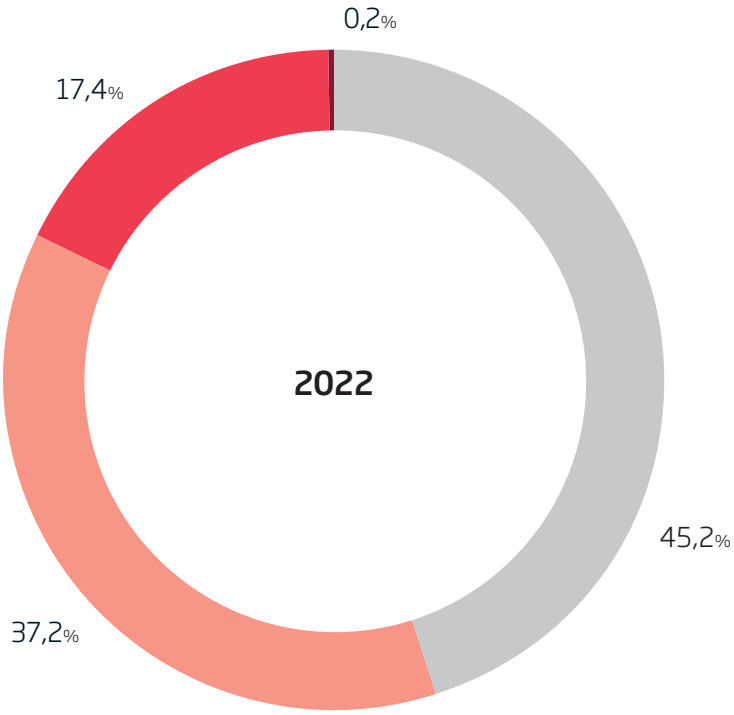
Sonstige Ex-Anlagen

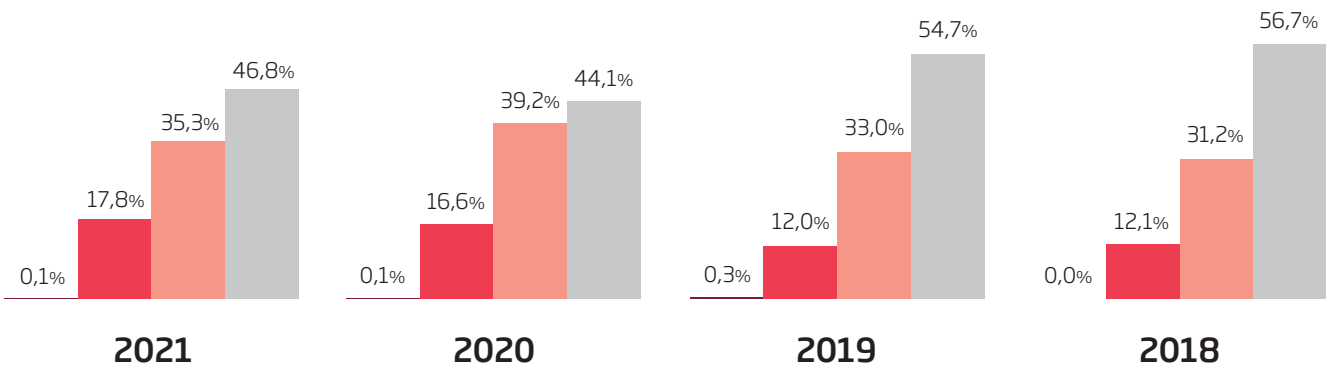
Festgestellte Mängel bei wiederkehrenden Prüfungen

45,2%

aller Ex-Anlagen bei wiederkehrenden Prüfungen

- Keine Mängel
- Geringfügige Mängel
- Erhebliche Mängel
- Gefährliche Mängel





Dokumentierte Mindestanzahl an Prüfungen, in deren Verlauf Mängel beseitigt wurden

Mängel an Ex-Anlagen, die während der Prüfung behoben werden, werden in der Statistik nicht mehr als Mängel aufgeführt. Sie sollen der Vollständigkeit halber hier aber genannt werden. Da nicht alle ZÜS die während der Prüfungen erhobenen Mängel erfassen, kann hier nur von einer dokumentierten Mindestanzahl der beseitigten Mängel berichtet werden. Die tatsächliche Anzahl fällt höher aus.

2022

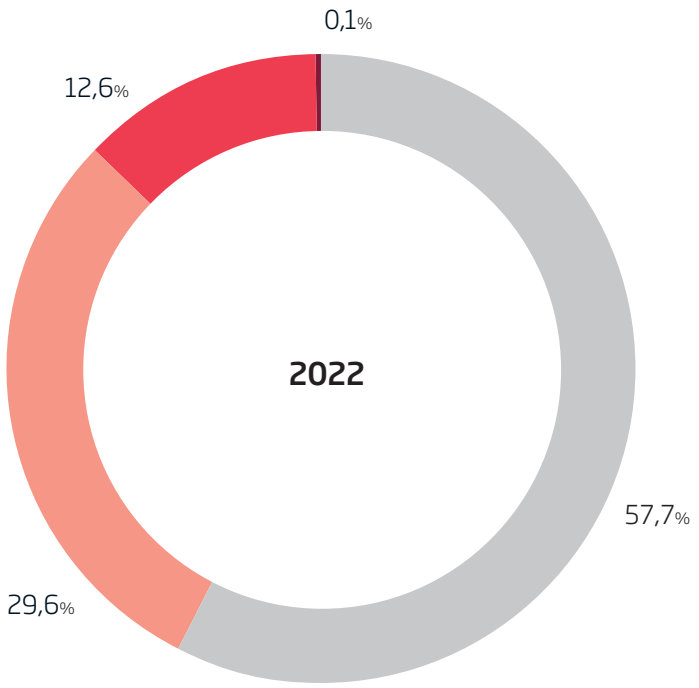
Anlagenart	Prüfung vor Inbetriebnahme	Wiederkehrende Prüfung
Lageranlagen	10	46
Füll- und Entleerstellen	3	5
Tankstellen	13	430
Sonstige Ex-Anlagen	220	343

2021 – 2018

Anlagenart	Prüfung vor Inbetriebnahme				Wiederkehrende Prüfung			
	2021	2020	2019	2018	2021	2020	2019	2018
Lageranlagen	8	2	2	6	29	43	54	116
Füll- und Entleerstellen	4	1	1	3	16	9	9	2
Tankstellen	9	21	25	45	443	607	1290	821
Sonstige Ex-Anlagen	160	78	46	19	361	423	203	244

Gasfüllanlagen

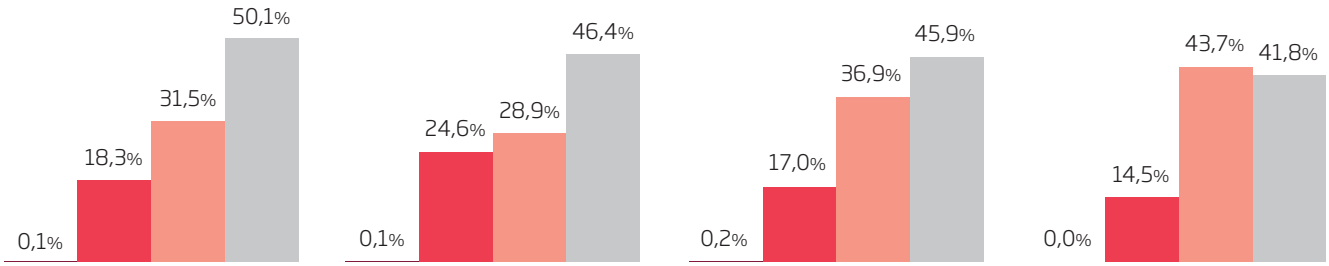
Mängelverteilung über alle Prüfungen hinweg



861

Gesamtzahl der Prüfungen

- Keine Mängel
- Geringfügige Mängel
- Erhebliche Mängel
- Gefährliche Mängel



2021 945*

2020 962*

2019 1.066*

2018 3.400*

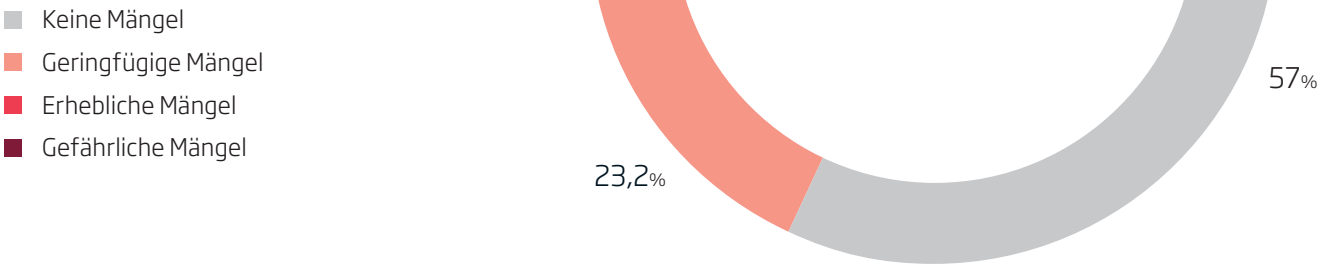
* Gesamtzahl der Prüfungen

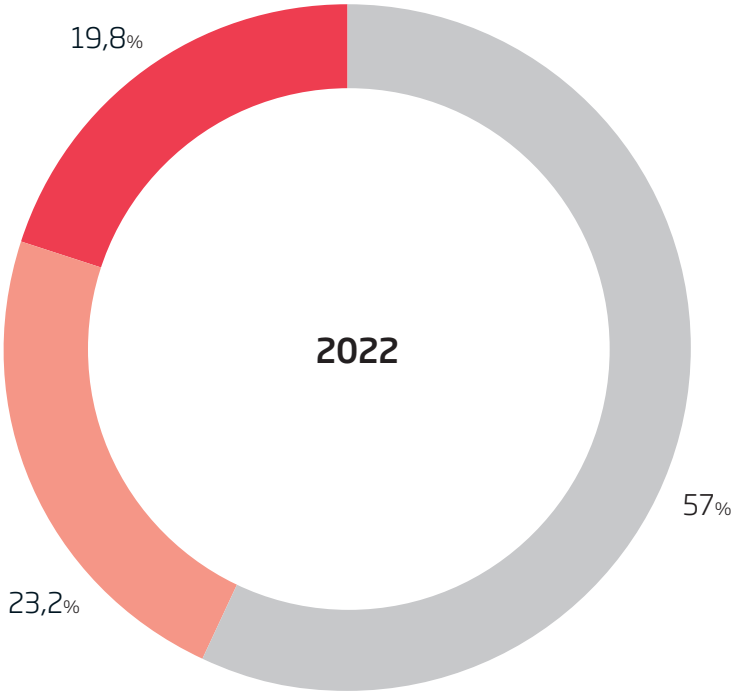
Gasfüllanlagen

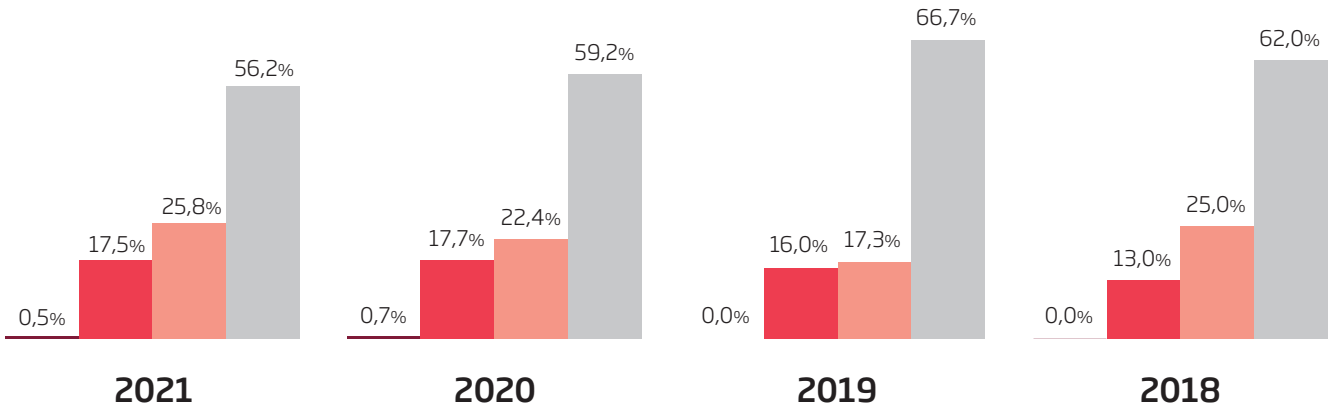
Festgestellte Mängel bei Prüfung vor Inbetriebnahme

57%

aller vor Inbetriebnahme geprüften Gasfüllanlagen sind mängelfrei



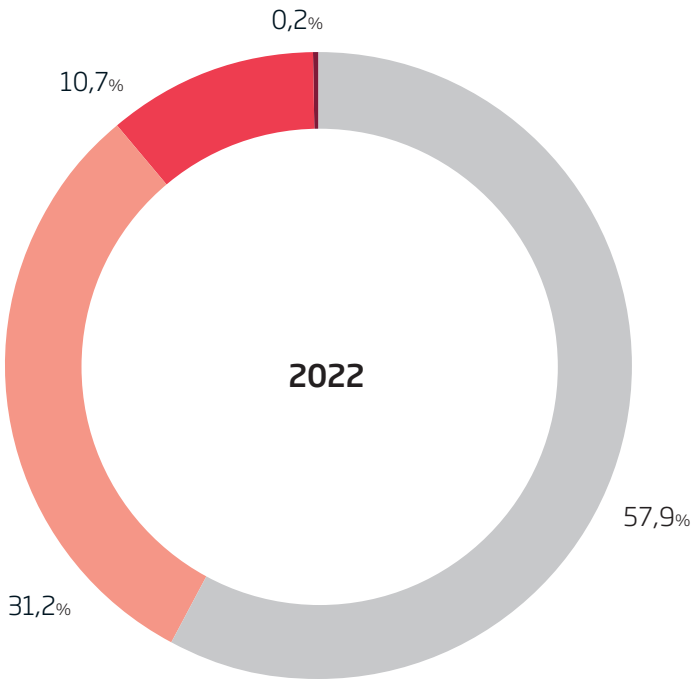




Gasfüllanlagen müssen nach BetrSichV vor der erstmaligen Inbetriebnahme geprüft werden.

Gasfüllanlagen

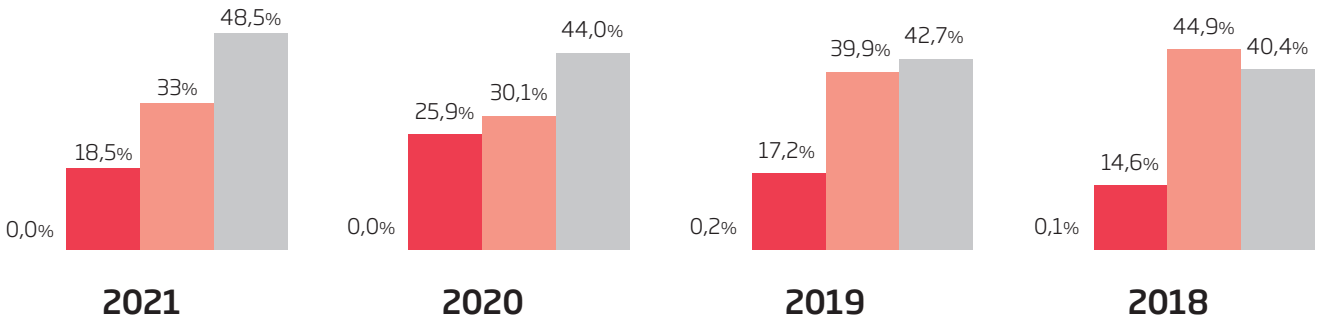
Festgestellte Mängel bei wiederkehrenden Prüfungen

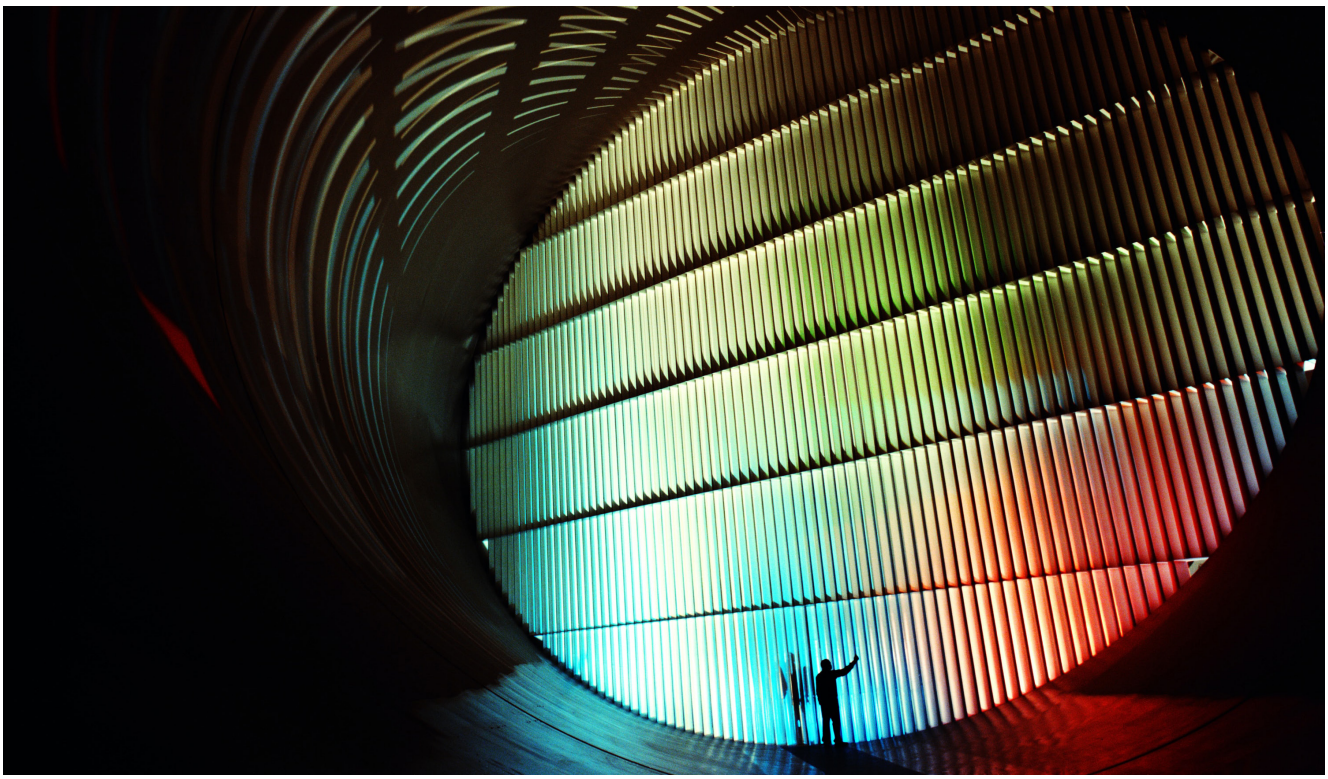


57,9%

aller Gasfüllanlagen bei wiederkehrenden Prüfungen sind mängelfrei

- Keine Mängel
- Geringfügige Mängel
- Erhebliche Mängel
- Gefährliche Mängel





Die Zugelassenen Überwachungsstellen

Laut dem „Gesetz über überwachungsbedürftige Anlagen“ (ÜAnlG) dürfen nur Zugelassene Überwachungsstellen (ZÜS) die Prüfungen überwachungsbedürftiger Anlagen durchführen. Die ZÜS werden von der Zentralstelle der Länder für Sicherheitstechnik (ZLS) anerkannt. Für eine Anerkennung als ZÜS müssen Prüfstellen besonders hohe Anforderungen erfüllen. Sie müssen unter anderem unabhängig sein, über ein internes System für die Qualitätssicherung und ihre Sachverständigen über die notwendigen Kompetenzen verfügen.

Der Begriff der überwachungsbedürftigen Anlagen ist im ÜAnlG definiert. Demnach gelten Anlagen, die gewerblichen oder wirtschaftlichen Zwecken dienen oder durch die Beschäftigte gefährdet werden können, als überwachungsbedürftig. Das ist immer dann der Fall, wenn von den Anlagen im Betrieb erhebliche Risiken für die Sicherheit und die Gesundheit der Beschäftigten ausgehen können. Welche Anlagen konkret unter diesen Begriff fallen, ist in einer Rechtsverordnung bestimmt. Aktuell gibt dies die Betriebssicherheitsverordnung vor.

Die in der Verordnung genannten Anlagen müssen regelmäßig wiederkehrend, also in bestimmten Zeitabständen, von einer ZÜS geprüft werden. Hinzu kommen Prüfungen vor der ersten Inbetriebnahme, vor der Wiederinbetriebnahme einer Anlage sowie nach prüfpflichtigen Änderungen. Dieses System gewährleistet die Sicherheit und den Schutz der Menschen, die sich im Gefahrenbereich überwachungsbedürftiger Anlagen befinden.

Für alle ZÜS ist ein gemeinsamer Erfahrungsaustausch vorgeschrieben. Im Erfahrungsaustauschkreis der Zugelassenen Überwachungsstellen (EK ZÜS) tauschen sich die Mitglieder fachlich aus und teilen Erkenntnisse aus ihrer Prüftätigkeit, um Schadensfälle in Zukunft zu verhindern. Der EK ZÜS hat drei ständige Arbeitskreise für die Tätigkeitsbereiche Druckanlagen, Aufzugsanlagen sowie Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen eingerichtet.

Adressen der beteiligten ZÜS

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

DEKRA Testing and Certification GmbH
Dinnendahlstraße 9
44809 Bochum
Tel.: +49 (0)234 36960
Fax: +49 (0)234 36961-11
dtc-zues@dekra.com
www.dekra-testing-and-certification.de

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

LRQA Deutschland GmbH
Überseeallee 10
20457 Hamburg
Tel.: +49 (0)40 349700 10-101
anlagensicherheit@lrqa.com
www.lrqa.com/de

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

TÜV Austria Services GmbH
Kurze Straße 40
70794 Filderstadt
Tel.: +49 (0)711 722336-22
tuv-deutschland@tuv.at
www.tuv-ad.de

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 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 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 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 Technische Überwachung Hessen GmbH
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 4283-0
Fax: +49 (0)361 4283-242
info@tuev-thueringen.de
www.tuev-thueringen.de

Herausgeber
TÜV-Verband e. V.
Friedrichstraße 136, 10117 Berlin
Tel.: +49 30 760095-400
E-Mail: berlin@tuev-verband.de
www.tuev-verband.de

Verantwortlich
Dr. Joachim Bühler

Redaktion
Eike Brand
Dr. Hermann Dinkler
Maurice Shahd
André Siegl
Claudia Tautorus

Bildnachweis
S. 1, 9, 15, 19, 24, 32, 50 – © unsplash
S. 5 – © Tobias Koch/TÜV-Verband
S. 7 – © Dieter Roas/TÜV SÜD,
S. 12, 16 – shutterstock
S. 13 – © iStock