KTA 2103

Explosionsschutz in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren (allgemeine und fallbezogene Anforderungen)

Fassung 2022-11

Frühere Fassungen der Regel: 1989-06 (BAnz. Nr. 229a vom 7. Dezember 1989)
2000-06 (BAnz. Nr. 231a vom 8. Dezember 2000)
2015-11 (BAnz AT 08.01.2016 B4, AT 19.12.2017 B3)

Inhalt

Seite

Grundlagen 2
1 Anwendungsbereich 2
2 Begriffe 2
3 Allgemeine Anforderungen 3
3.1 Grundsätze des Explosionsschutzes 3
3.2 Vermeiden wirksamer Zündquellen 4
3.3 Kombinationen des Ereignisses Explosion mit einem anderen Ereignis 4
4 Fallbezogene Anforderungen 5
4.1 Lagern und Abfüllen brennbarer Flüssigkeiten 5
4.2 Bereitstellung und Einsatz brennbarer Flüssigkeiten 5
4.3 Tankstellen und mobile Tankanlagen 5
4.4 Hydraulik- und Schmieröle 6
4.5 Lagern und Füllen von entzündbaren Gasen 6
4.6 Bereitstellung und Einsatz entzündbarer Gase 7
4.7 Stationäre Batterien oder Batterieanlagen 9
4.8 Radiolysegasvorsorge 9
4.9 Abgasanlagen (Gasbehandlungssysteme) 10
4.10 Verhinderung explosionsfähiger Wasserstoffgemische im Sicherheitsbehälter 10
5 Schutz gegen das Eindringen entzündbarer Gase und Dämpfe von außen - Einsatz von Gaswarneinrichtungen 11
6 Prüfungen 11
7 Unterweisungen 12
8 Dokumentation 12
Anhang A (informativ): Beispieltabelle Radiolysegasvorsorge 13
Anhang B: Bestimmungen, auf die in dieser Regel verwiesen wird 14

Grundlagen

(1) Die Regeln des Kerntechnischen Ausschusses (KTA) haben die Aufgabe, sicherheitstechnische Anforderungen anzugeben, bei deren Einhaltung die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb der Anlage getroffen ist (§ 7 Absatz 2 Nr. 3 Atomgesetz - AtG -), um die im AtG, im Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) und in der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) festgelegten sowie in den „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ (SiAnf) und den „Interpretationen zu den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ weiter konkretisierten Schutzziele zu erreichen.

(2) Nach Anhang 3 der Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke sind Schutzmaßnahmen gegen Brände und Explosionen im Kernkraftwerk vorzusehen. Der Brandschutz wird in der Regelreihe KTA 2101 Brandschutz in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren behandelt und ist nicht Gegenstand dieser Regel.

(3) In dieser Regel wird vorausgesetzt, dass die Betriebssicherheitsverordnung und die Gefahrstoffverordnung mit dem zugehörigen Regelwerk (TRBS und TRGS) eingehalten werden. Darüber hinaus sind auch die Vorschriften und Regelwerke der DGUV, die DIN EN IEC 60079-10-1 sowie andere öffentlichrechtliche Bestimmungen einzuhalten. Weitere Informationen zur Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen sind insbesondere in der Beispielsammlung der DGUV Regel 113-001 enthalten. Ausnahmen können in begründeten Fällen zugelassen werden.

(4) Zur Erfüllung der Ziele des Explosionsschutzes in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren (LWR) werden in dieser Regel KTA 2103 die Explosionsschutzmaßnahmen so festgelegt, dass die sicherheitstechnische Aufgabe von Anlagenteilen einschließlich baulicher Anlagen unter Berücksichtigung der in Absatz 2 genannten Schadensvorsorge erhalten bleibt. Hierzu werden technische und organisatorische Maßnahmen festgelegt. Umfang und Qualität der Maßnahmen sowie der Prüfaufwand richten sich nach der Bedeutung, die dem Explosionsschutz zur Erfüllung der Schutzziele und der radiologischen Sicherheitsziele nach SiAnf Abschnitt 2.3 und 2.5 zukommt.

1 Anwendungsbereich

(1) Diese Regel ist auf Kernkraftwerke mit Leichtwasserreaktoren anzuwenden.

(2) Sie dient dem Schutz vor Explosionen und deren Auswirkungen. Sie gilt in allen Betriebsphasen dem Schutz der Einrichtungen und baulichen Anlagen, deren bestimmungsgemäße Funktionen zu erhalten sind, um

a) den Kernreaktor sicher abzuschalten und in abgeschaltetem Zustand zu halten,

b) die Nachwärme abzuführen und

c) eine Freisetzung radioaktiver Stoffe zu verhindern.

Hinweis:

Der Schutz der in der Anlage tätigen Personen wird durch die Anwendung dieser Regel (Abschnitt Grundlagen Absatz 3) gewährleistet.

(3) Sie ist anzuwenden bei Explosionsgefahren durch Stoffe, die eine explosionsfähige Atmosphäre oder sonstige explosionsfähige Gemische bilden können, soweit diese Stoffe auf das Kernkraftwerksgelände gebracht werden oder eindringen können oder auf dem Kernkraftwerksgelände innerhalb und außerhalb von Gebäuden entstehen können.

(4) Diese Regel gilt nicht für Schutzmaßnahmen gegen Explosionsgefahren, die auftreten können

a) beim Umgang mit Stoffen im Sinne des § 1 Abs. 1 des Sprengstoffgesetzes (SprengG),

b) bei der Freisetzung von entzündbaren Gasen oder Dämpfen außerhalb des Kernkraftwerksgeländes; hiervon ausgenommen sind die in Abschnitt 5 dieser Regel festgelegten Anforderungen beim Einsatz von Gaswarneinrichtungen,

c) durch Freisetzung von Wasserstoff beim auslegungsüberschreitenden Störfall,

d) durch Störmaßnahmen und Einwirkung Dritter mit Explosivstoffen.

Hinweis:

Siehe hierzu auch „Bekanntmachung zu der Richtlinie für den Schutz von Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren gegen Störmaßnahmen und sonstige Einwirkungen Dritter (SEWD RL LWR)“.

2 Begriffe

(1) Arbeitsplatz

Ein Arbeitsplatz ist ein örtlicher Bereich für einen bestimmten Arbeitsvorgang, auch wenn daran mehrere Personen beteiligt sind.

(2) Atmosphäre, explosionsfähige

Eine explosionsfähige Atmosphäre ist ein explosionsfähiges Gemisch unter atmosphärischen Bedingungen im Gemisch mit Luft. Atmosphärische Bedingungen sind Gesamtdrücke von 0,8 bar bis 1,1 bar und Gemischtemperaturen von – 20 °C bis + 60 °C sowie ein Sauerstoffanteil von maximal 20,95 % Volumengehalt.

(3) Atmosphäre, gefährliche explosionsfähige

Eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre ist eine explosionsfähige Atmosphäre, die in einer solchen Menge (gefahrdrohende Menge) auftritt, dass besondere Schutzmaßnahmen für die Aufrechterhaltung des Schutzes von Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten oder anderer Personen erforderlich werden.

(4) Bereich, explosionsgefährdeter

Ein explosionsgefährdeter Bereich ist ein Bereich, in dem gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann. Ein Bereich, in dem explosionsfähige Atmosphäre nicht in einer solchen Menge zu erwarten ist, dass besondere Schutzmaßnahmen erforderlich werden, gilt nicht als explosionsgefährdeter Bereich. Bezüglich der Definition von explosionsgefährdeten Bereichen in Zonen wird auf die GefStoffV und auf TRGS 722 verwiesen.

(5) Bereitstellung von entzündbaren (alt: brennbaren) Gasen und brennbaren Flüssigkeiten

Eine Bereitstellung von entzündbaren (alt: brennbaren) Gasen und brennbaren Flüssigkeiten liegt vor, wenn sich diese Stoffe in der für den bevorstehenden Arbeitsvorgang (für nicht länger als 24 Stunden) erforderlichen Menge an oder in der Nähe des Arbeitsplatzes befinden.

Hinweis:

Als Bereitstellung gilt nicht das Lagern (siehe Absatz 18). Weitere Informationen zum Begriff „entzündbar“ finden sich in der CLP Verordnung EG 1272/2008.

(6) Explosion

Explosion ist eine plötzliche Oxidationsreaktion oder Zerfallsreaktion mit Anstieg der Temperatur, des Druckes oder beidem gleichzeitig.

(7) Explosionsschutz

Explosionsschutz umfasst alle Maßnahmen zum Schutz vor Gefahren durch Explosionen.

(8) Explosionsschutz, konstruktiver

Konstruktiver Explosionsschutz sind konstruktive Maßnahmen, die die Auswirkungen einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken (siehe GefStoffV § 11, TRGS 724).

(9) Flüssigkeiten, brennbare

Brennbare Flüssigkeiten im Sinne dieser KTA Regel sind alle Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt kleiner oder gleich 100 °C; hierzu gehören insbesondere entzündliche, leicht- oder hochentzündliche Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt kleiner oder gleich 55 °C.

(10) Gase, entzündbare (alt: brennbare)

Entzündbare (alt: brennbare) Gase im Sinne dieser KTA Regel sind alle Gase und Gasgemische, die in Luft bei 20 °C und einem Standarddruck von 1,013 bar einen Explosionsbereich haben und entsprechend CLP Verordnung EG 1272/2008 in die Gefahrenklasse 2.2 eingestuft und mit den Gefahrenhinweisen H220 oder H221 gekennzeichnet sind.

(11) Gemisch, explosionsfähiges

Ein explosionsfähiges Gemisch ist ein Gemisch aus brennbaren Gasen, Dämpfen, Nebeln oder Stäuben, in dem sich der Verbrennungsvorgang nach erfolgter Zündung auf das unverbrannte Gemisch überträgt.

(12) Gemisch, gefährliches explosionsfähiges

Ein gefährliches explosionsfähiges Gemisch ist ein explosionsfähiges Gemisch, das in solcher Menge auftritt, dass besondere Schutzmaßnahmen für die Aufrechterhaltung der Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten oder anderer Personen erforderlich werden (gefahrdrohende Menge). Sonstige explosionsfähige Gemische im Sinne dieser KTA sind alle gefährlichen explosionsfähigen Gemische, die nicht gefährliche explosionsfähige Atmosphären sind.

(13) Gerätegruppen, Gerätekategorien

Gerätegruppen und Gerätekategorien sind ein Maß für die Zündquellenfreiheit von Geräten und Schutzsystemen gemäß 11. ProdSV.

(14) Instandhaltung

Instandhaltung ist die Gesamtheit der Maßnahmen zur Bewahrung und Wiederherstellung des Sollzustands sowie zur Feststellung und Beurteilung des Istzustands.

Hinweis:

Die Instandhaltung gliedert sich in Inspektion, Wartung und Instandsetzung.

(15) Kernkraftwerksgelände

Das Kernkraftwerksgelände ist das zu dem Kernkraftwerksblock oder den Kernkraftwerksblöcken gehörende, entsprechend begrenzte Gelände.

Hinweis:

Im Sinne dieser Regel gehören zum Kernkraftwerksgelände alle Einrichtungen innerhalb des äußeren Sicherheitsbereiches, nicht dagegen die allgemein zugänglichen Bereiche wie Informationszentrum, Freiluftschaltanlagen und Parkplätze.

(16) Lager und Lagereinrichtungen

Lager im Sinne dieser Regel sind Gebäude, Bereiche oder Räume in Gebäuden oder Bereiche im Freien, die besondere Anforderungen zum Schutz von Beschäftigten und anderen Personen erfüllen und dazu bestimmt sind, Gefahrstoffe zum Lagern aufzunehmen und die den Anforderungen der TRGS 510 entsprechen. Hierzu zählen auch Lagereinrichtungen wie Container oder Schränke, die den Anforderungen der TRGS 510 entsprechen sowie Sicherheitsschränke gemäß TRGS 510 Anhang 1.

(17) Lageranlagen

Lageranlagen im Sinne dieser Regel sind Räume oder Bereiche, ausgenommen Tankstellen, in Gebäuden oder im Freien, die dazu bestimmt sind, dass in ihnen entzündliche, leichtentzündliche oder hochentzündliche Flüssigkeiten in ortsfesten oder ortsbeweglichen Behältern gelagert werden.

(18) Lagern

Lagern im Sinne von § 2 Abs. 6 GefStoffV ist das Aufbewahren zur späteren Verwendung sowie zur Abgabe an andere. Es schließt die Bereitstellung zur Beförderung ein, wenn die Beförderung nicht innerhalb von 24 Stunden nach der Bereitstellung oder am darauffolgenden Werktag erfolgt. Ist dieser Werktag ein Samstag, so endet die Frist mit Ablauf des nächsten Werktags.

(19) Normzustand (bei Volumenangaben von Gasen)

Das Volumen von Gasen im Normzustand ist das Volumen des betreffenden Gases bei 1,013 bar und 0 °C.

3 Allgemeine Anforderungen

3.1 Grundsätze des Explosionsschutzes

(1) Im Sinne eines gestaffelten Sicherheitskonzeptes sind Maßnahmen zur Sicherstellung des Explosionsschutzes nach folgender Rangordnung vorzunehmen:

1. Verhindern der Bildung gefährlicher explosionsfähiger Gemische.
2. Vermeiden der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Gemische (Vermeidung von wirksamen Zündquellen).
3. Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes (einschließlich baulicher Maßnahmen), welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken.

Durch die Gesamtheit dieser Maßnahmen ist sicherzustellen, dass die Ziele des Explosionsschutzes nach Abschnitt Grundlagen Absatz 4 eingehalten werden.

Hinweis:

Grundlagen zum konventionellen Explosionsschutz sind in TRGS 722, TRGS 723 und TRGS 724 enthalten.

(2) Der Betreiber des Kernkraftwerks hat eine Gefährdungsbeurteilung hinsichtlich der Explosionsgefahren nach §§ 6 und 11 GefStoffV durchzuführen. Kann nach den Vorgaben in §§ 6 und 11 GefStoffV die Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre nicht ausgeschlossen werden, sind in einer Gefährdungsbeurteilung nach § 3 BetrSichV die erforderlichen Explosionsschutzmaßnahmen festzulegen und ein Explosionsschutzdokument zu erstellen. Bei der Beurteilung der Explosionsgefährdung sind die Vorgaben der TRBS 1111 sowie der TRGS 720 ff zu beachten. In Bereichen mit sonstigen gefährlichen explosionsfähigen Gemischen ist analog nach GefStoffV, insbesondere Anhang 1 Nummer 1 GefStoffV, vorzugehen.

Hinweis:

Die Gefährdungsbeurteilungen und das Explosionsschutzdokument können in einem Dokument zusammengefasst werden.

(3) Stoffe, die explosionsfähige Atmosphäre oder sonstige explosionsfähige Gemische bilden können, dürfen nur in dafür vorgesehene Lageranlagen oder Lagereinrichtungen gelagert werden. Diese Stoffe dürfen außerhalb dieser Lageranlagen oder Lagereinrichtungen nur in begrenzten Mengen vorhanden sein. Nach Beendigung der Tätigkeit mit diesen Stoffen sind diese unverzüglich in Lageranlagen oder Lagereinrichtungen zurückzuführen.

(4) Sind aufgrund eines Betriebszustandes der Anlage Funktionen des Sicherheitssystems zeitweise nicht oder nur teilweise erforderlich (z. B. bei Instandhaltungsvorgängen), darf von den in dieser KTA genannten Festlegungen abgewichen

werden, soweit die für den Betriebszustand jeweils erforderliche Funktion der Sicherheitssysteme auch für den Fall einer Explosion nicht unzulässig beeinträchtigt werden kann. Bei der Instandhaltung in Anlagen wird auf TRBS 1112 und TRBS 1112, Teil 1 verwiesen.

(5) Für die Nichtverfügbarkeit von Geräten und Schutzsystemen sowie Sicherheits-, Kontroll- oder Regelvorrichtungen, die dem Explosionsschutz dienen, müssen anlagenspezifisch Maßnahmen festgelegt und durchgeführt werden, so dass der Schutz der Anlage gewährleistet bleibt, z. B. bei Nichtverfügbarkeit von Durchmischungsventilatoren im Maschinenhaus, Lüftungsanlagen von Batterieräumen oder Gasmesseinrichtungen bei der zentralen Wasserstoffversorgung.

(6) Für Brandschutz- und Lüftungsklappen in explosionsgefährdeten Bereichen ist eine Rückmeldung „NICHT AUF“ zum Wartenbereich vorzusehen, wenn eine Belüftung aus Explosionsschutzgründen erforderlich ist.

3.2 Vermeiden wirksamer Zündquellen

(1) In explosionsgefährdeten Bereichen und beim möglichen Auftreten gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre (z. B. bei Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten) sind Zündquellen nach TRGS 723 zu vermeiden.

(2) Für den Einsatz in diesen Bereichen sind geeignete explosionsgeschützte Geräte gemäß BetrSichV § 9 (4) zu verwenden. Geeignete explosionsgeschützte Geräte müssen für den Einsatz in gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre geprüft und seitens der Gerätehersteller einer Gerätekategorie zugeordnet sein.

(3) Darüber hinaus sind Zündquellen in Bereichen mit gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre, die durch Anlagenteile und Tätigkeiten von Personen auftreten können, zu vermeiden. Dabei sind die Vorgaben der TRGS 723 zu beachten.

(4) Auch in Bereichen mit sonstigen gefährlichen explosionsfähigen Gemischen (z. B. Radiolysegas) sind Zündquellen zu vermeiden. Explosionsgeschützte Geräte, die für den Einsatz in gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre geprüft und seitens der Gerätehersteller einer Gerätekategorie zugeordnet sind, dürfen nicht ohne zusätzlichen Nachweis in diesen Bereichen eingesetzt werden. Die Eignung dieser Geräte für die Verwendung in Bereichen mit sonstigen explosionsfähigen Gemischen ist separat nachzuweisen.

3.3 Kombinationen des Ereignisses Explosion mit einem anderen Ereignis

3.3.1 Allgemeines

(1) Kombinationen einer Explosion mit einem anderen Ereignis müssen dann unterstellt werden,

a) wenn die Ereignisse in einem kausalen Zusammenhang stehen oder

b) wenn die Gleichzeitigkeit der Ereignisse auf Grund der Wahrscheinlichkeit und des Schadensausmaßes in Betracht gezogen werden muss.

(2) Kombinationen der Explosion mit einem anderen Ereignis sind ausschließlich hinsichtlich der Einhaltung der im Grundlagenabschnitt Absatz 4 genannten Ziele zu betrachten. Hierzu erforderliche Maßnahmen sind zu treffen.

(3) Folgende Kombinationen sind zu unterscheiden:

a) Kombination kausal abhängiger Ereignisse:

   aa) Explosion und daraus folgendes Ereignis und

   ab) angenommenes Ereignis und daraus folgende Explosion und

b) Kombination unabhängiger Ereignisse:

   Angenommenes Ereignis und davon unabhängige Explosion.

3.3.2 Kombinationen kausal abhängiger Ereignisse

3.3.2.1 Explosion und daraus folgendes Ereignis

Nachfolgende Kombinationen einer Explosion mit daraus folgendem Ereignis sind zu betrachten:

a) Explosion und daraus folgender Brand

   Ein aus anlageninterner Explosion folgender Brand, der die jeweils erforderliche Funktion des Sicherheitssystems unzulässig beeinträchtigt, ist auszuschließen.

   Brandschutzeinrichtungen dürfen durch Explosionen nicht derart geschädigt werden, dass die Ziele nach Grundlagenabschnitt 1 Absatz 4 gefährdet werden.

   H i n w e i s :
   Regelungen zum Brandschutz sind in KTA 2101.1 getroffen.

b) Explosion und daraus folgendes Komponentenversagen:

   Ein Komponentenversagen infolge anlageninterner Explosionen mit potentiellen Auswirkungen auf die jeweils erforderliche Funktion des Sicherheitssystems ist zu betrachten, wenn die Komponenten nicht gegen die Auswirkungen der Explosion ausgelegt sind.

3.3.2.2 Angenommenes Ereignis und daraus folgende Explosion

Nachfolgende Kombinationen eines angenommenen Ereignisses mit daraus folgender Explosion sind zu betrachten:

a) Anlageninterner Brand und daraus folgende Explosion

   Eine unzulässige Beeinträchtigung der jeweils erforderlichen Funktion des Sicherheitssystems darf ausgeschlossen werden, wenn die Regelungen in der Regelreihe KTA 2101 berücksichtigt werden.

b) Komponentenversagen und daraus folgende Explosion

   Alle Komponenten sind grundsätzlich so auszulegen, dass auch bei ihrem Versagen keine Explosion folgt.

   Kann eine Explosion nicht ausgeschlossen werden, ist der Schutz der jeweils erforderlichen Funktion des Sicherheitssystems sicherzustellen. Sofern dies aufgrund systemtechnischer oder nutzungstechnischer Erfordernisse nicht möglich ist, muss durch geeignete Maßnahmen oder durch eine Kombination dieser Maßnahmen ein gleichwertiger Schutzzustand sichergestellt werden.

c) Erdbeben und daraus folgende Explosion

   Einrichtungen des Explosionsschutzes und Anlagenteile nach Abschnitt 4 und 5 dieser KTA sind entweder gegen Bemessungserdbeben gemäß KTA 2201.1 auszulegen oder es ist nachzuweisen, dass im Falle einer Explosion die jeweils erforderliche Funktion des Sicherheitssystems gewährleistet ist.

d) Blitzeinwirkung und daraus folgende Explosion

   Eine aus Blitzeinwirkung folgende Explosion, die die jeweils erforderliche Funktion des Sicherheitssystems unzulässig beeinträchtigt, ist auszuschließen. Eine unzulässige Beeinträchtigung der jeweils erforderlichen Funktion des Sicherheitssystems darf ausgeschlossen werden, wenn die Regelungen in KTA 2206 berücksichtigt werden.

e) Für Ereignisse, die unabhängig vom Anlagenbetrieb die Entstehung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre außerhalb der sicherheitstechnisch wichtigen Gebäude zur Folge haben (z. B. Transportunfälle), sind Schutzmaßnahmen gegen Eintritt dieser Atmosphäre in die Gebäude durchzuführen.

3.3.3 Kombinationen unabhängiger Ereignisse

Kombinationen unabhängiger Ereignisse müssen betrachtet werden, wenn die Gleichzeitigkeit der Ereignisse gegeben ist. Die Gleichzeitigkeit des Ereignisses Explosion und eines davon unabhängigen Ereignisses ist dann zu unterstellen, wenn dies aufgrund der Wahrscheinlichkeit in Betracht zu ziehen ist.

Hinweise:

(1) Gleichzeitigkeit im Sinne dieser Regel berücksichtigt auch langanhaltende Ereignisse (z. B. Hochwasser) und die möglicherweise noch vorhandenen Ereignisfolgen bei Eintritt der Explosion.

(2) Von einer hinreichend kleinen Eintrittswahrscheinlichkeit der Ereigniskombinationen kann ausgegangen werden, wenn diese kleiner als $1x10^{-5}$ pro Jahr ist.

4 Fallbezogene Anforderungen

4.1 Lagern und Abfüllen brennbarer Flüssigkeiten

(1) Brennbare Flüssigkeiten dürfen nur in dafür vorgesehenen Lagern gelagert werden, wobei die geltenden Bestimmungen zu beachten sind. Beim Lagern von brennbaren Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt kleiner als oder gleich 55 °C in ortsbeweglichen Behältern sind die Vorgaben der TRGS 510 einzuhalten. Beim Lagern in ortsfesten Lagerbehältern oder Tanks sind die Anforderungen der TRGS 509 einzuhalten. Ergänzungen und zusätzliche Bedingungen enthalten die nachfolgenden Absätze.

(2) Flüssigkeiten mit Flammpunkt kleiner als oder gleich 55 °C dürfen in einem Lager nur in Mengen bis 1000 l und nur in Gefäßen mit einem maximalen Rauminhalt von 200 l gelagert werden. In Räumen mit Einrichtungen des Sicherheitssystems und in Räumen, von denen aus die jeweils erforderliche Funktion des Sicherheitssystems durch Explosionen unzulässig beeinträchtigt werden kann, ist das Lagern brennbarer Flüssigkeiten mit Flammpunkt kleiner als oder gleich 55 °C nicht zulässig.

(3) Brennbare Flüssigkeiten in Gefäßen mit Fassungsraum von mehr als 1 l dürfen nur gelagert und gehandhabt werden, wenn die Gefäße der Gefahrgutverordnung GGVSEB genügen; sonstige Gefäße über 1 l sind ohne Schutzummantelung nicht zulässig.

(4) Brennbare Flüssigkeiten, die zu gefährlichem Selbstzerfall (instabile Stoffe, z. B. 2K-Epoxydharze oder 2K-Polyurethane) neigen, dürfen nur in gesonderten Lagereinrichtungen außerhalb des Kontrollbereiches gelagert werden. Brennbare Flüssigkeiten, die zu sprengstoffartigen Reaktionen neigen (z. B. Nitromethan) dürfen nicht gelagert werden.

(5) Gemäß GefStoffV § 6 muss ein Gefahrstoffverzeichnis vorhanden sein. Hierzu ist das Einbringen und das Ausbringen von Behältern mit brennbaren Flüssigkeiten mit Flammpunkt kleiner als oder gleich 55 °C in Mengen über 30 l in und aus Lagern nach Art und Menge zu dokumentieren. In Abständen von höchstens einem Jahr ist eine schriftliche Bestandsaufnahme zu fertigen und der ordnungsgemäße Zustand der Lager und Gefäße - auch außerhalb der Lager - zu überprüfen.

(6) Im Kontrollbereich befindliche, nicht mehr benötigte Restmengen von Flüssigkeiten mit Flammpunkt kleiner als oder gleich 55 °C sind nach Freimessung direkt aus dem Kontrollbereich herauszubringen und dies ist zu dokumentieren. Im Kontrollbereich dürfen benötigte brennbare Flüssigkeiten mit Flammpunkt kleiner als oder gleich 55 °C nur bis zu einer Menge von maximal 100 l je Lagerraum oder Aufstellraum für Lagereinrichtungen gemäß TRGS 510 gelagert werden. Die Lagerräume oder Aufstellräume für Lagereinrichtungen sind so auszuwählen, dass im Brand- und Explosionsfall keine gegenseitige Beeinflussung erfolgt. Bezüglich des Gefahrstoffverzeichnisses in diesen Lagerräumen oder Lagereinrichtungen gilt Absatz 5.

(7) Brennbare Flüssigkeiten mit Flammpunkt kleiner als oder gleich 55 °C dürfen nur in den nachfolgend genannten geeigneten Bereichen abgefüllt werden:

a) Füllstelle oder Entleerstelle entsprechend den Anforderungen der TRGS 509
b) Lagerräume, die auch als Füll- oder Entleerstelle entsprechend den Anforderungen der TRGS 509 ausgewiesen sind
c) Explosionsgeschützt ausgeführte Laborabzüge

4.2 Bereitstellung und Einsatz brennbarer Flüssigkeiten

(1) Für die Bereitstellung und den Einsatz brennbarer Flüssigkeiten gelten die Bestimmungen der GefStoffV und BetrSichV sowie der zugehörigen Technischen Regeln TRGS und TRBS. Ergänzungen und zusätzliche Bedingungen enthalten die nachfolgenden Absätze.

Hinweis:

Der Einsatz umfasst den gesamten Umgang bei der Verarbeitung und bei der sonstigen Handhabung, jedoch ohne Lagern und Abfüllen (vgl. Abschnitt 4.1).

(2) Die Bereitstellung und der Einsatz von brennbaren Flüssigkeiten, die zu sprengstoffartigen Reaktionen neigen (z. B. Nitromethan) sind nicht zulässig.

(3) Im Kontrollbereich und in Bereichen mit Einrichtungen des Sicherheitssystems und in Bereichen, von denen aus die jeweils erforderliche Funktion des Sicherheitssystems durch Explosionen unzulässig beeinträchtigt werden kann, ist die Bereitstellung und der Einsatz von brennbaren Flüssigkeiten mit Flammpunkt kleiner als oder gleich 55 °C und solchen Flüssigkeiten, deren maximale Verarbeitungstemperatur über oder dicht unter (bis 5 K für Reinstoffe und bis 15 K für Gemische) dem Flammpunkt der Flüssigkeit liegt (vgl. TRGS 721), auf die für den Arbeitsvorgang innerhalb von 24 h notwendige Menge zu begrenzen:

a) Die Mengen je Arbeitsplatz dürfen für die Bereitstellung 50 l und für die gleichzeitige Verwendung an diesem Arbeitsplatz 10 l, die Gesamteinsatzmenge in einem Brandbekämpfungsabschnitt jedoch 50 l nicht überschreiten.
b) Arbeiten (z. B. Oberflächenbehandlungen) mit solchen Flüssigkeiten dürfen nur unter Anwendung technischer Lüftung durchgeführt werden. Die Wirksamkeit der technischen Lüftung ist durch befähigte Personen nachzuweisen, z. B. durch den Einsatz von Gaswarngeräten.
c) Die Ansammlung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre oder sonstigen gefährlichen explosionsfähigen Gemischen sind durch Maßnahmen nach Abschnitt 3.1 räumlich und zeitlich auf ein Minimum zu begrenzen.
d) Rohrleitungen, die solche Flüssigkeiten führen, sind nicht zulässig.

(4) Außerhalb von Laboratorien sind die Bereitstellungen und Einsätze nach Absatz 3 nur aufgrund eines schriftlichen Arbeitsauftrages zulässig. In diesem Arbeitsauftrag sind auch die notwendigen Schutzmaßnahmen (z. B. Lüftung, Zündquellenvermeidung, Einsatz von Gaswarngeräten) festzulegen. Sind mehrere Arbeitsplätze dieser Art vorhanden, dürfen sich diese nicht gegenseitig gefährden. Nach Abschluss der Arbeiten sind die Restmengen dieser Flüssigkeiten einschließlich Abfälle mit solchen Flüssigkeiten unverzüglich zu entfernen.

(5) In Abweichung von Absatz 3 dürfen größere Mengen nur eingesetzt werden, wenn im Einzelfall eine gesonderte Gefährdungsbeurteilung durchgeführt und Schutzmaßnahmen festgelegt wurden.

4.3 Tankstellen und mobile Tankanlagen

(1) Ortsfeste Tankstellen und mobile Tankanlagen und die zugehörigen Entnahmeeinrichtungen müssen von den Ansaug-

öffnungen von Lüftungsanlagen und von Ein- und Ausgängen von Gebäuden einen Abstand von mehr als 30 m haben.

(2) Die Lagermenge von Ottokraftstoff auf dem Kernkraftwerksgelände ist auf 1000 l zu begrenzen. Abweichend davon dürfen größere Mengen nur eingesetzt werden, wenn im Einzelfall eine gesonderte Gefährdungsbeurteilung durchgeführt und Schutzmaßnahmen festgelegt wurden.

4.4 Hydraulik- und Schmieröle

Hinweis:

Weitere Anforderungen an Ölversorgungssysteme siehe KTA 2101.3.

(1) Ölversorgungssysteme müssen so errichtet und betrieben werden, dass bei Leckagen das Auftreten explosionsfähiger Gemische von Ölnebeln, Öldämpfen und in Öl gelösten Gasen mit Luft vermieden oder wenigstens so weit eingeschränkt ist, dass die jeweils erforderliche Funktion des Sicherheitssystems nicht unzulässig beeinträchtigt werden kann.

(2) Bei Ölversorgungssystemen mit einem Betriebsüberdruck kleiner als oder gleich 10 bar ist die Anforderung nach Absatz 1 erfüllt, wenn das Öl für den Einsatzzweck geeignet ist und die Nachlauftemperatur (Ölablauftemperatur aus dem Betriebsmittel, das die Erwärmung des Öls verursacht) der Öle 60 % des (in °C gemessenen) Flammpunktes des betreffenden Öls nicht überschreitet.

(3) Bei Ölversorgungssystemen mit einem Betriebsüberdruck größer als 10 bar ist die Anforderung nach Absatz 1 erfüllt, wenn neben den Bedingungen nach Absatz 2 folgende zusätzliche Bedingungen eingehalten werden:

a) Die Öle sind in festzulegenden Zeitabständen (abhängig von den jeweiligen Prüfungsergebnissen und der Zugänglichkeit) auf ihre Eignung zu überprüfen. Die Ergebnisse der Analysen sind schriftlich festzuhalten.
b) Zur Einschränkung möglicher Undichtheiten an z. B. Rohren, Armaturen sind verschraubte und planflächig geflanschte Verbindungen grundsätzlich zu vermeiden. An unvermeidbaren Verbindungen dieser Art ist die Bildung größerer Ölnebelwolken durch Sprühstrahl mit Hilfe von Abschirmungen, wie Prallbleche, Prallscheiben oder Prallrohre, zu verhindern.

4.5 Lagern und Füllen von entzündbaren Gasen

4.5.1 Allgemeines

(1) Bei der Errichtung und dem Betrieb der Gaslager und ihrer Verteilungsnetze gelten die Bestimmungen der BetrSichV und der GefStoffV. Der Umgang mit entzündbaren Gasen in ortsfesten und ortsbeweglichen Druckgeräten ist europäisch in der Richtlinie 97/23/EG (PED), in der Richtlinie 2010/35/EU (TPED) und im ADR geregelt. Weiterhin gelten die TRGS 407, die TRBS 3145/TRGS 745 und die TRBS 3146/TRGS 746. Beim Lagern von entzündbaren Gasen in ortsbeweglichen Druckgeräten sind die Vorgaben der TRGS 510 einzuhalten.

(2) Die in dieser Regel genannten Lagermengen für entzündbare Gase gelten für Räume oberhalb Erdgleiche; für die Lagerung unterhalb Erdgleiche gelten die Anforderungen der TRGS 510.

(3) Auf das Kernkraftwerksgelände dürfen entzündbare Gase, die zu gefährlichem Selbstzerfall oder zu sprengstoffähnlichen Reaktionen neigen (siehe Liste der chemisch instabilen Gase in Tabelle II der DGUV Regel 100-500 Kapitel 2.33), grundsätzlich nicht gebracht werden; ausgenommen ist Acetylen, das entsprechend den Regelungen in Abschnitt 4.5.2 Absatz 8 und für Laboratorien in Abschnitt 4.6.5 zu handhaben ist.

Hinweis:

Das Kapitel 2.33 der DGUV 100-500 wurde bereits Ende 2004 zurückgezogen, der Zugriff auf diese Regel ist jedoch weiter möglich.

(4) Entzündbare Gase sind grundsätzlich in einem zentralen Gaslager entsprechend TRGS 510 nach Abschnitt 4.5.2 zu lagern. Ausnahmen für anderweitiges Lagern sind in Abschnitt 4.5.3 geregelt.

(5) Das zentrale Gaslager nach Abschnitt 4.5.2 und die sonstigen Lager nach Abschnitt 4.5.3 dürfen nicht in Räumen untergebracht sein, von denen aus die jeweils erforderliche Funktion des Sicherheitssystems unzulässig beeinträchtigt werden kann.

(6) Gaslager dürfen nicht in unmittelbarer Nähe der Ansaugöffnungen von Gebäuden, in denen sich Einrichtungen des Sicherheitssystems befinden, untergebracht werden.

(7) Gasversorgungsleitungen dürfen grundsätzlich nicht durch Räume mit Einrichtungen des Sicherheitssystems geführt werden; ausgenommen sind notwendige Zuleitungen, die so ausgeführt sein müssen, dass die jeweils erforderliche Funktion des Sicherheitssystems nicht unzulässig beeinträchtigt werden kann.

4.5.2 Zentrales Gaslager

(1) Alle ortsbeweglichen Druckgeräte der Wasserstoffversorgung, außer einer Notversorgung zur Kühlung des Generators (siehe Abschnitt 5.6.1) und der Wasserstoffversorgung für Laboratorien und Werkstätten (siehe Abschnitt 4.5.3), müssen sich im zentralen Gaslager befinden.

(2) Im zentralen Gaslager dürfen ortsbewegliche Druckgeräte nicht befüllt werden und diese nicht instandgesetzt werden. Diese Arbeiten sind nur in speziellen Räumen zulässig.

(3) Im zentralen Gaslager dürfen als entzündbare Gase nur Wasserstoff, Methan, Propan, Butan sowie Acetylen und entzündbare Formiergase mit den nachfolgenden Mengenbegrenzungen und Einschränkungen gelagert werden.

(4) Für Wasserstoff in Druckgeräten gilt:

Maximal 5000 m^3 (Normzustand) in ortsbeweglichen Druckgeräten mit einem Fassungsraum bis 50 l.

(5) Für Wasserstoff in ortsfesten Druckgeräten gilt:

a) Von der unter Absatz 4 genannten maximal zulässigen Menge darf Wasserstoff in einem oder mehreren räumlich zusammen angeordneten ortsfesten Druckgeräten in einer Gesamtmenge bis 2500 m^3 (Normzustand) gelagert werden.
b) Die (ortsfesten) Druckgeräte müssen von den Außenwänden der Gebäude mit Einrichtungen des Sicherheitssystems und solcher Einrichtungen im Freien sowie von den Ansaugöffnungen der Lüftungsanlagen einen Sicherheitsabstand von 50 m haben. Der Sicherheitsabstand ist von der Außenwand des Druckgerätes zu messen. Dieser Sicherheitsabstand gilt auch für das Druckbehälterfahrzeug während des Befüllvorganges.
c) Verdämmend wirkende Strukturen in der unmittelbaren Umgebung des ortsfesten Druckgerätes sind zu vermeiden.

(6) Für Methan gilt:

Maximal 500 m^3 (Normzustand) in ortsbeweglichen Druckgeräten mit einem Fassungsraum bis 50 l.

(7) Für Propan und Butan gilt:

Zusammen 220 kg in ortsbeweglichen Druckgeräten (druckverflüssigt) mit einem Fassungsraum bis 30 l.

(8) Für Acetylen gilt:

50 ortsbewegliche Druckgeräte mit einem Fassungsraum bis 40 l je Behälter.

(9) Für entzündbare Formiergase gilt:

100 ortsbewegliche Druckgeräte mit einem Fassungsraum bis 50 l je Behälter.

4.5.3 Gaslager für Laboratorien und Werkstätten

(1) Gaslager für in Laboratorien und Werkstätten benötigte entzündbare Gase in ortsbeweglichen Druckgeräten dürfen eingerichtet werden, wenn dies aus betrieblichen Gründen (z. B. langer Transportweg) notwendig ist.

(2) Die Vorschriften nach den Abschnitten 4.5.1 und 4.5.2 sind einzuhalten.

(3) Die zulässige Anzahl der ortsbeweglichen Druckgeräte ist dem Behälterbedarf für einen Tag und der dafür erforderlichen Reserve anzupassen.

4.6 Bereitstellung und Einsatz entzündbarer Gase

4.6.1 Kühlung des Generators

(1) Die Kühlung des Generators und die dazugehörenden Wasserstoffversorgungsanlagen müssen neben den allgemeinen Anforderungen des Explosionsschutzes nur dann den in Absatz 13 genannte besonderen Anforderungen genügen, wenn die Ziele nach Grundlagenabschnitt Absatz 4 unzulässig beeinträchtigt werden.

(2) Für den Aufbau und den Betrieb der Wasserstoffversorgungsanlage einschließlich der verwendeten Bauteile gelten die BetrSichV und GefStoffV mit den TRGS 720 ff und die DIN EN IEC 60034-3 (VDE 0530, Teil 3).

H i n w e i s :
Weitergehende Informationen für die Konstruktion und Betrieb solcher Systeme sind in der VGB-S 165 enthalten.

(3) Für die Wasserstoffversorgung des Generators sind Rohre und Armaturen zu verwenden, die für den Kontakt mit Wasserstoff und die auftretenden Drücke (mindestens PN10) geeignet sind. Graugussarmaturen sind nicht zulässig. Sofern Kupfer, Messing oder Bronze für Rohrleitungen und Verbindungen eingesetzt werden, sind Verunreinigungen von Ammoniak im Wasserstoff auszuschließen. Die Wasserstoffzuführungsleitung vom zentralen Gaslager zur Generatorwasserstoffversorgung ist nach TRGS 722 auf Dauer technisch dicht auszuführen. Weichlot ist zu vermeiden.

H i n w e i s :
Weitergehende Informationen für die Konstruktion der Rohrleitungen sind in VGB-R 503, IGC DOC 15-06 und DGUV Regel 113-001 enthalten.

(4) Flansche sollen innerhalb von baulichen Anlagen nicht in die Zuführungsleitung eingebaut werden. Sind sie unvermeidbar, ist die dauerhafte technische Dichtheit nach TRGS 722, nachzuweisen. Gelingt dieser Nachweis nicht, müssen Gefahren beurteilt und entsprechende Maßnahmen getroffen werden, z. B. Bespülen mit einem so großen Luftstrom, dass die Möglichkeit zur Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre verhindert wird.

(5) Der aus der zentralen Wasserstoffversorgung abgeführte Wasserstoff, der aus einem unkontrolliert austretenden Volumen und aus einem zeitlich konstanten, kontrolliert abgeführten Volumen besteht, muss durch eine geeignete Messeinrichtung (z. B. Strömungs- oder Volumenstrom-Wächter) ständig überwacht werden.

(6) Diese Messeinrichtung muss hinsichtlich der funktionalen Sicherheit der Messfunktion für Wasserstoff die Stufe des Sicherheits-Integritätslevels SIL 1 oder höher erreichen. Die Bewertung darf nach DIN EN 61511 erfolgen. Die erforderliche SIL-Stufe darf nach den Prinzipien der Norm auch durch Einsatz von redundanten betriebsbewährten Komponenten oder Komponenten mit SIL-Nachweisen erreicht werden. Die Messeinrichtung muss, sofern sie in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt wird, die Anforderung der Richtlinie 2014/34/EU erfüllen.

(7) Für die Überwachung gilt:

a) Beim Überschreiten eines oberen Grenzwertes muss die Wasserstoffnachspeisung automatisch außerhalb des Maschinenhauses unterbrochen werden.

b) Die Unterbrechung muss in der Warte gemeldet werden.

c) Der obere Grenzwert als Einstellwert der Überwachungseinrichtung nach Aufzählung a) ist als Summe der gemessenen, kontrolliert abgeführten und der aus dem Generator und seinen Hilfsanlagen maximal zulässig unkontrolliert austretenden Wasserstoff-Nachspeisemenge zu bilden.

d) Der maximal zulässige, unkontrolliert austretende Anteil ist gemäß DIN EN IEC 60034-3 (VDE 0530, Teil 3) auf 18 m^3 (Normzustand) in 24 Stunden festzulegen.

e) Die Summe der gemessenen, kontrolliert abgeführten Wasserstoffvolumina darf in einer Stunde 250 l (Normzustand) nicht überschreiten.

f) Das zum Be- oder Nachfüllen erforderliche Volumen (z. B. bei Anpassung des Gasdrucks im Generator an geänderte Lastverhältnisse) ist nicht für die Bewertung der Einhaltung des Grenzwertes nach Aufzählung a) mit anzusetzen.

g) Ein Ausfall der Spannungsversorgung für die Messeinrichtungen muss gemeldet und kurzfristig behoben werden.

(8) In der Umgebung des Generators und seiner Hilfsanlagen muss grundsätzlich an möglichen Leckstellen die Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre (Wasserstoff/Luft-Gemisch) durch ausreichendes Bespülen mit Luft verhindert werden. Bei Anlagenteilen, die auf Dauer technisch dicht sind, sind keine Freisetzungen zu erwarten, die zur Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre führen können.

(9) Die ausreichende Belüftung für die einzelnen Räume des Maschinenhauses ist in DIN EN IEC 60034-3 (VDE 0530, Teil 3) unter Beachtung der dort angegebenen Grenzen für die Raumvolumina festgelegt. In allen Räumen, in die Wasserstoff entweichen kann, dürfen keine nach oben abgeschlossenen, unbelüfteten Hohlräume vorhanden sein.

(10) Elektrische Einrichtungen sind so anzuordnen oder zu bauen, dass sie die in der Nähe liegenden Einrichtungen zur Wasserstoffversorgung im Falle eines Kurzschlusses nicht beschädigen können.

(11) Für die Notversorgung gilt:

a) Um die Wasserstoffversorgung des Generators, dessen Gasverluste im Normalbetrieb aus der Wasserstoff-Zentralversorgung ausgeglichen werden, auch bei Störungen sicherzustellen, darf im Maschinenhaus eine ortsfeste Installation für eine Wasserstoff-Notversorgung vorhanden sein; die dafür erforderlichen Wasserstoff-Flaschen dürfen erst im Bedarfsfall in das Maschinenhaus vorübergehend eingebracht werden.

b) In der Wasserstoff-Flaschenbatterie nach Aufzählung a) dürfen bis zu 8 Wasserstoff-Flaschen mit einem Fassungsraum von 50 l je Behälter über Anschlussbögen mit einem Sammelrohr verbunden werden. Von den angeschlossenen Wasserstoff-Flaschen darf gleichzeitig nur aus zwei Behältern Wasserstoff entnommen werden. Freie Anschlüsse sind durch HD-Zwischenventile abzusperren.

c) Wird die Anlage über eine Wasserstoff-Flaschenbatterie versorgt, ist aufgrund der Anzahl der entleerten Behälter zu prüfen, ob das unkontrolliert ausgetretene Wasserstoffvolumen in 24 Stunden größer als 18 m^3 (Normzustand) ist. Wird dieser Grenzwert überschritten, ist gemäß DIN EN IEC 60034-3 (VDE 0530 Teil 3) zu verfahren.

d) Der Austausch von Wasserstoff-Flaschen ist schriftlich festzuhalten.

(12) Die kontinuierliche Wasserstoffzufuhr zur Sauerstoffreduktion im Generatorwicklungs-Kühlwasser muss automatisch außerhalb des Maschinenhauses unterbrochen werden, wenn die Wasserstoff-Nachspeisemenge den Nennwert um 20 % überschreitet. Dabei ist der Nennwert auf 500 l/h (Normzustand) zu begrenzen. Die vorgenannte Überschreitung muss an die Warte gemeldet werden.

(13) Im Störungsfall muss der Wasserstoff aus der Generatorkühlung fernbedient schnell (Entleerungszeit soll kleiner 10 min sein) und schadlos ins Freie abgeführt werden (Generatorschnellentleerung). Die Integrität des Maschinenhauses darf durch mögliche Explosionsdruckwellen an der Entleerungsstelle nicht gefährdet werden.

4.6.2 Wasserstoff für die Rekombination von Sauerstoff

Hinweis:
Wasserstoff wird zur Reduktion des im Abgassystem vorhandenen Sauerstoffs im Rekombinator sowie zur Begasung des Hauptkühlmittels verwendet.

(1) Bei der Versorgung des Abgassystems sowie der Kühlmittelversorgung von DWR und SWR mit Wasserstoff und des Volumenregelsystems des DWR mit Wasserstoff gelten die einschlägigen Bestimmungen; insbesondere sind die BetrSichV und GefStoffV mit den TRGS 720 ff einzuhalten.

(2) Für die Wasserstoffzuführung müssen Rohrleitungen nach DGUV Regel 100-500 Kapitel 2.33 verwendet werden. Der Prüfdruck der Rohrleitungen muss das 1,5-fache des maximalen Betriebsdruckes betragen.

(3) Flansche sollen innerhalb von baulichen Anlagen nicht in die Zuführungsleitung eingebaut werden. Sind sie unvermeidbar, ist die dauerhafte technische Dichtheit nach TRGS 722 nachzuweisen. Gelingt dieser Nachweis nicht, müssen Gefahren beurteilt und entsprechende Maßnahmen getroffen werden, z. B. Bespülen mit einem so großen Luftstrom, dass die Möglichkeit zur Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre verhindert wird.

(4) Der aus dem zentralen Gaslager abgeführte Wasserstoff muss innerhalb des Systems für Wasserstoffversorgung und -verteilung durch eine geeignete Maßnahme (z. B. Volumenstromwächter) ständig überwacht werden. Der Wasserstoff-Volumenstrom muss bei Überschreitung seines Nennwertes um 20 % automatisch außerhalb des Reaktorgebäudes, des Hilfsanlagengebäudes oder des Maschinenhauses unterbrochen werden. Die Überschreitung darf aber nicht mehr als 300 l/h betragen. Die vorgenannten Überschreitungen müssen an die Warte gemeldet werden.

(5) Die Messeinrichtung muss hinsichtlich der funktionalen Sicherheit der Messfunktion für Wasserstoff die Stufe SIL 1 oder höher erreichen. Die Bewertung darf nach DIN EN 61511 erfolgen. Die erforderliche SIL-Stufe darf nach den Prinzipien der Norm auch durch Einsatz von redundanten betriebsbewährten Komponenten oder Komponenten mit SIL-Nachweisen erreicht werden. Die Messeinrichtung muss, sofern sie in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt wird, die Anforderung der Richtlinie 2014/34/EU erfüllen.

4.6.3 Zählgase zur Radioaktivitätsüberwachung

(1) Für die zur Messung von Radioaktivität verwendeten Durchflusszähler gelten die einschlägigen Bestimmungen. Ergänzungen und zusätzliche Bedingungen enthalten die nachfolgenden Abschnitte.

(2) Die Durchflusszähler dürfen grundsätzlich nur mit Argon/Methan-Gemisch im Volumenverhältnis 90:10 oder mit unbrennbaren Gasgemischen betrieben werden. Hiervon darf abgewichen werden:

a) bei Aktivitätsmessungen in Laboratorien,
b) bei mobilen Messgeräten, wenn das Zählgasvolumen je Messgerät
   ba) bei Methan, gasförmig, 100 l im Normzustand,
   bb) bei Propan, flüssig, 200 ml,
   bc) bei Butan, flüssig, 200 ml
   nicht überschritten wird,
c) bei mobilen Messgeräten, deren Einsatz in Räumen mit einem freien Volumeninhalt unter 50 m^3 Rauminhalt nicht vorgesehenen ist, zur Bestimmung des Tritiumgehaltes in der Raumluft, sofern das Methanvolumen im Druckgerät 3 m^3 (Normzustand) nicht überschreitet,
d) bei stationären Messgeräten, bei denen aufgrund des Aufstellungsortes und der durch das Gerät gegebenen Mengenbegrenzung die jeweils erforderliche Funktion des Sicherheitssystems nicht unzulässig beeinträchtigt werden kann.

4.6.4 Brenngase für Schweißen, Schneiden und verwandte Arbeitsverfahren

(1) Bei Verwendung von Brenngasen gelten DGUV Regel 113-004 und DGUV Regel 100-500 Kapitel 2.26, Abschnitt 3.8. Ergänzungen und zusätzliche Bedingungen enthalten die nachfolgenden Absätze.

(2) In Räumen mit Einrichtungen des Sicherheitssystems oder in Räumen, von denen aus die jeweils erforderliche Funktion des Sicherheitssystems durch Explosion unzulässig beeinträchtigt werden kann, sollen bei Arbeiten mit Brenngasen nur Einzelflaschenanlagen verwendet werden, deren Anzahl so gering wie nötig zu halten ist. An den Einzelflaschenanlagen darf jeweils nur ein Verbrauchsgerät angeschlossen werden. Die Einzelflaschenanlagen sind nach Abschluss der Arbeiten sowie bei längeren Arbeitsunterbrechungen (z. B. Nacht) aus diesen Räumen zu entfernen.

(3) Das Autogenschweißen im Reaktorgebäude ist in Abhängigkeit von Ort, Zeit und Anlagenzustand, jedoch an nicht mehr als fünf Arbeitsplätzen gleichzeitig, aufgrund einer Arbeitsgenehmigung im Einzelfall zulässig.

4.6.5 Entzündbare Gase und Oxidationsmittel in Laboratorien

(1) Bei Verwendung von entzündbaren Gasen und Oxidationsmitteln in Laboratorien ist die TRGS 526 „Laboratorien“ einzuhalten. Ergänzungen und zusätzliche Bedingungen enthalten die folgenden Absätze.

Hinweis:
Anforderungen hinsichtlich bautechnischer Brandschutztrennung sind in KTA 2101.2 geregelt.

(2) Laboratorien dürfen nicht in Räumen untergebracht sein, von denen aus die jeweils erforderliche Funktion des Sicherheitssystems unzulässig beeinträchtigt werden kann.

(3) Bei Versorgung aus dem zentralen Gaslager nach Abschnitt 4.5.2 sind die Mengenströme der entzündbaren Gase durch eine Messeinrichtung zu überwachen. Bei Überschreitung des vorgesehenen maximalen Mengenstromes um 20 % ist die Versorgung automatisch zu unterbrechen.

(4) Die Messeinrichtung muss hinsichtlich der funktionalen Sicherheit der Messfunktion für das verwendete Gas die Stufe SIL 1 oder höher erreichen. Die Bewertung darf nach DIN EN 61511 erfolgen. Die erforderliche SIL-Stufe darf nach den Prin-

zipien der Norm auch durch Einsatz von redundanten betriebsbewährten Komponenten oder Komponenten mit SIL-Nachweisen erreicht werden. Die Messeinrichtung muss, sofern sie in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt wird, die Anforderung der Richtlinie 2014/34/EU erfüllen.

4.7 Stationäre Batterien oder Batterieanlagen

(1) Für die Errichtung und den Betrieb von stationären Batterien oder Batterieanlagen gelten die Anforderungen von KTA 3703 und DIN EN IEC 62485-2 (VDE 0510-485-2). Hinsichtlich des Explosionsschutzes sind die folgenden zusätzlichen Bedingungen einzuhalten.

(2) Bei Batterieanlagen – ausgenommen Anlagen mit ausschließlich gasdichten Batterien – sind in den Batterieräumen das Ansammeln gefährlicher explosionsfähiger Gemische durch technische Lüftung und ferner im Wasserstoff-Quellbereich der Batterien (Nahbereich) Zündgefahren durch technische und organisatorische Maßnahmen zu verhindern.

(3) Zur Sicherstellung des Luftwechsels ist die Funktion der lüftungstechnischen Einrichtungen durch technische oder organisatorische Maßnahmen zu überwachen. Hierzu ist die Überwachung der Luftströmung oder mindestens die Einhaltung folgender Maßnahmen erforderlich:

a) Abzweigüberwachung der Lüftermotoren in der zugehörigen Schaltanlage,

b) Drehzahlüberwachung von über Riemen angetriebenen Lüftern auf der Lüfterseite und

c) regelmäßige Prüfung der Funktion der Lüftungsanlage.

(4) Die zulässige Unterbrechungszeit t_0 der technischen Lüftung des Batterieraumes ergibt sich aus der Gleichung

$$t_0 = \frac{V_r \cdot f}{Q} \qquad (4\text{-}1)$$

mit

t_0 : zulässige Unterbrechungszeit (in Stunden), innerhalb der der Volumenanteil des Wasserstoffs im Volumen V_r bei regelmäßiger Verteilung um 0,8 Vol.-% ansteigen kann.

Hinweis:
0,8 Vol.-% ist gleich einem Fünftel der unteren Explosionsgrenze von Wasserstoff in Luft.

V_r : Luftvolumen (in m^3) derjenigen Raumteile, in denen sich der freigesetzte Wasserstoff bei Unterbrechung der technischen Lüftung mit der Luft mischen kann.

Q : Mindestwert des Luftvolumenstromes (in m^3/h), berechnet nach DIN EN IEC 62485-2 (VDE 0510-485-2) mit dem Faktor s = 5 unter Berücksichtigung der für den Ladestrom einzusetzenden Stromstärke I.

f : Zahlenwert 5 oder 1. Für den Zahlenwert f, der von dem für die Stromstärke I zur Berechnung des Luftvolumenstromes Q eingesetzten Wert abhängt, gilt:

a) f = 5, wenn der in DIN EN IEC 62485-2 (VDE 0510-485-2) genannte Wert der Stromstärke eingesetzt wird,

b) f = 1, wenn die Stromstärke des tatsächlich auftretenden Ladestromes eingesetzt wird.

(5) Es ist durch Vorkehrungen sicherzustellen, dass innerhalb der nach Absatz 4 errechneten zulässigen Unterbrechungszeit t_0 wirksame Ersatzmaßnahmen (z. B. Instandsetzung der Lüftung, Aufbau oder Zuschaltung einer Ersatzlüftung, Öffnen von Brandschutz- und Lüftungsklappen) durchgeführt werden können.

(6) Für den Ladebetrieb mit Spannungen über der Erhaltungsladespannung ist vor der Handumschaltung am Gleichrichter gemäß KTA 3703 festzustellen, dass die Lüftungsanlage in Funktion ist. Diese Prüfung ist während dieses Ladebetriebs innerhalb der Fristen zu wiederholen, die sich für den Betrieb mit der jeweiligen Ladestromstärke als zulässige Unterbrechungszeit t_0 nach Absatz 4 ergeben.

4.8 Radiolysegasvorsorge

(1) Es sind im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung mögliche Gefahren durch die Ansammlung von Radiolysegas zu ermitteln. Diese Analyse der Auswirkungen potenzieller Radiolysegasreaktionen und möglicher Gegenmaßnahmen soll die erforderliche Vorsorge gegen Schäden sicherstellen. Sie ist in folgenden drei Stufen durchzuführen:

a) Es müssen anlagenspezifisch alle Bereiche mit Potenzial für unzulässige Radiolysegasansammlungen systematisch erfasst werden.

b) Für jeden erfassten Bereich ist zu untersuchen, welche maximalen Auswirkungen aus einer Radiolysegasreaktion entstehen können (z. B. Druckwellen, Bruchstücke, Strahlkräfte, Reaktionskräfte).

c) Für jeden erfassten Bereich sind Maßnahmen zur Vorsorge festzulegen. Die Anforderungen an die Qualität der Maßnahmen zur Verhinderung einer Radiolysegasreaktion hängen dabei von der Sicherheitsebene ab, der das potenzielle Ereignis zuzuordnen ist. Passiv wirkende Maßnahmen sind gegenüber aktiv wirkenden Maßnahmen zu bevorzugen.

(2) Die systematische Erfassung soll anlagenspezifisch erfolgen. Erfahrungen und Erkenntnisse anderer Betreiber sollen berücksichtigt werden. In Bezug auf Radiolysegasansammlungen als gefährdet einzustufen sind Systembereiche, die:

a) bestimmungsgemäß Reaktorkühlmitteldampf führen,

b) bei anomalen Betriebszuständen mit Reaktorkühlmitteldampf beaufschlagt werden,

c) an Reaktorkühlmitteldampf führende Bereiche angrenzen, d. h. durch geschlossene Armaturen oder in Wärmetauschern getrennt sind (Eindringen von Radiolysegas bei Leckagen),

d) an Reaktorkühlmitteldampfbereiche anschließende Systembereiche (Speisewasserbehälter, Speisewassersystem, Kondensatsystem) insbesondere die Bereiche bei denen Dampfkondensation zu einer Ansammlung von Radiolysegas führen kann.

(3) Für die erfassten Systeme ist die Prüfung auf „stagnierendes“ Medium vorzunehmen. Erst beim Vorliegen einer turbulenten Strömung kann eine Radiolysegasansammlung sicher ausgeschlossen werden.

(4) Die Radiolysegasreaktion ist als Detonation anzunehmen, Abweichungen von dieser Annahme erfordern den Nachweis. Das Vorhandensein eines Zündmechanismus oder einer Zündquelle ist aufgrund der geringen Mindestzündenergie immer zu unterstellen. Die Radiolysegasreaktion führt zum Integritätsverlust der betroffenen Komponente. Abweichungen von dieser Annahme erfordern den Integritätsnachweis. Dieser Integritätsnachweis muss auch die DDT Übergänge (engl. Deflagration to Detonation Transition), Vorverdichtungen und reflektierte Stoßwellen betrachten, die zu deutlich höheren Spitzendrücken als dem Detonationsdruck (Chapman Jouguet Druck) führen können. Die Untersuchung der maximalen Auswirkungen soll die Auswirkungen auf die Anlage, das System und benachbarte Komponenten umfassen.

(5) Eine unterstellte Radiolysegasreaktion ist einer Sicherheitsebene zuzuordnen. Maßnahmen zur Verhinderung unzulässiger Radiolysegasreaktionen müssen in Abhängigkeit der möglichen Auswirkungen festgelegt werden. Beispiele für Maßnahmen zur Verhinderung oder Beherrschung von Radiolysegasreaktionen sind im informativen Anhang A aufgeführt. Diesen Maßnahmen können abgestufte Qualitätsanforderungen zur Ausfallsicherheit zugeordnet werden. Die Wirksamkeit der

getroffenen Maßnahmen ist kontinuierlich zu überwachen oder durch wiederkehrende Prüfungen nachzuweisen (siehe Abschnitt 6 Absatz 8).

4.9 Abgasanlagen (Gasbehandlungssysteme)

Hinweis:

Anlagentechnische Maßnahmen und Maßnahmen zur Überwachung und Funktionskontrolle werden in der Regel KTA 3605 (Behandlung radioaktiv kontaminierter Gase in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren) behandelt. Zusätzliche brandschutztechnische Maßnahmen sind in der Regel KTA 2101.3 (Brandschutz an maschinen- und elektrotechnischen Anlagen) behandelt.

(1) Alle möglichen Abgasquellen gemäß KTA 3605, Tabelle 3-1 und Tabelle 3-2, jeweils Nummer A und B, können auch Radiolysegas enthalten. Die Abgasanlagen müssen so errichtet und betrieben werden, dass das Auftreten explosionsfähiger Gemische vermieden wird oder wenigstens so weit eingeschränkt ist, dass bei Explosionen die jeweils erforderliche Funktion des Sicherheitssystems nicht unzulässig beeinträchtigt werden kann.

(2) Die Regeleinrichtungen sind entsprechend ihrer sicherheitstechnischen Bedeutung in der entsprechenden SIL-Stufe auszuführen.

(3) Die Messeinrichtung muss hinsichtlich der funktionalen Sicherheit der Messfunktion für Wasserstoff die Stufe SIL 1 oder höher erreichen. Die Bewertung darf nach DIN EN 61511 erfolgen. Die erforderliche SIL-Stufe darf nach den Prinzipien der Norm auch durch Einsatz von redundanten betriebsbewährten Komponenten oder Komponenten mit SIL-Nachweisen erreicht werden. Die Messeinrichtung muss, sofern sie in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt wird, die Anforderung der Richtlinie 2014/34/EU erfüllen.

4.9.1 Siedewasserreaktoren

(1) Die in Abschnitt 4.8 beschriebenen Radiolysegase werden beim Siedewasserreaktor vorwiegend im Kondensator vom Wasser-Dampfkreislauf getrennt und dem Gasbehandlungssystem, das an den Kondensator angeschlossen ist, zugeführt. Alle anderen Abgasquellen für Radiolysegas sind vorzugsweise in den Kondensator einzuleiten (aktive Stopfbuchsbedampfung, Dampfraum des Speisewasserbehälters etc.). Bei der Einleitung von Abgasen mit Radiolysegas in das Fortluftsystem ist nachzuweisen, dass das Abgas nach Verdünnung mit der Fortluft nicht explosionsfähig ist.

(2) Die Durchsatzmengen des Abgases sind zu messen und zu überwachen. Bei Unterschreitung des spezifizierten Durchsatzes sind weitere Maßnahmen einzuleiten, so dass sich kein explosionsfähiges Gemisch anreichern kann.

4.9.2 Druckwasserreaktoren

Beim Druckwasserreaktor erfolgt eine Begasung des Primärkühlmittels mit Wasserstoff, zusätzlich entstehen ebenfalls Radiolysegase. Diese Gase können in den Einrichtungen zur Primärkühlmittelentgasung, -aufbereitung und -lagerung sowie im Volumenausgleichsbehälter aus dem Primärkühlmittel ausgasen. Die zuvor genannten Anlagenteile sind deshalb an das Gasbehandlungssystem zur Abführung dieser Gase anzuschließen.

4.10 Verhinderung explosionsfähiger Wasserstoffgemische im Sicherheitsbehälter

4.10.1 Allgemeine Anforderungen

Im bestimmungsgemäßen Betrieb (Sicherheitsebenen 1 und 2) sowie bei Ereignissen der Sicherheitsebene 3 ist zur Verhinderung einer Wasserstoffexplosion oder eines Wasserstoffbrandes im Sicherheitsbehälter sowohl integral als auch lokal mindestens ein Abstand von 0,5 Vol.-% zur unteren Explosionsgrenze des Wasserstoffs (4,0 Vol.-% Wasserstoff in Luft) durchgehend einzuhalten. Alle Quellen der Wasserstofferzeugung sind zu berücksichtigen.

Hinweise:

(1) Die bei der Bestimmung der Wasserstoffbildung und Freisetzung zu berücksichtigenden Vorgaben bei Kühlmittelverluststörfällen sind in den „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“, Anhang 5, dort Anlage 1 enthalten.

(2) Maßnahmen gegen auslegungsüberschreitende Störfälle mit Wasserstofffreisetzung sind nicht Gegenstand dieser KTA (z. B. Inertisierung des Sicherheitsbehälters und gefilterte Druckentlastung).

4.10.2 Überwachung der Wasserstoffkonzentration in Räumen des Sicherheitsbehälters nach Kühlmittelverluststörfällen

(1) Es muss ein Messsystem vorhanden sein, welches auch unter den nach einem Kühlmittelverluststörfall zu erwartenden Bedingungen eine zuverlässige zeitliche Bestimmung der Wasserstoffverteilung innerhalb der vorrangig beaufschlagten Bereiche des Sicherheitsbehälters sicherstellt. Dabei sind die Bedingungen an den Messorten im Sicherheitsbehälter zu berücksichtigen (z. B. Temperatur, Druck, Feuchte).

(2) Die Messeinrichtung muss hinsichtlich der funktionalen Sicherheit der Messfunktion für Wasserstoff die Stufe SIL 1 oder höher erreichen. Die Bewertung darf nach DIN EN 61511 erfolgen. Die erforderliche SIL-Stufe darf nach den Prinzipien der Norm auch durch Einsatz von redundanten betriebsbewährten Komponenten oder Komponenten mit SIL-Nachweisen erreicht werden.

Hinweis:

Ein nach DIN EN 50271 (einschließlich Abschnitt 4.8) baumustergeprüftes Gaswarngerät hat die SIL-Stufe 1.

(3) Auf Basis geeigneter Rechenverfahren sind Messstellen festzulegen und zu betreiben, die eine zuverlässige Überwachung der Wasserstoffkonzentration ermöglichen.

4.10.3 Verhinderung von explosionsfähigen Wasserstoffkonzentrationen nach Kühlmittelverluststörfällen

(1) Für Maßnahmen und Einrichtungen zur Verhinderung explosionsfähiger Wasserstoffkonzentrationen im Sicherheitsbehälter nach einem Kühlmittelverluststörfall gelten folgende Grundsätze:

a) Ergeben die Berechnungen, dass lokal die Wasserstoffkonzentration im Sicherheitsbehälter auf Werte oberhalb der unteren Explosionsgrenze ansteigen kann, so sind Einrichtungen vorzusehen, die eine ausreichende Zwangsdurchmischung im Sicherheitsbehälter sicherstellen.
b) Ergibt die Berechnung der integralen Wasserstoffkonzentration, dass ohne das Vorhandensein von Wasserstoffabbaumaßnahmen ein Erreichen der Explosionsgrenze langfristig nicht verhindert werden kann, gilt Folgendes:
   ba) Die Abbaurate der Einrichtungen zur Rekombination ist so zu bemessen, dass die integrale Wasserstoffkonzentration stets unter der unteren Explosionsgrenze bleibt.
   bb) Durch die Auslegung der Einrichtungen zur Rekombination ist eine zuverlässige Verfügbarkeit und Funktion, auch unter den Bedingungen, die zum Zeitpunkt der notwendigen Aktivierung innerhalb des Sicherheitsbehälters herrschen, zu gewährleisten.

(2) Aktive Maßnahmen müssen ab einer Wasserstoffkonzentration von 3,5 Vol.-% in Betrieb genommen werden. Die Ansteuerung darf von Hand erfolgen.

(3) Im Rahmen der Nachweisführung zur Störfallbeherrschung darf ein Spülen des Sicherheitsbehälters (Einspeisen und Abgabe aus dem Sicherheitsbehälter) als Maßnahme zur Verringerung der integralen Wasserstoffkonzentration nicht berücksichtigt werden.

5 Schutz gegen das Eindringen entzündbarer Gase und Dämpfe von außen – Einsatz von Gaswarneinrichtungen

Hinweis:

In diesem Abschnitt wird der Einsatz von Gaswarneinrichtungen für den Schutz gegen von außen eindringende entzündbare Gase und Dämpfe (vgl. Richtlinie „Druckwellen“) behandelt. Die Fragen, wann und unter welchen Bedingungen ein solcher Einsatz erforderlich ist, werden hier nicht festgelegt.

(1) Soll das Eindringen entzündbarer Gase und Dämpfe, die außerhalb des Kernkraftwerksgeländes freigesetzt werden können, über die Lüftungsanlage in ein Gebäude verhindert werden, so sind Maßnahmen nach TRGS 722 zu treffen. Ergänzungen und zusätzliche Bedingungen enthalten die nachfolgenden Absätze.

(2) Es ist eine Gaswarneinrichtung zu verwenden.

(3) Die Gaswarneinrichtung ist gemäß TRGS 722 Pkt. 4.7.1 (3) hinsichtlich der messtechnischen Funktionsfähigkeit und der funktionalen Sicherheit für den vorgesehenen Einsatzfall geeignet auszuwählen. Die Gaswarneinrichtung muss in Anlehnung an die Richtlinie RL 2014/34/EU in Gerätegruppe II Kategorie 1 oder 2 für die Messfunktion und die funktionale Sicherheit für jedes zumessende Gas baumustergeprüft sein. Damit kann davon ausgegangen werden, dass diese Gaswarneinrichtung (als Gerät) hinsichtlich der funktionalen Sicherheit mindestens der Stufe SIL 1 entspricht, die Einstufung der Gesamtanlage durch z. B. redundante Ausführung oder automatische Maßnahmen muss anlagenspezifisch festgelegt werden.

Hinweis:

Ein nach DIN EN 50271 (einschließlich Abschnitt 4.8) baumustergeprüftes Gaswarngerät hat die SIL-Stufe 1.

(4) Die Messstellen der Gaswarneinrichtung sind so anzuordnen, dass eine rechtzeitige Alarmierung und Auslösung von Schaltmaßnahmen erfolgen kann. Dabei sind Messstellen entweder unmittelbar vor der Einlassöffnung des Zuluftkanals oder in geeignetem Abstand bis hin zum Kraftwerkszaun anzuordnen.

(5) Für die rechtzeitige Alarmierung und Auslösung von Schaltmaßnahmen sind maßgebend

a) der Gasweg s_G zwischen dem Ort der Messstelle und dem Ort der ersten wirksamen Verschlusseinrichtung der Lüftungsanlage im zu schützenden Gebäude,

b) die Zeitspanne t_G, die das Gas/Luft-Gemisch zur Zurücklegung des Weges s_G benötigt,

c) die Zeitspanne t_S vom Auslösen des Gasalarms bis zum geschlossenen Zustand der Belüftungsanlage,

d) die Einstellzeit t_x als die Zeitspanne zwischen dem Auftreten eines plötzlichen Wechsels von reiner Luft auf Prüfgas oder umgekehrt am Geräteeingang und dem Zeitpunkt, an dem die Anzeige einen festgelegten Anteil x der Endanzeige beim Prüfgas erreicht. X entspricht dabei dem Wert der Alarmschwelle (in % der UEG) aus Absatz 7. Die Einstellzeit für die betrachtete Messkomponente ist beim Hersteller des Gaswarngerätes zu erfragen. Kommen mehrere entzündbare Gase in Betracht, so ist der sicherheitstechnischen Betrachtung die längste Einstellzeit zu Grunde zu legen.

(6) Die Summe aus der Zeitspanne t_S und der Einstellzeit t_x der Gaswarneinrichtung ist mit der Zeitspanne t_G zu vergleichen. Es ist folgende Bedingung einzuhalten:

$$t_x + t_S \leq t_G \qquad (5\text{-}1)$$

(7) Die Alarmschwellen der Gaswarneinrichtung müssen grundsätzlich auf Werte von 10 % bis 20 % der unteren Explosionsgrenze (UEG) des erwarteten Gasgemisches eingestellt werden. Diese Alarmschwellen müssen einerseits anwendungsspezifisch so niedrig eingestellt sein, dass bei deren Überschreitung die zugehörigen Schutzmaßnahmen rechtzeitig wirksam werden können. Anderseits müssen sie so hoch gewählt werden, dass Fehlalarme möglichst vermieden werden. Ist die Einstellzeit t_x der Gaswarneinrichtung als t_{30} oder t_{40} in einem sicherheitstechnischen Gutachten bestimmt worden, darf abweichend davon die Alarmschwelle auch auf Werte von 30 % der UEG oder von 40 % der UEG eingestellt werden. In die Gleichung (5-1) ist dann für t_x der Wert t_{30} oder t_{40} einzusetzen.

(8) Schaltmaßnahmen zur Unterbrechung der Luftzufuhr in das zu schützende Gebäude müssen ausgelöst werden, wenn an mindestens zwei verschiedenen Messstellen Gasalarm ausgelöst wird.

6 Prüfungen

Hinweise:

(1) Regelungen zur Qualität der Prüfmaßnahmen sind in KTA 1401 enthalten.

(2) Anforderungen an das Prüfhandbuch sind in KTA 1202 enthalten.

(1) Die Prüfungen von Arbeitsmitteln und technischen Maßnahmen in explosionsgefährdeten Bereichen vor der erstmaligen Inbetriebnahme und nach prüfpflichtigen Änderungen sowie wiederkehrende Prüfungen sind nach BetrSichV durchzuführen.

(2) Explosionsgeschützte Geräte und Schutzsysteme sowie Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen im Sinne der Richtlinie 2014/34/EU, die für den bestimmungsgemäßen Betrieb in explosionsfähiger Atmosphäre bestimmt sind, sind gemäß BetrSichV überwachungsbedürftige Anlagen und zu prüfen. TRBS 1201, Teil 1 ist zu beachten.

(3) Es ist nach der BetrSichV zu prüfen, ob vor Inbetriebnahme oder nach einer prüfpflichtigen Änderung eine Prüfung durch eine Zugelassene Überwachungsstelle (ZÜS) durchzuführen ist.

(4) Geräte und Schutzsysteme sowie Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen, die in Bereichen eingesetzt werden, in denen sonstige gefährliche explosionsfähige Gemische (z. B. Radiolysegas) auftreten können, sind durch den Betreiber in eigener Verantwortung auf den ordnungsgemäßen Zustand wiederkehrend zu prüfen. Gleiches gilt auch bei der Instandsetzung.

(5) Inbetriebsetzungsprüfungen und wiederkehrende Prüfungen an Gasbehandlungssystemen sind nach den in KTA 3605 (Tabelle 6-1 und 6-2) gegebenen Regelungen durchzuführen.

(6) Über die Prüfvorschriften der BetrSichV hinaus sind in vom Betreiber festzulegenden Zeitabständen zu prüfen:

a) die Lager und Bereitstellungsplätze für Stoffe, die sonstige gefährliche explosionsfähige Gemische bilden können, z. B. Chemikalienlager mit Epoxidharzen, auf ordnungsgemäßen Zustand,

b) die Gaswarneinrichtungen nach DGUV Information 213-057 mit Aufgaben des Explosionsschutzes, die sich außerhalb von explosionsgefährdeten Bereichen befinden, z. B. nach Abschnitt 5 dieser Regel, und

c) die Gasmessgeräte mit Aufgaben des Explosionsschutzes, die sich außerhalb von explosionsgefährdeten Bereichen

befinden, z. B. zur Überwachung des Wasserstoffvolumenstroms aus der zentralen Wasserstoffversorgung, auf ordnungsgemäßen Zustand und Funktionstüchtigkeit.

(7) Ausnahmen von geltenden Rechtsvorschriften über die Errichtung und den Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen nach ProdSG können die Genehmigungsbehörden im Einzelfall nach AtG § 8 (3) zulassen.

(8) Zum Nachweis des Erhalts der Wirksamkeit der gemäß Abschnitt 4.8 definierten Maßnahmen zur Verhinderung von Radiolysegasreaktionen sind wiederkehrende Prüfungen festzulegen, z. B. Prüfungen von Katalysatoren.

7 Unterweisungen

Alle Personen, die auf dem Kernkraftwerksgelände mit Stoffen umgehen, die explosionsfähige Atmosphäre oder sonstige explosionsfähige Gemische bilden können, oder in explosionsgefährdeten Bereichen tätig sind oder sich dort aufhalten, sind hinsichtlich der spezifischen Gefahren des Explosionsschutzes zu unterweisen.

Hinweis:

Weitere Informationen zur Aufrechterhaltung der Kenntnisse der befähigten Personen sind in der BetrSichV und in der TRBS 1203 enthalten.

8 Dokumentation

In der Dokumentation sind schriftlich festzuhalten:

a) die Ergebnisse der zum Schutz der Funktion des Sicherheitssystems durchgeführten Beurteilung der Explosionsrisiken (Gefährdungsbeurteilung und Explosionsschutzdokument gemäß BetrSichV und GefStoffV), einschließlich der getroffenen Schutzmaßnahmen und

b) die Ergebnisse der Prüfungen nach Abschnitt 6 sowie

c) die Unterweisungen nach Abschnitt 7.

Anhang A (informativ) Beispieltabelle Radiolysegasvorsorge

Maßnahme	Zur Vermeidung, Beherrschung und Verhinderung von Ereignissen auf Sicherheitsebene
Zyklisches Spülen durch Handmaßnahmen; Wirksamkeitsüberwachung durch kontinuierliche Temperaturmessung mit Meldung bei Grenzwertüberschreitung oder Ausfall.	½
Katalysator oder thermisch gesteuerter Entlüfter; Wirksamkeitsüberwachung durch diskontinuierliche Messungen zulässig.	½
Spülleitung mit Armaturenverriegelung in Offenstellung; Stellungskontrolle vor Anfahren; Wirksamkeitsprüfung beim Anfahren durch Messung.	½
Katalysator; Wirksamkeitsüberwachung durch kontinuierliche Temperaturmessung mit Meldung bei Grenzwertüberschreitung oder Ausfall.	3
Nachweis durch betriebliche Messungen, dass durch physikalische Effekte (Konvektion, Diffusion, Gastransport im Kondensat) eine Ansammlung verhindert wird; Wirksamkeitsüberwachung durch kontinuierliche Temperaturmessung mit Meldung bei Grenzwertüberschreitung oder Ausfall.	3
Spülleitung mit Armaturen; Armaturenverriegelung in Offenstellung; Stellungskontrolle vor Anfahren und Wirksamkeitsprüfung durch kontinuierliche Messung beim Betrieb.	3
Bauliche Schutzmaßnahmen, die die Reduzierung der Auswirkungen auf eine niedrigere Sicherheitsebene begrenzen.	3

Tabelle A-1: Beispiele für Maßnahmen zur Vermeidung, Beherrschung und Verhinderung von Radiolysegasreaktionen

H i n w e i s :

Diese Tabelle wurde aus der RSK – Empfehlung „Grundsätzliche Anforderungen an die Maßnahmen zur Verhinderung unzulässiger Radiolysegasreaktionen“ vom 10.07.2003 entnommen, die weitere ergänzende Informationen und Anforderungen auch zur Radiolysegasvorsorge für die Sicherheitsebene 4 enthält.

Anhang B

Bestimmungen, auf die in dieser Regel verwiesen wird

(Die Verweise beziehen sich nur auf die in diesem Anhang angegebene Fassung. Darin enthaltene Zitate von Bestimmungen beziehen sich jeweils auf die Fassung, die vorlag, als die verweisende Bestimmung aufgestellt oder ausgegeben wurde.)

AtG		Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz) Atomgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 4. Dezember 2022 (BGBl. I S. 2153) geändert worden ist
ProdSG		Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt (Produktsicherheitsgesetz – ProdSG) Produktsicherheitsgesetz vom 22.07.2021 (BGBl. I S. 3146, 3147), das durch Artikel 2 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146) geändert worden ist
SprengG		Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe (Sprengstoffgesetz - SprengG) Sprengstoffgesetz vom 13. September 1976 in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. September 2002 (BGBl. I S. 3518), das zuletzt durch Artikel 18 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146) geändert worden ist"
StrlSchG		Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz) Strahlenschutzgesetz vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1966), das zuletzt durch die Bekanntmachung vom 3. Januar 2022 (BGBl. I S. 15) geändert worden ist
BetrSichV		Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV) Betriebssicherheitsverordnung vom 3. Februar 2015 (BGBl. I S. 49), die zuletzt durch Artikel 7 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146) geändert worden ist
GefStoffV		Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV), Gefahrstoffverordnung vom 26. November 2010, (BGBl. I S. 1643, 1644), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 21. Juli 2021 (BGBl. I S. 3115) geändert worden ist
StrlSchV		Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzverordnung) Strahlenschutzverordnung vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2036; 2021 I S. 5261), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 8. Oktober 2021 (BGBl. I S. 4645) geändert worden ist
11. ProdSV	(2016-01)	Elfte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetzt (Explosionsschutzverordnung – 11. ProdSV), Explosionsschutzverordnung vom 6. Januar 2016 (BGBl. I S. 39), die durch Artikel 25 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146) geändert worden ist
GGVSEB		Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, mit Eisenbahnen und auf Binnengewässern (Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt – GGVSEB), Gefahrgutverordnung vom 17. Juni 2009 in der Fassung der Bekanntmachung vom 26.März 2021 (BGBl. I S. 481), die zuletzt durch Artikel 3 Absatz 5 des Gesetzes vom 2. Juni 2021 (BGBl. I S. 1295) geändert worden ist
SEWD RL LWR	(1995-12)	KKraftwSchutzmaßnRLBek, Bekanntmachung zu der Richtlinie für den Schutz von Kernkraftwerken mit Leichtwassereaktoren gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter vom 06.12.1995, BAuA
Richtlinie „Druckwellen“	(1976-08)	Bekanntmachung der Richtlinie für den Schutz von Kernkraftwerken gegen Druckwellen aus chemischen Reaktionen durch Auslegung der Kernkraftwerke hinsichtlich ihrer Festigkeit und induzierter Schwingungen sowie durch Sicherheitsabstände vom 13. September 1976 (BAnz. 1976, Nr. 179)
EG 1272/2008	(2008-12)	Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen
Richtlinie 2010/35/EU (TPED)	(2010-06)	Richtlinie 2010/35/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Juni 2010 über ortsbewegliche Druckgeräte
Richtlinie 97/23/EG (PED)	(1997-05)	Richtlinie 97/23/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29.5.1997 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über Druckgeräte
RL 2014/34/EU	(2014-02)	Richtlinie 2014/34/EU des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und

		Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen
ADR	(2021-01)	Anlage zur Bekanntmachung der Neufassung der Anlagen A und B des Europäischen Übereinkommens vom 30. September 1957 über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße in der ab dem 1. Januar 2021 geltenden Fassung
SiAnf	(2015-03)	Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke vom 22. November 2012, Neufassung vom 3. März 2015 (BAnz AT 30.03.2015 B2), die zuletzt mit Bekanntmachung des BMUV vom 25. Februar 2022 (BAnz AT 15.03.2022 B3) geändert worden ist
Interpretationen	(2015-03)	Interpretationen zu den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke vom 22. November 2012, vom 29. November 2013 (BAnz AT 10.12.2013 B4), geändert am 3. März 2015 (BAnz AT 30.03.2015 B3)
RSK-Empfehlung aus der 364. RSK Sitzung	(2003-07)	RSK-Empfehlung „Grundsätzliche Anforderungen an die Maßnahmen zur Verhinderung unzulässiger Radiolysegasreaktionen“ vom 10.07.2003
KTA 1202	(2017-11)	Anforderungen an das Prüfhandbuch
KTA 1401	(2017-11)	Allgemeine Anorderungen an die Qualitätssicherung
KTA 2101.1	(2015-11)	Brandschutz in Kernkraftwerken; Teil 1: Grundsätze des Brandschutzes
KTA 2101.2	(2015-11)	Brandschutz in Kernkraftwerken; Teil 2: Brandschutz an baulichen Anlagen
KTA 2101.3	(2015-11)	Brandschutz in Kernkraftwerken; Teil 3: Brandschutz an maschinen- und elektrotechnischen Anlagen
KTA 2206	(2022-11)	Auslegung von Kernkraftwerken gegen Blitzeinwirkungen
KTA 3605	(2022-11)	Behandlung radioaktiv kontaminierter Gase in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren
KTA 3703	(2022-11)	Notstromerzeugungsanlagen mit Batterien und Gleichrichtergeräten in Kernkraftwerken
DIN EN 50271	(2019-03)	Elektrische Geräte für die Detektion und Messung von brennbaren Gasen, giftigen Gasen oder Sauerstoff – Anforderungen und Prüfungen für Warngeräte, die Software und/oder Digitaltechnik nutzen; Deutsche Fassung EN 50271:2018
DIN EN IEC 62485-2: 2019-04; VDE 0510-485-2: 2019-04	(2019-04)	Sicherheitsanforderungen an Sekundär-Batterien und Batterieanlagen - Teil 2: Stationäre Batterien (IEC 62485-2:2010); Deutsche Fassung EN IEC 62485-2:2018
DIN EN IEC 60034-3: 2021-07; VDE 0530-3: 2021-07	(2021-07)	Drehende elektrische Maschinen - Teil 3: Besondere Anforderungen an Synchrongeneratoren angetrieben durch Dampfturbinen und Gasturbinen, und an synchrone Phasenschieber (IEC 60034-3:2020); Deutsche Fassung EN IEC 60034-3:2020
DIN EN IEC 60079-10-1: 2022-02; VDE 0165-101:2022-02	(2022-02)	Explosionsgefährdete Bereiche - Teil 10-1: Einteilung der Bereiche – Gasexplosionsgefährdete Bereiche (IEC 60079-10-1:2020 + COR1:2021); Deutsche Fassung EN IEC 60079-10-1:2021
DIN EN 61511-1:2019-02; VDE 0810-1:2019-02	(2019-02)	Funktionale Sicherheit - PLT-Sicherheitseinrichtungen für die Prozessindustrie - Teil 1: Allgemeines, Begriffe, Anforderungen an Systeme, Hardware und Anwendungsprogrammierung (IEC 61511-1:2016 + COR1:2016 + A1:2017); Deutsche Fassung EN 61511-1:2017 + A1:2017
DIN EN 61511-2:2019-02; VDE 0810-2:2019-02	(2019-02)	Funktionale Sicherheit - PLT-Sicherheitseinrichtungen für die Prozessindustrie - Teil 2: Anleitungen zur Anwendung von IEC 61511-1 (IEC 61511-2:2016); Deutsche Fassung EN 61511-2:2017
DIN EN 61511-3:2019-02; VDE 0810-3:2019-02	(2019-02)	Funktionale Sicherheit - PLT-Sicherheitseinrichtungen für die Prozessindustrie - Teil 3: Anleitung für die Bestimmung der erforderlichen Sicherheits-Integritätslevel (IEC 61511-3:2016); Deutsche Fassung EN 61511-3:2017
DGUV Information 213-850	(2020-05)	Sicheres Arbeiten in Laboratorien - Grundlagen und Handlungshilfen, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV)
DGUV Information 213-057 (T023)	(2016-02)	Gaswarneinrichtungen für den Explosionsschutz – Einsatz und Betrieb (Merkblatt T 023 der Reihe Sichere Technik), Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV)
DGUV Regel 113-001	(2021-08)	Explosionsschutz-Regeln (EX-RL) Sammlung technischer Regeln für das Vermeiden der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung zur Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV)
DGUV Regel 113-004	(2019-02)	Behälter, Silos und enge Räume, Teil 1: Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV)

DGUV Regel 100-500	(2022-04)	Betreiben von Arbeitsmitteln, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV)
TRBS 1111	(2018-03)	Technische Regeln für Betriebssicherheit - Gefährdungsbeurteilung, GMBl 2018, S. 401 [Nr. 22], BAuA TRBS 1111 Änd:2019-03-14; Änderungen und Ergänzungen: GMBl 2019, S. 292 [Nr. 13-16] (23.05.2019), BAuA
TRBS 1112	(2019-03)	Technische Regeln für Betriebssicherheit - Instandhaltung, GMBl 2019, S. 218 [Nr. 13-16] (23.05.2019), BAuA
TRBS 1112 Teil 1	(2010-05)	Technische Regeln für Betriebssicherheit - Explosionsgefährdungen bei und durch Instandhaltungsarbeiten - Beurteilungen und Schutzmaßnahmen, GMBl. 2010, S. 615 [Nr. 29] (12.05.2010), BAuA
TRBS 1201	(2019-03)	Technische Regeln für Betriebssicherheit - Prüfungen und Kontrollen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen, GMBl 2019 S. 229 [Nr. 13-16] (23.05.2019), Berichtigung: GMBl 2019, S. 431 [Nr. 22], (24.07.2019) BAuA
TRBS 1201 Teil 1	(2019-03)	Technische Regeln für Betriebssicherheit - Prüfung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen, GMBl 2019 S. 241 [Nr. 13–16], (23.05.2019), zuletzt geändert: GMBl 2021 S. 1007 [Nr. 46] (v. 23.08.2021), Berichtigung: GMBl 2022 S. 4 [Nr. 1] (v. 14.01.2022), Berichtigung: GMBl 2022, S 530 [Nr. 23] (18.07.2022), BAuA
TRBS 1203	(2019-03)	Technische Regeln für Betriebssicherheit - Zur Prüfung befähigte Personen, GMBl 2019 S. 262 [Nr. 13–16], (23.05.2019), Änderung: GMBl 2021 S. 1002 [Nr. 46] (23.08.2021), Berichtigung: GMBl 2022 S. 16 [Nr. 1] (14.01.2022), BAuA
TRGS 526	(2008-02)	Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), Laboratorien, GMBl Nr. 15 vom 2. April 2008, BAuA
TRGS 720	(2020-07)	Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), Gefährliche explosionsfähige Gemische – Allgemeines, GMBl 2020 S. 419-426 [Nr. 21] (v. 24.07.2020), Berichtigung: GMBl 2021 S.399 [Nr. 17-19] (v. 16.03.2021), BAuA
TRGS 721	(2020-10)	Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), Gefährliche explosionsfähige Gemische – Beurteilung der Explosionsgefährdung, GMBl 2020 S. 807-814 [Nr. 38] (02.10.2020), Berichtigung: GMBl 2020 S. 1116 [Nr. 51] (21.12.2020), BAuA
TRGS 722	(2021-02)	Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Gemische, GMBl 2021 S. 399-415 [Nr. 17-19] (16.03.2021), geändert und ergänzt: GMBl 2022 S. 196 [Nr. 8] (14.3.2022), BAuA
TRGS 723	(2019-07)	Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), Gefährliche explosionsfähige Gemische – Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Gemische, GMBl 2019 S. 638-656 [Nr. 33-34] (26.08.2019), geändert: GMBl 2020 S. 815 [Nr. 38] (02.10.2020), BAuA
TRGS 724	(2019-07)	Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), Gefährliche explosionsfähige Gemische - Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken, GMBl 2019 S. 656-664 [Nr. 33-34] (26.08.2019), BAuA
TRBS 3145/TRGS 745	(2016-02)	Ortsbewegliche Druckgasbehälter – Füllen, Bereithalten, innerbetriebliche Beförderung, Entleeren, Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), GMBl 2016 S. 256-314 [Nr. 12-17] (26.4.2016), BAuA
TRBS 3146/TRGS 746	(2016-09)	Ortsfeste Druckanlagen für Gase, Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), GMBl 2016 S. 854-880 [Nr. 44] (26.10.2016), BAuA
TRGS 407	(2016-02)	Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), Tätigkeiten mit Gasen – Gefährdungsbeurteilung, GMBl 2016 S. 328-364 [Nr. 12-17] (26.04.2016), geändert und ergänzt: GMBl 2016 S. 880 [Nr. 44] (v. 26.10.2016), BAuA
TRGS 509	(2022-06)	Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), Lagern von flüssigen und festen Gefahrstoffen in ortsfesten Behälter sowie Füll- und Entleerstellen für ortsbewegliche Behälter, GMBl 2022 S. 608 [Nr. 24-26] (20.07.2022), BAuA
TRGS 510	(2020-12)	Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern, GMBl 2021 S. 178-216 [Nr. 9-10] (16.2.2021), BAuA
VGB-S 165	(2014-07)	Empfehlungen zur Verbesserung der H2-Sicherheit wasserstoffgekühlter Generatoren ISBN: 978-3-86875-806-1
VGB-R 503	(2017-06)	Standard für die internen Rohrleitungen von Turbinenanlagen – eBook ISBN: 978-3-86875-979-2