

7.2 Zusammenfassung der neuen Einträge

Im Abschnitt 7.1 wurden die neuen Einträge der GVA-Checkliste im Betrachtungszeitraum 01.01.2019 bis 31.12.2022 aufgelistet. Im Folgenden werden die einzelnen Klassifizierungen und die Häufigkeit ihres Auftretens in den neuen Einträgen der GVA-Checkliste gelistet.

Eine Liste der fehlerauslösenden Tätigkeiten und ihre Häufigkeit der im Betrachtungszeitraum zugeordneten Datensätze befindet sich in Tab. 7.2. Im Betrachtungszeitraum gehen die meisten Einträge in der GVA-Checkliste auf Mängel in der Betriebsführung zurück.

Tab. 7.2 Kategorie „Fehlerauslösende Tätigkeit“ in der GVA-Checkliste und die Häufigkeit ihres Auftretens im Betrachtungszeitraum

Fehlerauslösende Tätigkeit	Häufigkeit
Auslegung/Konstruktion	6
Herstellung	8
Betriebsführung	18
Instandhaltung	10

Eine Liste der aktuell verwendeten Komponentenarten und die Anzahl der im Betrachtungszeitraum zugeordneten Datensätze befindet sich in Tab. 7.3. Zur besseren Übersicht sind Komponentenarten ohne einen neuen Eintrag nicht in der Tabelle aufgeführt. Bei den Komponentenarten fällt eine Häufung von Ereignissen bei Notstromgeneratoren auf. Insgesamt neun Einträge sind auf diese Komponentenart zurückzuführen.

Tab. 7.3 Kategorie „Komponentenart“ in der GVA-Checkliste und die Häufigkeit ihres Auftretens im Betrachtungszeitraum. Zur besseren Übersicht sind Komponentenarten ohne einen neuen Eintrag nicht aufgeführt

Überschrift	Überschrift
motorbetätigte Absperrventile	4
motorbetätigte Absperrklappen	2
Rückschlagventile	1
Brandschutzklappen	3
Feuerlöschventile	1
Wärmetauscher	1
Kreiselpumpen	4
Gleichrichter	3
Notstromdieselgeneratoren	9
Relais, Schütze	1
Baugruppen	1
Brandmeldeeinrichtungen	2
digitale Rechner/Software	1
Messungen: Druck-Messumformer	1
Messungen: Aktivität	1
Messungen: sonstige	2
bautechnische Komponenten	3
elektrotechnische Schutzeinrichtungen	1

Eine Liste der aktuell verwendeten Systeme und die Anzahl der im Betrachtungszeitraum zugeordneten Datensätze befindet sich in Tab. 7.4. Bei Betrachtung der Häufigkeiten der Systeme fällt eine relative Häufung von Einträgen bei stationären Brandschutzsystemen und Notstrom-Dieselmotoranlagen auf.

Tab. 7.4 Kategorie „System“ in der GVA-Checkliste und die Häufigkeit ihres Auftretens im Betrachtungszeitraum. Zur besseren Übersicht sind die Systemarten ohne einen neuen Eintrag nicht aufgeführt

System	Häufigkeit
Zusatzborier- und Vergiftungssystem	2
Primärkühlmittelsystem	2
Kühlmittelversorgung, Deionat-, Borsäure- und Chemikalieneinspeisung	2
Speisewassersystem	1
Notspeisesystem	2
Lüftungstechnische Anlagen	4
Stationäre Brandschutzsysteme	11
Krananlagen	1
Hochspannungserzeugung/-Verteilungen	1
Notstrom-Dieselmotorenanlage	10
Gleichstromerzeugung/-Verteilung	3
Anlagen der Leittechnik	1
Sonstige	2

Eine Liste der Betriebsmittelklassifizierung und die Anzahl der im Betrachtungszeitraum zugeordneten Datensätze befindet sich in Tab. 7.5.

Tab. 7.5 Kategorie „Betriebsmittelklassifizierung“ in der GVA-Checkliste und die Häufigkeit ihres Auftretens im Betrachtungszeitraum

Betriebsmittelklassifizierung	Häufigkeit
Elektrotechnik	7
Leittechnik	8
Maschinentechnik	27

Im Folgenden sind in Tab. 7.6 die fehlercharakterisierenden Merkmale mit Häufigkeiten ihres Auftretens im Betrachtungszeitraum aufgeführt. Zur besseren Übersichtlichkeit sind die Merkmale nach den Themen „Fehler bei Vorgaben oder Handlungen“, „Fehler bei Bauteilen oder Betriebsstoffen“, „Fehler bei Auslegung oder Konstruktion“, „Physikalische oder chemische Einwirkungen oder Effekte“, „Elektrische Einwirkungen“ und „Sonstige“ gegliedert und dann alphabetisch sortiert. Merkmale, welche im

Betrachtungszeitraum nicht vergeben wurden, sind in der Tabelle nicht aufgeführt. Pro Eintrag in der GVA-Checkliste können mehrere Merkmale vergeben werden.

Die Merkmale sind dabei mit folgenden Häufigkeiten bei den Einträgen vergeben worden:

- Fehler bei Vorgaben der Handlungen: 28 Einträge
- Fehler bei Bauteilen oder Betriebsstoffen: 22 Einträge
- Fehler bei Auslegung oder Konstruktion: 8 Einträge
- Physikalische oder chemische Einträge oder Effekte: 24 Einträge
- Elektrische Einwirkungen: 8 Einträge
- Sonstige: 1 Eintrag

Tab. 7.6 Merkmale in der GVA-Checkliste und die Häufigkeit ihres Auftretens im Betrachtungszeitraum. Jedem Checklisteneintrag können mehrere Merkmale zugeordnet werden. Zur besseren Übersicht sind die Merkmale ohne einen neuen Eintrag nicht aufgeführt

Fehler bei Vorgaben oder Handlungen	Häufigkeit
falsche oder fehlende Vorgaben	1
Fehleinstellung	4
Fehler im Konzept der vorbeugenden Instandhaltung	2
Fehler bei Freischaltmaßnahmen/Prüfungsdurchführung/Arbeitsauftragsverfahren	2
Montagefehler	2
Prüfumfang, -auswertung, -methode oder -gerät unzureichend	2
Qualitätssicherungsmängel in mehreren Bereichen	4
ungeeignete Handlung/betriebliche Praxis	2
unzureichende Entlüftung/Füllung von Messsäulen	1
Vorgabe/Spezifikation nicht beachtet	8
Fehler bei Bauteilen oder Betriebsstoffen	Häufigkeit
Chargenfehler	1
Lötfehler	1
mangelnde oder ungünstige Toleranzen	2
mangelhaftes/fehlendes/ungeeignetes Bauteil	8
mangelhaftes/ungeeignetes Ersatzteil	5
nicht bekannte Änderung in der Fertigung	5

Fehler bei Auslegung oder Konstruktion	Häufigkeit
Einfluss der System-/Betriebstemperatur oder Eigenerwärmung nicht ausreichend berücksichtigt	1
Logikfehler/Fehler im Plan	1
mögliche System-/Betriebszustände oder Fahrweisen nicht ausreichend berücksichtigt	2
wirksame Kräfte nicht ausreichend berücksichtigt	1
ungeeigneter Werkstoff/ungünstige Materialpaarung	1
ungeeignete technische Ausführung	1
unzureichende Schutzeinrichtungen	1
Physikalische oder chemische Einwirkungen oder Effekte	Häufigkeit
Alterung	5
Belagbildung	1
Eintrag von Fremdkörpern/Verschmutzungen	4
Schwingungen	2
Umgebungseinflüsse	5
Riss/Bruch	3
Verformung/Maßhaltigkeit	1
Eintrag von Chemikalien	1
Einwirkungen aus Kleb- oder Schmierstoffen	1
Verschleiß	1
Elektrische Einwirkungen	Häufigkeit
Belastungen bei Schaltvorgängen nicht ausreichend berücksichtigt	2
Unterbrechung/Widerstandsänderung/Kurzschluss	2
Drift/Veränderung von Mess- oder Ansprechwerten	1
Sonstige	Häufigkeit
Ereignis vor Beginn des kommerziellen Betriebs	1

8 Erstellung eines GVA-Handbuches

Für zukünftige Nutzung sollte die deutsche Betriebserfahrung mit GVA aufbereitet und in einem GVA-Handbuch /GRS 26/ zusammengefasst werden. Dazu wurden GVA-Datensätzen an aktiven maschinen-, elektro- und leittechnischen Komponenten untersucht, aufbereitet und zusammengefasst. Zu diesem Zweck wurden Merkpostenlisten erstellt, in denen die Ereignisse nach verschiedenen Kategorien, entsprechend den Kategorien der GVA-Checkliste, zusammengestellt und zusammengefasst wurden. Die Listen wurden in einem GVA-Handbuch zusammengestellt. Im Hauptteil werden zunächst die der GRS bekannten GVA-Datensätze nach Komponenten sortiert ausgewertet. Dabei werden kurz die beobachteten Phänomene beschrieben. Im Anhang des GVA-Handbuches finden sich ausführlichere Ereignisbeschreibungen und die Listen sortiert nach Merkmalen von GVA-Checklisteneinträge.

Im Rahmen des Vorhabens sollten auch Arbeiten von anderen Organisationen nach ähnlichen Analysen durchsucht werden. Auf Grundlage dieser Arbeiten sollte eine Methodik entwickelt werden. Es stellte sich heraus, dass eine umfassende qualitative Analyse der gesamten Betriebserfahrung an GVA noch nicht durchgeführt wurde. Daher wird im Folgenden das im Rahmen dieses Vorhabens neu entwickelte Vorgehen zur Erstellung des GVA-Handbuches dargelegt.

8.1 Datenauswahl

Für die Erstellung des GVA-Handbuches wurden alle Ereignisse herangezogen, bei denen es sich um einen GVA im Sinne einer PSA handelt (in der WISBAS/GVA als GD codiert). Diese Ereignisse haben zum einen die größte Bedeutung für die Forschung an GVA und zum anderen sind sie, insbesondere durch die Besprechungen in den Expertenrunden, am besten analysiert.

Die Ereignisse wurden entsprechend den Kategorien der GVA-Checkliste in Merkpostenlisten zusammengestellt. Daher wurden die GD-Ereignisse für die Analyse herangezogen, die ebenfalls einen Eintrag in der GVA-Checkliste haben.

Zusammengefasst werden in dem GVA-Handbuch Ereignisse an aktiven maschinen-, elektro- oder leittechnischen Komponenten analysiert, bei denen ein GVA-Phänomen aufgetreten ist, welches Auswirkungen auf den sicheren Betrieb einer Anlage hat und

somit auch in einer PSA modelliert wird. Insgesamt wurden so für diese Auswertung 493 GVA-Ereignisse ausgewertet.

8.2 Erstellung des GVA-Handbuches

Die Auswertung erfolgte unter verschiedenen Betrachtungsweisen. Die Ereignisse werden in ihren jeweiligen Komponentenarten betrachtet und qualitativ ausgewertet. Bei dieser Auswertung wird eine zusammenfassende Beschreibung der Ereignisse erstellt. Dabei werden insbesondere die Ursachen für die Ereignisse und damit der Auslöser der vorliegenden GVA-Phänomene untersucht, Gemeinsamkeiten bei den Ereignissen herausgearbeitet und beschrieben. Die Auswertung für alle Komponentenarten stellt den Hauptteil des GVA-Handbuches (/GRS 26/).

Im Anhang des GVA-Handbuches finden sich Ereignisbeschreibungen und die Merkpostenlisten sortiert nach den fehlercharakterisierenden Merkmalen von GVA-Checklisteneinträge. Die Listen mit den Ereignisbeschreibungen werden jeweils für die Komponenten getrennt erstellt. Neben einer kurzen Beschreibung der Ereignisse wird das betroffene System, das betroffene Betriebsmittel und die Anzahl der ausgefallenen Komponenten angegeben. Zur Identifikation des Ereignisses wird die GVA-Nummer und das Ereignisdatum angegeben.

Bei den Merkpostenlisten werden die GVA-Ereignisse anhand der fehlercharakterisierenden Merkmale der GVA-Checkliste (vgl. Abschnitt 5.2.5). Die Ereignisse werden erst nach den betroffenen Komponenten und dann innerhalb der Komponente nach dem betroffenen System sortiert. Außerdem ist die GVA-Nummer als Referenz für die Ereignisse angegeben.

8.3 Anwendung des GVA-Handbuches

Anhand eines hypothetischen Ereignisses wird die Nutzung des GVA-Handbuches bei der Auswertung von Ereignissen im Folgenden aufgezeigt.

Hypothetisches Ereignis: In einer Anlage wurde bei einer WKP (Kapazitätstest) festgestellt, dass ein Batterieblock der Gleichstromversorgung vorzeitig die Entladeschlussspannung erreichte. Bei einer späteren WKP wurde bei einem anderen Batterieblock

ebenfalls ein vorzeitiges Erreichen der Ladeschlussspannung festgestellt. Die Ursachenklärung ist noch nicht abgeschlossen.

Informationen aus dem GVA-Handbuch: Bei diesem hypothetischen Ereignis liegt also ein GVA an Batterieblöcken mit noch unbekannter Ursache vor. Das GVA-Handbuch kann hier bei der Auswertung des Ereignisses unterstützen.

Im Hauptteil des Handbuches werden GVA-Ereignisse an Batterien zusammengefasst vorgestellt (vgl. Abschnitt A.1). Dort ist über die GVA-Ereignisse an Batterien zu finden, dass in der vergangenen deutschen Betriebserfahrung 5 Ereignissen stattgefunden haben. Dabei betrafen vier dieser Einträge Batterien aus Gleichstromerzeugungs- und Verteilungsanlagen und ein Eintrag befasst sich mit Batterien aus stationären Brandschutzsystemen. Die Ursachen für diese Ereignisse waren hoher Gesamtchlorgehalt, Freischaltfehler, Alterungsphänomene und Herstellungsfehler. Weitere Informationen zu den Ereignissen lassen sich im Anhang des GVA-Handbuches aus den Ereignisbeschreibungen entnehmen (vgl. Abschnitt A.2). Insbesondere zeigt diese Auflistung die Anzahl der ausgefallenen Komponenten. Bei der minimalen Anzahl sind keine Komponenten (2 von 5 Ereignissen) ausgefallen. Bei dem Ereignis mit der maximalen Anzahl an Ausfällen sind vier Batterien ausgefallen.

Die verschiedenen Ereignisursachen sind auch als Kriterien in der Checkliste hinterlegt. Daher kann davon ausgehend beispielsweise in der Merkpostenliste zu „Alterung“ (vgl. Abschnitt 0) nach weiteren Informationen gesucht werden. In dieser Liste sind alle Batterie-Ereignisse gelistet, das heißt, dass alle GVA-Ereignisse an Batterien zumindest in Teilaspekten eine Alterungsrelevanz aufweisen. Mithilfe der Merkpostenliste kann auch nach Alterungseffekten bei anderen Komponenten gesucht werden.

Fazit: Das GVA-Handbuch bietet also einen Überblick über die gesammelte Betriebserfahrung zu GVA-Ereignissen an aktiven Komponenten. Es fasst die wichtigsten Punkte dieser Ereignisse zusammen. Es ist ein guter Ausgangspunkt für die Recherche von Ereignissen mit GVA-Relevanz. Auf diese Art und Weise kann die Auswertung von meldepflichtigen Ereignissen sinnvoll unterstützt werden.

9 Zusammenfassung und Ausblick

Für den Betrachtungszeitraum vom 01.01.2019 bis zum 31.12.2022 wurde die Betriebserfahrung aus deutschen Leistungs- und Forschungsreaktoren anhand der 208 meldepflichtigen Ereignisse im Hinblick auf GVA-Relevanz ausgewertet. Von den Ereignissen wiesen 55 Ereignisse GVA-Relevanz auf. Für diese Ereignisse wurden Datensätze in der WISBAS/GVA angelegt bzw. bestehende Datensätze ergänzt.

Für 20 Ereignisse, die Relevanz für die Quantifizierung von GVA in der PSA haben, wurde eine quantitative Bewertung durchgeführt. Die Ereignisse wurden in Expertenrunden diskutiert und anschließend unabhängig von den Experten bewertet.

Darüber hinaus wurden im Betrachtungszeitraum 31 Ereignisse mit Hinweisen auf GVA an aktiven verfahrenstechnischen, elektro- und leittechnischen Komponenten identifiziert. Diese Ereignisse wurden klassifiziert und zur GVA-Checkliste hinzugefügt.

Die gesammelten Informationen zu GVA-Ereignissen an aktiven maschinen-, elektro- und leittechnischen Komponenten wurden in Form eines GVA-Handbuchs für die zukünftige Nutzung aufbereitet und zusammengefasst.

Um die Informationen zu GVA-Phänomenen zu vervollständigen und aktuell zu halten, ist es erforderlich, die Auswertung in Bezug auf GVA auch für die deutsche Betriebserfahrung ab dem 01.01.2023 fortzusetzen. Dafür ist es unverzichtbar, die Datenbank WISBAS/GVA sowie die GVA-Checkliste entsprechend zu erweitern, da eine umfassende Kenntnis über GVA-Phänomene insbesondere zur Bewertung der Vorkehrungen gegen GVA sowie zur Bewertung von Ereignissen in ausländischen sowie den verbleibenden inländischen kerntechnischen Anlagen erforderlich ist.

Literaturverzeichnis

- /BfS 05/ Bundesamt für Strahlenschutz: Daten zur probabilistischen Sicherheitsanalyse für Kernkraftwerke, Stand: August 2005, Facharbeitskreis Probabilistische Sicherheitsanalyse für Kernkraftwerke, BfS-SCHR-38/05, Salzgitter, Oktober 2005.
<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0221-201011243838>
- /BfS 16/ Bundesamt für Strahlenschutz: Methoden und Daten zur probabilistischen Sicherheitsanalyse für Kernkraftwerke, Stand: Mai 2015, Facharbeitskreis Probabilistische Sicherheitsanalyse für Kernkraftwerke, BfS-SCHR-61/16, Salzgitter, September 2016.
<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0221-2016091314090>
- /GRS 01/ von Linden, J., Löffler, H., Müller-Ecker, D., Verstegen, C.: Bewertung des Unfallrisikos fortschrittlicher Druckwasserreaktoren in Deutschland – Methoden und Ergebnisse einer umfassenden Probabilistischen Sicherheitsanalyse (PSA), Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH; GRS-175 Oktober 2001.
- /GRS 04/ Kreuser, A., Heinsohn, H., Verstegen, C.: Weiterentwicklung der Datenbasis für Gemeinsam Verursachte Ausfälle (GVA), Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln, April 2004.
- /GRS 07/ Holtschmidt, H., Kreuser, A., v. Linden, J., Löffler, H., Sonnenkalb, M., Wienenberg, A.: Erprobung und Bewertung der Methoden einer PSA für SWR Anlagen der Baulinie 69 nach Stand von Wissenschaft und Technik (PSA SWR 69), Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, GRS-A-3291, Köln, 2007.
- /GRS 10/ Kreuser, A., Stiller, J., Voelskow, J.: Entwicklung einer Checkliste mit GVA-Phänomenen zur Überprüfung der in den deutschen Kernkraftwerken getroffenen Vorsorgemaßnahmen gegen GVA, Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, GRS-A-3546, Köln, 2010.

- /GRS 11/ Kreuser, A., Leberecht, M., Verstegen, C.: Weiterentwicklung der Datenbasis für Gemeinsam Verursachte Ausfälle (1. Ergänzung AG 1930/2), Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln, April 2011.
- /GRS 13/ Brück, B., Kreuser, A., Leberecht, M., Simon, J., Stiller, J., Verstegen, C.: Weiterentwicklung der Datenbasis für Gemeinsam Verursachte Ausfälle (3. Ergänzung AG 1930/4), Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln, Juni 2013.
- /GRS 16/ Buchholz, M., Kreuser, A., Wetzel, N.: Erweiterung der GVA-Checkliste um GVA-Phänomene an Armaturen und großen maschinentechnischen Komponenten (Pumpen, Notstromdiesel, Lüfter, Wärmetauscher und Kältemaschinen), Technischer Bericht, Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln, Mai 2016.
- /GRS 18/ Brück, B.; Kreuser, A.; Voß, D.: Internationales GVA-Datenaustauschprojekt ICDE 2014 bis 2017 – Systematische Aufbereitung der weltweiten Betriebserfahrung mit gemeinsam verursachten Ausfällen im Rahmen einer internationalen Expertengruppe, Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, GRS-447, März 2018.
- /GRS 20/ Brück, B., Foldenauer, M., Homann, M., Lambertus, Ch., Kreuser, A.: Internationales GVA-Datenaustauschprojekt ICDE 2017 bis 2020 – Systematische Aufbereitung der weltweiten Betriebserfahrung mit gemeinsam verursachten Ausfällen im Rahmen einer internationalen Expertengruppe, Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, GRS-A-4002, Juli 2020.
- /GRS 23/ Homann, M., Kreuser, A., Leberecht, M., Stiller, J.: Forschung zur aktualisierten Bewertung von Gemeinsam verursachten Ausfällen – Auswertung der Betriebserfahrung in deutschen Anlagen im Zeitraum 2011 bis 2018, Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH, GRS-676, August 2023.

- /GRS 23a/ Lambertus, Ch., Simon, J., Stiller, J.: Internationales GVA-Datenaustauschprojekt ICDE 2020 bis 2023, Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH, GRS-723, Oktober 2023.
- /GRS 26/ Homann, M.; Kreuser, A.; Stiller, J.: GVA-Handbuch, Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH, GRS-836, Januar 2026.
- /KRE 01/ Kreuser, A., Peschke, J.: Coupling Model: A Common-Cause-Failure Model with Consideration of Interpretation Uncertainties, Nuclear Technology Vol. 136, 2001.
- /NEA 15/ OECD Nuclear Energy Agency (NEA): (ICDE) Project Report, Workshop on Collection and Analysis of Common-Cause Failures due to External Factors, Nuclear Safety, NEA/CSNI/R(2015)17, October 2015.
<https://www.oecd-nea.org/nsd/docs/2015/csni-r2015-17.pdf>
- /NEA 17/ OECD Nuclear Energy Agency (NEA): (ICDE) Project Report, Workshop on the Collection and Analysis of Emergency Diesel Generator Common-Cause Failures Impacting Entire Exposed Populations, Nuclear Safety, NEA/CSNI/R(2017)8, August 2017.
<https://www.oecd-nea.org/nsd/docs/2017/csni-r2017-8.pdf>
- /NPG 16/ Nordiska PSA Gruppen (NPSAG): C-Book CCF Reliability Data Book Part 1, NPSAG Rapport 44-002:1.
http://www.npsag.org/dokumentarkiv/44-002/npsag_report_-_44-002-01_c-book_part_1.pdf
- /NRC 10/ U.S. Nuclear Regulatory Commission: CCF Parameter Estimations, 2010.
<https://nrc.nrel.gov/resultsdb/publicdocs/CCF/ccfparamest2010.pdf>
- /TÜV 81/ Deutsche Risikostudie Kernkraftwerke, Fachband 2 / II Zuverlässigkeitsanalyse, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Forschung und Technologie Verlag TÜV Rheinland, Bonn, 1981.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1	Schematische Darstellung der Vorgehensweise bei der Forschung an GVA.....	8
Abb. 3.1	Informationen zu einem ausgewählten GVA-Ereignis in der WISBAS/GVA-Datenbank. Dargestellt ein Auszug aus der Benutzeroberfläche der WISBAS/GVA-Datenbank.....	24
Abb. 3.2	Beschreibende Texte für das ausgewählte Ereignis in der WISBAS/GVA-Datenbank. Dargestellt ist ein Auszug aus der Benutzeroberfläche der WISBAS/GVA-Datenbank.....	24
Abb. 6.1	Darstellung eines GVA-Datensatzes.....	45

Tabellenverzeichnis

Tab. 3.1	Meldepflichtige Ereignisse aufgeschlüsselt nach Anlage und Jahr für den Betrachtungszeitraum 2019 bis 2022.....	18
Tab. 3.2	Anzahl der angelegten bzw. ergänzten GVA-Datensätze für Ereignisse im Betrachtungszeitraum 2019 bis 2022	20
Tab. 3.3	Definition von Komponentengrenzen	22
Tab. 4.1	Skala für den Ursachengleichheitsfaktor nach /GRS13/	31
Tab. 7.1	Neue Einträge in der GVA-Checkliste. Gelistet sind hier GVA-Nr., Ereignis-Nr. und Titel des meldepflichtigen Ereignisses zur Identifikation des Ereignisses. Außerdem sind die Klassifizierungen der GVA-Checkliste (Fehlerauslösende Tätigkeit, System, Komponententart, Betriebsmittel und Merkmale) und das identifizierte Phänomen angegeben.....	122
Tab. 7.2	Kategorie „Fehlerauslösende Tätigkeit“ in der GVA-Checkliste und die Häufigkeit ihres Auftretens im Betrachtungszeitraum.....	128
Tab. 7.3	Kategorie „Komponententart“ in der GVA-Checkliste und die Häufigkeit ihres Auftretens im Betrachtungszeitraum. Zur besseren Übersicht sind Komponententarten ohne einen neuen Eintrag nicht aufgeführt	129
Tab. 7.4	Kategorie „System“ in der GVA-Checkliste und die Häufigkeit ihres Auftretens im Betrachtungszeitraum. Zur besseren Übersicht sind die Systemarten ohne einen neuen Eintrag nicht aufgeführt	130
Tab. 7.5	Kategorie „Betriebsmittelklassifizierung“ in der GVA-Checkliste und die Häufigkeit ihres Auftretens im Betrachtungszeitraum.....	130
Tab. 7.6	Merkmale in der GVA-Checkliste und die Häufigkeit ihres Auftretens im Betrachtungszeitraum. Jedem Checklisteneintrag können mehrere Merkmale zugeordnet werden. Zur besseren Übersicht sind die Merkmale ohne einen neuen Eintrag nicht aufgeführt.....	131

A Auszüge aus dem GVA-Handbuch

Im Hauptteil des GVA-Handbuches (/GRS 26/) werden GVA-Ereignisse an Batterien zusammengefasst vorgestellt (vgl. Abschnitt A.1). Dort ist über die GVA-Ereignisse an Batterien zu finden, dass in der vergangenen deutschen Betriebserfahrung 5 Ereignissen stattgefunden haben. Dabei betrafen vier dieser Einträge Batterien aus Gleichstromerzeugungs- und Verteilungsanlagen und ein Eintrag befasst sich mit Batterien aus stationären Brandschutzsystemen. Die Ursachen für diese Ereignisse waren hoher Gesamtchlorgehalt, Freischaltfehler, Alterungsphänomene und Herstellungsfehler. Weitere Informationen zu den Ereignissen lassen sich im Anhang des GVA-Handbuches aus den Ereignisbeschreibungen entnehmen (vgl. Abschnitt A.2). Insbesondere zeigt diese Auflistung die Anzahl der ausgefallenen Komponenten. Bei der minimalen Anzahl sind keine Komponenten (2 von 5 Ereignissen) ausgefallen. Bei dem Ereignis mit der maximalen Anzahl an Ausfällen sind vier Batterien ausgefallen.

A.1 Beispiel für einen Abschnitt des GVA-Handbuches: Batterien

Zur Komponentenart „Batterien“ liegen im Betrachtungsumfang fünf Einträge vor. Vier dieser Einträge betreffen Batterien aus Gleichstromerzeugungs- und Verteilungsanlagen, ein Eintrag liegt zu Batterien aus stationären Brandschutzsystemen vor.

Bei den Batterien aus Gleichstromerzeugungs- und Verteilungsanlagen ist es dabei nur bei einer Batterie zu einem technischen Funktionsversagen gekommen. In diesem Fall hatte ein hoher Gesamtchlorgehalt, gelöst aus den PVC-Plattenseparatoren, zur Korrosion der Polplatten geführt. Durch die damit verbundene Volumenzunahme der Platten kam es zur Beschädigung der Separatoren und infolgedessen zu Kurzschlüssen und damit zu Kapazitätsminderungen von Batterien.

Bei einem Ereignis lag eine gleichzeitige Unverfügbarkeit von vier Batterien aus der gesicherten 48 V-Notstromversorgung auf Grund eines Freischaltfehlers vor.

Weitere Phänomene, die zu systematischen Schäden führten, waren Alterungsphänomene, die auf Herstellungsfehler zurückgeführt wurden. Zum einen resultierten daraus Rissbildungen in Batteriegefäßen aufgrund von mechanischen Belastungen, weil Materialauswahl und Handhabung nicht einem geeigneten Qualifizierungssystem unterlagen.

Zum anderen führten Herstellungsfehler zum Ausfall von Batteriezellen durch inneren Kurzschluss.

Bei dem Ereignis mit Batterien aus stationären Brandschutzsystemen kam es bei zwei Batterien zu einem Spannungszusammenbruch. Hier war es durch einen Herstellungsfehler zum Ausfall von Batteriezellen durch inneren Kurzschluss gekommen.

A.2 Beispiel für Liste mit Ereignisbeschreibungen aus dem Anhang: Batterien

Ereignisbeschreibung zu GVA-Phänomen	GVA-Nr.	Datum	System	Betriebsmittel- kategorie	Anzahl ausgefallener Komponenten
Eine Gleichrichterschleife war geplant freigeschaltet. Außerhalb der regulären Arbeitsplanung wurde beschlossen, Arbeiten an der parallelen Schleife vorzunehmen. Dadurch wurde nicht bemerkt, dass die Bedingungen zur Normalisierung der freigeschalteten Schleife nicht gegeben waren (Arbeitsaufträge waren nicht aufeinander abgestimmt). Die Elektriker bemerkten nach verschiedenen zur Normalisierung notwendigen Schalthandlungen, dass der Schaltzustand unzulässig war, und versuchten ohne Rücksprache, ihre Schalthandlungen rückgängig zu machen. Dabei trat eine Verwechslung auf, so dass alle Gleichrichterschleifen gleichzeitig schwarz waren (Gleichrichterpaar einschließlich Batterie abgeschaltet).	01506	06.1990	Gleichstromerzeugung/-Verteilung	E	4
Hoher Gesamtchlorgehalt, gelöst aus den PVC-Plattenseparatoren, hatte zur Korrosion der Polplatten geführt. Durch die damit verbundene Volumenzunahme der Platten kam es zur Beschädigung der Separatoren und infolgedessen zu Kurzschlüssen und damit zu Kapazitätsminderungen von Batterien.	00293	07.1995	Gleichstromerzeugung/-Verteilung	E	1

Ereignisbeschreibung zu GVA-Phänomen	GVA-Nr.	Datum	System	Betriebsmittel- kategorie	Anzahl ausgefallener Komponenten
Mechanische Belastungen führten zu Rissbildungen in Batteriegefäßen. Materialauswahl und Handhabung unterlagen nicht einem Qualifizierungssystem entsprechend den Anforderungen für eine Einsatzdauer von 20 Jahren.	00375	05.1988	Gleichstromerzeugung/ -Verteilung	E	0
Durch Herstellungsfehler Ausfall von Batteriezellen durch inneren Kurzschluss.	00669	08.1977	Gleichstromerzeugung/ -Verteilung	E	0
Infolge vorzeitiger Alterung konnten mehrere Akkumulatoren der Brandmeldezentralen die spezifizierte Spannung nicht bereitstellen.	01237	11.1997	stationäre Brandschutzsysteme	E	2

A.3 Beispiel für Merkpostenliste: Alterung

Komponentenart	Anzahl	System	Anzahl	GVA-Nr.
Batterien	5	Gleichstromerzeugung/ - Verteilung	4	00293, 00375, 00669, 00375
		stationäre Brand-schutzsysteme	1	01237
Baugruppen	4	Anlagen der Leittechnik	1	00214
		stationäre Brand-schutzsysteme	1	01189
		Anlagen der Leittechnik	2	01806, 00387
Brandschutzklappen	15	lüftungstechnische Anlagen	2	01255, 01966
		stationäre Brand-schutzsysteme	1	02032
		lüftungstechnische Anlagen	12	00439, 00503, 01267, 01268, 01269, 00365, 01262, 00307, 00502, 00244, 00929, 01086
FD-Abblase-Regelventile	7	Frischdampfsystem	7	00101, 00467, 00407, 00171, 00581, 00586, 00399
Feuerlöschventile	4	stationäre Brand-schutzsysteme	4	02002, 01113, 02002, 01198
Gleichrichter	2	Niederspannungs-Wechselstromerzeugung/-Verteilung	1	02028
		Gleichstromerzeugung/ - Verteilung	1	01613
Grenzwertgeber	3	Notstrom-Dieselmotoren-anlage	2	00090, 00091
		Not- und Nachkühlsystem	1	00820
Kältemaschinen	4	Kaltwassersysteme	4	01101, 01142, 00761, 00751
Kolbenpumpen	1	Zusatzborier- und Vergiftungssystem	1	01083

Komponentenart	Anzahl	System	Anzahl	GVA-Nr.
Kreispumpen	13	Mehrere	1	01423
		Nebenkühlwassersystem	7	00106, 00106, 00247, 00512, 01107, 01536, 01790
		Not- und Nachkühlsystem	2	00643, 00640
		stationäre Brand- schutzsysteme	2	01025, 00518
		Zwischenkühlwassersys- tem	1	01071
Leistungsschalter	1	Niederspannungs-Wech- selstromerzeugung /-Ver- teilung	1	00716
Messungen: Druck-Mess- umformer	4	Speisewassersystem	3	01640, 01691, 01799
		Notspeisesystem	1	01823
Messungen: Messumfor- mer-Impulsleitungen	2	Hauptkühlwassersystem	1	00154
		lüftungstechnische Anla- gen	1	00650
Messungen: sonstige	2	Körperschall-Überwa- chungssystem	1	00805
		Anlagen der Leittechnik	1	00910
motorbetätigte Absperr- klappen	2	Nebenkühlwassersystem	1	01782
		Zwischenkühlwassersys- tem	1	01110
motorbetätigte Absperr- schieber	9	Volumenregelsystem	1	00817
		Speisewassersystem	3	00270, 00800, 01129
		Notstrom-Dieselmotoren- anlage	1	02027
		Not- und Nachkühlsystem	1	01443
		Frischdampfsystem	2	00167, 01539
		Dampferzeuger-Abschläm- mung	1	00992
motorbetätigte Absperr- ventile	5	stationäre Brand- schutzsysteme	2	01967, 01702
		Not- und Nachkühlsystem	2	00292, 00579
		stationäre Brand- schutzsysteme	1	00731

Komponentenart	Anzahl	System	Anzahl	GVA-Nr.
Notstromdieselgeneratoren	21	Notstrom-Dieselmotoren-anlage	21	00267, 01706, 01609, 01146, 01644, 01594, 01555, 01170, 01625, 00193, 00068, 00077, 00363, 00386, 00580, 00543, 00764, 00837, 01265, 01447, 01873
Regelventile	3	Speisewassersystem	1	01090
		Nebenkühlwassersystem	1	00102
		Volumenregelsystem	1	00103
Relais, Schütze	16	Hochspannungserzeugung/-Verteilungen	1	01762
		Mehrere	2	01612, 01625
		Anlagen der Leittechnik	10	01814, 00086, 00087, 00088, 00079, 00662, 00657, 00694, 01528, 01518
		Notstrom-Dieselmotoren-anlage	1	00089
		Steuerstäbe und -antriebe	2	00667, 00790
Rückschlagklappen	7	Nebenkühlwassersystem	2	01675, 00598
		Speisewassersystem	5	00071, 0072, 00069, 00569, 00802
Rückschlagventile	6	Not- und Nachkühlsystem	4	00165, 00475, 00603, 00596,
		Zusatzborier- und Vergiftungssystem	2	00835, 00838
Sicherheitsventile (eigen-mediumgesteuert)	1	Frischdampfsystem	1	01442
Sicherheitsventile (federbelastet)	3	Zwischenkühlwassersystem	1	01483
		Notspeisesystem	1	01639
		Kaltwassersysteme	1	00767
Ventilatoren	4	Anlagen der Leittechnik	4	00104, 00966, 00759, 00928

Komponentenart	Anzahl	System	Anzahl	GVA-Nr.
Vorsteuerventile (federbelastet)	7	Frischdampfsystem	4	00054, 00058, 00042, 00043
		Druckhalte- und Abblasesystem	3	00420, 00606, 00050
Vorsteuerventile (magnetbetätigt)	15	Frischdampfsystem	8	00009, 00014, 00053, 00179, 00747, 00637, 00593, 00610
		Druckhalte- und Abblasesystem	1	00594
		Frischdampfsystem	2	00176, 00871
		Not- und Nachkühlsystem	1	00851
		Frischdampfsystem	3	00233, 01021, 00932
Vorsteuerventile (magnetbetätigte Pneumatik-Mehrwegeventile)	4	Anlagen der Leittechnik	1	00976
		Frischdampfsystem	2	00023, 00024
		Anlagen der Leittechnik	1	01137
Vorsteuerventile (motorbetätigt)	1	Frischdampfsystem	1	00288
Vorsteuerventile (Steuerung)	1	Frischdampfsystem	1	01466
Wärmetauscher	2	Nebenkühlwassersystem	1	01769
		Anlagen der Leittechnik	1	00753
Zahnradpumpen	1	Not- und Nachkühlsystem	1	00734

**Gesellschaft für Anlagen-
und Reaktorsicherheit
(GRS) gGmbH**

Schwertnergasse 1
50667 Köln

Telefon +49 221 2068-0

Telefax +49 221 2068-888

Boltzmannstraße 14

85748 Garching b. München

Telefon +49 89 32004-0

Telefax +49 89 32004-300

Kurfürstendamm 200

10719 Berlin

Telefon +49 30 88589-0

Telefax +49 30 88589-111

Theodor-Heuss-Straße 4

38122 Braunschweig

Telefon +49 531 8012-0

Telefax +49 531 8012-200

www.grs.de

ISBN 978-3-911727-28-0