

Bundesamt
für Strahlenschutz

Fachbereich
Sicherheit in der Kerntechnik

Störfallmeldestelle

**Meldepflichtige Ereignisse in Anlagen zur
Spaltung von Kernbrennstoffen in der Bundes-
republik Deutschland**

**Atomkraftwerke und Forschungsreaktoren, de-
ren Höchstleistung 50 kW thermische Dauer-
leistung überschreitet**

Jahresbericht 2009

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Einleitung	4
1.1 Gemeldete Ereignisse aus den Kernkraftwerken	5
1.2 Gemeldete Ereignisse aus den berichtspflichtigen Forschungsreaktoren	5
2 Übersichtsliste der gemeldeten Ereignisse aus den Kernkraftwerken für das Jahr 2009	6
2.1 Kernkraftwerke in Betrieb	6
2.2 Kernkraftwerke in Stilllegung	11
3 Übersichtsliste der gemeldeten Ereignisse aus den Forschungsreaktoren für das Jahr 2009	12
3.1 Forschungsreaktoren in Betrieb	12
3.2 Forschungsreaktoren in Stilllegung	12
4 Analyse der meldepflichtigen Ereignisse in Kernkraftwerken	13
4.1 Aufschlüsselung nach Meldekategorien	13
4.2 Aufschlüsselung nach INES-Stufen	15
4.3 Aufschlüsselung nach Aktivitätsabgaben	15
4.4 Aufschlüsselung nach Betriebszuständen	16
4.5 Aufschlüsselung nach Auswirkungen auf den Betrieb	17
4.6 Aufschlüsselung nach Art der Feststellung	19
4.7 Aufschlüsselung nach Systemen	19
4.8 Aufschlüsselung nach Ursachen	21
5 Sicherheitstechnische Bedeutung der meldepflichtigen Ereignisse	23
6 Analyse der meldepflichtigen Ereignisse in den noch in Betrieb befindlichen Kernkraftwerken, verursacht durch Komponenten- und Bauteildefekte in den Jahren 1994-2009	25
6.1 Datenbasis	25
6.2 Methodik der Analyse	27
6.3 Ergebnisse der Analyse	27
6.3.1 Kernkraftwerke der DWR-2 Generation	28
6.3.2 Kernkraftwerke der DWR-3 Generation	29
6.3.3 Kernkraftwerke der DWR-4 Generation	29
6.3.4 Kernkraftwerke der Baulinie SWR-69	31
6.3.5 Kernkraftwerke der Baulinie SWR-72	32
6.3.6 Vergleich der Anlagengenerationen und Baulinien	32
6.3.7 Anteil der Komponenten- und Bauteildefekte an der Gesamtzahl der meldepflichtigen Ereignisse	34
6.4 Bewertung der Ergebnisse	34

7 Zusammenfassung	36
8 Verzeichnis der Kernkraftwerke	38
9 Verzeichnis der Forschungsreaktoren	39
10 Erläuterungen für die Anwendung der Meldekategorien	40
11 Systematik der internationalen Bewertungsskala (INES)	41
12 Übersichtskarte Standorte, Kernkraftwerke	42
13 Übersichtskarte Standorte, Forschungsreaktoren	43
14 Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen	44

1 Einleitung

Der vorliegende Bericht¹⁾ enthält die Übersicht über die meldepflichtigen Ereignisse in Anlagen zur Spaltung von Kernbrennstoffen (Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren, deren Höchstleistung 50 kW thermische Dauerleistung überschreitet) der Bundesrepublik Deutschland, die im Jahr 2009 erfasst wurden und über die der Umweltausschuss des Deutschen Bundestages durch die vierteljährlichen Berichte unterrichtet wurde. Der Bericht dient der Information des Bundestages und der Öffentlichkeit über die gemeldeten Ereignisse.

Seit 1975 sind die Betreiber der Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland verpflichtet, meldepflichtige Ereignisse nach bundeseinheitlichen Meldekriterien an die atomrechtlichen Aufsichtsbehörden zu melden.

Mit der Inkraftsetzung der "Meldekriterien für meldepflichtige Ereignisse in Anlagen zur Spaltung von Kernbrennstoffen" zum 1. Juli 1991 sind auch die Betreiber von Forschungsreaktoren, deren Höchstleistung 50 kW thermische Dauerleistung überschreitet, verpflichtet, meldepflichtige Ereignisse den atomrechtlichen Aufsichtsbehörden zu melden.

Die Verordnung über den kerntechnischen Sicherheitsbeauftragten und über die Meldung von Störfällen und sonstigen Ereignissen (Atomrechtliche Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung AtSMV) vom 14. Oktober 1992 (BGBl. I S. 1766) verpflichtet die Betreiber, derartige Ereignisse an die Aufsichtsbehörde zu melden. Sinn und Zweck des behördlichen Meldeverfahrens ist es, sowohl den Sicherheitsstatus dieser Anlagen zu überwachen, als diesen auch durch die aus den gemeldeten Ereignissen gewonnenen Erkenntnisse im Rahmen der Aufsichtsverfahren zu verbessern. Die Meldungen stellen eine wesentliche Basis für die frühzeitige Erkennung etwaiger Mängel ebenso wie für die Vorbeugung gegen Auftreten ähnlicher Fehler in anderen Anlagen dar. Meldepflichtige Ereignisse werden entsprechend der ersten ingenieurmäßigen Einschätzung nach deren Auftreten den unterschiedlichen Meldekategorien zugeordnet (siehe Punkt 10).

Unabhängig vom behördlichen Meldeverfahren nach AtSMV erfolgt darüber hinaus die Einstufung der meldepflichtigen Ereignisse durch die Betreiber der Kernkraftwerke und der Forschungsreaktoren nach der siebenstufigen Bewertungsskala der Internationalen Atomenergiebehörde, der "International Nuclear Event Scale" - INES (siehe Punkt 11).

1) Redaktionsschluss: 10.09.2010

Das Ereignis "Kurzzeitige Freischaltung von Gebäudeabschlussarmaturen im Feuerlöschsystem" vom 12.05.2009 im Kernkraftwerk Philippsburg (Block 2) wurde nach weitergehenden Untersuchungen nach dem Redaktionsschluss dieses Jahresberichtes im April 2011 nachgemeldet. Über dieses Ereignis wird im Monatsbericht April 2011 berichtet.

1.1 Gemeldete Ereignisse aus den Kernkraftwerken

Im vorliegenden Jahresbericht werden alle im Jahr 2009 gemeldeten Ereignisse aus in Betrieb, bzw. in Stilllegung befindlichen Kernkraftwerken der Bundesrepublik Deutschland in Übersichtslisten (siehe Punkt 2) dargestellt.

Alle meldepflichtigen Ereignisse, die im Jahr 2009 gemeldet wurden, werden nach den in Punkt 4 angegebenen Aspekten analysiert.

Das Verzeichnis der Kernkraftwerke (siehe Punkt 8) benennt alle Anlagen, aus denen im Jahr 2009 Ereignisse gemeldet wurden. Eine Übersichtskarte (siehe Punkt 12) zeigt die Standorte der Kernkraftwerke der Bundesrepublik Deutschland. Im Abkürzungsverzeichnis (siehe Punkt 14) werden die im Bericht verwendeten Abkürzungen erläutert.

1.2 Gemeldete Ereignisse aus den berichtspflichtigen Forschungsreaktoren

Im vorliegenden Jahresbericht werden die im Jahr 2009 gemeldeten Ereignisse aus den berichtspflichtigen in Betrieb, bzw. in Stilllegung befindlichen Forschungsreaktoren in Übersichtslisten (siehe Punkt 3) dargestellt.

Das Verzeichnis der Forschungsreaktoren (siehe Punkt 9) benennt alle Anlagen, aus denen im Jahr 2009 Ereignisse gemeldet wurden.

Eine Übersichtskarte (siehe Punkt 13) zeigt die Standorte der Forschungsreaktoren mit mehr als 50 kW thermischer Dauerleistung der Bundesrepublik Deutschland.

Die im Zusammenhang mit den Forschungsreaktoren verwendeten Abkürzungen sind ebenfalls im Abkürzungsverzeichnis (siehe Punkt 14) erläutert.

2 Übersichtsliste der gemeldeten Ereignisse aus den Kernkraftwerken für das Jahr 2009

2.1 Kernkraftwerke in Betrieb

Ereignis-Datum	Anlage	Ereignis	Er.-Nr.	Kat.	INES
09.01.09	KWB-A	Leckage an einer Messleitung des Not- und Nachkühlsystems	09/001	N	0
10.01.09	KWB-B	Kleinstleckage an einem Dampferzeuger	09/002	N	0
19.01.09	KWB-B	Leckage im erdverlegten Bereich einer Vorlaufleitung des nuklearen Nebenkühlwassersystems	09/003	N	0
19.01.09	KWB-A	Nichtverfügbarkeit einer Deionateinspeisearmatur	09/004	N	0
21.01.09	KWB-B	Verminderte Kälteleistung einer Kältemaschine	09/007	N	0
27.01.09	KWB-B	Fehlerhaftes Abfallen eines Grenzsignals im Reaktorschutzsystem	09/006	N	0
05.02.09	KKU	Ausfall einer Vorrangbaugruppe	09/008	N	0
10.02.09	KWB-B	Befunde an Armaturen, Rohrleitungsflanschen und Wärmetauschern im Volumenregelsystem, Frischdampfsystem, Not- und Nachkühlssystem sowie der Kühlmittelaufbereitung	09/034	N	0
13.02.09	KKB	Funktionsstörung eines Messumformers	09/009	N	0
22.02.09	KKE	Ansprechen der Füllstandsüberwachung des Kraftstoffbetriebsbehälters eines Notspeise-Notstromdiesels	09/011	N	0
25.02.09	KWB-A	Nichtschließen einer Brandschutzklappe bei Wiederkehrender Prüfung der CO ₂ -Hochdruck-Feuerlöschanlage	09/012	N	0
26.02.09	KWB-B	Rissanzeigen im Dichtungsgehäuse einer Hauptkühlmittelpumpe	09/019	N	0
28.02.09	KWB-A	Störung der Umschaltautomatik für eine Notstandsschaltanlage	09/010	E	0
04.03.09	KKI-2	Maßabweichung an Steuerstab-Schraubverbindungen	09/015	N	0
04.03.09	KKE	Maßabweichung an Steuerstab-Schraubverbindungen	09/013	N	0
04.03.09	KKU	Leckage an einem Probenahmekühler	09/014	N	0
04.03.09	GKN-2	Maßabweichung am Endstopfen von Steuerstäben	09/023	N	0
07.03.09	KWB-B	Tropfleckage an Rohrleitungen des nuklearen Nebenkühlwassersystems	09/020	N	0
11.03.09	KBR	Maßabweichung an Steuerstab-Schraubverbindungen	09/016	N	0
11.03.09	KKU	Maßabweichung an Steuerstab-Schraubverbindungen	09/017	N	0

Ereignis-Datum	Anlage	Ereignis	Er.-Nr.	Kat.	INES
11.03.09	KKG	Maßabweichungen an Steuerstab-Schraubverbindungen	09/018	N	0
11.03.09	KKP-2	Maßabweichung am Endstopfen von Steuerstäben	09/021	N	0
11.03.09	KWG	Geringfügige Maßabweichung an Steuerstab-Schraubverbindungen	09/022	N	0
12.03.09	KKP-2	Nichtöffnen eines Kuppelschalters einer Notstromverteilung bei Wiederkehrender Prüfung	09/029	N	0
16.03.09	KWG	Fehlanregung eines Auslösesignals durch eine Prüfeinrichtung im Reaktorschutzsystem	09/024	N	0
19.03.09	KBR	Schaden an einem E-Motor der Notnebenkühlwasserpumpe	09/026	N	0
19.03.09	KKI-1	Befunde in den Dichtnuten der Wärmesperren der Reaktorwasserreinigungspumpen	09/030	N	0
20.03.09	KKK	Abschaltung eines 10,5-kV/660-V-Notstromtransformators durch Ansprechen des Buchholz-Schutzes	09/025	N	0
23.03.09	KBR	Ansprechen des Überspeisungsschutzes an einem Dampferzeuger	09/027	N	0
Stillstand 2009	KKB	Abweichung in der Steuerung der Sammelschienenverstärkung	09/028	N	0
03.04.09	KWB-A	Chloridinduzierte, transkristalline Spannungsrisskorrosion an Komponenten im Sicherheitssystem, Frischdampfsystem und sonstigen Reaktorhilfsanlagen	09/032	N	0
06.04.09	KBR	Korrosionsbefunde an zwei nicht eingesetzten Steuerelementen	09/031	N	0
10.04.09	KKG	Nichtstarten eines Notspeisenotstromdiesels	09/033	N	0
16.04.09	KKI-1	Fehlanregung einer Sicherheitsteileinrichtung durch das Reaktorschutzsystem bei einer Wiederkehrenden Prüfung	09/035	E	0
17.04.09	KWB-B	Kontamination durch Harzaustrag aus einem Mischbettfilter	09/046	N	0
29.04.09	KKP-2	Startversagen eines Notstromdiesels bei Wiederkehrender Prüfung	09/036	N	0
07.05.09	KKG	Nichtansteuern eines Vorsteuerventils eines Frischdampf-Abblaseabsperrventils bei einer Wiederkehrenden Prüfung	09/037	N	0
10.05.09	KWG	Fehlanregung von Auslösesignalen durch eine defekte Baugruppe im Reaktorschutzsystem	09/038	N	0
12.05.09	KKB	Befunde an Kühlwasserausgleichsbehältern der UNS-Notstromdiesel	09/039	N	0
18.05.09	KKU	Nichtspannen des Leistungsschalters einer Notspeisewasserpumpe nach der Ausschaltung bei Wiederkehrender Prüfung	09/040	N	0

Ereignis-Datum	Anlage	Ereignis	Er.-Nr.	Kat.	INES
20.05.09	KKP-1	Schäden an Schraubverbindungen für den Leitapparat der Pumpe des Kernflut-systems	09/041	N	0
25.05.09	KWG	Ausfall einer Frischdampfdruckmessung im Reaktorschutzsystem	09/043	N	0
26.05.09	KWB-A	Abschaltung einer nuklearen Nebenkühlwasserpumpe durch Auslösung des Schutzrelais	09/044	N	0
27.05.09	KRB-II-B	Nichtöffnen eines Mindestmengenschiebers im Not- und Nachkühlsystem	09/045	N	0
03.06.09	KWB-A	Tropfleckage in einer Rohrleitung des Nuklearen Nebenkühlwassersystems	09/049	N	0
05.06.09	KBR	Schäden an Stopfbuchsabsaugeleitungen im Nuklearen Anlagenentwässerungssystem	09/048	N	0
05.06.09	KBR	Fehlanregung der Startwiederholung für die Notstromerzeugungsanlagen der Redundanz 1 und Redundanz 5	09/047	N	0
07.06.09	KWB-B	Schutz-Ausschaltung einer nuklearen Zwischenkühlwasserpumpe	09/052	N	0
08.06.09	KKU	Fehlerhafter Einschaltvorgang einer Notspeisepumpe bei Reaktorschutzprüfung	09/050	N	0
09.06.09	GKN-2	Korrosionsbefund an einem nicht eingesetzten Steuerelement	09/051	N	0
09.06.09	KKP-1	Riss in einer Messleitung im Bereich der Schweißnaht einer Absperrarmatur des Nebenkühlwassersystems für einen USUS-Strang	09/053	N	0
11.06.09	KKG	Leckage an einem Ausbaustück in der Saugleitung einer Notnebenkühlwasserpumpe	09/055	N	0
16.06.09	KKE	Korrosionsbefund an einem nicht eingesetzten Steuerelement	09/054	N	0
17.06.09	KKE	Schäden an Absaugekleinrohrleitungen des nuklearen Anlagenentwässerungssystem	09/056	N	0
21.06.09	KKE	Beschädigung eines 3WE-Schalters einer Nachkühlpumpe	09/058	N	0
23.06.09	KKK	Ausfall einer Zeitüberwachungs-Baugruppe im dynamischen Logikteil des Reaktorschutzsystems bei Wiederkehrender Prüfung	09/057	N	0
26.06.09	KKP-2	Startversagen eines Notspeisediesels durch defektes Hauptanlassventil	09/063	N	0
26.06.09	KKP-2	Korrosionsbefund an einem nicht im Kern eingesetzten Steuerelement	09/064	N	0
27.06.09, 03.09.09	KKE	Kleinstleckage an einer Rohrleitung im gesicherten Nebenkühlwassersystem	09/060	N	0
28.06.09	KKE	Riss in der Rohrfeder eines örtlichen Druckmessgerätes im Volumenregelsystem	09/061	N	0

Ereignis-Datum	Anlage	Ereignis	Er.-Nr.	Kat.	INES
29.06.09	KKP-1	Anregung des Durchdringungsabschlusses im Reaktorwasserreinigungssystem	09/062	N	0
02.07.09	KWB-B	Nicht zuschaltbare Förderpumpe des Volumenregelsystems bei Wiederkehrender Prüfung	09/065	N	0
04.07.09	KKK	Reaktorschnellabschaltung durch kurzzeitigen Ausfall der Eigenbedarfsversorgung aufgrund Kurzschluss in einem Maschinentransformator	09/059	N	0
07.07.09	KKP-2	Ansprechen Notstromsignal bei Rückschaltung vom Fremdnetz auf das Normalnetz durch einen defekten Leistungsschalter	09/066	N	0
08.07.09	KKP-2	Befunde an zwei Absaugeleitungen des nuklearen Anlagenentwässerungssystems	09/068	N	0
09.07.09	GKN-1	Eingeschränkte Leistung eines Notstromdiesels bei Wiederkehrender Prüfung	09/069	N	0
14.07.09	KKU	Leckage an einer Messumformer-Fülleitung der Dampferzeugerniveaumessung	09/067	N	0
15.07.09	KKP-1	Nichterreichen der spezifizierten Leistung eines Notstromdieselaggregates bei Wiederkehrender Prüfung	09/070	N	0
23.07.09	KKI-2	Befunde an drucklosen Kleinleitungen des nuklearen Anlagenentwässerungssystems	09/074	N	0
24.07.09	KKE	Ausfall der Blockeinspeisung mit nachfolgender Reaktorschnellabschaltung über niedrigen Dampferzeugerfüllstand	09/072	N	0
25.07.09	KWB-B	Abschaltung eines redundanten Zuluftventilators durch Überstromschutzrelais	09/071	N	0
04.08.09	KKI-2	Fehlerhafte Systemzuordnung von 2 Sicherheitsventilen nach Wartungsarbeiten	09/075	N	0
05.08.09	KBR	Nichtschließen einer Bypassregelklappe im nuklearen Zwischenkühlsystem	09/076	N	0
07.08.09	KKB	Schaden an einem Notstromdieselaggregat nach Wartung	09/077	N	0
17.08.09	KKI-1	Nichtöffnen eines Drosselventils eines Nachkühlstranges im Rahmen einer Wiederkehrenden Prüfung	09/082	N	0
23.08.09	GKN-2	Ansprechen der Notkühlkriterien während des Abfahrens der Anlage zur Revision 2009	09/080	N	0
23.08.09	GKN-2	Befunde an drucklosen Kleinleitungen des nuklearen Anlagenentwässerungssystems	09/081	N	0
24.08.09	KWG	Ansprechen der Federspannzeitüberwachung am Leistungsschalter einer Zwischenkühlpumpe	09/079	N	0
28.09.09	KKU	Rissanzeigen im Dichtungsgehäuse einer Hauptkühlmittelpumpe	09/083	N	0

Ereignis-Datum	Anlage	Ereignis	Er.-Nr.	Kat.	INES
01.10.09	GKN-1	Druckluftleckage am Abgangsschalter zu einer 0,4-kV-Notstromschiene	09/084	N	0
01.10.09	KWB-B	Leckage an einer Temperaturmessstelle im Loop 1 des Reaktorkühlkreislaufes	09/086	N	0
01.10.09	KWB-B	Nichtschließen eines Hauptspeisewasserabsperrschiebers durch Sicherungsauslösung in der Schaltanlage	09/087	N	0
07.10.09	KKK	Ausfall einer Nebenkühlwasserpumpe des Betriebskühlkreises II durch Erdschluss des Motors	09/085	N	0
12.10.09	KKB	Rohrleckage im Zwischenkühler eines Nachkühlstranges	09/088	N	0
14.10.09	KWG	Kaltwasserdurchsatz in einem Strang nach Umschaltung auf Einzelbecken unterhalb des spezifizierten Wertes	09/090	N	0
14.10.09	GKN-1	Rissbefund an einer Leckageabfuhrleitung der Druckhalterarmaturenstation	09/091	N	0
17.10.09	KKB	Funktionsstörung des Generatorleistungsschalters eines UNS-Notstromdiesels	09/089	N	0
20.10.09	KKI-1	Ausfall des Erregerschalters eines Notstromdieselaggregates nach Wiederkehrender Prüfung	09/094	N	0
21.10.09	KRB-II-C	Funktionsstörung an einem Notstromdieselaggregat bei einer Wiederkehrenden Prüfung	09/092	N	0
24.10.09	GKN-1	Geringfügige Undichtigkeit an einer Schweißnaht im Volumenregelsystem	09/093	N	0
27.10.09	GKN-1	Funktionsstörung des Einspeiseschalters einer 0,4-kV-Notstromschiene bei Wiederkehrender Prüfung	09/096	N	0
28.10.09	KRB-II-C	Reaktorschnellabschaltung durch hohen Füllstand im Reaktordruckbehälter	09/095	N	0
30.10.09	KWB-B	Nichtöffnen einer Armatur im Not- und Nachkühlssystem beim Herstellen der Notkühlbereitschaft	09/097	N	0
07.11.09	KRB-II-C	Funktionsstörung an einer Pumpe des nuklearen Zwischenkühlwassersystems	09/098	N	0
07.11.09	KKI-1	Funktionsstörung am Generatorschalter an einem Notstromdiesel bei einer Wiederkehrenden Prüfung	09/099	N	0
02.12.09	KKI-2	Geringfügige Leckage an einem Säuredosierstutzen im System zur Lagerung und Behandlung radioaktiver Abwässer	09/104	N	0
03.12.09	KBR	Nichtöffnen einer Armatur im Not- und Nachkühlssystem	09/103	N	0
07.12.09	KKU	Sitzleckage an einer Sumpfarmatur	09/101	N	0
19.12.09	KWG	Kurzzeitiger Spannungsausfall an einer gesicherten 380-V-Schiene	09/102	N	0

Tab. 2.1: Übersichtliste der Ereignisse in Kernkraftwerken in Betrieb.

2.2 Kernkraftwerke in Stilllegung

Ereignis-Datum	Anlage	Ereignis	Er.-Nr.	Kat.	INES
19.01.09	KNK-II	Störungen an einer Brandmeldezentrale	09/005	N	0
25.07.09	AVR	Ausfall der Belüftungsanlage der Warmen Werkstatt 1	09/073	N	0
12.08.09	AVR	Nicht Ansprechen der Überlastabschaltung an einem 5-Mg-Hebezeug	09/078	N	0
23.11.09	KWW	Funktionsstörung am Hubtor einer Lagerkammer des Zwischenlagers im ehemaligen Notstandsgebäude	09/105	N	0

Tab. 2.2: Übersichtsliste der Ereignisse in Kernkraftwerken in Stilllegung.

3 Übersichtsliste der gemeldeten Ereignisse aus den Forschungsreaktoren für das Jahr 2009

3.1 Forschungsreaktoren in Betrieb

Ereignis-Datum	Anlage	Ereignis	Er.-Nr.(F)	Kat.	INES
01.04.09	FRM-II	Funktionsstörung an einer Krananlage durch eine defekte Elektronikbaugruppe des Funksteuerempfängers	09/001	N	0
21.04.09	FRM-II	Nicht ordnungsgemäßes Schließen von Brandschutzklappen	09/003	N	0
08.05.09	FRM-II	Kurzfristige Unverfügbarkeit des Feuerlöschsystems mit Trinkwasser	09/004	N	0
13.05.09	FRM-II	Nichtschließen einer Rückschlagklappe im Primärkühlsystem bei Wiederkehrender Prüfung	09/002	E	0
22.07.09	FRG-1	Riss in der Abwasserleitung zur Elbe	09/006	N	0
30.07.09	FRM-II	Schwergängigkeit einer von drei redundanten Rückschlagklappen im Primärkühlsystem	09/008	N	0
08.08.09	BER II	Reaktorschnellabschaltung nach Einfallen eines Steuerstabes	09/005	N	0
05.11.09	BER II	Verzögertes Schließen einer Gebäudeabschlussklappe der Reaktorhalle bei Wiederkehrender Prüfung	09/009	N	0

Tab. 3.1: Übersichtsliste der Ereignisse in Forschungsreaktoren in Betrieb.

3.2 Forschungsreaktoren in Stilllegung

Ereignis-Datum	Anlage	Ereignis	Er.-Nr.(F)	Kat.	INES
08.09.09	RFR	Ausfall der unterbrechungsfreien Stromversorgung	09/007	N	0

Tab. 3.2: Übersichtsliste der Ereignisse in Forschungsreaktoren in Stilllegung.

4 Analyse der meldepflichtigen Ereignisse in Kernkraftwerken

Im Jahr 2009 wurden 103 meldepflichtige Ereignisse in Kernkraftwerken der Bundesrepublik Deutschland gemeldet. Im Folgenden werden die 103 erfassten Ereignisse unter verschiedenen Gesichtspunkten näher analysiert. Die Analyse beinhaltet eine Aufschlüsselung der Ereignisse nach:

1. Meldekategorien
2. INES-Stufen
3. Aktivitätsabgaben
4. Betriebszuständen
5. Auswirkungen auf den Betrieb
6. Art der Feststellung
7. Systemen
8. Ursachen

Ziel dieser Analyse ist es, die Verteilung der meldepflichtigen Ereignisse des betrachteten Berichtsjahres im Vergleich zu den Erfahrungswerten aus den vergangenen Berichtsjahren darzustellen und zu erläutern.

4.1 Aufschlüsselung nach Meldekategorien

In der folgenden Tabelle sind die meldepflichtigen Ereignisse nach den unter Punkt 10 des Berichtes erläuterten Meldekategorien S, E und N aufgeschlüsselt:

Kategorie	Anzahl	Prozent
S	0	0
E	2	2
N	101	98
Gesamtzahl der Ereignisse	103	100

Tab. 4.1: Meldepflichtige Ereignisse nach Meldekategorien.

98 % der meldepflichtigen Ereignisse fallen unter die Kategorie N. Dies liegt im Bereich der langjährigen Erfahrungen.

In der Kategorie S wurde kein meldepflichtiges Ereignis gemeldet. In der Kategorie E wurden 2 Ereignisse (2 %) erfasst. Diese Ereignisse werden nachfolgend beschrieben.

Meldepflichtige Ereignisse der Kategorie E

- *Störung der Umschaltautomatik für eine Notstandsschaltanlage*

Kernkraftwerk Biblis, Block A (KWB-A) am 28.02.2009, Ereignis-Nr. 09/010, Meldekategorie E, INES-Stufe 0

Die Anlage befand sich im Abfahrbetrieb zur vorgesehenen Revision und zum Brennelementwechsel. Bei Freischaltmaßnahmen löste der Leistungsschalter der Messspannung einer 380-V-Notstandsschiene aus. Durch den Ausfall der Spannungsüberwachung dieser Notstandsschiene war eine automatische Zuschaltung der Notstandseinspeisung von Block B im Anforderungsfall nicht möglich. Eine Handzuschaltung war jedoch weiterhin möglich. Die betroffene Notstandsschiene war nicht spannungslos; alle sicherheitstechnisch wichtigen Verbraucher wurden von der Eigenbedarfsversorgung des Blocks A weiter versorgt. Es war lediglich die Spannungsüberwachung der Notstandsschiene ausgefallen.

Die Notstandssysteme sind zur Beherrschung von Ereignissen mit sehr geringer Eintrittswahrscheinlichkeit vorgesehen. Da die hiervon betroffenen Sicherheitsfunktionen im Kernkraftwerk Biblis in Teilen einsträngig ausgelegt sind (z.B. Armaturen des Primärkreisabschlusses), wurde das Ereignis in die Meldekategorie E eingestuft.

- *Fehlanregung eines Sicherheits- und Entlastungsventils bei einer wiederkehrenden Reaktorschutzprüfung*

Kernkraftwerk Isar, Block 1 (KKI-1) am 16.04.2009, Ereignis-Nr. 09/035, Meldekategorie E, INES-Stufe 0

Die Anlage befand sich im Volllastbetrieb. Bei einer Reaktorschutzprüfung kam es durch eine Fehlfunktion einer elektronischen Baugruppe zu einem kurzzeitigen, nicht vorgesehenen Öffnen eines der 8 Sicherheits- und Entlastungsventile im Druckentlastungssystem. Durch den dadurch erhöhten Frischdampfdurchsatz wurde auslegungsgemäß eine Reaktorschnellabschaltung (RESA) ausgelöst.

Die Sicherheits- und Entlastungsventile gehören zu den sicherheitstechnisch wichtigen Systemen und haben die Aufgabe, den Druck im Reaktordruckbehälter bei Störfällen zu entlasten und zu begrenzen, wenn die Hauptwärmesenke (Turbine) nicht zur Verfügung steht. Die Einstufung in die Meldekategorie E ist dadurch begründet, dass das Öffnen des Sicherheits- und Entlastungsventils, verbunden mit der RESA, im Rahmen der Reaktorschutzprüfung nicht vorgesehen war. Das Ereignis, vom Betreiber der Anlage in der Meldekategorie N gemeldet, wurde deshalb vom BMU in die Meldekategorie E hoch gestuft.

4.2 Aufschlüsselung nach INES-Stufen

In der folgenden Tabelle sind die meldepflichtigen Ereignisse nach der unter Punkt 11 des Berichtes erläuterten internationalen Bewertungsskala (INES) aufgeschlüsselt:

INES-Stufe	Anzahl	Prozent
0	103	100
1	0	0
≥ 2	0	0
Gesamtzahl der Ereignisse	103	100

Tab. 4.2: Meldepflichtige Ereignisse nach jeweiligen INES-Stufen.

Alle 103 Ereignisse wurden in die INES-Stufe 0 eingestuft (keine oder sehr geringe unmittelbare sicherheitstechnische, bzw. keine radiologische Bedeutung im Sinne der INES-Skala).

Ereignisse der INES-Stufe 1 oder höher traten nicht auf.

Die Einstufung der meldepflichtigen Ereignisse anhand der siebenstufigen Bewertungsskala der Internationalen Atomenergiebehörde wird vom Betreiber durchgeführt und erfolgt zusätzlich zur Einstufung der meldepflichtigen Ereignisse in die Meldekategorien des behördlichen Meldeverfahrens nach AtSMV. D. h. alle 103 nach INES eingestuften Ereignisse sind mindestens der Meldekategorie N des behördlichen Meldeverfahrens zuzuordnen und haben insofern eine sicherheitstechnische Bedeutung, da die Meldeschwelle der AtSMV überschritten wurde (s. auch Punkt 10).

4.3 Aufschlüsselung nach Aktivitätsabgaben

Ableitungen radioaktiver Stoffe oberhalb genehmigter Höchstwerte für Fortluft und Abwasser sind im Zusammenhang mit meldepflichtigen Ereignissen nicht aufgetreten.

4.4 Aufschlüsselung nach Betriebszuständen

Die folgende Tabelle beinhaltet eine Analyse der gemeldeten Ereignisse nach den Betriebszuständen "Leistungsbetrieb", "An- und Abfahrbetrieb", "Reaktor abgeschaltet" und "Stilllegung". Maßgeblich für die Zuordnung war dabei der Zeitpunkt, zu dem das meldepflichtige Ereignis festgestellt wurde.

Betriebszustand	Anzahl	Prozent
Leistungsbetrieb (Voll- bzw. Teillast)	50	48
An- und Abfahrbetrieb (einschl. Leistungsänderung)	3	3
Reaktor abgeschaltet (Stillstand, Revision, Brennelementwechsel)	46	45
Stilllegung	4	4
Gesamtzahl der Ereignisse	103	100

Tab. 4.3: Meldepflichtige Ereignisse nach Betriebszuständen.

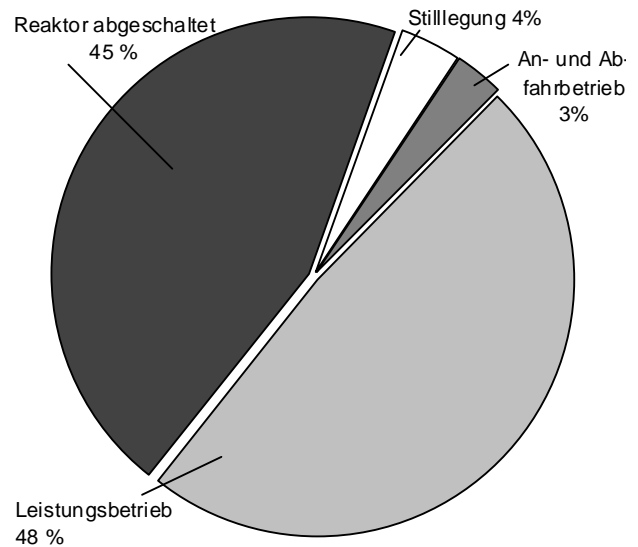


Abb. 4.1: Meldepflichtige Ereignisse nach Betriebszuständen.

Im Durchschnitt waren die Kernkraftwerke 2009 ca. 27 %^{*)} des Jahres für Revisionen, Reparaturen oder Brennelementwechsel abgeschaltet. Diese wie schon in den beiden Vorjahren (2008: 20 %, 2007: 24 %) erhöhte Abschaltdauer wurde insbesondere durch den langfristigen Anlagenstillstand der Kernkraftwerke Krümmel und Brunsbüttel, sowie Biblis A und B bestimmt.

In den Abschalt- und Stillstandszeiten der in Betrieb befindlichen Anlagen wurden 45 % der in 2009 gemeldeten Ereignisse registriert (2008: 21 %, 2007: 42 %). Der hohe Anteil an gemeldeten Ereignissen während der Stillstandszeiten erklärt sich aus den umfangreichen Wartungs- und Prüfungsmaßnahmen, die während dieser Zeiten durchgeführt werden. Dabei ist anzumerken, dass es gerade das Ziel der Vielzahl von Prüfungsmaßnahmen ist, Mängel rechtzeitig zu erkennen.

4 % der Ereignisse traten in den endgültig abgeschalteten Anlagen auf.

^{*)} Nicht enthalten sind alle endgültig abgeschalteten bzw. in Stilllegung befindlichen Anlagen (siehe auch Übersichtskarte Punkt 12).

4.5 Aufschlüsselung nach Auswirkungen auf den Betrieb

Im Folgenden werden die Auswirkungen der meldepflichtigen Ereignisse auf den Leistungsbetrieb sowie An- und Abfahrbetrieb der Kernkraftwerke dargestellt. Meldepflichtige Ereignisse während des Stillstandes, bzw. bei abgeschaltetem Reaktor werden nicht berücksichtigt, da in diesen Fällen als Auswirkung auf den Betrieb allenfalls die Verlängerung eines ohnehin vorliegenden Anlagenstillstandes in Frage kommt.

Auswirkung auf den Betrieb	Anzahl	Prozent
Keine Auswirkung	48	90
Leistungsreduktion	-	-
Abfahren	1	2
Schnellabschaltung, automatisch von Hand	4	8
	-	-
Summe der Ereignisse	53	100

Tab. 4.4: Auswirkung von meldepflichtigen Ereignissen auf den Betrieb.

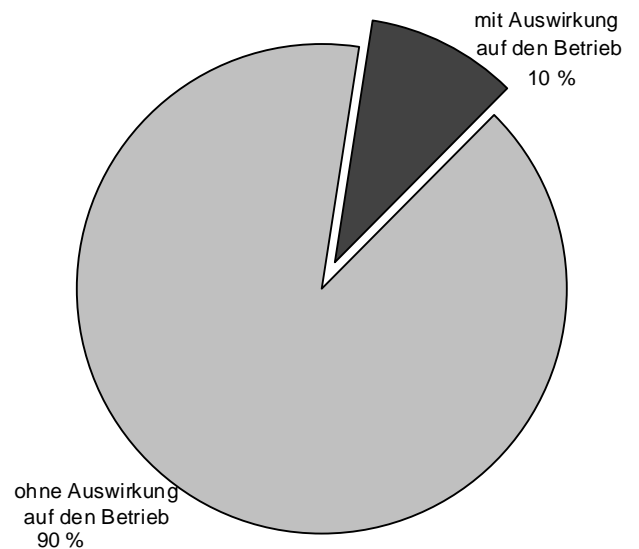


Abb. 4.2: Auswirkung von meldepflichtigen Ereignissen auf den Betrieb.

Basierend auf den Erfahrungswerten aus den vorhergehenden Jahresberichten entspricht die in Abbildung 4.2 gezeigte Verteilung dem langjährigen Mittel.

Insgesamt 53 meldepflichtige Ereignisse traten während des Leistungsbetriebes der Anlagen auf. Der überwiegende Anteil (90 %) dieser Ereignisse hatte keinen Einfluss auf den Betrieb der Kraftwerke.

Dafür gibt es u.a. folgende Gründe:

- Systeme, die für die Sicherheit oder die Verfügbarkeit der Kernkraftwerke Bedeutung haben, sind in der Regel redundant, d.h. mehrsträngig ausgelegt. Tritt in einem solchen System ein Fehler auf, so ergeben sich im Allgemeinen keine Betriebseinschränkungen.
- Ein großer Teil der gemeldeten Mängel wurde bei Prüfungen entdeckt. Da die entsprechenden Systeme für die Prüfung überwiegend gezielt freigeschaltet werden oder aber in Bereitschaft stehen (Sicherheitssysteme), hat die Aufdeckung eines Fehlers keinen unmittelbaren Einfluss auf den Leistungsbetrieb.

- Eine Reihe von Systemen wird für den Leistungsbetrieb eines Kernkraftwerkes nicht direkt benötigt (z.B. Geräte zur Brennelement-Handhabung, Transporteinrichtungen usw.). Störungen in diesen Systemen haben in der Regel keine Auswirkungen auf den Leistungsbetrieb.

Bei einem Ereignis war das Abfahren der Anlage erforderlich, da Reparaturen bzw. Untersuchungen erforderlich waren, die nur im Stillstand durchgeführt werden konnten.

Bei 4 der 53 meldepflichtigen Ereignisse während des Leistungsbetriebes bzw. während des Anfahrens der Anlage kam es als Folge einer Störung zu einer Reaktorschnellabschaltung (RESA). In einem Fall wurde diese durch einen spontanen Bauteil- oder Komponentendefekt hervorgerufen. Unter die sonstigen Ursachen (aufgetreten in 3 Fällen) für eine Reaktorschnellabschaltung fallen u.a. solche Störungen, die aufgrund von Abweichungen der Betriebsparameter bei Transienten bzw. Leistungsänderungen zum Erreichen von RESA-Kriterien führen. Die nachfolgende (rechte) Tabelle zeigt die Verteilung der Reaktorschnellabschaltungen auf die Anlagenbereiche, in denen die auslösenden Ereignisse auftraten.

Ursache	Anzahl
Spontane Bauteil- oder Komponentenausfälle	1
Sonstige	3
Summe	4

Tab. 4.5: Ursachen von Reaktorschnellabschaltungen.

Anlagenteil	Anzahl
Wasser-Dampf-Kreislauf einschließlich Turbine und Generator	1
Sicherheitseinrichtungen	1
Stromversorgung	1
Reaktorkühlmittel, primär	1
Summe	4

Tab. 4.6: Auslösende Systeme von Reaktorschnellabschaltungen.

Bei der Wertung der Reaktorschnellabschaltung muss weiterhin berücksichtigt werden, dass die Reaktorschnellabschaltung eine vorsorgliche, sicherheitsgerichtete Maßnahme ist, mit dem Ziel, bei Störungen das Erreichen unzulässiger Betriebszustände zu verhindern.

4.6 Aufschlüsselung nach Art der Feststellung

Eine weitere Differenzierung der erfassten Ereignisse kann nach der Art ihrer Feststellung vorgenommen werden.

Art der Feststellung	Anzahl	Prozent
Spontan	35	34
Bei Prüfung, Wartung, Instandsetzung	68	66
Gesamtzahl der Ereignisse	103	100

Tab. 4.7: Art der Feststellung von meldepflichtigen Ereignissen.

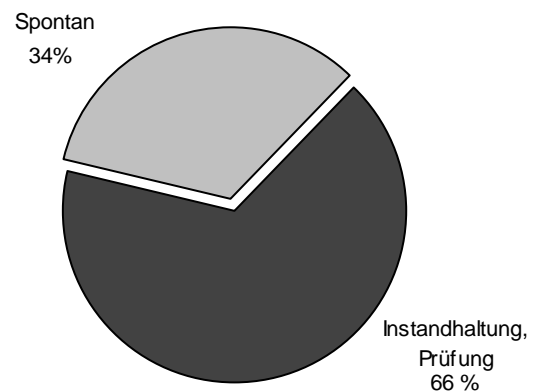


Abb. 4.3: Art der Feststellung von meldepflichtigen Ereignissen.

34 % der meldepflichtigen Ereignisse traten spontan auf. Sie wurden hauptsächlich verursacht durch Fehler, Schäden und Ausfälle von Komponenten oder Systemen.

Der überwiegende Anteil (66 %) der gemeldeten Ereignisse stellt Befunde bzw. Ereignisse bei Instandhaltungsmaßnahmen dar. Außerdem sind die Fälle enthalten, bei denen es während der Durchführung von Prüfungen zu einem meldepflichtigen Ereignis kam.

Basierend auf den Erfahrungswerten aus den vorhergehenden Jahresberichten entspricht die in Abbildung 4.3 gezeigte Verteilung dem langjährigen Mittel.

4.7 Aufschlüsselung nach Systemen

Im Folgenden wird die Aufteilung der meldepflichtigen Ereignisse auf die wichtigsten Systeme untersucht. Dabei werden in erster Linie Systeme mit sicherheitstechnischen Aufgaben in Betracht gezogen, in geringerem Umfang jedoch auch Betriebssysteme, bei denen Störungen ein Eingreifen von Sicherheitssystemen erforderlich machen können. Unter die sonstigen Systeme fallen u. a. Brandmelde- und Feuerlöschanlagen, Transporteinrichtungen, Abschirmausrüstungen für Demontearbeiten.

Bei der Wertung dieser Aufteilung sind der unterschiedliche Umfang der Systeme (der Wasserdampf-Kreislauf ist z. B. wesentlich umfangreicher als das Notspeisesystem) und der unterschiedliche Prüfungsumfang (im Reaktorschutzsystem, im Notstromsystem und an den Reaktorhilfsanlagen werden in kürzeren Zeitabständen Wiederholungsprüfungen durchgeführt als z. B. an den Brennelement-Handhabungseinrichtungen) zu berücksichtigen. Weiterhin ist auch die unterschiedliche Bedeutung der einzelnen Störungen zu beachten.

System	Anzahl	Prozent
1. Reaktorschutzsystem einschließlich Instrumentierung	8	7,8
2. Reaktorhilfs- und Nebenanlagen	35	34,0
davon:		
- Not- und Nachkühlsystem, Zwischenkühlsystem	14	13,6
- Lüftungssystem	3	2,9
- Sonstige Hilfs- und Nebenanlagen	18	17,5
3. Notstromsystem	19	18,4
davon:		
- Notstromdieselaggregate	10	9,7
- Sonstige Notstromanlagen	9	8,7
4. RDB-Einbauten/Reaktorkern	12	11,7
5. Wasser-Dampf-Kreislauf	5	4,9
6. Notspeisesystem/Notstandssystem	3	2,9
7. Kühlwassersystem einschließlich Nebenkühlwassersystem	9	8,7
8. Abschaltssystem	1	1,0
9. Energieableitung, Eigenbedarfsversorgung	2	1,9
10. Reaktorkühlsystem	6	5,8
11. Sonstige	3	2,9
Gesamtzahl der Ereignisse	103	100

Tab. 4.8: Meldepflichtige Ereignisse nach Systemen.

Im Vergleich zu vorangegangenen Jahren war der Reaktorkern im Jahr 2009 deutlich häufiger von meldepflichtigen Ereignissen betroffen. Diese Steigerung ist auf einen systematischen Fehler bei der Herstellung von Steuerelementen zurückzuführen. Diese, mit Maßabweichungen und Korrosionsanzeigen behafteten Steuerelemente wurden vom Hersteller an verschiedene Kernkraftwerke ausgeliefert und der Sachverhalt somit auch von jedem einzelnen betroffenen Kernkraftwerk als meldepflichtiges Ereignis angezeigt (insgesamt 11 Meldungen).

Mit Ausnahme der "RDB-Einbauten/Reaktorkern" entspricht die Verteilung der meldepflichtigen Ereignisse auf die Systeme (s. Tabelle 4.8) dem langjährigen Mittel, basierend auf den Erfahrungswerten aus den vorhergehenden Jahresberichten.

4.8 Aufschlüsselung nach Ursachen

Bei der Untersuchung der Ursachen eines meldepflichtigen Ereignisses sind die besonderen Gegebenheiten des Einzelfalles im Detail zu betrachten. Häufig spielen mehrere Faktoren eine Rolle. Eine Zuordnung zu allgemeinen Klassen von Ursachen bedeutet daher zwangsläufig eine starke Pauschalisierung. Weiterhin ist zu beachten, dass die zum Stichtag des Jahresberichtes vorgenommene Ursachenklassifizierung gemäß Tabelle 4.9 als vorläufig anzusehen ist, da zu 29 % der Ereignisse des Jahres 2009 noch die endgültigen Meldungen mit den Ergebnissen der Ursachenklärung erwartet werden und es somit nach bisheriger Erfahrung zu Verschiebungen in der Ursachenklassifizierung kommen kann. Aus diesem Grund ist die folgende Aufteilung lediglich für einen qualitativen Überblick geeignet.

Ursache	Anzahl		Art der Behebung (Anzahl der Ereignisse)			
	Absolut	%	Keine	wird noch festgelegt	Instand- setzung	Ertüchtigung
Komponenten-, Bauteildefekte	40	39	-	1	35	4
Betriebsweise, Betriebsbedingungen	13	13	-	-	6	7
Auslegung, Planung, Konstruktion	8	8	-	-	-	8
Herstellung, Installation, Montage, Fertigung	20	19	-	1	5	14
Bedienung, Wartung, Reparatur, Instandhaltung	15	14	-	-	5	10
Wird noch untersucht	4	4	-	-	4	-
Ungeklärte Ursache	3	3	-	-	3	-
Gesamtzahl der Ereignisse	103	100	-	2	58	43

Tab. 4.9: Meldepflichtige Ereignisse nach Ursachen.

39 % der Ereignisse hatten ihre Ursache in defekten Komponenten oder Bauteilen und 13 % in ungünstigen Betriebsbedingungen, hervorgerufen z. B. durch Verunreinigungen oder Schwingungen.

8 % der meldepflichtigen Ereignisse waren auf Fehler bei der Auslegung oder Konstruktion und 19 % auf Herstellungs-, Installations- bzw. Fertigungsfehler zurückzuführen. Der gegenüber den vorangegangenen Jahren deutlich gestiegene Anteil von meldepflichtigen Ereignissen aufgrund von Herstellungsfehlern im Jahr 2009 ist ebenfalls durch den systematischen Fehler bei der Herstellung von Steuerstäben (siehe Punkt 4.7) begründet. 14 % der Ereignisse hatten ihre Ursache in Fehlern bei Bedienung, Wartung, Reparatur oder Instandhaltung.

4 % der Ereignisse befinden sich noch in der Ursachenklärung, die entweder langfristige Untersuchungen beinhaltet bzw. erst bei der nächsten Revision abgeschlossen wird.

Bei drei Ereignissen konnten die Ursachen trotz der im Nachgang durchgeführten umfangreichen Prüfungen und Untersuchungen nicht ermittelt werden.

Mit Ausnahme des gestiegenen Anteils von meldepflichtigen Ereignissen aufgrund von Herstellungsfehlern, entspricht die in Tabelle 4.9 dargestellte Verteilung dem langjährigen Mittel, basierend auf den Erfahrungswerten aus den vorhergehenden Jahresberichten.

Aus der Tabelle ist weiterhin zu entnehmen, dass relativ starke Unterschiede bei der Verteilung der verschiedenen Maßnahmen zur Behebung der Ursachen von meldepflichtigen Ereignissen existieren:

- Die überwiegende Anzahl von Komponenten- und Bauteilausfällen wurden durch Instandsetzung und nur in geringerem Maße durch Ertüchtigung behoben, weil in der Mehrzahl der Fälle spontanes Bauteilversagen, für die eine Ursache nicht eindeutig reproduziert werden konnte oder normaler Verschleiß vorlag.

Unter Instandsetzung wird dabei der Vorgang verstanden, bei dem ein defektes Objekt in den ursprünglichen, funktionsfähigen Zustand zurückversetzt wird. Ertüchtigung umfasst dagegen alle Maßnahmen, die eine Verbesserung des Ausgangszustandes bewirken, wie z. B. Verkürzung von Prüfzeiten, Änderung von Prüfvorschriften, Materialänderungen, Konstruktionsänderungen, geänderte Betriebsanweisungen, etc..

- Wurden die meldepflichtigen Ereignisse durch Planungs-, Auslegungs-, Herstellungs- bzw. Konstruktionsmängel bestimmter Komponenten oder Systeme verursacht, so wurden Ertüchtigungsmaßnahmen vorgenommen. Im Falle von Herstellungsmängeln würden überwiegend Ertüchtigungsmaßnahmen bei der Herstellung/Fertigung festgelegt.

- Bei meldepflichtigen Ereignissen infolge Bedienungs- oder Instandhaltungsfehlern wurden vorwiegend technische oder organisatorische Änderungsmaßnahmen (Ertüchtigungen), darunter Personalschulungen zur Vorkehrung gegen ein wiederholtes Auftreten getroffen.

5 Sicherheitstechnische Bedeutung der meldepflichtigen Ereignisse

Die sicherheitstechnische Bedeutung der meldepflichtigen Ereignisse ist vor dem Hintergrund des bei Kernkraftwerken angewandten Sicherheitskonzepts zu beurteilen. Technische Störungen und menschliches Fehlverhalten beim Betrieb der Anlage sind hier, genau wie bei anderen Techniken, nicht völlig auszuschließen. Das Sicherheitskonzept trägt dem Rechnung, in dem neben Maßnahmen zur Vermeidung von Störfällen ein mehrfach gestaffelter Schutz zur Begrenzung ihrer Auswirkungen vorgesehen wird.

Deshalb ist die sicherheitstechnische Bedeutung der untersuchten Komponentenausfälle nicht alleine mit einer Trendanalyse, wie in Punkt 6.2 dargestellt, zu beurteilen, sondern dafür muss jeder Einzelfall untersucht und bewertet werden. Maßstab hierfür sind die in den Anlagen auslegungsgemäß vorhandenen Sicherheitsreserven. Der Ausfall einzelner sicherheitstechnisch wichtiger Systeme durch Komponentendefekte ist durch mehrfach redundante oder diversitäre Sicherheitsteileinrichtungen berücksichtigt. Im Genehmigungsverfahren ist nachzuweisen, dass die Gesamtheit der Sicherheitsvorkehrungen auch dann einen zuverlässigen Schutz vor Schäden bietet, wenn ein Teil davon in seiner Wirksamkeit beeinträchtigt ist.

Die sicherheitstechnische Bewertung der Verfügbarkeitsbeeinträchtigung von Sicherheitsteileinrichtungen bei Ausfall einer oder mehrerer Komponenten wird u. a. über die Meldekategorien E und S des behördlichen Meldeverfahrens nach der Atomrechtlichen Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung (AtSMV) sowie über die INES-Einstufung (ab Stufe 1) erfasst. Wenn die auslegungsgemäß zur Störfallbeherrschung erforderliche Anzahl von Sicherheitsteileinrichtungen nicht mehr zur Verfügung steht, ist nach der Meldekategorie S zu melden. Wenn nur noch die auslegungsgemäß erforderliche Anzahl der Sicherheitsteileinrichtungen zur Verfügung steht, ist nach Meldekategorie E und wenn nur eine der Sicherheitsteileinrichtung ausgefallen ist aber mehr als auslegungsgemäß erforderliche Sicherheitsteileinrichtungen zur Verfügung stehen, ist in der Meldekategorie N zu melden. Deshalb stellen die Gesamtzahl, wie auch die durchschnittliche Zahl der meldepflichtigen Ereignisse pro Jahr keinen umfassenden Maßstab für das Sicherheitsniveau eines Kernkraftwerkes dar.

Die Anzahl der Ereignisse mit der Meldekategorie E und S oder mit einer INES-Stufe ≥ 1 (s. Abb. 5.1 und 5.2) zeigt für die letzten Jahre in den noch in Betrieb befindlichen Kernkraftwerken ein sehr niedriges Niveau. Von den seit 1994 insgesamt 42 Ereignissen der Meldekategorie E bzw. 47 Ereignissen in der INES-Stufe 1 der 2009 noch in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke sind 5 Ereignisse mit der Ursachenklasse "Komponenten- und Bauteildefekte" in der Kategorie E und von diesen 5 Ereignissen auch ein Ereignis mit einer INES-1-Einstufung zu verzeichnen (keine "S"- oder INES > 1 -Ereignisse). In allen Anlagen ist der überwiegende Teil der gemeldeten Ereignisse von geringer sicherheitstechnischer Bedeutung (Meldekategorie N und INES-Stufe 0). Dies entspricht in etwa dem Mittel der letzten 5 Jahre. Insoweit ist in den letzten 5 Jahren weder bei den sicherheitstechnisch bedeutenderen Ereignissen der Meldekategorien E und S oder mit INES ≥ 1 noch bei den weniger bedeutenden Ereignissen der Meldekategorie N oder mit INES = 0 ein steigender Trend zu erkennen.

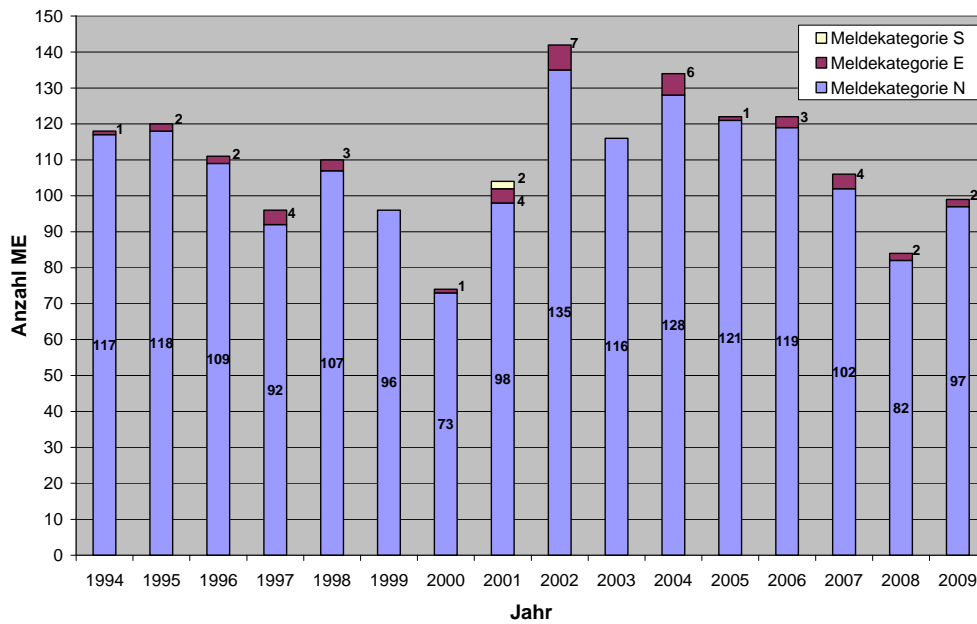


Abb. 5.1: Anzahl der meldepflichtigen Ereignisse (ME) pro Jahr, der 2009 noch in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke, zugeordnet zu den Meldekategorien N, E und S der AtSMV.

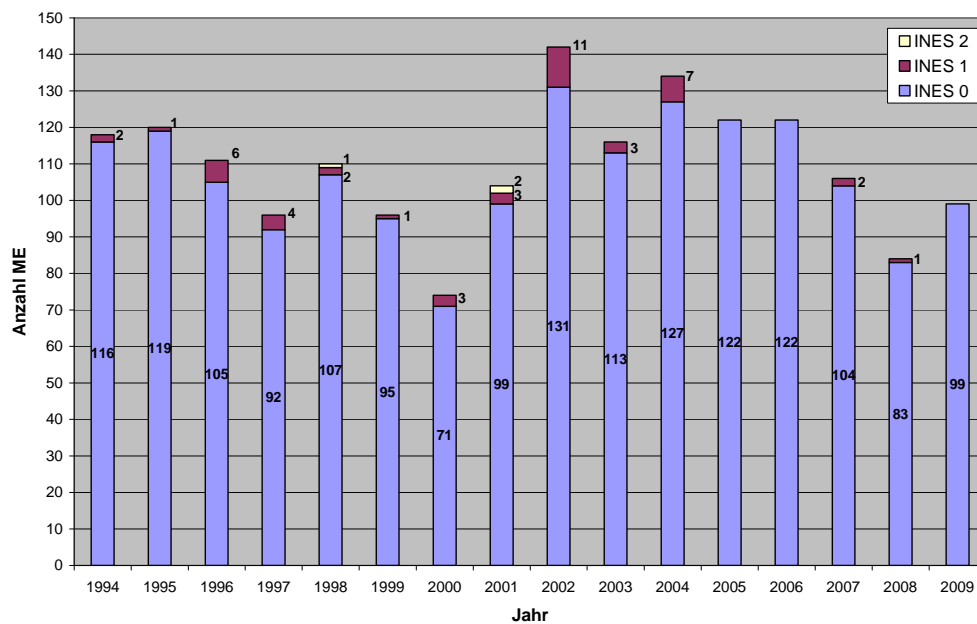


Abb. 5.2: Anzahl der meldepflichtigen Ereignisse (ME) pro Jahr, der 2009 noch in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke, zugeordnet zu den Stufen 0-2 der INES Skala.

6 Analyse der meldepflichtigen Ereignisse in den noch in Betrieb befindlichen Kernkraftwerken, verursacht durch Komponenten- und Bauteildefekte in den Jahren 1994-2009

In den folgenden Abschnitten wird eine vertiefte Untersuchung der meldepflichtigen Ereignisse mit der Ursachenklasse Komponenten- und Bauteildefekte, aufgrund des hohen Interesses an diesen Ereignissen in der Öffentlichkeit, durchgeführt. Dabei werden die in der Öffentlichkeit diskutierten Fragestellungen, ob aus alten Anlagen häufiger meldepflichtige Ereignisse mit der Ursache Komponenten- und Bauteildefekt gemeldet werden und ob die Zahl der meldepflichtigen Komponenten- und Bauteildefekte mit zunehmendem Alter der Anlage ansteigt, näher analysiert.

In der nachfolgenden Analyse wird ersichtlich, dass bei den Reaktoren der älteren Baulinien tendenziell mehr meldepflichtige Ereignisse als bei den der jüngeren Baulinien auftreten. Eine im Vergleich höhere Anzahl von Ereignissen kann auf unterschiedlichen Ursachen beruhen, wie z. B. dem Anlagenkonzept, den verwendeten Werkstoffen, der Betriebsweise der Anlage. Auf die sicherheitstechnische Bedeutung der meldepflichtigen Ereignisse wurde bereits im Abschnitt 5 ausführlich eingegangen. Die dort angeführte Feststellung, dass die Gesamtzahl, wie auch die durchschnittliche Zahl der meldepflichtigen Ereignisse pro Jahr, keinen umfassenden Maßstab für das Sicherheitsniveau einer Anlage darstellen, trifft ebenfalls auf die in der vorliegenden Analyse betrachtete Untermenge der Komponenten- und Bauteildefekte zu.

6.1 Datenbasis

Im Rahmen dieses Jahresberichtes werden die meldepflichtigen Ereignisse, die in den Jahren 1994-2009 durch Komponenten- und Bauteildefekte verursacht wurden, näher untersucht. Es werden die Ereignisse in den noch in Betrieb befindlichen Kernkraftwerken, d. h. der zweiten bis vierten DWR-Generation und der SWR-Baulinien 69 und 72 betrachtet.

DWR-2 Generation	DWR-3 Generation	DWR-4 Generation	SWR Baulinie 69	SWR Baulinie 72
KWB-A (16.07.74)	KKG (09.12.81)	KKI-2 (15.01.88)	KKB (23.06.76)	KRB-II-B (09.03.84)
KWB-B (25.03.76)	KWG (01.09.84)	KKE (14.04.88)	KKI-1 (20.11.77)	KRB-II-C (26.10.84)
GKN-1 (26.05.76)	KKP-2 (13.12.84)	GKN-2 (29.12.88)	KKP-1 (09.03.79)	
KKU (16.09.78)	KBR (08.10.86)		KKK (14.09.83)	

Tab. 6.1: Zuordnung der Kernkraftwerke mit Inbetriebnahmedatum zu den Anlagengenerationen der DWR und den Baulinien der SWR.

Die Ursachenklasse der Komponenten- und Bauteildefekte erfasst die meldepflichtigen Ausfälle, Funktionsstörungen oder Schäden an Komponenten und Bauteilen, die durch alterungsbedingten Verschleiß verursacht wurden. Weiterhin werden die durch Korrosion entstandenen Rohrleitungs- und Behälterschäden in dieser Ursachenklasse erfasst, wenn keine weiteren, die Korrosion verursachen-

den Details bekannt sind. Ebenso werden in dieser Ursachenklasse die Defekte erfasst, für die sich eine eindeutige Ursache nicht feststellen ließ, aber die defekte Komponente oder das defekte Bauteil eindeutig das Ereignis verursachte. Diese Defekte ohne eindeutige Ursache werden deshalb als nicht reproduzierbare Einzelfehler betrachtet. Sie machen entsprechend unserer langjährigen Erfahrung den überwiegenden Teil der Komponenten- und Bauteildefekte aus.

Das bedeutet: Die Angaben des jeweiligen Jahresberichtes zu Komponenten- und Bauteildefekten enthalten ungeklärte Komponentenausfälle, bei denen durchaus nach längeren Untersuchungen (nach Redaktionsschluss des Jahresberichtes) noch konkrete Ursachen bekannt werden können und zur nachträglichen Umklassifizierung der Ursache führen können. Um eine, die Realität widerspiegelnde Statistik zu erhalten, müssen daher alle Ereignisse, die mit der Ursachenklasse "Komponenten- und Bauteildefekte" in den Jahresberichten aufgeführt werden, nachbetrachtet werden: Die seit der Veröffentlichung der jeweiligen Jahresberichte (nach deren Redaktionsschluss) hinzugekommenen Erkenntnisse, hauptsächlich aus den endgültigen Ereignismeldungen, zu jedem Ereignis sind zu berücksichtigen und die Ursachenklassen sind, wenn notwendig, entsprechend dieser Erkenntnisse zu korrigieren.

Hierfür wurde auf die Datenbasis der vergangenen Jahresberichte seit 1994 zurückgegriffen und eine Nachbetrachtung aller Ereignisse durchgeführt, die als Ursachenklasse "Komponenten- und Bauteildefekte" aufwiesen. Im der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse unter Berücksichtigung der Nachbetrachtung aufgeführt.

Anlagengeneration/ -baulinie	Anlage	Jahr															
		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
DWR-2	KWB-A	2	2	2	1	3	3	4	3	7	6	4	4	2	4	4	3
	KWB-B	6	2	1	5	7	1	1	6	3	0	5	5	3	3	5	4
	GKN-1	3	2	1	1	4	2	1	4	3	2	2	2	2	4	4	2
	KKU	3	2	2	1	4	3	2	3	3	4	2	1	4	3	3	2
DWR-3	KWG	0	5	1	1	2	1	1	1	1	2	3	6	3	5	3	4
	KKP-2	1	0	1	0	1	1	2	1	1	0	3	2	0	2	5	3
	KBR	2	0	2	3	1	2	0	3	3	4	3	5	4	3	1	2
	KKG	3	0	2	0	0	1	4	1	4	5	0	1	2	3	3	2
DWR-4	KKI-2	0	2	3	0	1	2	0	0	1	1	2	2	1	1	2	0
	KKE	1	1	2	2	0	0	3	1	2	1	4	1	3	1	1	1
	GKN-2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	3	1	1	1	0	1	0
SWR-69	KKB	3	6	5	4	2	6	0	3	2	1	6	8	6	5	2	1
	KKI-1	3	1	2	1	0	5	1	1	2	5	3	3	3	2	2	5
	KKP-1	0	1	2	1	3	0	1	1	1	2	2	2	2	2	4	2
	KKK	6	5	7	4	6	4	2	5	6	4	4	2	5	4	1	2
SWR-72	KRB-II-B	2	2	3	0	0	3	0	3	0	0	3	4	4	2	0	1
	KRB-II-C	2	0	2	0	1	0	2	1	2	3	1	0	2	0	2	1

Tab. 6.2: Anzahl der durch Komponenten- und Bauteildefekte verursachten meldepflichtigen Ereignisse für alle in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke, Betrachtungszeitraum 1994-2009

6.2 Methodik der Analyse

Zum Zweck der Trenderkennung wurden die Methoden der statistischen Trendanalyse eingesetzt. Diese ermöglichen es mit Hilfe von mathematisch-statistischen Methoden objektive Erkenntnisse über in den betrachteten Daten eventuell vorhandene Trends zu gewinnen. Dabei werden zwei wesentliche Ziele verfolgt: die Trenderkennung und eine detaillierte Trendanalyse.

Das Hauptaugenmerk dieses Berichtes liegt auf der Trenderkennung, vor allem auf der Erkennung von steigenden Trends. Zu diesem Zweck wurde eine sehr vereinfachte Methode der statistischen Trendanalyse verwendet. Dabei wurden abhängig von den Daten in den Diagrammen zur Trendanalyse verschiedene Funktionen (vorzugsweise linear) als Trendlinien angewendet.

Bei kritischer Betrachtung der zu analysierenden Daten wird aber folgende Problematik dieser Form der Trendanalyse deutlich. Zum einen tritt in den Beobachtungszeiträumen häufig nur eine kleine Anzahl an Ereignissen auf, zum anderen treten plötzliche Änderungen der Ereignisrate auf, so dass eine optimale Trenderkennung nicht möglich wird. Aus diesem Grund kann diese Form der Trendanalyse nur als Abschätzung gesehen werden und bedingt durch die große Schwankungsbreite der Ereigniszahlen pro Jahr nur einen ersten Anhaltspunkt für eine Trenderkennung darstellen. Für die Durchführung einer detaillierten Trendanalyse mit der Möglichkeit der verlässlichen Erkennung von steigenden Trends müsste auf aufwendigere Verfahren zur Trendanalyse wie z. B. das Verfahren der „Bayes'schen Trenderkennung“ zurückgegriffen werden.

6.3 Ergebnisse der Analyse

Die folgenden Diagramme zeigen die jährliche Zahl der Komponenten- und Bauteildefekte bezogen auf die einzelnen Reaktorgenerationen und Baulinien. Zur Erstellung der Diagramme wurden die Ergebnisse der Nachbetrachtung der Tabelle 6.2 herangezogen.

6.3.1 Kernkraftwerke der DWR-2 Generation

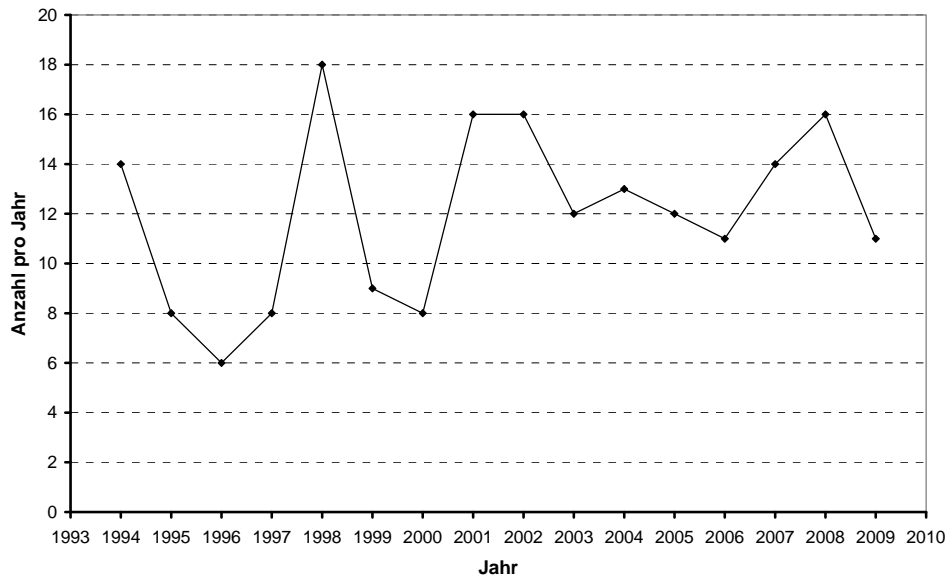


Abb. 6.1: Summe der in den Kernkraftwerken der DWR-2 Generation aufgetretenen meldepflichtigen Ereignisse (ME) verursacht durch Komponenten- und Bauteildefekte im Zeitraum 1994-2009.

In der Abbildung 6.1 ist die Summe der meldepflichtigen Ereignisse der DWR-2 Generation (4 Anlagen) verursacht durch Komponenten- und Bauteildefekte über die Jahre dargestellt. Die Ereignisanzahl schwankt zwischen 6 und 18. Aus den Daten ist kein eindeutiger Trend ablesbar.

6.3.2 Kernkraftwerke der DWR-3 Generation

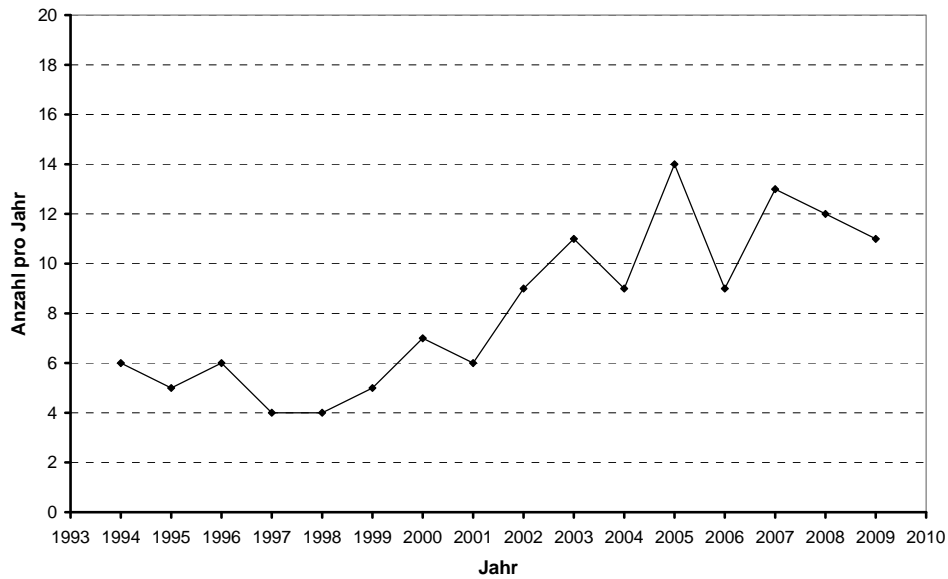


Abb. 6.2: Summe der in den Kernkraftwerken der DWR-3 Generation aufgetretenen meldepflichtigen Ereignisse (ME) verursacht durch Komponenten- und Bauteildefekte im Zeitraum 1994-2009.

In der Abbildung 6.2 ist die Summe der meldepflichtigen Ereignisse der DWR-3 Generation (4 Anlagen) verursacht durch Komponenten- und Bauteildefekte über die Jahre dargestellt. Die Ereignisanzahl schwankt zwischen 4 und 14. Aus den Daten ist ein ansteigender Trend etwa seit dem Jahr 2000 ermittelt worden. Eine Diskussion dieses Ergebnisses wird im Abschnitt 6.4 geführt.

6.3.3 Kernkraftwerke der DWR-4 Generation

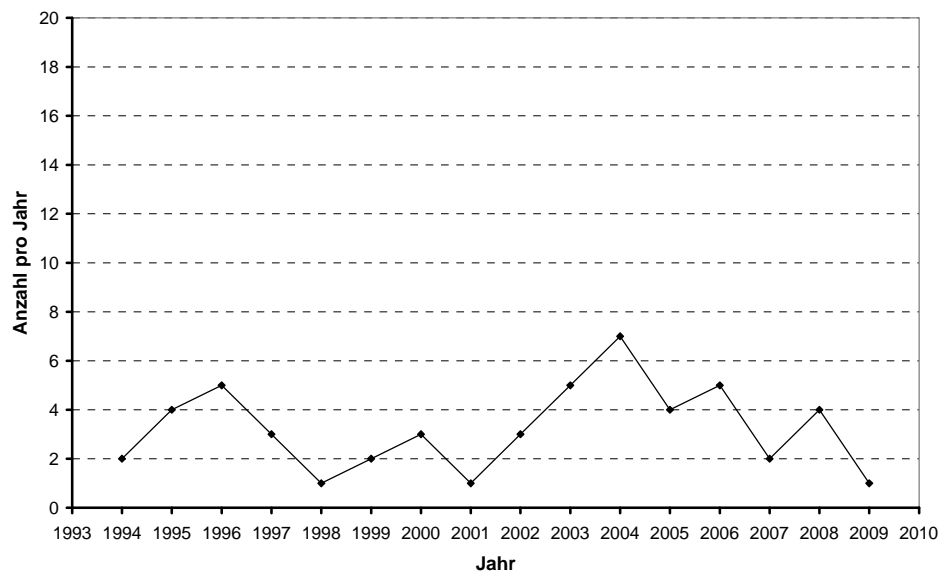


Abb. 6.3: Summe der in den Kernkraftwerken der DWR-4 Generation aufgetretenen meldepflichtigen Ereignisse (ME) verursacht durch Komponenten- und Bauteildefekte im Zeitraum 1994-2009.

In der Abbildung 6.3 ist die Summe der meldepflichtigen Ereignisse der DWR-4 Generation (3 Anlagen) verursacht durch Komponenten- und Bauteildefekte über die Jahre dargestellt. Die Ereignisanzahl schwankt zwischen 1 und 7. Aus den Daten ist kein eindeutiger Trend ablesbar.

6.3.4 Kernkraftwerke der Baulinie SWR-69



Abb. 6.4: Summe der in den Kernkraftwerken der SWR Baulinie 69 aufgetretenen meldepflichtigen Ereignisse (ME) verursacht durch Komponenten- und Bauteildefekte im Zeitraum 1994-2009.

In der Abbildung 6.4 ist die Summe der meldepflichtigen Ereignisse der SWR Baulinie 69 (4 Anlagen) verursacht durch Komponenten- und Bauteildefekte über die Jahre dargestellt. Die Ereignisanzahl schwankt zwischen 4 und 16. Aus den Daten ist kein eindeutiger Trend ablesbar.

6.3.5 Kernkraftwerke der Baulinie SWR-72

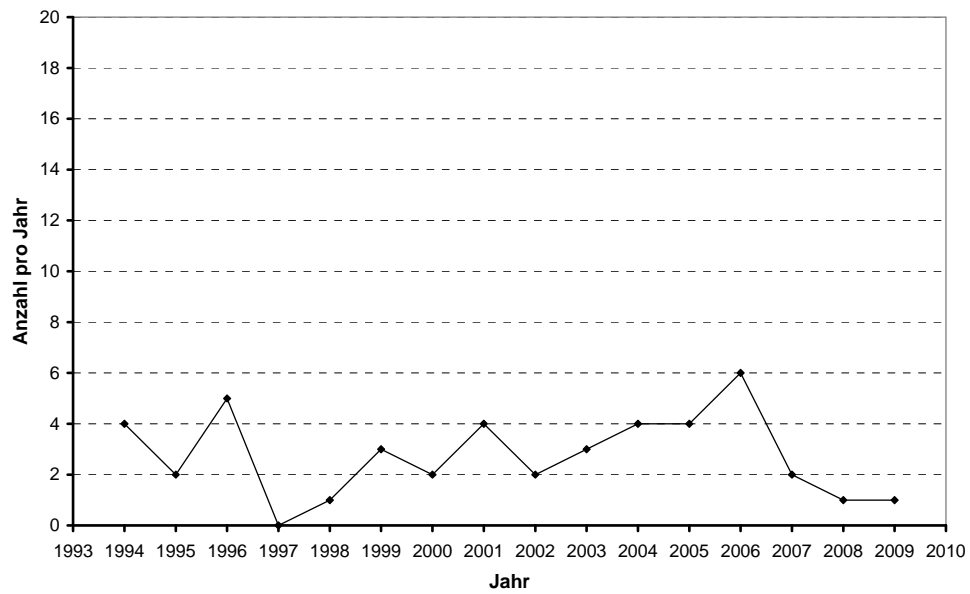


Abb. 6.5: Summe der in den Kernkraftwerken der SWR Baulinie 72 aufgetretenen meldepflichtigen Ereignisse (ME) verursacht durch Komponenten- und Bauteildefekte im Zeitraum 1994-2009.

In der Abbildung 6.5 ist die Summe der meldepflichtigen Ereignisse der SWR Baulinie 72 (2 Anlagen) verursacht durch Komponenten- und Bauteildefekte über die Jahre dargestellt. Die Ereignisanzahl schwankt zwischen 0 und 6. Aus den Daten ist kein eindeutiger Trend ablesbar.

6.3.6 Vergleich der Anlagengenerationen und Baulinien

Um eine Vergleichbarkeit zu ermöglichen, werden für die Anlagengenerationen/Baulinien jährliche Mittelwerte pro Kernkraftwerk bestimmt.

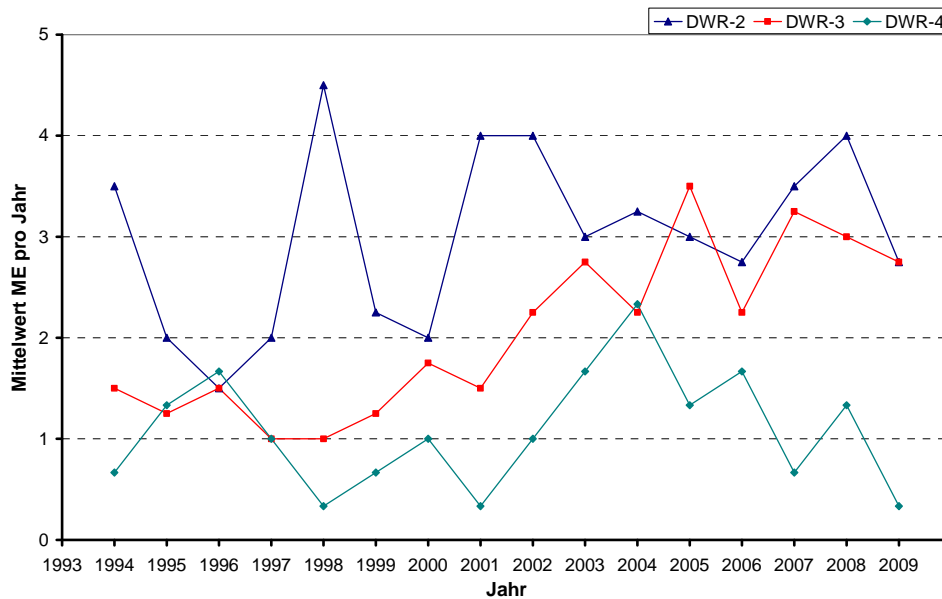


Abb. 6.6: Mittelwert der pro Kernkraftwerk in den einzelnen DWR Anlagengenerationen aufgetretenen meldepflichtigen Ereignisse (ME) verursacht durch Komponenten- und Bauteildefekte im Zeitraum 1994-2009.

Die Werte für DWR-2 liegen i. d. R. deutlich oberhalb der Werte für DWR-4. Die ursprünglich im Bereich der DWR-4 liegenden DWR-3-Werte steigen seit etwa 2000 auf DWR-2-Niveau an.

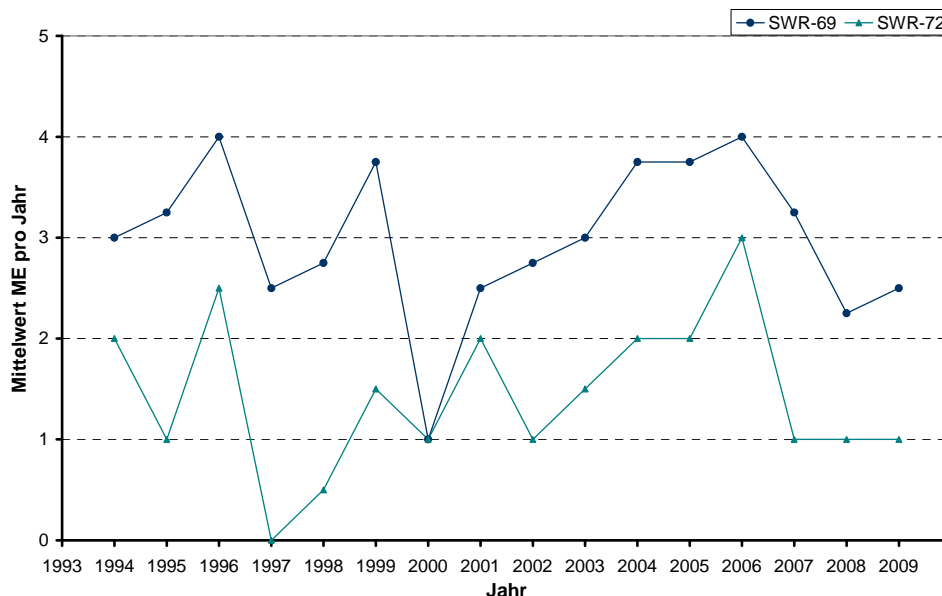


Abb. 6.7: Mittelwert der pro Kernkraftwerk in den einzelnen SWR Baulinien aufgetretenen meldepflichtigen Ereignisse (ME) verursacht durch Komponenten- und Bauteildefekte im Zeitraum 1994-2009.

Die Werte der Baulinie 69 liegen i. d. R. oberhalb der Werte für die Baulinie 72.

6.3.7 Anteil der Komponenten- und Bauteildefekte an der Gesamtzahl der meldepflichtigen Ereignisse

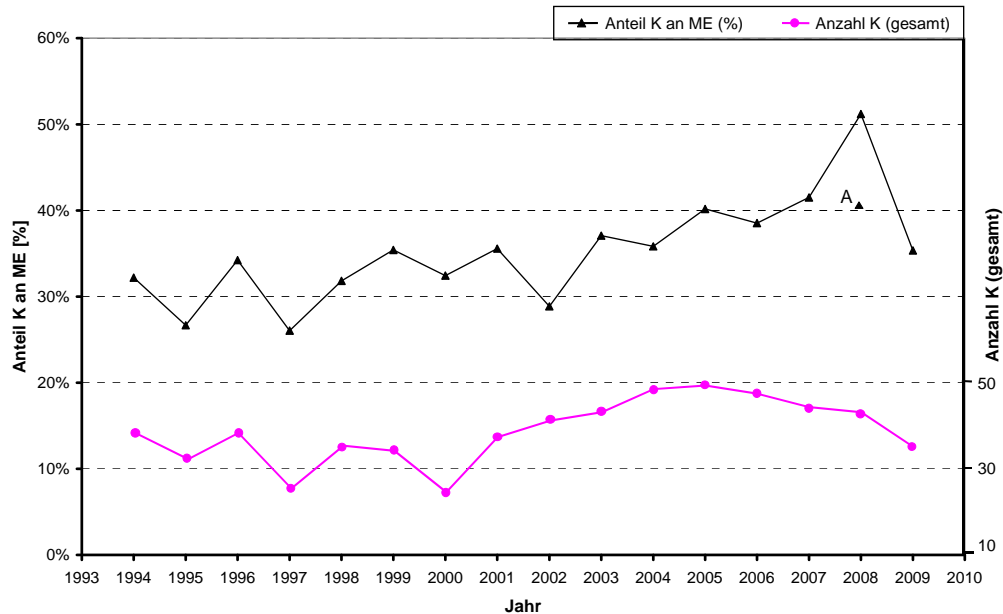


Abb. 6.8: Prozentualer Anteil der durch Komponenten- und Bauteildefekte (K) im Zeitraum 1994-2009 verursachten meldepflichtigen Ereignisse an der Gesamtzahl der meldepflichtigen Ereignisse der in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke sowie die Absolutzahl von K.

6.4 Bewertung der Ergebnisse

Aus den im Punkt 6.3 dargestellten Diagrammen lässt sich basierend auf der in Punkt 6.2. dargestellten Methodik kein steigender Trend in den letzten 5 Jahren für die noch in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke ableiten. In dieser Zeit befindet sich die Anzahl der gemeldeten Komponenten- und Bauteildefekte auf einem konstanten Niveau.

In den Diagrammen (s. Abbildungen 6.2-6.5) ist zwischen 2001 und 2005 ein temporär auf diese Jahre begrenzter Anstieg der Komponenten- und Bauteildefekte für einzelne Anlagengenerationen/Baulinien, außer den Kernkraftwerken der DWR-2-Generation, erkennbar. Die Erhöhung der Anzahl der gemeldeten Komponenten- und Bauteildefekte ab 2001 bis 2005 ist gleichlaufend zu der in diesem Zeitraum gestiegenen Gesamtanzahl der meldepflichtigen Ereignisse. Aus dem Vergleich der Mittelwerte der einzelnen Anlagengenerationen/Baulinien (s. Abbildung 6.6 und 6.7) lässt sich entnehmen, dass die Anzahl der gemeldeten Komponenten- und Bauteildefekte in den Anlagen der älteren Generationen (DWR-2, SWR 69) größer ist als in den neueren Anlagen. Dies verhält sich ebenfalls analog zur Gesamtzahl der ME aus diesen Kernkraftwerken.

Der Anteil der Komponenten- und Bauteildefekte an der Gesamtanzahl der meldepflichtigen Ereignisse liegt, unter Berücksichtigung der von uns durchgeführten Nachbetrachtung der Einzelereignisse bis 2008, durchschnittlich zwischen 30 und 40 % bezogen auf alle 2009 noch in Betrieb befindlichen

Kernkraftwerke im gesamten Betrachtungszeitraum und ist in den letzten Jahren relativ konstant geblieben (s. Abbildung 6.8).

Der erhöhte Anteil an Komponenten- und Bauteildefekten im Jahr 2008 kann wie folgt erklärt werden: Von den 84 gemeldeten Ereignissen im Jahr 2008 in den in Betrieb befindlichen KKW sind unter Berücksichtigung der Nachbetrachtung der Ereignisse 42 ME mit der Ursachenklasse "Komponenten- und Bauteildefekte" verschlüsselt (50 %). Von diesen 42 Ereignissen sind 8 noch als "vorläufig" gemeldet. Wenn die endgültige Ursachenklärung in einigen Monaten bei diesen Ereignissen andere Ursachen, wie z. B. Herstellungs- oder Auslegungsmängel ergibt, was nach der Erfahrung der bisherigen Nachbetrachtungen zu erwarten ist, so läge der Anteil der Komponenten- und Bauteildefekte für 2008 nahe bei 40 % (s. Abbildung 6.8, Punkt A).

7 Zusammenfassung

Kernkraftwerke

Im Jahr 2009 wurden aus den Kernkraftwerken der Bundesrepublik Deutschland 103^{*)} meldepflichtige Ereignisse gemeldet (99 Ereignisse aus den in Betrieb befindlichen und 4 Ereignisse aus den in Stilllegung befindlichen Anlagen) und dem Umweltausschuss des Deutschen Bundestages im Rahmen der Unterrichtung durch die "Vierteljahresberichte über meldepflichtige Ereignisse in Anlagen zur Spaltung von Kernbrennstoffen der Bundesrepublik Deutschland" für den entsprechenden Erfassungszeitraum zur Kenntnis gebracht.

Im Berichtsjahr wurden 2 Ereignisse in der Kategorie E (Eilmeldung) gemeldet.

Die anderen 101 Ereignisse lagen in der niedrigsten Meldekategorie N (Normalmeldung).

Alle 103 Ereignisse entsprechen der INES-Stufe 0, d. h. sie haben keine oder sehr geringe unmittelbare sicherheitstechnische, bzw. keine radiologische Bedeutung im Sinne der Skala.

Für den Jahresbericht wurden alle 103 meldepflichtigen Ereignisse nach verschiedenen Gesichtspunkten analysiert. Hinweise auf systematische Schwachstellen, bezogen auf die Ergebnisse der für den Jahresbericht durchgeführten Untersuchungen (z. B. Vergleich der betroffenen Systembereiche, Häufigkeit der verschiedenen Ereignisursachen), wurden dabei nicht festgestellt. Die Mängel bei der Herstellung von Steuerelementen für eine Reihe von deutschen Kernkraftwerken (s. Punkt 4.7) wurden inzwischen vom Hersteller behoben.

Weiterhin wurden die seit 1994 gemeldeten Ereignisse mit der Ursachenklasse "Komponenten- und Bauteildefekte" bezogen auf die im Berichtsjahr 2009 noch in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke einer Trendanalyse unterzogen (s. Punkt 6). Dabei lässt sich kein steigender Trend in den letzten 5 Jahren für die noch in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke ableiten. In dieser Zeit befindet sich die Anzahl der gemeldeten Komponentendefekte auf einem konstanten Niveau. Zwischen 2001 und 2005 ist ein temporär auf diese Jahre begrenzter Anstieg der Komponenten- und Bauteildefekte für einzelne Anlagengenerationen/Baulinien, außer den Kernkraftwerken der DWR-2-Generation, erkennbar. Aus dem Vergleich der Mittelwerte der einzelnen Anlagengenerationen/Baulinien lässt sich entnehmen, dass die Anzahl der gemeldeten Komponenten- und Bauteildefekte in den Anlagen der älteren Generationen (DWR-2, SWR 69) größer ist als in den neueren. Der Anteil der Komponenten- und Bauteildefekte an der Gesamtanzahl der meldepflichtigen Ereignisse ist in den letzten Jahren relativ konstant geblieben. Fast alle Ereignisse der Ursachenklasse "Komponenten- und Bauteildefekte" waren von geringer sicherheitstechnischer Bedeutung (Meldekategorie N, INES-Stufe 0).

^{*)} Ein Ereignis (siehe Seite 4) aus dem Jahr 2009 wurde im Jahr 2011 nach dem Redaktionsschluss für den Jahresbericht 2009 nachgemeldet. Deshalb ereigneten sich insgesamt 104 meldepflichtige Ereignisse in deutschen Kernkraftwerken im Jahr 2009.

Forschungsreaktoren

Im vorliegenden Bericht wurden 8 meldepflichtige Ereignisse aus den berichtspflichtigen in Betrieb und ein meldepflichtiges Ereignis aus den in Stilllegung befindlichen Forschungsreaktoren der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 2009 erfasst. Diese Ereignisse wurden in den "Vierteljahresberichten über meldepflichtige Ereignisse in Anlagen zur Spaltung von Kernbrennstoffen der Bundesrepublik Deutschland" dem Umweltausschuss des Deutschen Bundestages zur Kenntnis gebracht.

Bei keinem der gemeldeten Ereignisse traten Ableitungen radioaktiver Stoffe oberhalb genehmigter Höchstwerte für Fortluft und Abwasser auf.

8 Ereignisse wurden in der behördlichen Meldekategorie N (Normalmeldung) und ein Ereignis in der behördlichen Meldekategorie E (Eilmeldung) gemeldet. Alle meldepflichtigen Ereignisse wurden der INES-Stufe 0 (keine oder sehr geringe unmittelbare sicherheitstechnische, bzw. keine radiologische Bedeutung) zugeordnet. Das Ereignis in der Kategorie E ereignete sich im Forschungsreaktor München:

Nichtschließen einer Rückschlagklappe im Primärkühlsystem bei Wiederkehrender Prüfung

Forschungsreaktor München FRM-II am 13.05.2009, Ereignis-Nr. 09/002 (F), Meldekategorie E, INES-Stufe 0

Der Reaktor war planmäßig zum Zyklusende abgeschaltet. Bei einer Wiederkehrenden Prüfung wurde festgestellt, dass eine Rückschlagklappe in der gemeinsamen Druckleitung des Primärkühlmittelsystems nicht geschlossen hatte. Ursache war ein durch strömungsinduzierte mechanische Belastungen hervorgerufenen zu großes Spiel an Bauteilen der Rückschlagklappen. Die Rückschlagklappen sollen bei Störfällen mit Ausfall der Primärkühlmittelpumpen ein Rückströmen des Kühlmittels verhindern und so die Zwangsdurchströmung des Brennelementes gewährleisten.

Durch das nicht vollständige Schließen war nur noch eine für die Sicherheitsfunktion erforderliche Redundanz verfügbar (Auslegung 2 x 100 %). Das Ereignis wurde deshalb in die Kategorie E eingeordnet.

8 Verzeichnis der Kernkraftwerke

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Kernkraftwerke, aus denen im Jahr 2009 meldepflichtige Ereignisse erfasst wurden.

Anlage	Typ	Leistung MWe (brutto)	Erstkritikalität Abschaltung Beginn Stilllegung
Kernkraftwerk Biblis-A (KWB-A)	DWR	1225	16.07.1974
Kernkraftwerk Biblis-B (KWB-B)	DWR	1300	25.03.1976
Kernkraftwerk Neckarwestheim 1 (GKN-1)	DWR	840	26.05.1976
Kernkraftwerk Neckarwestheim 2 (GKN-2)	DWR	1400	29.12.1988
Kernkraftwerk Brunsbüttel (KKB)	SWR	806	23.06.1976
Kernkraftwerk Isar 1 (KKI-1)	SWR	912	20.11.1977
Kernkraftwerk Isar 2 (KKI-2)	DWR	1485	15.01.1988
Kernkraftwerk Unterweser (KKU)	DWR	1410	16.09.1978
Kernkraftwerk Philippsburg 1 (KKP-1)	SWR	926	09.03.1979
Kernkraftwerk Philippsburg 2 (KKP-2)	DWR	1468	13.12.1984
Kernkraftwerk Krümmel (KKK)	SWR	1402	14.09.1983
Kernkraftwerk Gundremmingen B (KRB-II-B)	SWR	1344	09.03.1984
Kernkraftwerk Gundremmingen C (KRB-II-C)	SWR	1344	26.10.1984
Kernkraftwerk Grohnde (KWG)	DWR	1430	01.09.1984
Kernkraftwerk Brokdorf (KBR)	DWR	1480	08.10.1986
Kernkraftwerk Emsland (KKE)	DWR	1400	14.04.1988
Kernkraftwerk Grafenrheinfeld (KKG)	DWR	1345	09.12.1981
Kernkraftwerk Würgassen (KWW)	SWR	670	seit 14.04.1997 in Stilllegung
Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor (AVR) GmbH	HTR	15	seit 09.03.1994 in Stilllegung

Tab. 8.1: Auflistung aller Kernkraftwerke mit meldepflichtigen Ereignissen im Jahr 2009.

9 Verzeichnis der Forschungsreaktoren

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Forschungsreaktoren, aus denen im Jahr 2009 meldepflichtige Ereignisse erfasst wurden.

Betreiber	Typ	Leistung MW (ther- misch)	Erstkritikalität Abschaltung Beginn Stilllegung
Technische Universität München, Garching (FRM-II)	Schwimmbad/MTR	20	20.03.2004
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht (FRG-1)	Schwimmbad/MTR	5	23.10.1958
Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH (BER II)	Schwimmbad/MTR	10	09.12.1973
Verein für Kernforschungstechnik und Analytik Rossendorf e.V. (RFR)	Tank WWR	10	Seit 30.01.1998 in Stilllegung

Tab. 9.1: Auflistung aller Forschungsreaktoren mit meldepflichtigen Ereignissen im Jahr 2009.

10 Erläuterungen für die Anwendung der Meldekategorien

Für die Einstufung der meldepflichtigen Ereignisse in die Meldekategorien ist die Dringlichkeit der Information der Aufsichtsbehörde und die sicherheitstechnische Bedeutung der Ereignisse maßgeblich. Im einzelnen lassen sich die Kategorien wie folgt umschreiben:

Kategorie S: Ereignisse, die der Aufsichtsbehörde unverzüglich gemeldet werden müssen, damit sie gegebenenfalls in kürzester Frist Prüfungen einleiten oder Maßnahmen veranlassen kann. Hierunter fallen auch die Vorkommnisse, die akute sicherheitstechnische Mängel aufzeigen.

Kategorie E: Ereignisse, die der Aufsichtsbehörde binnen 24 Stunden gemeldet werden müssen, damit sie gegebenenfalls in kurzer Frist Prüfungen einleiten oder Maßnahmen veranlassen kann. Hierunter fallen auch die Ereignisse, deren Ursache aus Sicherheitsgründen in kurzer Frist geklärt und gegebenenfalls in angemessener Zeit behoben werden muss. In der Regel handelt es sich dabei um sicherheitstechnisch potentiell - aber nicht unmittelbar - signifikante Ereignisse.

Kategorie N: Ereignisse, die der Aufsichtsbehörde innerhalb von 5 Werktagen gemeldet werden müssen, um eventuelle sicherheitstechnische Schwachstellen frühzeitig erkennen zu können. Dies sind in der Regel Ereignisse von geringer sicherheitstechnischer Bedeutung, die über routinemäßige betriebstechnische Einzelereignisse bei vorschriftsmäßigem Anlagenzustand und -betrieb hinausgehen.

Kategorie V (Nur für Forschungsreaktoren, vor Beladung des Reaktors mit Brennelementen
- Meldefrist: innerhalb von 10 Tagen)

Der Kategorie V sind alle meldepflichtigen Ereignisse während der Errichtung einer Anlage zuzuordnen, über die die Aufsichtsbehörde im Hinblick auf den späteren sicheren Betrieb der Anlage informiert werden muss.

11 Systematik der internationalen Bewertungsskala (INES)

STUFE / KURZ- BEZEICHNUNG	ASPEKTE		
	Erster Aspekt: Radiologische Auswirkungen außerhalb der Anlage	Zweiter Aspekt: Radiologische Auswirkungen innerhalb der Anlage	Dritter Aspekt: Beeinträchtigung der Sicher- heitsvorkehrungen
7 Katastrophaler Unfall	Schwerste Freisetzung: Auswirkungen auf Ge- undheit und Umwelt in einem weiten Umfeld		
6 Schwerer Unfall	Erhebliche Freisetzung: Voller Einsatz der Ka- tastrophenschutzmaß- nahmen		
5 Ernster Unfall	Begrenzte Freisetzung: Einsatz einzelner Kata- strophenschutzmaß- nahmen	Schwere Schäden am Reak- torkern/ an den radiologi- schen Barrieren	
4 Unfall	Geringe Freisetzung: Strahlenexposition der Bevöl- kerung etwa in der Höhe der natürlichen Strahlenexpositi- on	Begrenzte Schäden am Reaktorkern/ an den ra- diologischen Barrieren Strahlenexposition beim Personal mit Todesfolge	
3 Ernster Störfall	Sehr geringe Freisetzung: Strahlenexposition der Bevöl- kerung in Höhe eines Bruch- teils der natürlichen Strahlen- exposition	Schwere Kontaminationen Akute Gesundheitsschäden beim Personal	Beinahe Unfall Weitgehender Ausfall der gestaffelten Sicher- heitsvorkehrungen
2 Störfall		Erhebliche Kontamination Unzulässig hohe Strahlenex- position beim Personal	Störfall Begrenzter Ausfall der gestaf- felten Sicher- heitsvorkehrungen
1 Störung			Abweichung von den zulässigen Bereichen für den siche- ren Betrieb der Anlage
0			Keine oder sehr geringe sicherheitstechnische Bedeu- tung

Tab. 11.1: Systematik der internationalen Bewertungsskala INES.

Die in der Abbildung verwendeten Kriterien sind als allgemeine Umschreibungen zu verstehen.

12 Übersichtskarte Standorte, Kernkraftwerke

Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland

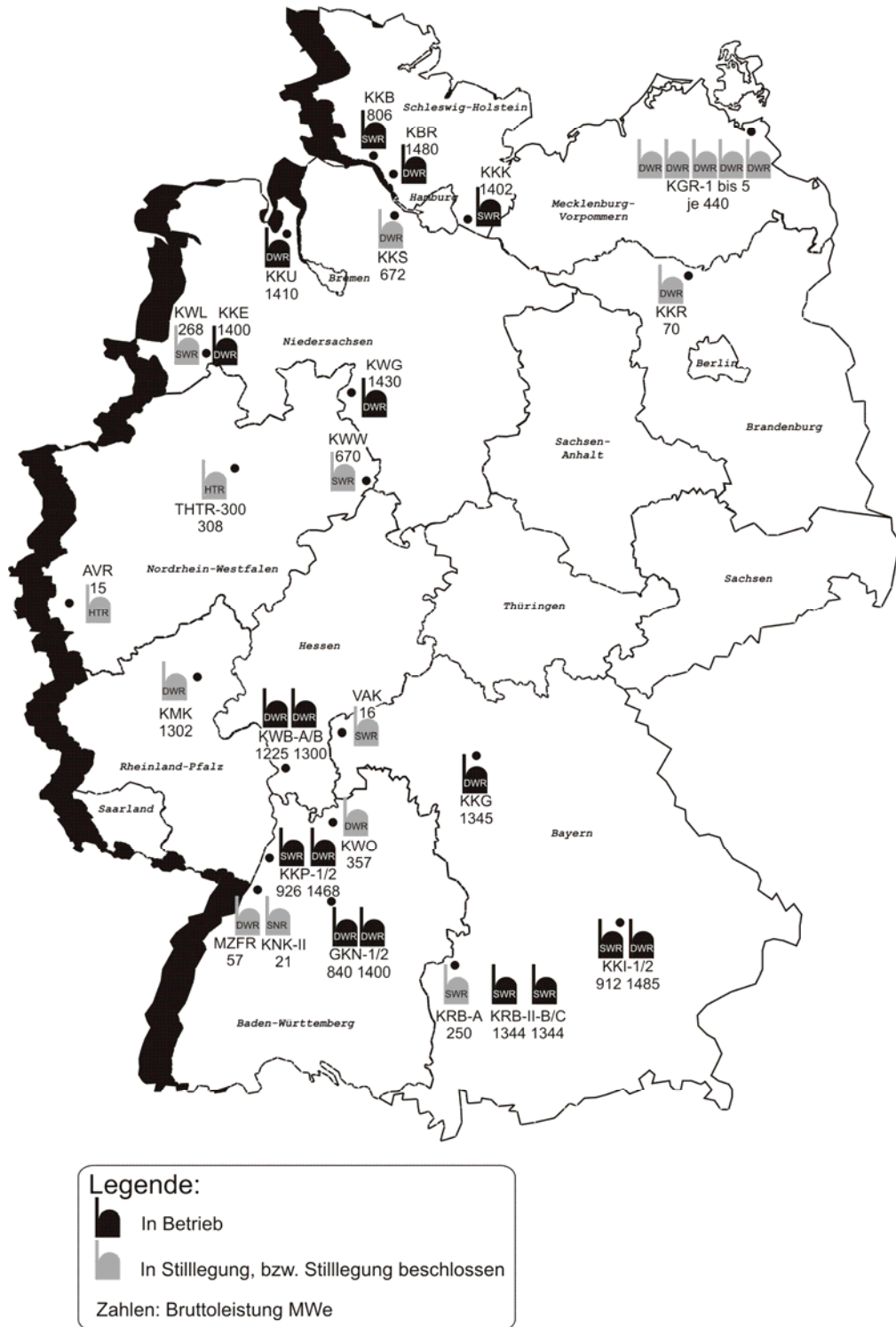


Abb. 12.1: Übersichtskarte der Standorte der Kernkraftwerke.

Stand: 31.12.2009

13 Übersichtskarte Standorte, Forschungsreaktoren

Forschungsreaktoren in der Bundesrepublik Deutschland ¹⁾

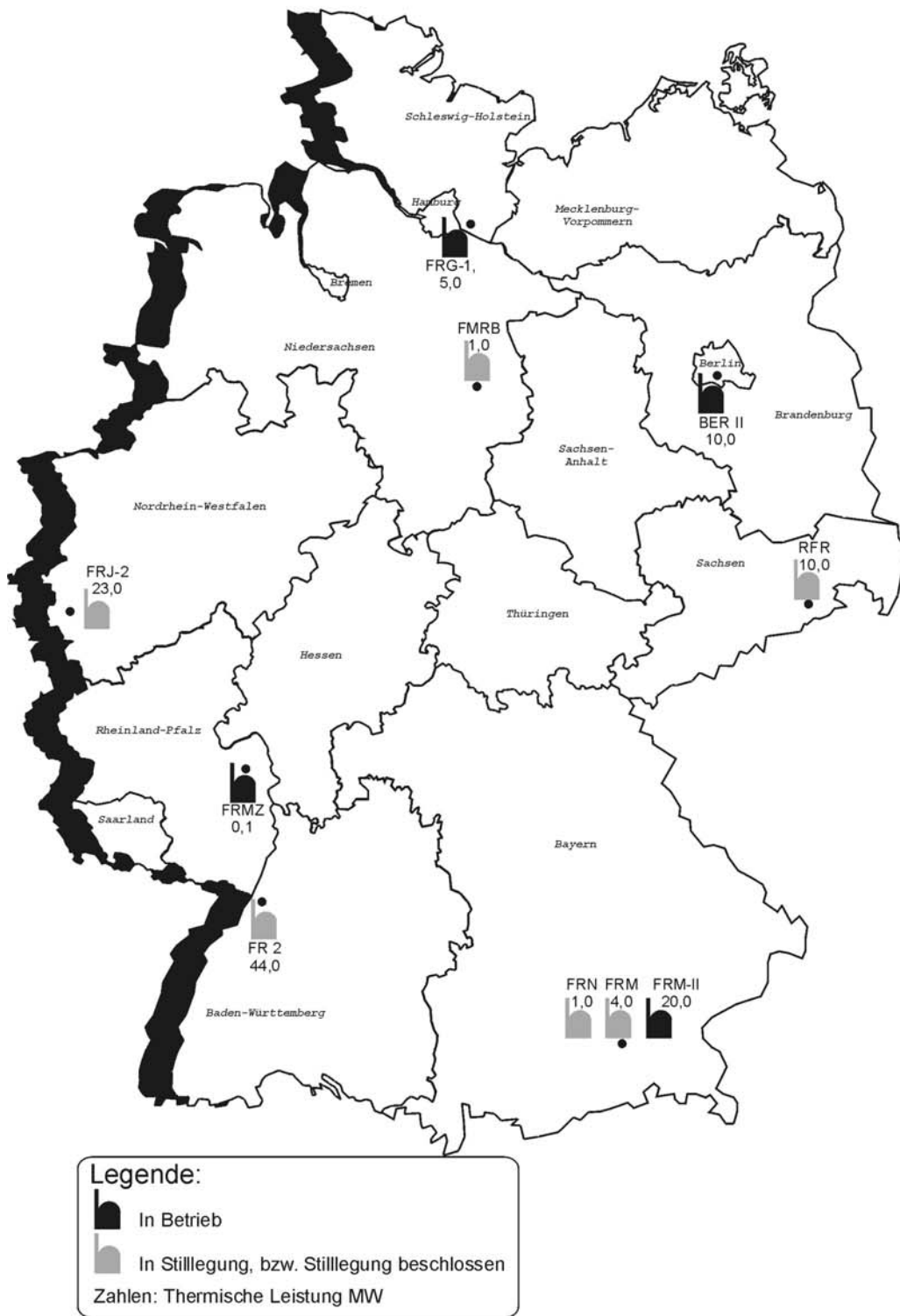


Abb. 13.1: Übersichtskarte der Standorte der Forschungsreaktoren.

Stand: 31.12.2009

14 Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

Kernkraftwerke

AVR	Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor (AVR) GmbH
GKN-1	Kernkraftwerk Neckarwestheim 1
GKN-2	Kernkraftwerk Neckarwestheim 2
KBR	Kernkraftwerk Brokdorf
KGR-1-5	Kernkraftwerk Greifswald 1...5
KKB	Kernkraftwerk Brunsbüttel
KKE	Kernkraftwerk Emsland, Lingen
KKG	Kernkraftwerk Grafenrheinfeld
KKI-1	Kernkraftwerk Isar 1, Essenbach
KKI-2	Kernkraftwerk Isar 2, Essenbach
KKK	Kernkraftwerk Krümmel
KKP-1	Kernkraftwerk Philippsburg 1
KKP-2	Kernkraftwerk Philippsburg 2
KKR	Kernkraftwerk Rheinsberg
KKS	Kernkraftwerk Stade
KKU	Kernkraftwerk Unterweser, Esenshamm
KMK	Kernkraftwerk Mülheim-Kärlich
KNK-II	Kompakte natriumgekühlte Kernanlage, Eggenstein-Leopoldshafen
KRB-A	Kernkraftwerk Gundremmingen A
KRB-II-B	Kernkraftwerk Gundremmingen B
KRB-II-C	Kernkraftwerk Gundremmingen C
KWB-A	Kernkraftwerk Biblis A
KWB-B	Kernkraftwerk Biblis B
KWG	Kernkraftwerk Grohnde
KWL	Kernkraftwerk Lingen
KWO	Kernkraftwerk Obrigheim
KWW	Kernkraftwerk Würgassen
MZFR	Mehrzweckforschungsreaktor, Eggenstein-Leopoldshafen
THTR-300	Thorium-Hochtemperaturreaktor, Hamm-Uentrop
VAK	Versuchsatomkraftwerk Kahl

Forschungsreaktoren (Betreiber, Standorte)

BER II	Berliner-Experimentier-Reaktor, Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH
FR 2	Forschungszentrum Karlsruhe (KFK)
FRG-1	GKSS-Forschungszentrum Geesthacht
FRJ-2	DIDO, Forschungszentrum Jülich
FRM	Technische Universität München, Garching
FRM-II	Technische Universität München, Garching
FMRB	Physikalisch Technische Bundesanstalt, Braunschweig
FRMZ	Universität Mainz, Institut für Kernchemie
FRN	Helmholtz Zentrum München - Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (GmbH)
RFR	Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e.V. (VKTA)

Reaktortypen

DWR	Druckwasserreaktor
HTR	Hochtemperaturreaktor
SNR	Schneller Brutreaktor
SWR	Siedewasserreaktor
MTR	Materialtestreaktor
D ₂ O	Forschungsreaktor Tanktyp
TRIGA	Forschungsreaktor Schwimmbadtyp

Allgemein

Er.-Nr.	Ereignisnummer (Kernkraftwerke)
Er.-Nr. (F)	Ereignisnummer (Forschungsreaktoren)
INES	The International Nuclear Event Scale (Internationale Bewertungsskala für bedeutsame Ereignisse in kerntechnischen Einrichtungen)
Kat.	Meldekategorie entsprechend der Atomrechtlichen Sicherheitsbeauftragten - und Meldeverordnung - AtSMV-
ME	Meldepflichtige Ereignisse