

Probleme und Risiken von Reaktor 1 des AKW Cattenom

Bilanz nach 40 Jahren Betrieb

Studie im Auftrag von Greenpeace Luxemburg

Dipl. Phys. Oda Becker

15. Oktober 2026

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	2
2 Vierte Periodische Sicherheitsüberprüfung (PSÜ)	4
2.1 Frist für die Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen	4
3 Der Stresstest	5
3.1 National Action Plan	5
4 Mangelnder Schutz vor Naturgefahren	6
4.1 Erdbeben	6
4.2 Externe Überflutung	8
4.3 Extremwetterereignisse	10
5 Ausfall der Strom- oder Kühlwasserversorgung	13
5.1 Ultimative Wärmesenke (UHS)	13
5.2 Dieselaggregate für die Notfallstromversorgung (DUS)	13
6 Beherrschung schwerer Unfälle	14
6.1 Geplante Maßnahmen für Kernschmelzunfälle	14
6.2 Hardened Safety Core (HSC)	15
6.3 Schnelle nukleare Eingreiftruppe (FARN)	16
6.4 Umgang mit kontaminiertem Wasser	17
6.5 Lagerung der Brennelemente	17
7 Gefahr durch Terroranschläge und Sabotage	18
7.1 Gezielter Flugzeugabsturz	18
7.2 Neue Bedrohungen	20
7.3 Sicherungsmaßnahmen	22
8 Alterung und Grenzen der Gegenmaßnahmen	22
8.1 Alterungsmanagement	23
8.2 Mängel in der Konformität der Anlage	24
8.3 Unerwartetes Auftreten von Spannungsrisskorrosion	25
8.4 Defizite bei Wiederkehrende Prüfungen (WKP)	27
8.5 Probleme mit externen Auftragnehmer/Dienstleistern	28
8.6 Defizite in der Ereignisanalyse	29
8.7 Zustand der Gebäude	30
9 Veralten der Auslegung und Grenzen der Nachrüstung	31
9.1 Auslegungsdefizite und technische Grenzen der Nachrüstung	32
9.2 Wirtschaftliche und rechtliche Grenzen der Nachrüstungen	34
9.3 Schwindende Kenntnisse zu Auslegung und Betrieb der Anlagen	34
10 Fazit	35
Literatur	41
Anhang	43
Sicherheitsrelevante Ereignisse	43

Sicherheitsrelevante Ereignisse hinsichtlich der Erdbebensicherheit	48
---	----

1 Einleitung

Ausgangslage und Zielsetzung

Das französische Atomkraftwerk (AKW) Cattenom befindet sich in der Region Grand Est im Département Moselle, etwa 7 km nördlich von Thionville an der Mosel. Das AKW Cattenom liegt in unmittelbarer Nähe zu den Staatsgrenzen von Luxemburg und Deutschland. Im Umkreis von 50 km um den Standort leben rund 1,5 Millionen Menschen. Aufgrund dieser grenznahen Lage kommt der sicherheitstechnischen Bewertung der Anlage auch eine besondere grenzüberschreitende Bedeutung zu.

Das AKW Cattenom verfügt über vier Druckwasserreaktoren (DWR) mit einer elektrischen Bruttoleistung von jeweils 1.300 MWe. Der Baubeginn von Block 1 erfolgte am 29. Oktober 1979. Die kommerzielle Inbetriebnahme erfolgte am 1. April 1987; die drei weiteren Blöcke wurden bis 1992 in Betrieb genommen. Betreiber und Eigentümer der Anlage ist das staatliche französische Energieversorgungsunternehmen Électricité de France (EDF).

Die vier Reaktoren des Standorts Cattenom gehören zu den insgesamt 20 französischen Reaktoren der 1.300-MWe-Klasse, die an acht Standorten betrieben werden. Diese Reaktoren werden den beiden Baureihen P4 und P'4 zugeordnet. Die ursprüngliche Konzeption der P4-Reaktoren basiert auf einer von Westinghouse entwickelten Reaktortechnologie. Framatome entwickelte daraus eine französische Variante, die als P'4-Serie bezeichnet wird. Insgesamt wurden zwölf Reaktoren dieser Baureihe errichtet, davon vier am Standort Cattenom. Gegenüber der P4-Serie weist die P'4-Serie eine komplexere Anlagenkonzeption auf, die unter anderem mit dem Ziel einer Reduzierung der Bau- und Betriebskosten entwickelt wurde.

Die erste Kritikalität von Reaktor 1 erfolgte am 24. Oktober 1986 und die erste Netzsynchronisierung am 13. November 1986. Der Reaktor nähert sich damit dem Ende seiner geplanten Lebensdauer von 40 Jahren. Die 4. Periodische Sicherheitsüberprüfung (quatrième réexamen périodique) beziehungsweise die damit verbundene vierte Zehnjahresüberprüfung (visite décennale, VD4) von Reaktor 1 ist für Anfang 2027 geplant. Der Reaktor wird hierzu ungefähr 6 Monate abgeschaltet, während dieser Zeit sollen umfangreiche Prüfungen, Instandhaltungsmaßnahmen sowie Nachrüstungen durchgeführt werden. Nach Abschluss der anlagenspezifischen Prüfung wird EDF einen Bericht über die Schlussfolgerungen des Reexamen vorlegen. Dieser Bericht wird Gegenstand einer öffentlichen Untersuchung sein.

Zielsetzung der Studie

Ziel der vorliegenden Studie ist die Untersuchung der sicherheitstechnisch relevanten Risiken, Defizite und offenen Fragestellungen im Zusammenhang mit dem weiteren Betrieb von Reaktor 1 des AKW Cattenom im Vorfeld der vierten Zehnjahresüberprüfung.

Im Mittelpunkt steht die Frage, inwieweit die im Rahmen der VD4 vorgesehenen Nachrüstungen und sicherheitstechnischen Maßnahmen geeignet sind, den aktuellen Anforderungen an die nukleare Sicherheit Rechnung zu tragen. Dabei soll insbesondere untersucht werden, in welchem Umfang die Anlage hinsichtlich ihrer technischen Auslegung, ihrer sicherheitsrelevanten Systeme sowie ihrer Widerstandsfähigkeit gegenüber externen Einwirkungen weiterhin den maßgeblichen Sicherheitsanforderungen entspricht.

Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der Bewertung der Alterung der Anlage. Aufgrund des fortgeschrittenen Anlagenalters sind sowohl alterungsbedingte Degradationsprozesse als auch die langfristige Zuverlässigkeit sicherheitsrelevanter Komponenten und Systeme von besonderer Bedeutung. Neben bekannten Alterungsmechanismen werden auch neu identifizierte Schadensmechanismen und sicherheitstechnische Erkenntnisse berücksichtigt.

Untersuchungsgegenstand

Die Studie betrachtet zunächst die wesentlichen Maßnahmen, die infolge des europäischen Stresstests nach dem Reaktorunfall von Fukushima Daiichi im Jahr 2011 identifiziert und für die französischen Atomkraftwerke als erforderlich beziehungsweise sicherheitstechnisch relevant eingestuft wurden. Ein Schwerpunkt liegt auf der Analyse des Schutzes der Anlage gegen externe Ereignisse. Hierzu zählen sowohl Naturgefahren, beispielsweise Erdbeben, Hochwasser oder extreme Wetterereignisse, als auch anthropogene beziehungsweise von Menschen verursachte Gefährdungen wie potenzielle Terroranschläge.

Darüber hinaus werden sicherheitstechnisch relevante Ereignisse und neue Erkenntnisse berücksichtigt. Hierzu zählt insbesondere die in den vergangenen Jahren festgestellte Spannungskorrosion, die an verschiedenen französischen Reaktoren sicherheitsrelevante Rohrleitungssysteme betroffen hat.

Ein weiterer Untersuchungsbereich umfasst die sicherheitsrelevanten Ereignisse, Störungen und Befunde, die während der vergangenen zehn Jahre am Standort beziehungsweise an Reaktor 1 aufgetreten sind. Diese werden hinsichtlich ihrer sicherheitstechnischen Relevanz und möglicher systematischer Zusammenhänge ausgewertet. Besonderes Augenmerk gilt dabei alterungsbedingten Schäden und Mängeln sowie Hinweisen auf mögliche Schwachstellen bei Instandhaltung, Überwachung und Sicherheitsmanagement.

Neben der technischen Sicherheit wird daher auch die Sicherheitskultur betrachtet. Dabei soll untersucht werden, ob sich aus wiederkehrenden Ereignissen, festgestellten Mängeln oder Abweichungen Hinweise auf systematische Defizite ergeben, die über einzelne technische Befunde hinausgehen.

Datengrundlage und methodisches Vorgehen

Als Grundlage der Untersuchung dienen insbesondere veröffentlichte Studien und Analysen zum AKW Cattenom sowie Dokumente und Stellungnahmen der zuständigen französischen Aufsichts- und Fachbehörden. Eine besondere Bedeutung kommt den Veröffentlichungen der Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR) zu. Hierzu zählen insbesondere Berichte über (unangekündigte) Inspektionen, sicherheitstechnische Bewertungen sowie Veröffentlichungen zu meldepflichtigen Ereignissen und festgestellten Abweichungen.

Die Studie verfolgt dabei bewusst einen übergeordneten Ansatz. Ziel ist nicht die vollständige technische Detailanalyse einzelner Komponenten oder Sicherheitssysteme, sondern eine zusammenfassende Bewertung der wesentlichen sicherheitstechnischen Fragestellungen, die sich im Hinblick auf den weiteren Betrieb von Reaktor 1 und die bevorstehende vierte Zehnjahresüberprüfung ergeben.

Im Mittelpunkt steht somit die Gesamtschau der technischen, alterungsbedingten und organisatorischen Aspekte. Durch die Zusammenführung der verfügbaren Erkenntnisse soll ein möglichst umfassendes Bild des aktuellen sicherheitstechnischen Zustands von Reaktor 1 sowie der wesentlichen Risiken für einen weiteren Betrieb gewonnen werden.

Die vorliegende Studie wurde im Auftrag von Greenpeace Luxemburg erstellt.

2 Vierte Periodische Sicherheitsüberprüfung (PSÜ)

Die genehmigte Betriebsdauer französischer Atomkraftwerke ist zeitlich nicht begrenzt. Für den Weiterbetrieb sind jedoch alle zehn Jahre periodische Sicherheitsüberprüfungen (PSÜ; Visite Décennale, VD) vorgeschrieben. Die vierte PSÜ der 1300-MWe-Reaktoren ist von besonderer Bedeutung, da bei ihrer ursprünglichen Auslegung eine Betriebsdauer von 40 Jahren zugrunde gelegt wurde. Ein Weiterbetrieb über diesen Zeitraum hinaus erfordert eine Neubewertung der Auslegungsannahmen oder den Austausch von Komponenten.

Die 1300-MWe-Reaktoren werden neben Reaktoren der dritten Generation betrieben, deren Auslegung höheren Sicherheitsanforderungen genügen. Ein Ziel der vierten PSÜ besteht darin, deren Sicherheitsniveau an den heutigen Stand der Technik anzunähern. Als Referenz dient dabei der EPR-Reaktor Flamanville 3, der zur dritten Reaktorgeneration gehört.

Die ASN erarbeitete gemeinsam mit dem IRSN einen 2017 veröffentlichten Leitfaden zur Auslegung von Druckwasserreaktoren, der sich mit der Vermeidung von Störfällen und Unfällen sowie der Begrenzung ihrer Folgen befasst. Obwohl der Leitfaden primär für neue Reaktoren gilt, können seine Empfehlungen auch als Referenz für Verbesserungen an bestehenden Anlagen dienen, insbesondere im Rahmen periodischer Sicherheitsüberprüfungen. Die Ständige Gruppe fordert daher, dass EDF darlegt, wie die Empfehlungen berücksichtigt werden sollen und welche Empfehlungen gegebenenfalls mit entsprechender Begründung nicht umgesetzt werden. (GPR 2019) EDF sollte folglich auch für Cattenom begründen, von welchen Empfehlungen abgewichen wird.

Um die Standardisierung der Reaktoren zu nutzen, führt EDF die vierte PSÜ in zwei Phasen durch:

- Generische Phase: Sie umfasst Fragestellungen, die allen 1300-MWe-Reaktoren gemeinsam sind. Dadurch können Studien zur Alterungsbeherrschung, zur Anlagenkonformität und zur Neubewertung der Sicherheit sowie zur Konzeption möglicher Nachrüstungen gebündelt werden.
- Anlagenspezifische Phase: Sie umfasst die einzelnen Reaktoren und soll zwischen 2027 und 2035 stattfinden. Dabei werden die Besonderheiten der jeweiligen Anlage und ihres Standorts berücksichtigt.

Für jedes anlagenspezifische Sicherheitsüberprüfung ist in Frankreich eine Öffentlichkeitsbeteiligung (Enquête publique) vorgesehen. Gemäß Artikel L. 593-19 des französischen Umweltgesetzbuches muss EDF einen Bericht mit den Schlussfolgerungen der PSÜ vorlegen. Für Cattenom 1 sowie Paluel 1 und 2, die zu den ersten Reaktoren gehören, die die vierte PSÜ durchlaufen, muss dieser Bericht spätestens am 26. Oktober 2027 eingereicht werden.

EDF legte die Ziele der vierten PSÜ der 1300-MWe-Reaktoren in einem Dossier vom 11. Juli 2017 vor. Die ASN nahm dazu Stellung und ergänzte ihre Anforderungen mit Schreiben vom 11. Dezember 2019. EDF führte daraufhin die generellen Studien für alle 1300-MWe-Reaktoren durch und identifizierte zusätzliche Maßnahmen, deren Umsetzung für die einzelnen Reaktoren vorgesehen ist. Die ASN prüfte diese Studien und veröffentlichte

ihre Schlussfolgerungen am 1. Juli 2025. Dabei schrieb sie weitere Maßnahmen vor, die zur Erreichung der festgelegten Sicherheitsziele erforderlich sind. (ASNR 2025)

2.1 Frist für die Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen

Die zur Erfüllung der ASNR-Vorgaben für die Verlängerung der Betriebsdauer erforderlichen Modernisierungsmaßnahmen werden nicht vollständig während der Stillstandszeiten der VD4 (im Folgenden VD4 genannt) durchgeführt. Für die Umsetzung der Maßnahmen sind zwei Fristen vorgesehen: während der vierten Zehnjahresinspektion (VD4) des jeweiligen Reaktors oder während des vierten planmäßigen Wartungs- und Brennelementwechselstillstands (W&B) nach dieser Inspektion. (ASNR 2025)

Darüber hinaus ist es (bei besonderen Schwierigkeiten) auch möglich, bei der ASNR einen Aufschub der Behebung der Abweichungen zu beantragen. Es ist daher schwer abzuschätzen, ab wann Cattenom tatsächlich über das für eine Verlängerung der Betriebsdauer vorgesehene Sicherheitsniveau verfügen wird.

In UMWELTBUNDESAMT (2024a) wird empfohlen, die ASNR sollte Maßnahmen ergreifen, um sicherzustellen, dass die zur Erhöhung der Sicherheit erforderlichen Nachrüstungen der 1300-MWe-Reaktoren vor Beginn des Langzeitbetriebs durchgeführt werden.

Angesichts der bestehenden Risiken sollte der Betrieb für Cattenom 1 über 40 Jahre hinaus – wenn überhaupt – erst dann zugelassen werden, wenn alle erforderlichen Nachrüstungsmaßnahmen durchgeführt worden sind.

3 Der Stresstest

Nach dem katastrophalen Unfall von Fukushima im März 2011 initiierte die französische Regierung ein Verfahren für ergänzende Sicherheitsüberprüfungen (CSAs) zur Überprüfung der französischen Atomkraftwerke wie sie auch im „EU-Stresstest“ vom Europäischen Rat gefordert wurden (ASN 2011a). Der EU-Stresstest betrachtet drei Bereiche der Sicherheit: Naturereignisse (Erdbeben, Überflutung, Extremwetterereignisse), Ausfälle der Stromversorgung und der Wärmeabfuhr sowie Maßnahmen und Vorgehen bei schweren Unfällen.¹

Der Stresstest zeigte, dass die französischen AKWs erhebliche Mängel aufweisen. Der Schutz gegen Naturereignisse ist nicht ausreichend. Unter ungünstigsten Bedingungen könnten Szenarien wie der Ausfall der Wärmesenke oder der Verlust der Stromversorgung innerhalb weniger Stunden zu einer Kernschmelze führen. Einige Beispiele für die Mängel sind:

- Die probabilistische Sicherheitsanalyse (PSA) berücksichtigt weder Erdbeben noch Unfälle im Zusammenhang mit dem Abklingbecken.
- pro Standort steht nur ein Notstromdieselaggregat zur Verfügung, das jedoch nicht erdbebensicher ausgelegt ist.
- Brandmelde- und stationäre Löschanlagen verfügen über keine elektrische Notstromversorgung durch erdbebenfeste Ausrüstung;

¹ Der Stresstest befasste sich nur mit einer Auswahl möglicher auslösender Ereignisse (im Wesentlichen Naturkatastrophen) und den möglichen Folgen eines solchen Ereignisses. Die Fragen von terroristischen Angriffen (auch der gezielte Flugzeugabsturz) und von Cyber-Attacken wurden dabei nicht behandelt.

- der Hochwasserschutz hat erhebliche Mängel;
- extreme Naturereignisse (Schnee, Hagel, Blitzschlag und Windböen) werden nicht angemessen berücksichtigt;
- keiner der Reaktoren verfügt über eine alternative Wärmesenke;
- das Abklingbecken für abgebrannte Brennelemente hat geringe Wandstärken.

3.1 National Action Plan

Im Rahmen eines *Nationalen Aktionsplans* (NACp) sollen die identifizierten Mängel behoben werden. Im Dezember 2012 veröffentlichte die ASNR einen Aktionsplan für Frankreich. Der Aktionsplan umfasste einerseits Studien und andererseits die Umsetzung von Änderungen an den Anlagen. Er wurde einer ENSREG²-Peer-Review unterzogen. Das ENSREG Peer Review Team hält die Maßnahmen des Nationalen Aktionsplans für angemessen. Sie betonen aber, dass die Berücksichtigung und Umsetzung dieser Punkte schnellstmöglich erfolgen sollte – unabhängig von den periodischen Sicherheitsüberprüfungen (PSÜs), die in Frankreich üblicherweise als Grundlage für die Einführung neuer Sicherheitsstandards dienen. (ENSREG 2015) Dieser Empfehlung wurde jedoch nicht gefolgt. Nachdem der NACp 2014 und 2017 aktualisiert wurde, wurde 2020 der Abschlussbericht veröffentlicht.

Auf Grundlage des Stresstests zum AKW Cattenom hat die französische Atomaufsichtsbehörde ASNR zwei Verfügungen erlassen. Mit der Verfügung Nr. 2012-DC-0277 vom 26.06.2012 werden dem Betreiber des AKW Cattenom Maßnahmen einschließlich Umsetzungsfristen auferlegt. Gleichzeitig hat die ASNR mit dem Schreiben CODEP-DCN-2012-020754 vom 26.06.2012 Forderungen gestellt, die für alle AKWs in Frankreichs gelten. Eine der wichtigsten Anordnung ist die Implementation eines Hardened Safety Core (HSC).

Die ASNR erklärte: Um sowohl den technischen Zwängen bei diesen Großvorhaben als auch der Notwendigkeit Rechnung zu tragen, die nach Fukushima erforderlichen Verbesserungen schnellstmöglich einzuführen, war die Umsetzung in drei Phasen geplant (ASN 2014):

- Phase 1 (2012–2015): Umsetzung vorübergehender oder mobiler Maßnahmen
- Phase 2 (2015–2020): Umsetzung dauerhafter technischer und organisatorischer Maßnahmen,
- Phase 3 (ab 2019): ergänzt Phase 2, im Hinblick auf einen Weiterbetrieb über 40 Jahre hinaus.

In der praktischen Umsetzung Fukushima-Maßnahmen zeigten sich Defizite: Ziel einer Inspektion in 2022 war es, die ordnungsgemäße Integration organisatorischer und technischer Änderungen aus den Phasen 1 und 2 des Nachrüstprogramms nach dem Unfall von Fukushima sowie die Umsetzung von Maßnahmen zu überprüfen. Es zeigte sich, dass die Dokumentation zur Verwaltung der lokalen Notfallausrüstung am Standort Cattenom nicht vollständig an die Änderungen angepasst wurde; zudem besteht Verbesserungsbedarf hinsichtlich der Anwendbarkeit bestimmter Einsatzverfahren und der Kennzeichnungssysteme für die Ausrüstung. Schließlich stellten die Inspektoren eine mangelnde Sorgfalt bei der Überprüfung der mobilen motorbetriebenen Pumpe fest.

² European Nuclear Safety Regulators Group

Im den folgenden Kapiteln werden die wesentlichen Schwachstellen, die während des Stresstests identifiziert worden und die geplanten Abhilfemaßnahmen diskutiert.

4 Mangelnder Schutz vor Naturgefahren

4.1 Erdbeben

Anforderungen an die seismische Analysen

Der Stresstest von 2011 ergaben, dass Frankreich das Auslegungserdbeben (DBE) nicht nach dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik bewertete, sondern sich ausschließlich auf einen deterministischen Ansatz stützte. (EDF 2011) Das der seismischen Auslegung des AKW Cattenom zugrunde liegende französische Regelwerk verlangte keine systematische Analyse der Unsicherheiten. Das Verfahren sah standortunabhängig einen Zuschlag von einer Intensitätsstufe gegenüber dem stärksten historischen Erdbeben vor.

Laut EDF (2011) erreichte das stärkste historische Erdbeben (SMHV) in der seismisch-tektonischen Zone „Ardennes-Bassin de Paris“ für Cattenom eine Intensität von VI auf der MSK-Skala. Die maximale horizontale Bodenbeschleunigung des Bemessungserdbebens beträgt $PGA = 0,12 \text{ g}$. Für Anlagen des Typs P'4 wurde ein einheitliches Bemessungserdbebenspektrum auf Grundlage eines Spektrums des US NRC verwendet. Die maximale horizontale Bodenbeschleunigung beträgt dabei $PGA = 0,15 \text{ g}$.

Probabilistische Seismische Gefährdungsanalysen

ENSREG (2012) empfahl die Durchführung einer probabilistischen seismischen Gefährdungsanalyse (PSHA). Im NAcP von 2020 wurde erläutert, dass im Rahmen der laufenden periodischen Sicherheitsüberprüfungen (PSÜ) probabilistische Studien zur Ergänzung der seismischen Gefährdungsanalyse durchgeführt werden sollen. (ASN 2020a)

Ergänzend zu deterministischen Verfahren wurden probabilistische Methoden entwickelt und in Regelwerken verankert. Die IAEA, WENRA und auch die ASNR legen Ereignisse mit einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von 10^{-4} pro Jahr zugrunde. Die auf einer probabilistischen seismischen Gefährdungsanalyse (PSHA) beruhenden Werte wurden im Rahmen der dritten PSÜ mithilfe eines Ansatzes ermittelt, der aus heutiger Sicht als veraltet gilt.

Laut PISTNER et al. (2018) lässt sich ohne standortspezifische Untersuchungen nicht abschließend beurteilen, ob die geforderte Sicherheit gegenüber einem Bemessungserdbeben mit einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von 10^{-4} pro Jahr unter Berücksichtigung sämtlicher Unsicherheiten und standortspezifischer Einflüsse gewährleistet ist.

UMWELTBUNDESAMT (2024) empfiehlt, Auslegungserdbeben mit Überschreitungshäufigkeiten von höchstens 10^{-4} pro Jahr auf Grundlage standortspezifischer Gefährdungsanalysen und einer aktuellen PSHA-Methodik festzulegen. Die Gefährdungskurven sollten bis zu Überschreitungswahrscheinlichkeiten von 10^{-6} pro Jahr berechnet werden, um Analysen für auslegungsüberschreitende Zustände (Design Extension Conditions, DEC) sowie eine angemessene Berücksichtigung seismischer Gefahren in der probabilistischen Sicherheitsanalyse (PSA) zu ermöglichen. Sollten die Neubewertungen

höhere Werte für die Auslegungserdbeben ergeben, wären angemessene Nachrüstungen sicherheitsrelevanter Systeme, Strukturen und Komponenten (SSCs) erforderlich.

Schutz der Systeme vor Erdbeben

Neben den unzureichenden probabilistischen seismischen Analysen wies die Auslegung der 1300-MWe-Reaktoren mehrere Schwachstellen hinsichtlich des Schutzes vor dem Auslegungserdbeben (DBE) auf, beispielsweise bei der Feuerlöschanlage (ASN 2011a). In den vergangenen Jahren wurden darüber hinaus erhebliche Mängel hinsichtlich der Erdbebensicherheit verschiedener Komponenten in französischen Atomkraftwerken festgestellt, darunter auch im AKW Cattenom (siehe Anhang). Daher kann nicht ausgeschlossen werden, dass weitere Komponenten oder Systeme ebenfalls Mängel aufweisen. Um vergleichbare Defizite beim Erdbebenschutz zu erkennen und zu beheben, wäre eine umfassende Überprüfung sämtlicher Sicherheitssysteme erforderlich.

Diese allgemeine Einschätzung gilt für alle 1300-MWe-Reaktoren und trifft insbesondere auf Reaktor 1 des AKW Cattenom zu. Bei einer Inspektion am 17. Mai 2022 wurde festgestellt, dass die auf dem Papier nachgewiesene Erdbebenfestigkeit eines Behälters angesichts zweier nicht festgezogener Muttern an den Verankerungen am Behälterfuß nicht ohne Weiteres als gewährleistet angesehen werden konnte. Dieser Befund wirft laut ASNR Fragen hinsichtlich der dauerhaften Aufrechterhaltung von Zuständen auf, die zu einem bestimmten Zeitpunkt als regelkonform bewertet wurden.³

Seismische Auslegung des HSC

Im Zusammenhang mit den bestehenden Auslegungsdefiziten gegenüber externen Einwirkungen wird auf die geplante Nachrüstung des „Hardened Safety Core“ (HSC) verwiesen. Dieser ist noch nicht umgesetzt, sondern hat von ASNR eine erneute Frist für die Umsetzung bekommen. Die ASNR (2025) fordert, dass der Betreiber spätestens bei der vierten planmäßigen Abschaltung für W&B nach der VD4 die erforderlichen Verstärkungen an Systemen, Strukturen und Komponenten durchführt, um die Widerstandsfähigkeit des HSC gegenüber dem festgelegten Erdbebenrisiko sicherzustellen. [RP4-1300-AGR-C]

Der HSC soll diversitär zu den bestehenden Einrichtungen ausgeführt und gegen stärkere externe Einwirkungen geschützt werden. Der HSC soll Erdbeben mit einer Wiederkehrperiode von 20.000 Jahren (Überschreitungswahrscheinlichkeit von 5×10^{-5} pro Jahr) standhalten.

Das UMWELTBUNDESAMT (2024) empfiehlt zu untersuchen, ob die Sicherheitsmargen, die sich aus der Auslegung des HSC für Erdbeben mit einer Wiederkehrperiode von 20.000 Jahren ergeben, ausreichen und den Anforderungen der WENRA-Referenzniveaus für auslegungsüberschreitende Bedingungen (Design Extension Conditions, DEC) entsprechen (WENRA 2021).

Das IRSN (2023) weist darauf hin, dass der HSC so ausgelegt sein muss, dass ein hohes Maß an Vertrauen in seine Funktionsfähigkeit besteht. Schweißnähte bei der Herstellung von Ausrüstungsteilen und deren Montage vor Ort stellen kritische Punkte dar, die die Funktionsfähigkeit der Ausrüstung nach einem extremen Erdbeben beeinträchtigen könnten. Das IRSN empfiehlt daher, sämtliche Schweißnähte an neuen HSC-Ausrüstungsteilen zu überprüfen, um sicherzustellen, dass diese eine hohe Robustheit gegenüber den relevanten

³ ASNR: INSSN-STR-2022-0802

Gefährdungen aufweisen. Angesichts der bisherigen Betriebserfahrungen sollte zudem eine Überprüfung sämtlicher Schweißnähte an den bestehenden HSC-Komponenten erfolgen.

4.2 Externe Überflutung

Anforderungen an den Hochwasserschutz

Die Anforderungen an die Auslegung französischer Atomkraftwerke zum Schutz vor Hochwasser waren zum Zeitpunkt des Stresstests im Jahr 2011 in der Vorschrift RFS 1.2.e aus dem Jahr 1984 festgelegt. Die in Frankreich angewandte Methodik zur Bewertung von externen Überflutungen beruhte auf einem deterministischen Ansatz. Dabei wurde das stärkste historische Ereignis innerhalb eines bestimmten Beobachtungszeitraums – üblicherweise 100 oder 1000 Jahre – zugrunde gelegt und um Sicherheitsmargen ergänzt. Probabilistische Analysen wurden nicht durchgeführt.

Die ASNR veröffentlichte 2013 eine neue Richtlinie zur Bewertung des Risikos externer Überflutungen. (ASN 2013) Dieser wurde als Reaktion auf die Überschwemmung des AKW Blayais im Jahr 1999 erarbeitet, bei der erhebliche Lücken bei der Ermittlung potenzieller Wasserstände und externer Hochwasserrisiken deutlich wurden. Die Richtlinie führte zusätzliche Ereignisse ein, die berücksichtigt werden müssen. Dazu gehören der Einfluss starker Winde auf die Hochwasserstände von Flüssen, der Anstieg des Grundwasserspiegels, Starkregen und anhaltende Niederschläge, das Versagen wasserführender Anlagenkomponenten sowie das Auftreten von Flutwellen. Für Niederschlagsereignisse wird ein hundertjährliches Niederschlagsereignis zugrunde gelegt, das mit einem mittleren Wasserstand des Flusses kombiniert wird. Für anhaltende Niederschläge wird der mittlere Niederschlag über 24 Stunden mit einem hundertjährlichen Hochwasserstand überlagert.

Die französischen Vorschriften zum Schutz vor externen Überflutungen entsprechen nicht vollständig den Anforderungen der WENRA (2014; 2021). Zwar berücksichtigt die französische Praxis alle wesentlichen Phänomene und Prozesse, einige davon werden jedoch nur anhand deutlich kürzerer Wiederkehrperioden bewertet, als sie die WENRA vorsieht. Während für relevante Ereignisse laut WENRA grundsätzlich eine Wiederkehrperiode von 10.000 Jahren erforderlich ist, werden beispielsweise lokale Niederschläge und Wellen nur mit einer Wiederkehrperiode von 100 Jahren und windbedingte Wellen mit einer Wiederkehrperiode von 1.000 Jahren betrachtet.

Die ASNR-Richtlinie Nr. 13 wurde zwischen 2005 und 2012 erarbeitet und ist inzwischen als veraltet anzusehen. Er berücksichtigt nicht die einschlägigen WENRA-Dokumente aus den Jahren 2014/2015, die nach dem Unfall von Fukushima erarbeitet wurden. In der Richtlinie Nr. 13 zum Schutz vor externen Überflutungen wird lediglich der Anstieg des Meeresspiegels als klimawandelbedingte Veränderung berücksichtigt. Starkregen stellt jedoch ein erhebliches und zunehmendes Risiko für externe Überflutungen dar.

UMWELTBUNDESAMT (2024) empfiehlt daher, die ASNR-Richtlinie Nr. 13 zum Schutz vor externen Überflutungen zu aktualisieren und die nach dem Unfall von Fukushima erarbeiteten einschlägigen WENRA-Dokumente systematisch zu berücksichtigen (WENRA 2021; 2020c). Soweit möglich, sollten die zugrunde gelegten Phänomene anhand wissenschaftlicher Analysen statt durch Expertenurteile bestimmt werden. Für relevante Hochwasserereignisse sollten Überschreitungswahrscheinlichkeiten von (10^{-4}) angesetzt

werden. Darüber hinaus sollten extreme Wetterereignisse infolge des Klimawandels angemessen berücksichtigt werden. Dies betrifft insbesondere lokale Starkregenereignisse.

Probabilistische Analyse zum Hochwasserschutz

Das Hochwasserereignis am französischen AKW Blayais im Jahr 1999 zeigte, dass die Gefahr externer Überflutungen nicht angemessen ermittelt worden war und probabilistische Analysen fehlten. Da schwere Überflutungen selten auftreten, sind probabilistische Analysen erforderlich, um potenzielle Überflutungsgefahren angemessen zu bewerten. UMWELTBUNDESAMT (2024) empfiehlt daher, eine umfassende probabilistische Sicherheitsanalyse (PSA) für externe Überflutungen gemäß WENRA (2014; 2021) und WENRA (2020c) durchzuführen.

Erhöhung des Hochwasserschutzes

Auf Grundlage der Neubewertung forderte die ASNR eine Verstärkung des Hochwasserschutzes. Ein angemessener Schutz vor Hochwasser war von besonderer Bedeutung, da Analysen des IRSN im Rahmen des Stresstests zeigten, dass bereits kurz nach Überschreiten des für das Auslegungshochwasser (DBF) maßgeblichen Wasserstands sogenannte „Cliff-Edge-Effekte“ – sprunghafte Verschlechterungen der Sicherheitslage – auftreten können. Die Umbauten zur Gewährleistung ausreichender Sicherheitsmargen bei Hochwasserereignissen sollten für Cattenom bis zum 31.12.2015 abgeschlossen sein.

Laut dem NAcP von 2020 wurden die entsprechenden Modifikationen an allen betroffenen Standorten durchgeführt. (ASN 2020a) Das Überflutungsrisiko nimmt jedoch infolge des Klimawandels zu. Flussüberschwemmungen auslösen kann.

Änderungen im Rahmen der 4. PSÜ

Im Rahmen der 4. PSÜ beabsichtigt EDF, die Widerstandsfähigkeit der 1300 MWe-Anlagen gegenüber externen Überflutungen zu überprüfen, allerdings ausschließlich auf Grundlage der in der ASNR-Richtlinie Nr. 13 beschriebenen Gefahren. EDF weist darauf hin, dass diese Überprüfung für die Standorte Cattenom und Paluel bereits im Rahmen der 3. PSÜ durchgeführt wurde und die entsprechenden Studien daher nicht erneut erstellt werden sollen. Dieses Vorgehen ist jedoch nicht ausreichend, um ein hohes Sicherheitsniveau zu gewährleisten. Die Studien sollten aktualisiert werden. Dies ist besonders wichtig, da die ASNR-Richtlinie Nr. 13, die früheren Bewertungen zugrunde lag, nicht mehr dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik entspricht.

Standortschutz (Hochwasser- versus Terrorschutz)

Der Schutz des Standorts vor externen Überflutungen beruht hauptsächlich auf einem umlaufenden volumetrischen Schutzsystem. In Cattenom gewährleisten niedrige, eng beieinanderliegende Schutzeinrichtungen Schutz vor einer Wasserwelle von bis zu 35 cm Höhe.

Auf dem Gelände wurde eine Betonleitplanke als Teil der Sicherheitsvorkehrungen gegen Rammfahrzeuge installiert. Da diese Leitplanke undurchlässig war, hätte sie im Falle einer externen Überflutung zu einem erheblichen Anstieg der Wasserhöhe über die vorgesehenen 35 cm hinausführen können. Inzwischen wurde die Leitplanke durch Betonblöcke ersetzt, wodurch das Problem behoben wurde. Diese Abweichung war Gegenstand einer Meldung über ein sicherheitsrelevantes Ereignis vom 11. Juni 2026: Das Fehlen einer vorherigen

Auswirkungsanalyse vor der Installation der Einbruchschutzvorrichtungen führte zu einer Unstimmigkeit hinsichtlich des Risikos externer Überflutungen am Standort Cattenom.⁴

Die volumetrischen Schutzmaßnahmen (Volumetric Protection, VP) sollten umfassend inspiziert und instandgehalten werden. Dabei sind die Dichtigkeit des Gebäudes sowie Wände, Böden, Fugen, Leitungsdurchführungen, SammelSchächte und Entwässerungssysteme zu überprüfen und instand zu halten, soweit sie für potenzielle Überflutungsszenarien relevant sind. Spätestens im Rahmen der 4. PSÜ sollten die Anforderungen an die Überwachung und Instandhaltung der VP zur Gewährleistung des Überflutungsschutzes umfassend geregelt werden. Angesichts des oben genannten sicherheitsrelevanten Ereignisses sollten zudem regelmäßig Schulungen zum Hochwasserschutz stattfinden.

Schutz des HSC vor externen Überflutungen

Aus den allgemein gehaltenen Unterlagen von EDF zum Schutz des HSC vor externen Überflutungen geht hervor, dass EDF davon ausgeht, der nach dem Stresstest installierte volumetrische Schutz (VP) biete ausreichende Sicherheitsreserven und erfülle damit auch die erhöhten Schutzanforderungen für den HSC. Das IRSN (2012) bewertete die von EDF angewandte Methodik zur Bestimmung des erforderlichen Schutzes des HSC vor externen Überflutungen und wies dabei auf mehrere Defizite hin. ASNR (2025) forderte keine weiteren Untersuchungen oder Maßnahmen zum Hochwasserschutz.

UMWELTBUNDESAMT (2024) empfiehlt, der Empfehlung des IRSN (2012) zum Schutz der HSC-Anlagen vor externen Überflutungen zu folgen. Insbesondere sollte EDF prüfen, ob die Sicherheitsmargen für den Überflutungsschutz der HSC-Anlagen erhöht werden müssen. Da die Verfügbarkeit der HSC-Anlagen entscheidend ist, sollten diese Anlagen während der VD4 überprüft und entsprechende Schulungen des Personals durchgeführt werden. Darüber hinaus sollte eine regelmäßige Überprüfung der HSC-Anlagen etabliert werden.

4.3 Extremwetterereignisse

Regularien

Zur Zeit des Stresstests 2011 bildeten nationale Normen, die zum Zeitpunkt des Baus der jeweiligen Anlagenserien (d. h. in den 1970er und 1980er Jahren) galten die regulatorische Grundlage für Sicherheitsbewertungen im Hinblick auf Extremwetterereignisse. Diese sind heutzutage zur Bewertung von Ereignissen nicht mehr ausreichend. Die WENRA-Sicherheitsreferenzniveaus (WENRA 2014; 2021) bilden eine gemeinsame europäische Grundlage für die Berücksichtigung externer Gefahren. Die regulatorischen Anforderungen für die Bewertung von Naturgefahren in Frankreich sind nicht vollständig konform mit den WENRA-Referenzniveaus und -Leitlinien. Basierend auf den vorliegenden Informationen ist nicht klar, ob Extremwetterereignisse mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit von 10^{-4} pro Jahr bereits mit hinreichender Sicherheit bestimmt wurden oder ob dies für die 4. PSÜ vorgesehen ist.

Extremwettertrends

Aufgrund des Anstiegs der globalen Durchschnittstemperatur verändert der Klimawandel die Schwere und Häufigkeit meteorologischer Phänomene wie extreme Temperaturen,

⁴ ASNR: INSSN-STR-2026-0956

Starkregenereignisse, heftige Winde. Eine der Herausforderungen des Klimawandels besteht darin, dass frühere Beobachtungen und Vorhersagemodelle an Zuverlässigkeit verlieren, je mehr sich das Klima verändert und die Bedingungen extremer werden. Sicherheitsbewertungen im Falle einer Verlängerung der Betriebsdauer müssen dieser Entwicklung Rechnung tragen.

Relevante Studien prognostizieren einen Trend zur Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Unwettern. Extreme Überschwemmungen, Dürren und Stürme, die früher selten waren, treten immer häufiger auf und machen die von der Industrie konzipierten Schutzmaßnahmen unwirksam. Die klimabedingten Risiken für Atomkraftwerke werden weder linear noch vorhersehbar sein.

Extreme Wetter- und Klimarisiken können ein Atomkraftwerk direkt beeinträchtigen, auch ihre indirekten Auswirkungen können gravierend sein, wenn sie den Zugang zum AKW einschränken oder das Stromnetz beeinträchtigen (z. B. Unterbrechungen durch umgestürzte Bäume).

Extreme Kälte

Am 1./2. Juni 2023 wurden die spezifischen Gefährdungsstudien zu „extremer Kälte“ geprüft, die im Rahmen der vierten PSÜ eingereicht worden waren. Es werden zusätzliche Informationen zu den geplanten Änderungen an der ultimativen Wärmesenke erwartet, insbesondere zu den für das AKW Cattenom vorgesehenen Maßnahmen zur Bewältigung des Auftretens von Grundeis (Frazil-Eis) in der Mosel. Es wird festgestellt, dass sich in der Mosel Grundeis bilden und möglicherweise das Feinfiltersystem beeinträchtigen könnte, bevor die Wasserentnahme auf den Mirgenbachsee umgestellt wird; letzterer ist nicht anfällig für Grundeisbildung und dient als sicherheitstechnisch eingestufte Wasserentnahmestelle des Standorts.

Die Inspektoren stellten zudem fest, dass zwei wiederkehrende Prüfungen – zur Herstellung und Überwachung der Konfiguration „extreme Kälte“ der Anlage – als erfolgreich abgeschlossen gemeldet wurden, obwohl sie nicht vollständig durchgeführt worden waren.⁵

Starkregen

In der (veralteten) ASN-Richtlinie Nr. 13 zum Schutz gegen externes Hochwasser wird lediglich der Meeresspiegelanstieg als eine infolge des Klimawandels zunehmende Größe berücksichtigt. Starkregenereignisse stellen jedoch ein erhebliches und wachsendes Risiko im Hinblick auf externes Hochwasser dar. Aufgrund des Klimawandels werden auf der Nordhalbkugel in den Sommermonaten immer häufiger persistente Wetterlagen beobachtet. Die lange Andauer bestimmter meteorologischer Bedingungen kann zu extremen Auswirkungen führen. Der Sommer 2016 hat gezeigt, dass eine einzige Wetterlage sowohl lokale Starkniederschläge mit Sturzfluten als auch regionale Niederschläge mit Flussüberschwemmungen auslösen kann. Viele Orte wurden von den Hochwasserereignissen völlig unerwartet getroffen. Nahezu gleichzeitig kam es in Frankreich und den Benelux-Ländern zu Überschwemmungen. Das Ereignis zeigte, dass eine einzige Wetterlage sowohl lokal begrenzte Starkregenereignisse mit Sturzfluten als auch großflächige Niederschläge mit (BECKER et al. 2020) Die Problematik der Kombination von Überschwemmungsereignissen ist weder von EDF noch ASNR ausreichend berücksichtigt. Obwohl das Zusammentreffen eines starken Jahrhundertregenfalles für einen Zeitraum von

⁵ ASNR: INSSN-DCN-2023-0282

60 Minuten und Verstopfung der Regenwasserabläufe der Kanalisation zu einer Überflutung der Gebäude, die für die Sicherheit der Anlage wichtig sind, führen können, sind derzeit keine Nachrüstmaßnahmen zur Vermeidung einer solchen Überschwemmung wichtiger Sicherheitsbereiche vorgesehen. Stattdessen soll zunächst lediglich eine Wahrscheinlichkeitsanalyse für das Eintreffen einer solchen Situation durchgeführt werden. (UMWELTBUNDESAMT 2024)

Auswirkungsstudien zum Normalbetrieb

Im Sommer können Hitzewellen und die dadurch entstehenden niedrigen Wasserstände zur Folge haben, dass die Leistung einzelner Anlagen reduziert werden muss. Aufgrund der niedrigen Wasserstände in Mosel und Maas mussten Reaktoren in Cattenom abgeschaltet werden.⁶

ASNR (2025) fordert, die Anfälligkeit der Anlagen gegenüber dem Klimawandel zu beschreiben, insbesondere im Hinblick auf Wärmeabgaben und die Nutzung der Wasserressourcen. Dabei soll der Betreiber die verfügbaren aktuellen Daten zu hydroklimatischen Entwicklungen, insbesondere hinsichtlich der Niedrigwasserstände und der Höchsttemperaturen der Fließgewässer zusammenstellen. [RP4-1300-INC-B]

ASNR schränkt die Forderung ein: Liegen keine nennenswerten Veränderungen vor, kann der Betreiber die bestehenden Erkenntnisse über die Umwelt, die in der Beschreibung der relevanten Aspekte des Umweltzustands enthalten sein müssen, erneut verwenden. Der Betreiber soll Maßnahmen zur Verringerung der Umweltauswirkungen vorlegen.

Risiken im Zusammenhang mit Außentemperaturen

ASNR (2025) fordert hinsichtlich der Risiken im Zusammenhang mit Außentemperaturen, dass spätestens bei der VD4 die mit einer Hitzewelle verbundenen Extremtemperaturen berücksichtigt werden, die unter Verwendung folgender Kriterien definiert werden: eine jährliche Überschreitungshäufigkeit von 10^{-2} , die die klimatische Entwicklung bis zur nächsten PSÜ berücksichtigt. Diese klimatische Entwicklung berücksichtigt die Klimatrends, die für eine für den betreffenden Standort relevante Region gelten und die Grenzwerte der für den Standort relevanten Erfahrungswerte. (RP4-1300-AGR-A)

Ob diese Forderung angesichts der extremen Hitzewelle in 2026 für die nächsten zehn Jahre ausreichend ist, wird sich zeigen müssen.

Gefahren-Screening und Gefahrenkombinationen

Die in den verschiedenen Dokumenten zur Festlegung der Ziele für die 4. PSÜ genannten Gefahrenarten beschränken sich auf eine vergleichsweise geringe Anzahl von Gefahren. Dies gilt insbesondere für meteorologische Gefahren, bei denen lediglich extreme Temperaturen, starker Wind, Tornados, Schnee, Hagel und Blitzschlag aufgeführt sind. Auf Gefahrenkombinationen wird nur selten Bezug genommen. Dies lässt Zweifel daran aufkommen, ob alle natürlichen und vom Menschen verursachten Gefahren sowie Gefahrenkombinationen, die sich auf den Standort Cattenom auswirken könnten, umfassend identifiziert wurden und ob ein Gefahren-Screening gemäß den WENRA-Referenzniveaus TU2 und TU3 (WENRA 2021) durchgeführt wurde. Es wird in UMWELTBUNDESAMT (2024) empfohlen, für die 4. PSÜ den Nachweis zu verlangen, dass für den Standort Cattenom alle

⁶ Cattenom schaltet Reaktor wegen niedrigem Wasserstand ab, 04.08.2026

<https://www.tagesschau.de/inland/regional/saarland/sr-cattenom-schaltet-reaktor-wegen-niedrigem-wasserstand-ab-102.html>

relevanten Gefahren und Gefahrenkombinationen durch ein umfassendes, standortspezifisches Gefahren-Screening identifiziert wurden. DECKER & BRINKMAN (2017) liefern detaillierte Informationen zu Gefahrenkombinationen.

5 Ausfall der Strom- oder Kühlwasserversorgung

5.1 Ultimative Wärmesenke (UHS)

Der Stresstest verdeutlichte, dass die Hauptwärmesenke Mosel bereits beim Auslegungserdbeben und bei der zu unterstellenden Überflutung Defizite aufwies. Generell unterliegen die Pumpen und Wasserzuleitungen von der Mosel keiner Sicherheitsklassifizierung.

Das AKW Cattenom verfügt über ein großes Wasserreservoir (Mirgenbachsee, ein künstlicher Stausee), das als Reservewärmesenke dient. Die sichere Wärmeabfuhr des AKW Cattenom hängt entscheidend von der Wärmesenke Mirgenbachsee ab. (MAJER 2012).

Aufgrund der bestehenden Mängel bei der UHS und des Fehlens einer alternativen UHS forderte die ASNR Modifikationen zur Installation technischer Reserveeinrichtungen für die langfristige Wärmeabfuhr aus dem Reaktor und dem Brennelement-Abklingbecken bei einem Ausfall der ultimativen Wärmesenke (UHS). Diese Einrichtungen müssen die Anforderungen des „gehärteten Sicherheitskerns“ (Hardened Safety Core) erfüllen (ECS-16). (ASN 2020a)

Am 20. Mai 2025 fand im AKW Cattenom eine Inspektion zum Thema „Änderungen nach Fukushima“ statt, die sich hauptsächlich auf die neuen Notfallwasserquellen konzentrierte. Gemäß der technischen Vorschrift [ECS-16] wurde der Standort Cattenom 2024 mit einer dauerhaften letzten Wasserquelle ausgestattet. Diese nutzt Wasser aus dem Mirgenbachsee, das über eine bestehende Ableitung und ein neues Nachspeisenetz mit Pump- und Filteranlagen bereitgestellt wird. Damit soll bei Ausfall der UHS oder vollständigem Stromausfall die Nachspeisung des Brennelement-Lagerbeckens sowie des Notversorgungsbehälters der Dampferzeuger (ASG) gewährleistet werden. Die Inbetriebnahme dieser letzten Wasserzufuhr erfordert im Unfallfall für jeden Reaktor den Einsatz mobiler Mittel, hauptsächlich Schläuche. Die stichprobenartigen Überprüfungen ergaben, dass die Arbeiten zur Behebung bestimmter Abweichungen noch nicht abgeschlossen waren und die Notfallwasserquellen in Cattenom somit noch nicht vollständig bereitstanden.⁷

Wie bereits dargelegt, ist noch nicht gesichert, dass die Umstellung auf den Mirgenbachsee bei extremer Kälte zuverlässig ist.

5.2 Dieselaggregate für die Notfallstromversorgung (DUS)

Der Nationale Aktionsplan sah vor, bis zum 31. Dezember 2018 an jedem Reaktorstandort eine zusätzliche Stromversorgung zu installieren, um im Falle eines Ausfalls der externen Stromversorgung eine zuverlässige Notstromquelle zu haben. Diese soll die Systeme und Komponenten des „Hardened Safety Core“ bei Ausfall der übrigen externen und internen Stromversorgungen versorgen können (ECS-18.II). EDF hat für jeden der 56 in Betrieb befindlichen Reaktoren ein „bunkerartiges“ Gebäude mit einem Notstromdieselaggregat (DUS) errichtet. Trotz der bereits großzügig bemessenen Umsetzungsfristen der ASNR kam

⁷ ASNR: INSSN-STR-2025-0922

es weiterhin zu Verzögerungen bei den erforderlichen Nachrüstungen – trotz erheblicher Schwachstellen und der damit verbundenen Risiken. (ASN 2020a)

Am 28. Januar 2021 fand im AKW Cattenom eine Inspektion zur Konformität der Dieselaggregate für die Notfallstromversorgung (DUS) statt. Diese waren nach mehreren Verschiebungen zwischen Dezember 2019 und September 2020 in Betrieb genommen worden. Die stichprobenartige Überprüfung ergab, dass die Einbindung der DUS in die Betriebsdokumentation noch nicht vollständig den Erwartungen entsprach. Zudem stellten die Inspektoren zahlreiche Unregelmäßigkeiten an den vier DUS des AKW Cattenom fest. Für einen Teil davon lagen Arbeitsaufträge vor, von denen einige trotz einer mehr als ein Jahr zurückliegenden Beauftragung noch nicht erledigt waren. Die Prüfprotokolle der wiederkehrenden Volllastprüfungen wiesen für das Notstromdieselaggregat von Reaktor 4 im Januar 2021 ein „nicht zufriedenstellendes“ Ergebnis aufgrund einer Ölleckage am oberen Deckel aus. Eine vergleichbare Undichtigkeit hatte im Juni 2022 zu einem Brand am DUS-Aggregat von Block 2 in Flamanville geführt.

6 Beherrschung schwerer Unfälle

Zum Zeitpunkt der Auslegung der 1.300-MWe-Reaktoren in Cattenom Anfang der 1970er-Jahre waren die Sicherheitsanforderungen an Atomkraftwerke deutlich geringer als heute. Die Erfahrungen aus den Unfällen von Three Mile Island (1979), Tschernobyl (1986) und Fukushima (2011) sowie aus den Anschlägen vom 11. September 2001, die zu einer erheblichen Verschärfung der Sicherheitsanforderungen führten, konnten bei der ursprünglichen Auslegung noch nicht berücksichtigt werden. Daher weist das AKW Cattenom Defizite gegenüber den heutigen Sicherheitsanforderungen auf.

Der Stresstest zeigte zahlreiche Defizite im Umgang mit schweren Unfällen. So wurde zum Beispiel nicht davon ausgegangen, dass ein extremes externes Ereignis einen schweren Störfall auslösen könnte. Daher waren zahlreiche Einrichtungen zur Beherrschung schwerer Störfälle nicht gegen Erdbeben ausgelegt. Dies betraf sowohl die Systeme zur gefilterten Druckentlastung (U5-Systeme) als auch mobile Ausrüstungen. (ASN 2011a)

Als Reaktion auf den Unfall von Fukushima wurde die EU-Richtlinie zur nuklearen Sicherheit durch die Richtlinie 2014/87/Euratom formuliert. (EU 2014) Gemäß Artikel 8a gilt für Atomkraftwerke, die seit 2014 eine Baugenehmigung erhalten haben, das grundlegende Sicherheitsziel, Unfälle zu verhindern und die Auswirkungen schwerer Unfälle zu begrenzen. Insbesondere sollen folgende Situationen vermieden werden:

- a) frühzeitige Freisetzungen radioaktiver Stoffe, die Notfallschutzmaßnahmen außerhalb der Anlage erfordern würden, für deren Umsetzung nicht genügend Zeit zur Verfügung stünde;
- b) große Freisetzungen radioaktiver Stoffe, die Schutzmaßnahmen erfordern würden, die weder räumlich noch zeitlich begrenzt werden könnten.

Gemäß Artikel 8a Absatz 2 Buchstabe b der Richtlinie müssen bestehende Atomkraftwerke wie Cattenom vernünftigerweise realisierbaren Sicherheitsverbesserungen unterzogen werden, um dieses Sicherheitsziel zu erreichen.

Im Rahmen der vierten periodischen Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) sind zusätzliche Systeme zur Beherrschung von Kernschmelzunfällen sowie zur Kühlung des Sicherheitsbehälters und zur Abfuhr der Nachzerfallswärme vorgesehen.

6.1 Geplante Maßnahmen für Kernschmelzunfälle

Der Europäische Druckwasserreaktor (EPR) verfügt über einen Core-Catcher zur Rückhaltung und Stabilisierung der Kernschmelze (Corium), der bei schweren Unfällen ein Versagen des Sicherheitsbehälters verhindern soll. Eine Nachrüstung der Reaktoren in Cattenom mit einem Core-Catcher nach EPR-Vorbild ist aufgrund der begrenzten Platzverhältnisse unterhalb des Reaktordruckbehälters nicht möglich. Stattdessen plant EDF alternative Maßnahmen zur Beherrschung von Kernschmelzunfällen. Diese beruhen jedoch auf mehreren Annahmen, unter anderem darauf, dass sich das Corium über eine große Fläche ausbreitet und nach seiner Verteilung auf der Bodenplatte des Sicherheitsbehälters durch Flutung von oben wirksam gekühlt werden kann. Das OECD/NEA-Projekt „Reduction of Severe Accident Uncertainties“ (ROSAU)⁸ untersucht die Wirksamkeit dieses Corium-Rückhaltesystems. Die Forschungsarbeiten sind noch nicht abgeschlossen. (UMWELTBUNDESAMT 2024a)

In UMWELTBUNDESAMT (2024a) wird empfohlen, vor der Genehmigung des Langzeitbetriebs einen vollständigen experimentellen Nachweis sowie den Nachweis der Übertragbarkeit auf Cattenom zu verlangen.

Gemäß ASNR (2025) sollen zur Beherrschung von Kernschmelzunfällen folgende Systeme installiert werden:

- Eine Vorrichtung zur Stabilisierung des Coriums, nachdem es sich auf der Bodenplatte des Reaktorgebäudes ausgebreitet hat und passiv mit Wasser geflutet wurde. Sie soll einem Verlust der Integrität des Sicherheitsbehälters infolge eines Durchschmelzens der Bodenplatte entgegenwirken (RP4-1300-AG-A).
- Ein neues, gehärtetes Sicherheitssystem zur Kühlung des Sicherheitsbehälters und des Coriums (EAS-ND), das die Abfuhr der Nachzerfallswärme ohne Nutzung des Systems zur gefilterten Druckentlastung ermöglicht (RP4-1300-AG-B).

Diese beiden Einrichtungen sind seit einer Entscheidung der ASNR vom 21. Januar 2014 vorgesehen und müssen spätestens im Rahmen der VD4 umgesetzt werden.

Das U5-Filtersystem dient der gefilterten Druckentlastung des Sicherheitsbehälters bei einem schweren Störfall, wenn der Druck im Sicherheitsbehälter zu hoch ansteigt. Die installierten Systeme zur gefilterten Druckentlastung waren jedoch nicht gegen Erdbeben ausgelegt. Obwohl diese Schwachstelle seit 2011 bekannt ist, soll das U5-Filtersystem erst bis zur vierten planmäßigen Abschaltung für W&B nach der VD4 so verstärkt werden, dass es auch nach einem starken Erdbeben (SMS) funktionsfähig bleibt (RP4-1300-AG-C).

6.2 Hardened Safety Core (HSC)

Aufgrund von Auslegungsdefiziten der 1300-MW-Reaktoren hinsichtlich Redundanz, Diversität, räumlicher Trennung und der erforderlichen manuellen Eingriffe durch das

8

https://oecd-nea.org/jcms/pl_103985/nea-concludes-two-severe-accident-research-projects-plans-further-activities

Personal können interne und externe Gefahren zu Ereignissen führen, die über die Auslegungsgrundlagen hinausgehen. Um diese Schwachstellen auszugleichen, soll ein „gehärteter Sicherheitskern“ (HSC) aus robusten technischen und organisatorischen Maßnahmen geschaffen werden. Dieser soll sicherstellen, dass der Reaktorkern und das Abklingbecken mindestens 24 Stunden lang gekühlt werden können. Der HSC soll als Konsequenz aus den in dem Stresstest untersuchten Extremsituationen dazu beitragen, Unfälle mit Kernschmelze zu verhindern oder deren Verlauf zu begrenzen, großflächige radioaktive Freisetzen einzudämmen und dem Betreiber die Wahrnehmung seiner Aufgaben im Notfallmanagement zu ermöglichen. (ECS-1)

Fünfzehn Jahre nach dem Unfall von Fukushima ist der HSC, dem sowohl bei der Verhinderung von Unfällen mit Kernschmelze als auch bei der Minderung ihrer Folgen eine wichtige Rolle zukommen soll, noch nicht vollständig umgesetzt.

ASNR (2025) fordert, dass der Betreiber alle noch ausstehenden Maßnahmen des HSC spätestens bei der vierten planmäßigen Abschaltung für W&B nach der VD4 umsetzt. [RP4-1300-ND-C] Dies wäre voraussichtlich im Jahr 2032 der Fall.

Zwei weitere relevante Maßnahmen im Zusammenhang mit dem HSC müssen erst später umgesetzt werden.

- Spätestens bei der VD4 muss der Betreiber die Änderung der Notwasserversorgung der Dampferzeuger umsetzen und Vorkehrungen treffen, um den entsprechenden Wasserspeicher aus der neuen Notwasserquelle wieder befüllen zu können. Spätestens bei der vierten planmäßigen Abschaltung für W&B nach der VD4 sollen die Einrichtungen, die im Hard-Core-Zustand die Abfuhr der Restleistung über den Sekundärkreislauf ermöglichen, Bestandteil des HSC sein. [RP4-1300-ND-A]
- Spätestens bei der VD4 muss der Betreiber eine neue Notfall-Einspritzvorrichtung für die Dichtungen der Primärkühlumpen installieren. Spätestens bei der vierten planmäßigen Abschaltung für W&B nach der VD4 muss diese Einrichtung Bestandteil des HSC sein. [RP4-1300-ND-B]

Darüber hinaus ist nicht gewährleistet, dass der HSC nach seiner Implementierung im Zusammenspiel mit den bestehenden Strukturen, Systemen und Komponenten (SSCs) die angemessenen Anforderungen an die Widerstandsfähigkeit gegenüber extremen Gefahren und deren Auswirkungen erfüllt. Die SSCs des HSC sind nicht unabhängig von den bestehenden SSCs. Daher ist nicht sichergestellt, dass der HSC tatsächlich den erwarteten Schutz vor Extremereignissen gewährleistet. (UMWELTBUNDESAMT 2024)

6.3 Schnelle nukleare Eingreiftruppe (FARN)

Bei Unfällen, die länger als 24 Stunden andauern, soll die schnelle nukleare Eingreiftruppe (FARN) zum Einsatz kommen. Sie stellt mobile Ausrüstung wie Notstromdieselaggregate und zusätzliche Wasserquellen bereit. Ihre Aufgabe besteht darin, nach 24 Stunden einzugreifen, die Einsatzkräfte vor Ort kontinuierlich zu unterstützen und gegebenenfalls die Schichtmannschaften abzulösen, die bereits mit den Notfallmaßnahmen am betroffenen Standort begonnen haben. Die FARN besteht aus einer Zentrale und vier regionalen Zentren an den AKW-Standorten Bugey, Civaux, Dampierre und Paluel.

In der praktischen Umsetzung der Maßnahmen zeigten sich jedoch Defizite. Bei einer Inspektion im Jahr 2022 stellten die Inspektoren fest, dass die Flanschschrauben an den

FARN-Anschlusspunkten von einer Rostschicht bedeckt waren und auch andere Bereiche dieser Anschlusspunkte sichtbare Rostspuren aufwiesen. Zudem kritisierten sie, dass ein wichtiges Ventil am FARN-Anschlusspunkt im Brennelementgebäude von Reaktor 4 aus betrieblichen Gründen geschlossen war. Die ANSR äußerte Zweifel daran, ob im Bedarfsfall unter den gegebenen Randbedingungen die erforderliche Öffnungszeit und Zugänglichkeit gewährleistet wären.⁹

Der Erfolg der Maßnahmen hängt davon ab, dass die Einsatzkräfte in der Lage sind, schnell und gezielt zu handeln. EDF hat bislang nicht ausreichend nachgewiesen, dass dies gewährleistet werden kann.

Der Betreiber muss erst bis zum 31. Dezember 2028 nachweisen, dass die Einsatzkräfte in der Lage sind, die vorgesehenen Standorte zu erreichen und dort die im Rahmen des Nachweises der nuklearen Sicherheit für eine „Hardened Safety Core“-Situation erforderlichen Maßnahmen zur Verhinderung einer Kernschmelze und zur Begrenzung ihrer Folgen durchzuführen. Bis dahin muss der Betreiber gegebenenfalls erforderliche Änderungen festlegen und einen entsprechenden Zeitplan vorlegen. [RP4-1300-FOH-A]

Defizite beim Krisenmanagement zeigten sich im AKW Cattenom: Eine unangekündigten Inspektion zum Thema „Organisation und Krisenmanagement“ am 4. Juli 2019 sollte den ordnungsgemäßen Zustand und die Verfügbarkeit der Ausrüstung überprüfen, die bei der Auslösung eines internen Notfallplans (PUI – *Plan d’Urgence Interne*) zum Einsatz kommt. Dabei wurde festgestellt, dass die Mitarbeiter, die die Ausrüstung bereitstellten, nicht zu den dafür vorgesehenen Personen gehörten. Darüber hinaus deckte die Inspektion Unstimmigkeiten bei der Ausbildung auf. Insgesamt kamen die Inspektoren zu dem Schluss, dass nicht zuverlässig sichergestellt war, dass innerhalb relativ kurzer Zeit alle für einen Störfall vorgesehenen Mitarbeiter zusammengeführt werden konnten, um die PUI-Einsatzleitstellen innerhalb von weniger als einer Stunde einsatzbereit zu machen.¹⁰

Unabhängig davon, dass die Machbarkeit der geplanten Maßnahmen des HSC und der FARN noch nicht vollständig nachgewiesen wurde, können diese nicht dazu dienen, bestehende Auslegungsdefizite der Sicherheitssysteme auf Sicherheitsebene 3 (Beherrschung von Auslegungsstörfällen) auszugleichen oder als gleichwertiger Nachweis für die Erfüllung der dort geltenden Sicherheitsanforderungen dienen. Insbesondere können sie nicht als Ersatz für die auf dieser Sicherheitsebene erforderlichen, ausreichend redundanten, diversitären und räumlich getrennten Sicherheitssysteme dienen, die Störfälle beherrschen und eine Kernschädigung verhindern sollen.

6.4 Umgang mit kontaminiertem Wasser

Als Konsequenz aus den Erfahrungen des Unfalls in Fukushima sollte die Maßnahmen zum Umgang mit kontaminiertem Wasser entwickelt werden. Bis 2012 sollte eine Machbarkeitsstudie zur Errichtung oder Erneuerung einer geotechnischen Barriere (Containment) oder zur Umsetzung gleichwertiger technischer Maßnahmen durchgeführt werden. Ziel war es, im Falle eines schweren Unfalls den Übertritt radioaktiver Kontaminationen ins Grundwasser zu verhindern. (ECS-27-1) Laut NAcP von 2020 kam EDF zu dem Schluss, dass eine geotechnische Barriere zu wirtschaftlich vertretbaren Kosten nicht realisierbar sei. (ASN 2020a)

⁹ ASNR: INSSN-STR-2022-0798

¹⁰ ASNR: INSSN-STR-2019-0711

ASNR (2025) stellte im Rahmen der 4. PSÜ erneut Anforderungen an den Umgang mit kontaminiertem Wasser im Falle eines Kernschmelzunfalls. Demnach muss EDF spätestens zur VD4 Maßnahmen ergreifen, um das Austreten kontaminierten Wassers aus dem Reaktorgebäude und dem Hilfsanlagengebäude zu begrenzen. Spätestens nach der vierten planmäßigen Abschaltung für W&B nach der VD4 muss der Betreiber zudem über die erforderlichen Mittel verfügen, um die Kontamination des Wassers im Reaktorgebäude nach einem Kernschmelzunfall zu verringern. [RP4-1300-AG-D]

6.5 Lagerung der Brennelemente

Der Stresstest offenbarten zahlreiche Mängel im Zusammenhang mit den Brennelementen im Lagerbecken. Zunächst wurden einige begrenzte Maßnahmen umgesetzt:

- Installation einer erweiterten Instrumentierung zur Überwachung der Wassertemperatur und des Wasserstands im Abklingbecken sowie der radiologischen Bedingungen in der Halle des Brennelementgebäudes (ECS-20).
- Verstärkung der Maßnahmen zur Verhinderung einer unbeabsichtigten schnellen Entleerung der Brennelementlagerbecken (ECS-22).

Im Rahmen der vierten PSÜ plant EDF die Einführung eines Systems („PTR bis“), das teilweise auf mobilen Ausrüstungskomponenten basiert. Dieses soll langfristig die Kühlung des Beckens sicherstellen und damit einen Zustand ohne Sieden gewährleisten.

Das diversifizierte Nachspeise- und Kühlsystem für das Brennelementlagerbecken soll erst bei der vierten planmäßigen Abschaltung für W&B nach der VD4 vollständig umgesetzt werden. Bei der VD4 nimmt der Betreiber zunächst alle dauerhaft installierten Komponenten des Nachspeisesystems für das Lagerbecken in Betrieb. [RP4-1300-PISC-A]

Anzumerken ist, dass das Abklingbecken des EPR auslegungsbedingt über drei verschiedene, voneinander unabhängige Stränge gekühlt werden kann. Zudem befindet sich das Abklingbecken beim EPR innerhalb des Sicherheitsbehälters.

Die ASNR kritisierte den von EDF vorgelegten Untersuchungsumfang zu möglichen Unfallszenarien im Abklingbecken als unzureichend. Zwar forderte die ASNR weitere Studien, schränkte den Umfang der erforderlichen Nachrüstungen jedoch bereits durch die Vorgabe ein, dass diese „verhältnismäßig“ sein müssten.

Im Rahmen der vierten PSÜ forderte die ASNR (2025) weitere Studien zu Unfällen, die das Brennelementlagerbecken betreffen. Spätestens bei der vierten planmäßigen Abschaltung für W&B nach der VD4 muss der Betreiber die folgenden Situationen in einem eigenen Kapitel des Sicherheitsberichts behandeln:

- Situationen mit teilweisem oder vollständigem Verlust der Kühlung des Wassers;
- Situationen infolge eines Rohrbruchs in einem absperrbaren Abschnitt, der mit dem Brennelementlagerbecken verbunden ist;
- Situationen, die sowohl das Becken im Brennelementgebäude als auch das im Reaktorgebäude betreffen.

Der Betreiber muss gegebenenfalls erforderliche Änderungen vornehmen. [RP4-1300-PISC-B]

Ebenfalls spätestens bei der vierten planmäßigen Abschaltung für W&B nach der VD4 muss der Betreiber die erforderlichen Maßnahmen festlegen und umsetzen, um das Risiko von Ereignissen infolge eines Bruchs im gemeinsamen Abschnitt des Kühl- und des

diversifizierten Kühlsystems des Brennelementlagerbeckens zu verringern. Darüber hinaus muss er Maßnahmen für das Unfallmanagement vorsehen, mit denen in solchen Situationen langfristig ein Zustand ohne Sieden erreicht werden kann. [RP4-1300-PISC-C]

7 Gefahr durch Terroranschläge und Sabotage

7.1 Gezielter Flugzeugabsturz

Nach den Terroranschlägen vom September 2001 in New York rückte insbesondere die Frage des Schutzes kerntechnischer Anlagen vor einem gezielten terroristischen Flugzeugabsturz verstärkt in den Fokus. Bei neueren Reaktorkonzepten, wie dem EPR, werden entsprechende Einwirkungen bei der Auslegung berücksichtigt. (WENRA 2013)

Auf Grundlage probabilistischer Analysen zur Absturzhäufigkeit von Flugzeugen wurde für das AKW Cattenom der Absturz eines kleinen Zivilflugzeugs mit einer Masse von 5,7 Tonnen zugrunde gelegt. Die für das AKW Cattenom berücksichtigten Einwirkungen infolge eines Flugzeugabsturzes liegen damit deutlich unter den für den EPR zugrunde gelegten Annahmen, die auch den gezielten Absturz eines Verkehrsflugzeugs umfassen.

Der Reaktorkern des AKW Cattenom ist von einem doppelwandigen Sicherheitsbehälter¹¹ umschlossen. Die Wandstärken betragen jedoch nur etwa 90 cm. Darüber hinaus sind die sicherheitsrelevanten Gebäude hinsichtlich ihrer Widerstandsfähigkeit gegenüber mechanischen Einwirkungen infolge eines Flugzeugabsturzes vergleichsweise schwach ausgelegt. Die Behälter mit zusätzlichen Kühlmittelvorräten sind zudem nicht redundant vorhanden und außerhalb des Sicherheitsbehälters angeordnet. Im Unterschied zum AKW Cattenom befinden sich beim EPR die primärseitigen Kühlmittelvorräte innerhalb des Sicherheitsbehälters. Die geschützten Bereiche umfassen neben dem Reaktorgebäude auch das Brennelementlagerbecken sowie weitere Gebäude mit sicherheitstechnisch erforderlichen Einrichtungen.

Aufgrund des begrenzten Auslegungsschutzes gegenüber einem gezielten Flugzeugabsturz besteht für das AKW Cattenom die Gefahr, dass ein solches Ereignis zu erheblichen Schäden an sicherheitsrelevanten Gebäuden und Systemen führt. PISTNER et al. (2018) bewertet den Schutz der Anlage vor diesem Hintergrund kritisch.

Bei einem Flugzeugabsturz können eine Beschädigung des Sicherheitsbehälters sowie Schäden an den darunterliegenden Gebäudestrukturen und inneren Anlagenkomponenten nicht ausgeschlossen werden. Sollten infolge des Ereignisses auch die redundant ausgeführten Notkühlsysteme beschädigt oder in ihrer Funktion beeinträchtigt werden, kann ein Kernschmelzunfall nicht ausgeschlossen werden. Bei einem solchen Unfallablauf ist aufgrund der Zerstörung des Reaktorgebäudes seine Rückhaltefunktion nicht mehr gegeben, große und frühzeitige Freisetzen radioaktiver Stoffe würden resultieren. Dies ist laut dem in der Richtlinie 2014/87/Euratom formulierten Sicherheitsziel, praktisch auszuschließen.

¹¹ Die Sicherheitsbehälter der 1300-MWe-Reaktoren in Cattenom sind doppelwandig ausgelegt: Die Innenwand aus vorgespanntem Beton muss dem Druck bei einem Leckage-Ereignis standhalten, die Außenwand aus Stahlbeton muss äußeren Gefahren standhalten. Im Raum zwischen der inneren und der äußeren Betonhülle wird durch das Unterdrucksystem ein Unterdruck erzeugt, um die Radioaktivität zurückzuhalten. Die Dichtheit des Sicherheitsbehälters wird im Rahmen der periodischen Sicherheitsüberprüfungen kontrolliert.

Die Gebäude für die Lagerung abgebrannter Brennelemente stellen bei den französischen Atomkraftwerken – mit Ausnahme des EPR – eine besondere „Schwachstelle“ dar. Die Lagerbecken für abgebrannte Brennelemente befinden sich in separaten Gebäuden, deren bauliche Auslegung und Widerstandsfähigkeit gegenüber äußeren Einwirkungen nicht ausreichend geschützt ist. Nach den vorliegenden Angaben verfügen diese Gebäude über ein dünnes Metaldach und im oberen Bereich Betonwände mit begrenzten Wandstärken (30 cm); im Bereich des Lagerbeckens betragen die Wandstärken etwa 0,8 bis 1 m. Die Gebäude für abgebrannte Brennelemente in französischen Kernkraftwerken sind gut sichtbar und somit relativ leichte Ziele für einen Angriff aus der Luft.

Eine Beschädigung des Lagerbeckengebäudes infolge eines schweren äußeren Ereignisses könnte die Integrität des Lagerbeckens und die Aufrechterhaltung der Kühlung der abgebrannten Brennelemente beeinträchtigen. Die Beherrschung eines solchen Szenarios hängt wesentlich davon ab, ob die Wasserinventare erhalten bleiben, eine ausreichende Nachspeisung gewährleistet ist und die erforderlichen Systeme und Einrichtungen verfügbar bleiben.

Die sicherheitstechnische Bedeutung eines Verlusts der Kühlung von Brennelementelagerbecken wurde insbesondere durch den Unfall im japanischen Kernkraftwerk Fukushima Daiichi im März 2011 deutlich. Für die Bewertung solcher Szenarien sind die Nachzerfallsleistung der eingelagerten Brennelemente, der Wasserstand im Becken, die Wärmeabfuhr und die zeitliche Entwicklung der Brennstofftemperaturen entscheidend. Besonders relevant sind dabei Brennelemente, die erst vor relativ kurzer Zeit aus dem Reaktorkern entladen wurden, da sie aufgrund ihrer höheren Nachzerfallsleistung mehr Wärme erzeugen als länger gelagerte Brennelemente.

Wenn das Wasser abfließt und kein Nachfüllen möglich ist, können innerhalb weniger Stunden schwere radioaktiven Freisetzungen resultieren. Brennelemente, die erst kurz zuvor aus dem Reaktor entnommen wurden, erzeugen eine relativ große Wärmemenge und können innerhalb weniger Stunden eine Temperatur von 900 °C erreichen.¹² Bei dieser Temperatur würde die aus Zircaloy bestehende Brennelementhülle an der Luft verbrennen. Der Brand ist sehr heiß und lässt sich nicht mit Wasser löschen. Innerhalb des Abklingbeckens könnte er auf ältere Brennelemente übergreifen. Auf diese Weise könnte der gesamte Bestand des Abklingbeckens schmelzen. (HIPPEL 2016) In dieser Situation müsste die Bevölkerung innerhalb kürzester Zeit evakuiert werden.

Es liegen keine Studien zu den Folgen eines gezielten Flugzeugabsturzes auf ein französisches Atomkraftwerk (Reaktorgebäude oder Gebäude des Abklingbeckens) vor. Es ist jedoch möglich, einige Rückschlüsse aus Studien zu ziehen, die in anderen Ländern – etwa Deutschland – durchgeführt wurden, sowie allgemeine Überlegungen zu den möglichen Auswirkungen eines solchen Absturzes anzustellen. Eine vom deutschen Bundesumweltministerium (BMU) in Auftrag gegebene allgemeine Studie ergab, dass selbst ein kleines Verkehrsflugzeug (z. B. ein Airbus A320) am Reaktorgebäude – bei einer Wandstärke von 0,6 bis 1 Meter – schwere Schäden verursachen würde. (BMU 2002) Auch EDF untersuchte die Folgen eines Absturzes eines Verkehrsflugzeugs auf das Gebäude für abgebrannte Brennelemente. Nach Angaben von EDF würde dies nicht zu einer Freilegung der Brennelemente im Abklingbecken führen. Diese Aussage lässt sich weder durch die

¹² Die gefährlichste Situation tritt während des Brennelementwechsels ein, wenn der gesamte Brennstoff aus dem Reaktorkern in das Abklingbecken umgeladen werden muss.

vorliegenden Studien zu Flugzeugabstürzen belegen noch anhand der der Studie zugrunde liegenden Annahmen (z. B. zum Flugzeugtyp) nachvollziehen.

Zu beachten ist auch das zunehmende Risiko durch Alterungseffekte: In einer Studie wurde anhand numerischer Simulationen der Einfluss der Alterung auf die Auswirkungen eines Aufpralls eines Militärflugzeugs auf ein Kernkraftwerk untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die Alterung einer Anlage deren Anfälligkeit für großflächige oder lokale Durchbrüche erhöht. Je stärker die Materialverschleißerscheinungen sind, desto geringer ist die Restfestigkeit und desto größer ist das Risiko einer Wandperforation. Bei gleicher Aufprallkraft ist die Festigkeit des gealterten Sicherheitsbehälters um etwa 30 % verringert. (FRANO 2021)

Die Nachwärmeabfuhr aus dem Reaktorkern und dem Abklingbecken muss auch im Falle eines Absturzes eines Verkehrsflugzeugs gewährleistet sein. Es sollten alle praktikablen Verbesserungen für einen angemessenen Schutz umgesetzt werden. Es wird empfohlen, das Schutzniveau gegen Flugzeugabstürze auf das EPR-Niveau anzuheben. Sollte dies als nicht umsetzbar erachtet werden, wird empfohlen, auf diese Diskrepanz zum EPR-Sicherheitsniveau hinzuweisen und die daraus resultierenden Risiken in einem Risikobericht zu bewerten. (UMWELTBUNDESAMT 2024a)

7.2 Neue Bedrohungen

Mit dem Angriff Russlands auf die Ukraine sind Szenarien eingetreten, die bisher als wenig realistisch galten. In der Ukraine sind AKW erstmals zum direkten und indirekten Ziel bewaffneter Konflikte geworden. Russland hat deutlich gemacht, dass internationale Regeln, die Kriegshandlungen in der Umgebung von Atomkraftwerken verbieten, nur so lange aufrechterhalten werden, wie sich alle Akteure daran gebunden fühlen. Kriegshandlungen auf dem Reaktorgelände und Beschuss der Gebäude auf dem Kraftwerksgelände sowie die vorsätzliche Zerstörung der Netzanbindung sind weder Teil der Auslegung noch der Sicherheitsanalysen eines Atomkraftwerks. (BASE 2022)

Auf längere Sicht ist es schwierig, bewaffnete Konflikte vollständig auszuschließen. Daher müssen die zusätzlichen Risiken angemessen berücksichtigt werden, insbesondere

- Absturz eines mit Waffen beladenen Militärflugzeugs.
- Einsatz von Drohnen mit Sprengmitteln oder anderen Waffen.

Der Einsatz von Drohnen in militärischen Konflikten hat in den letzten Jahren rasant zugenommen und wird in den kommenden Jahren weiter steigen. In der Vergangenheit wurden die Drohnen für Aufklärungszwecke verwendet. Heutzutage werden Drohnen immer mehr auch für Kampfhandlungen eingesetzt. Die Ukraine entwickelte sich in den letzten Jahren zu einem Kriegslabor. Die sogenannten Kamikaze-Drohnen gelten im Ukraine-Krieg als „Gamechanger“. Die rasante Entwicklung der Drohnenkriegsführung in der Ukraine hat Hunderte neue Systeme hervorgebracht.¹³ Millionen Drohnen werden in der Ukraine und anderen Staaten in Europa für den Kampfeinsatz produziert.

Die massive Zunahme der Anzahl und der Fähigkeiten von Drohnen sowie der einfache Zugang und die leichte Bedienung von Drohnen zu niedrigen Kosten wird sie zu einer Waffe der Wahl für zukünftige Terroristen machen. Die Fähigkeit einer kleinen Gruppe, mehrere

¹³ Die Systeme unter 150 kg (Nato Klasse 1) sind in der Ukraine am weitesten verbreitet und haben den größten Einfluss.

Anschläge gleichzeitig durchzuführen, und zwar zu relativ geringen Kosten und aus großer Entfernung, wird dazu führen, dass Drohnen bei künftigen Terroranschlägen eingesetzt werden.

Kommerzielle Drohnen, die für den Einsatz von Sprengstoff oder Waffen konfiguriert oder modifiziert wurden, gelten zu Recht als Sicherheitsproblem. Drohnen werden immer leistungsfähiger (Höhe, Präzision, Reichweite, Geschwindigkeit) und sind zugleich leicht beschaffbar. Entsprechend nehmen auch Überflüge kritischer Infrastruktur zu. In den letzten Jahren wird in Europa verstärkt die Frage von Spionage- oder Sicherheitsrisiken diskutiert. Es gibt in Frankreich Nutzungsverbote für Drohnen in sensiblen Gebieten, die bei Missachtung mit Haftstrafen und Geldbußen einhergehen können. Terroristische Gruppen würden sich dadurch nicht stoppen lassen. Eine wirklich sichere und allumfassende Methode zur Drohnenabwehr gibt es noch nicht.

Realisierbar und wirkungsvoll erscheint ein Angriff mit mehreren Drohnen (Drohnen Schwarm), die mit Sprengstoff und/oder Granaten und/oder Brandbeschleuniger beladen sind oder mit verschiedenen Gefechtsköpfen bestückt sind. Die Attentäter könnten nacheinander oder simultan mit mehreren Drohnen das Atomkraftwerk und insbesondere das Lagerbecken angreifen.

Aufgrund der Komplexität der Situation nach einem Drohnenangriff muss bezweifelt werden, dass die Betriebsmannschaft oder die Eingreiftruppe (FARN) in der Lage ist, ein ausreichendes Wiederauffüllung des Beckens zu erreichen und ein Schmelzen des Brennstoffs zu verhindern. Es ist insgesamt nicht auszuschließen, dass selbst, wenn die Lagerbecken keinen Schaden genommen haben, keine ausreichende Notkühlung hergestellt werden kann.

Nach Umsetzung der umfangreichen Nachrüstungen für die Kühlung der gelagerten Brennelemente im Rahmen der 4. PSÜ kann das Risiko einer Brennelementfreilegung in vielen Unfallsituationen reduziert werden. Die Nachrüstungen zielen auf Nachspeisung von Kühlmittel bei Ausfall des Kühlsystems und bei einer unfallbedingten Entleerung durch eine Fehlfunktion der vorhandenen Kühlsysteme. Mit den vorgesehenen Maßnahmen ist es jedoch nicht möglich, das Kühlwasser im Falle eines Verlusts des Kühlwassers aufgrund einer Leckage in der Gebäudestruktur nach einem Drohnenangriff wieder aufzufüllen. Die gefährlichste Schwachstelle, die Verwundbarkeit der Lagerbecken aufgrund der dünnen Gebäudewände, wird nach bisheriger Planung noch Jahrzehnte für 56 französische Reaktoren bestehen bleiben.

Laut einer US-Studie könnten etwa 75 Prozent (10-90 Prozent) des Cäsium-137 bei einem Schmelzen bzw. Brand der Brennelemente freigesetzt werden. (HIPPEL 2016) Je nach Wetterlage, werden die radioaktiven Stoffe über einen großen Bereich verteilt oder lagern sich auf einem schmalen Streifen ab. Die möglichen Kontaminationen hängen stark von den meteorologischen Bedingungen ab. In Folge einer Freisetzung aus dem AKW Cattenom besteht für den Nordosten Frankreichs, für Luxemburg, für fast ganz Deutschland sowie für Gebiete in Tschechien und Polen eine hohe Wahrscheinlichkeit langfristig kontaminiert zu werden. Menschen nicht nur aus Gebieten in Frankreich, sondern auch aus den Nachbarländern Deutschland und Luxemburg müssen langfristig umgesiedelt werden.

Bereits im Herbst 2014 wurden Drohnen über mehreren französischen Atomanlagen gesichtet. Nicht nur die Überflüge von rund 30 Drohnen an sich, sondern auch die

Unfähigkeit der Sicherheitsverantwortlichen, diese Aktivitäten zu erklären oder zu unterbinden, gaben Anlass zur Sorge.

7.3 Sicherungsmaßnahmen

Sicherungsmaßnahmen können zwar die Wahrscheinlichkeit eines absichtlich herbeigeführten Kernschmelzunfalls oder die Erfolgswahrscheinlichkeit einer Sabotageaktion verringern, doch können sie solche Handlungen grundsätzlich nicht ausschließen. Einer Gruppe von Aktivisten gelang es im Morgengrauen am 12. Oktober 2017 unerlaubt auf das Gelände des AKW Cattenom einzudringen. Auch wenn die Aktion gewaltfrei war, belegte sie eklatante Lücken beim Schutz der Anlage vor externen Eindringlingen oder potenziellen Terrorangriffen. Die Personen wurden von Sicherheitskräften festgenommen. Die französische Atomaufsichtsbehörde (ASNR) aktivierte ihr Notfallzentrum in Montrouge, nachdem der Betreiber für das AKW den „Sicherheits- und Schutzplan“ (Plan Sûreté-Protection) ausgelöst hatte.

Die US-amerikanische „Nuclear Threat Initiative“ (NTI) hat im sogenannten „Nuclear Security Index 2026“ die Maßnahmen verschiedener Länder zum Schutz ihrer kerntechnischen Anlagen vor Terroranschlägen und Sabotage bewertet. Der NTI-Index bewertet nicht die konkreten Maßnahmen in einzelnen Anlagen, sondern die von der Regierung ergriffenen Maßnahmen sowie die gesetzlichen Vorgaben. Im NTI-Index entspricht 100 der höchstmöglichen Punktzahl und damit der Erfüllung der aktuellen Sicherheitsanforderungen. Der „Nuclear Security Index 2026“ zeigt, dass Frankreich mit einer Gesamtpunktzahl von 74 Punkten den 23. Platz unter 48 Ländern belegt. Besonders besorgniserregend sind die niedrigen Werte in den Kategorien „Sicherungskultur“ (67 von 100), „Cybersicherheit“ (67) und „Schutz vor Insider-Bedrohungen“ (46). Diese niedrigen Werte deuten auf Schwachstellen im Schutz der Atomkraftwerke gegen Sabotage hin (NTI 2026).

Die Gefahr terroristischer Angriffe auf Atomkraftwerke wird meist heruntergespielt; dabei wird argumentiert, die Anlagen seien ausreichend gesichert, doch könnten aus Gründen der Vertraulichkeit keine Einzelheiten bekannt gegeben werden.

8 Alterung und Grenzen der Gegenmaßnahmen

Die Alterung stellt ein wesentliches Sicherheitsproblem für das AKW Cattenom dar. Es wird zwischen Alterung (der Werkstoffe) und Veralten (technologische und konzeptionelle Alterung) unterschieden. In allen technischen Systemen nehmen Qualität und Zuverlässigkeit der Bauteile mit zunehmender Betriebszeit ab (physische Alterung). (INRAG 2021)

Wie in jeder industriellen Anlage sinkt auch in einem Atomkraftwerk während der Betriebszeit die Qualität der eingesetzten Werkstoffe insbesondere durch physische Alterung¹⁴. Ionisierende Strahlen, thermische und mechanische Beanspruchungen sowie korrosive, abrasive und erosive Prozesse bewirken die Alterung der Komponenten. Die Folgen der negativen Alterungsprozesse sind z. B. Wanddickenschwächungen, Rissbildung und -wachstum, Ermüdung sowie Veränderungen elektrischer und anderer physikalischer Eigenschaften.

¹⁴ Die physische Alterung bezeichnet den Prozess, bei dem sich die physischen Eigenschaften von Strukturen, Systemen oder Komponenten (SSC) im Laufe der Zeit oder durch Gebrauch ändern (WENRA 2014).

Bei aktiven Bauteilen wie z.B. Pumpen und Ventilen macht sich im Laufe der Betriebszeit eine Reduzierung der Funktionstüchtigkeit im Allgemeinen deutlich bemerkbar. Ein Austausch ist grundsätzlich möglich - sofern Ersatzteile vorhanden sind.

Die Alterung passiver Komponenten ist schwierig während der Nutzung festzustellen. Mit wenigen Ausnahmen (z. B. großflächige Korrosionserscheinungen oder Durchrostung) vollziehen sich die Alterungsprozesse von Metallen auf der Ebene der mikroskopischen Gitterstruktur, und sind z. B. nicht direkt von außen sichtbar.

Mit steigendem Wissen und verbesserten Prüfmethoden werden noch heute bei alten AKW fertigungsbedingte Fehler aufgefunden. Es ist zu erwarten, dass auch nach einer Betriebszeit von 40 Jahren noch herstellungsbedingte Mängel vorhanden sein werden. Betriebserfahrungen zeigen, dass diese nicht immer durch Prüfungen aufgefunden werden, sondern erst, wenn diese Schäden oder Pannen verursachen.

Um negativen Alterungseffekten durch Inspektionen und Überwachung entgegenzuwirken und Risse und andere Schäden zu erkennen, bevor sie zu Versagen führen, müssen Kenntnisse über die zu erwartenden Schadensphänomene vorhanden sein. Zudem müssten geeignete Prüfverfahren vorhanden sein. Auch das ist nicht immer der Fall. Außerdem sind nicht alle Komponenten vollständig prüfbar.

In vielen Fällen erlauben zerstörungsfreie Prüfungen, die Überwachungen von Rissentwicklung, Oberflächenveränderungen und Wanddickenschwächung. Oft wird jedoch zunächst ein Schaden zufällig gefunden. Anschließend wird in derselben und anderen Anlagen nach vergleichbaren Schäden gesucht – und häufig werden diese dann auch gefunden.

8.1 Alterungsmanagement

Ein umfassendes Alterungsmanagement, welches u.a. Betriebsbeobachtungen, Begehungen, Auswertung von Störungsmeldungen, Ursachenklärung von Ereignissen, Intensivierung von (wiederkehrenden) Prüfungen umfasst, hätte das Potenzial, alterungsbedingten Fehlern zumindest bis zu einem gewissen Grade entgegenzuwirken.

Zur Erhöhung der Sicherheit existierender Kernkraftwerke sollen laut Europäischer Nuclear Safety Directive (NSD) (EU Richtlinie 2014/87/EURATOM) Topical Peer Reviews (TPR) in den europäischen AKWs durchgeführt werden. Das 2017 durchgeführte TPR zum Alterungsmanagementprogramm (AMP) zeigte, dass das AMP in Frankreich im Vergleich zu dem von ENSREG für Europa erwarteten Sicherheitsniveau Lücken aufwies (ENSREG 2018a, b).

Voraussetzung dafür, dass alterungsbedingte Veränderungen erkannt werden, bevor daraus sicherheitsrelevante Schäden oder Funktionsbeeinträchtigungen entstehen, ist ein wirkungsvolles Alterungsmanagement. Die vorliegenden Inspektionsergebnisse aus dem AKW Cattenom weisen jedoch auf Defizite hin. Das gilt auch für die wiederkehrenden Prüfungen und die Tätigkeiten von externen Dienstleistern. Mängel traten auch bei der Fertigung und Qualitätskontrolle auf. Zusätzlich traten unerwartete sicherheitsrelevante Schäden durch Spannungsrisskorrosion in System auf, in denen dies nicht erwartet wurde.

Inspektionen zum Alterungsmanagement

Eine aktuelle Inspektion zeigt Mängel im Alterungsmanagement im AKW Cattenom: Am 20. und 21. März 2025 fand im AKW Cattenom eine Inspektion zum Thema Alterungsmanagement statt. Die Inspektoren führten eine stichprobenartige Überprüfung des generellen Alterungsmanagements durch. Zudem überprüften sie die im lokalen Alterungsmanagementprogramm vorgesehenen Maßnahmen. Sie stellten fest, dass die Organisation des Alterungsmanagements in den relevanten Leitfäden nicht ausreichend beschrieben wird. Die Inspektoren kritisierten zudem, dass der Austausch von RIS-Rohrleitungen aufgrund von Spannungskorrosion nicht erwähnt wird, und dass die Inspektionen für bestimmte unterirdischen Rohrleitungen abgesagt wurden, ohne dass der Grund angegeben wurde.¹⁵

Am 26. September 2017 fand im AKW Cattenom eine Inspektion zum Thema „Beherrschung der Alterungsprozesse“ statt. Dabei stellten die Inspektoren fest, dass bestimmte Maßnahmen zur Vermeidung von Schäden durch Alterungsprozesse für die Pumpen des Notwasserkreislaufs (SEC) nicht umgesetzt worden waren. Das Programm zur Alterungsbeherrschung für Reaktor 1 saht die Durchführung von Maßnahmen vor, die darauf abzielen, Wasseraustritte an Metallteilen der in der Pumpstation befindlichen Ausrüstung zu beseitigen. Die Inspektoren stellten fest, dass an beiden Pumpen weiterhin Wasser austrat – teils in Form von Rinnsalen –, was zu erheblichen Wasseransammlungen am Boden im Bereich der Pumpenfundamente sowie bei anderen Ausrüstungsteilen führte. Dazu kam noch, dass im Formular zur Alterungsbewertung, das sich mit der Korrosion der äußeren Verschraubungen und Befestigungselemente der Pumpen befasst, die Problematik des Wasseraustritts nicht erwähnt wird.¹⁶

Austausch von Komponenten und neue Fehlerquellen

Im Falle offensichtlicher Mängel ist der Austausch einer Komponente die einzige Möglichkeit, einen gefährlichen Ausfall zu verhindern. Dabei ist jedoch zu beachten, dass Komponenten und Bauteile von Systemen bzw. Baugruppen in der Regel bestimmte Spezifikationen und Anforderungen erfüllen müssen. Auch an die Montage werden hohe Anforderungen gestellt.

Der Austausch von Komponenten eröffnet somit neue Fehlerquellen: Betriebserfahrungen zeigen, dass nach dem Ersatz von alten Komponenten (neue) Pannen wegen fehlerhafter Montage, dem Einsatz von nicht spezifikationsgerechten Komponenten auftraten. Es ist nicht selbstverständlich, dass alle Strukturen, Systeme und Komponenten (SSCs) nach einem Modernisierungsprogramm fehlerfrei und voll funktionsfähig sind (INRAG 2021).

Mangelhafte Lagerung der Ersatzteile

Auch eine mangelhafte Lagerung von Ersatzteilen kann sollten diese verwendet werden, zu späteren unerwarteten Ausfällen von Komponenten führen. Am 25. Januar 2018 fand im AKW Cattenom eine Inspektion statt, die sich mit der Verwaltung/ Lagerung von Ersatzteilen und der Aufrechterhaltung ihrer Qualifikation für Störfallbedingungen befasste. Die Inspektion fand Mängel bei der Qualitätssicherung und der Lagerbedingungen für Ersatzteile. Die Lagerdauer für Elastomere z. B. beträgt nur dann 10 Jahre, wenn die Temperatur bei oder

¹⁵ ASNR: INSSN-STR-2025-0904

¹⁶ ASNR: INSSN-STR-2017-0075

unter 25 °C gehalten wird. Bei der Überprüfung der elektronischen Aufzeichnungen stellten die Inspektoren fest, dass die genannte Temperatur mehrfach überschritten worden war.¹⁷

Neben Alterungserscheinungen gibt es Probleme bei der Qualitätskontrolle und der Sicherheitskultur; dies belegen unter anderem Montage- und Wartungsfehler. Daraus folgt, dass von der Existenz weiterer Mängel in den Anlagen ausgegangen werden muss, die im Falle eines Unfalls versagen könnten.

8.2 Mängel in der Konformität der Anlage

Die Konformität der Anlagen ist für deren Sicherheit unerlässlich und deren Überprüfung muss ein grundlegendes Ziel der periodischen Sicherheitsüberprüfung sein. Die Ständige Arbeitsgruppe (GPR) ist der Ansicht, dass das bisher von EDF für die 1300-MWe-Reaktoren vorgelegte Programm zur Überprüfung der Konformität hinsichtlich des Umfangs der durchgeführten Kontrollen ergänzt werden muss. (GPR 2019)

Konformitätsprüfung 2012

Zusätzlich zu dem Stresstest führte die ASNR im Sommer 2011 eine Inspektionskampagne durch, die sich auf Themen im Zusammenhang mit dem Unfall von Fukushima Daiichi konzentrierte. Der abschließende Inspektionsbericht enthielt 78 Feststellungen. (35 Konformitätsabweichungen, 35 Aufforderungen zur Erbringung zusätzlicher Nachweise und acht allgemeine Beobachtungen). Die meisten Mängel könnten, so die ASNR, kurzfristig behoben werden. Experte ist der Auffassung, dass die Vielzahl und die sicherheitstechnische Bedeutung der Mängel in der Sicherheitskultur ist. (MAJER 2012) Bemerkenswert war das Fehlen von Siphonbrechern in den Brennelementlagerbecken von Reaktor 2 und 3. Im Falle eines Zwischenfalls könnte die Einspeiseleitung das Wasser durch einen Siphon-Effekt aus dem Becken absaugen, anstatt es einzuleiten. Aufgrund der potenziellen Folgen wurde dieses Ereignis auf der INES-Skala mit Stufe 2 eingestuft.

Skandal um das Schmiedewerk Le Creusot

Im Jahr 2016 ordnete die französische Aufsichtsbehörde an, dass EDF bis zu einem Drittel Reaktoren für Sicherheitsüberprüfungen und Reparaturen stilllegen musste. Nach der Entdeckung von Schwachstellen am Reaktordruckbehälter des damals im Bau befindlichen EPR-Reaktors in Flamanville in 2014, hat Areva eine Überprüfung der Fertigungsverfahren in seinem Schmiedewerk Le Creusot eingeleitet. Areva hatte Hinweise auf Unregelmäßigkeiten bei etwa 400 seit 1965 hergestellten Bauteilen gefunden; davon befinden sich schätzungsweise 50 in französischen Atomkraftwerken im Einsatz. Areva teilte mit, dass Berichte zur Fertigung und Qualitätskontrolle im Schmiedewerk Le Creusot möglicherweise gefälscht worden seien. Die ASNR erklärte hierzu: Diese Situation zeigt, dass weder die Robustheit der Überwachungs- und Prüfkette – an deren Spitze die Hersteller und Betreiber stehen – noch die in der Nuklearindustrie geforderten hohen Qualitätsstandards in der Lage waren, das Risiko durch gefälschte, verdächtige oder betrügerische Bauteile vollständig auszuschließen. Dies bedeutet jedoch, dass davon ausgegangen werden muss, dass sich weitere den Anforderungen nicht entsprechende Bauteile in der Anlage befinden, die im Falle eines Unfalls versagen könnten.

Für Reaktor 1 des AKW Cattenom wurde während der Revision vom 17. Februar bis zum 15. April 2018 eine Überprüfung der Fertigungsunterlagen für die von Schmiedewerk Le Creusot

¹⁷ ASNR: INSSN-STR-2018-0759

hergestellten Bauteile durchgeführt. Diese Unterlagen wurden von den Dienststellen der ASNR geprüft; die Prüfung gab keinen Anlass, den weiteren Betrieb der betroffenen Ausrüstungsteile infrage zu stellen.

8.3 Unerwartetes Auftreten von Spannungsrisskorrosion

Ein unerwartete Riss wurde an Rohrleitungen des Sicherheitseinspeisesystems (RIS)¹⁸ von Reaktor 1 des AKW Civaux festgestellt. Die bei den Prüfungen entdeckten Auffälligkeiten führten zur Identifizierung eines bekannten, für diese Rohrleitungen jedoch unerwarteten Phänomens: der sogenannten Spannungsrisskorrosion.

Im Dezember 2022 legte EDF der ASN eine Inspektions- und Reparaturstrategie für die potenziell von Spannungsrisskorrosion betroffenen Rohrleitungen für den Zeitraum 2023–2025 vor. Anfang März 2023 musste EDF diese Strategie ändern, da bei Untersuchungen an Reaktor 1 des AKW Penly ein Riss entdeckt wurde, der im Gegensatz zu den bis dahin festgestellten Rissen in einem der Heißstränge lag. Bis dahin war EDF davon ausgegangen, dass insbesondere die Leitungen in den Kaltsträngen korrosionsanfällig seien.¹⁹

Die betreffende Schweißnaht war während des Reaktorbaus bereits zweimal repariert worden. Untersuchungen an zuvor herausgetrennten Rohrabschnitten ergaben zudem zwei weitere Risse, deren Struktur auf eine Entstehung durch thermische Ermüdung hindeutet. Der neu entdeckte Riss war deutlich tiefer als alle bis dahin festgestellten Risse: Er erstreckte sich über 155 mm, was etwa einem Viertel des Rohrumfangs entspricht. Seine maximale Tiefe betrug 23 mm bei einer Wandstärke von 27 mm.

Das Vorhandensein eines Risses dieser Größenordnung lässt laut ASNR keinen ausreichenden Nachweis der Festigkeit der Rohrleitung mehr zu. Der Sicherheitsnachweis des Reaktors berücksichtigt jedoch den Bruch dieser Rohrleitung. Das bedeutet, dass die Anlage so ausgelegt ist, dass die Kühlung des Reaktorkerns auch bei einem solchen Rohrleitungsbruch gewährleistet sein soll. Aufgrund der erhöhten Wahrscheinlichkeit eines Rohrbruchs und der möglichen Folgen für die Sicherheit stufte die Aufsichtsbehörde den Befund an Reaktor 1 des AKW Penly als Ereignis der INES-Stufe 2 ein. Die Risse in den anderen Reaktoren wurden als Ereignisse der INES-Stufe 1 eingestuft. An Reaktor 3 des AKW Cattenom wurden 1 bis 2 mm tiefe Risse sowie weitere, auf thermische Ermüdung zurückgeführte Risse mit einer Tiefe von 4 mm an den 25 mm dicken Rohrleitungen des sicherheitsrelevanten Sicherheitseinspeisesystems (RIS) festgestellt.

Bei den Schäden handelt es sich um Risse in Umfangsrichtung, die quer zur Leitungsrichtung verlaufen. Sie befinden sich im Grundwerkstoff neben den Schweißnähten. EDF hat betroffene Rohrleitungsabschnitte herausgetrennt und zur Untersuchung der Schadensursache an ein Labor übergeben. Erste metallografische und mikroskopische Untersuchungen deuten auf interkristalline Spannungsrisskorrosion hin. Diese tritt typischerweise auf, wenn drei ungünstige Bedingungen zusammentreffen: hohe

¹⁸ Das Sicherheits-Einspeisesystem (RIS) ermöglicht im Falle eines Unfalls die Einspeisung einer großen Menge borhaltigen Wassers in den Primärkreislauf des Reaktors, um die Kühlung der Brennelemente und das Beenden der Kernreaktion zu gewährleisten.

¹⁹ Nach Angaben von EDF aus dem August 2022 waren die Leitungen des Sicherheitseinspeisesystems in den Kaltsträngen der Reaktoren des Typs P4 an den Standorten Belleville, Cattenom, Golfech, Nogent-sur-Seine und Penly besonders korrosionsanfällig.

mechanische Spannungen, aggressive Umgebungsbedingungen und ein unter diesen Bedingungen empfindlicher Werkstoff.

Über die genaue Ursache der Spannungsrisskorrosion lässt sich zum jetzigen Zeitpunkt nur spekulieren. Der betroffene Werkstoff, ein nichtstabilisierter Chrom-Nickel-Stahl, gilt unter den üblichen chemischen Bedingungen im Primärkreislauf, also in praktisch sauerstofffreiem Heißwasser, nach bisherigen Erfahrungen als wenig anfällig für interkristalline Spannungsrisskorrosion. (GRS 2023)

Im Rahmen der 4. PSÜ sollte die beschriebene Problematik abschließend geklärt und behoben werden. Dabei ist zu betonen, dass eine Ursachenanalyse als Grundlage für eine Sanierungs- und Präventionsstrategie erforderlich ist.

Sicherheitsrelevanz der Schäden

Erreichen die Risse während des Betriebs eine bestimmte Größe, kann es insbesondere bei zusätzlichen mechanischen Belastungen zu einem Leck oder zum Bruch einer betroffenen Rohrleitung kommen. Es sind Szenarien denkbar, in denen gleichzeitig mechanische Belastungen auf mehrere betroffene Leitungen des Sicherheitseinspeisesystems einwirken, beispielsweise bei einem schweren Erdbeben. Sollten in einem solchen Fall mehrere dieser Leitungen gleichzeitig brechen, könnten Kernschäden oder sogar eine Kernschmelze nur verhindert werden, wenn andere Notfallmaßnahmen zur Kühlung des Reaktors erfolgreich umgesetzt würden. (GRS 2023)

Spannungsrisskorrosion in Reaktor 1

Reaktor 1 des AKW Cattenom wurde am 11. Juni 2022 für Wartungsarbeiten und den Brennelementwechsel abgeschaltet. Bei Inspektionen des RIS-Kreislaufs wurden Hinweise auf Spannungsrisskorrosion (SRK) festgestellt. Auf Anweisung der ASNR wurden vor der Wiederinbetriebnahme des Reaktors zwei Schweißnähte repariert. Bei den Prüfungen im Bereich der als besonders gefährdet eingestuften Schweißnähte wurden Befunde festgestellt, die auf Rissbildung durch SRK hindeuteten. Zwei dieser Befunde wiesen erhebliche Abmessungen auf: Die maximalen Risstiefen betrugen 4,7 mm beziehungsweise 6,1 mm. Darüber hinaus verpflichtete sich EDF, beim nächsten, für 2023 geplanten Stillstand des Reaktors alle Rohrleitungsabschnitte des Sicherheitseinspeisesystems auszutauschen, die als anfällig für Spannungsrisskorrosion eingestuft wurden.

Reaktor 1 des AKW Cattenom wurde am 27. Mai 2023 abgeschaltet, um diese Rohrleitungsabschnitte des Sicherheitseinspeisesystems auszutauschen. Während dieses Stillstands wurden alle für Spannungsrisskorrosion anfälligen Rohrleitungsabschnitte in den Kaltsträngen des Sicherheitseinspeisesystems ersetzt. Inspektionen von Schweißnähten, die bereits während der Bauphase des Reaktors repariert worden waren, ergaben keine Hinweise auf Spannungsrisskorrosion. Dies betraf insbesondere die Heißstränge des Sicherheitseinspeisesystems und das Nachkühlsystem.²⁰

Am 14. und 15. April 2025 fand im AKW Cattenom eine Inspektion zur ferngesteuerten Innenbearbeitung von Schweißnähten an ausgetauschten Hilfsleitungen statt. Ziel war es, bei Reaktor 1 die Arbeiten zur Abtragung der betreffenden Schweißnaht an der RIS-Leitung des ersten Kaltstrangs zu überprüfen. Die Überwachung der ferngesteuerten

²⁰ ASNR: Stillstand für Inspektionen und Arbeiten im Zusammenhang mit Spannungsrisskorrosion an Reaktor 1, 6. September 2023

Innenbearbeitung der RIS-Leitungen wurde insgesamt als zufriedenstellend bewertet. Die Inspektoren waren jedoch der Ansicht, dass die Umsetzung der vorgeschriebenen Überwachungsmaßnahmen und die technischen Kontrollen sicherheitsrelevanter Tätigkeiten verbessert werden könnten.²¹

Indirekte Probleme der Spannungsrissskorrosion

Bemerkenswert sind auch weitere ggf. negative Auswirkungen des Auftretens der Spannungsrissskorrosion. EDF bewertete vor der Wiederinbetriebnahme des Reaktors 3 in Cattenom das Risiko einer CRUD-Bildung aufgrund des langen Stillstandstands nach dem Austausch von Rohrleitungen im Sicherheitseinspeisesystem (RIS).²²

Das Programm zur Inspektion und zum anschließenden Austausch der betroffenen Rohrleitungen beeinträchtigte den Zeitplan für die Reaktorstillstände erheblich. Aufgrund der Notwendigkeit, die Sicherheit des Stromnetzes während der Winterperiode zu gewährleisten, sah sich EDF veranlasst, den für die Zehnjahresinspektion vorgesehenen Stillstand des Reaktors 4 des AKW Cattenom auf Februar 2024 zu verschieben.²³

8.4 Defizite bei Wiederkehrende Prüfungen (WKP)

Eine wichtige Maßnahme zum Auffinden von (alterungsbedingten) Schäden sind die Wiederkehrende Prüfungen. Diese weisen jedoch systematische Mängel auf, wie die Inspektionen im AKW Cattenom zeigen.

Am 29. und 30. November 2021 fand im AKW Cattenom eine Ferninspektion zum Thema „Auswertung der wiederkehrenden Prüfungen im Zuge der 10-Jahres-Revision von Reaktor 3“ statt. Die Inspektoren kamen zu dem Schluss, dass die Auswertung der Wiederinbetriebnahme-Prüfungen qualitativ nicht vollständig den Erwartungen entsprach. Zudem äußerten sie Zweifel an der Vollständigkeit der im Rahmen der Konformitätsprüfung der Dieselaggregate durchgeführten Überprüfungen. Nachdem Spuren von Kühlflüssigkeit an einer Rohrleitung des Notstromaggregats von Reaktor 4 entdeckt worden waren, stellte der Betreiber fest, dass mehrere Wasserrohrleitungen im Bereich der Dachdurchführungen Korrosionsspuren aufwiesen. Die Inspektoren kritisierten, dass der Zustand dieser Rohrleitungen nicht bereits früher erkannt worden war.

Am 12. Dezember 2022 fand im AKW Cattenom eine Ferninspektion zum Thema „Auswertung der wiederkehrenden Prüfungen, der Requalifizierungen und der während des Wiederanfahrens von Reaktor 4 aufgetretenen unvorhergesehenen Ereignisse“ statt. Die Inspektoren stellten fest, dass der Umgang mit einem unvorhergesehenen Ereignis – dem Bruch einer Rohrleitung – nicht den geltenden Vorgaben entsprach. Während der Prüfungen an Reaktor 4 hatte der Betreiber eine Undichtigkeit festgestellt, die auf den Bruch einer Schweißnaht zurückzuführen war, wahrscheinlich infolge von Schwingungsermüdung. Die Rohrleitung sollte ausgetauscht werden. Bei der Überprüfung der Arbeiten stellten die Inspektoren jedoch fest, dass lediglich der zweite Rohrleitungsabschnitt ersetzt worden war. Der erste Abschnitt wurde wieder an das Ventil angeschweißt. Die für die Reparatur zuständigen Betriebsabteilungen hatten das Risiko einer Schädigung der Rohrleitung durch wiederholte Schwingungen nicht erkannt.

²¹ ASNR: INSSN-STR-2025-0900

²² ASNR: INSSN-STR-2023-0824

²³ ASNR-Entscheidung Nr. 2023-DC-0773 19. Dezember 2023

Die Inspektion vom 18. Januar 2024 zum Thema „Wiederkehrende Prüfungen“ hatte angesichts der jüngsten Zunahme sicherheitsrelevanter Ereignisse bestätigt, dass bei den wiederkehrenden Prüfungen verschiedene Schwachstellen bestehen.

Am 21. Januar 2025 fand im AKW Cattenom eine Inspektion zum Thema „Wiederkehrende Prüfungen“ statt. Sie knüpfte an die Inspektion von 2024 an, bei deren Abschluss dem Betreiber empfohlen worden war, die festgestellten Probleme im Rahmen eines Aktionsplans zu beheben. Der Betreiber führte umfangreiche Arbeiten zur Analyse der Schwachstellen und zur Verbesserung seiner Organisation durch. Es zeigte sich jedoch, dass die Maßnahmen nicht ausreichend wirksam waren. Zudem verfügt der Betreiber über kein geeignetes Nachverfolgungssystem, mit dem sichergestellt werden kann, dass die Durchführung der wiederkehrenden Prüfungen systematisch überwacht wird.

Zudem werden notwendige Überprüfungen verschoben: Die Überprüfung des Primärkreislaufes zur die Bewertung der Umsetzung der im Erlass vom 10. November 1999 festgelegten Bestimmungen für Reaktor 1 wurde verschoben. Die neue Frist für die vollständige Neubewertung wird auf spätestens den 11. Februar 2027 festgelegt; andernfalls muss die Anlage außer Betrieb genommen werden.²⁴

8.5 Probleme mit externen Auftragnehmer/Dienstleistern

Die Bedingungen für den Einsatz externer Auftragnehmer wurden im Rahmen der ergänzenden Sicherheitsüberprüfung (CSA) bewertet. Die ASNR stellte fest, dass EDF nicht hinreichend nachgewiesen hatte, dass der Umfang der an externe Auftragnehmer vergebenen Tätigkeiten mit der Hauptverantwortung des Betreibers für die Sicherheit und den Strahlenschutz vereinbar ist. Entsprechende Verbesserungen seien zu prüfen. Angesichts der geplanten Nachrüstmaßnahmen ist dieser Aspekt von besonderer Bedeutung (ASN 2011a).

In den folgenden Jahren wurden bei Inspektionen wiederholt systematische Mängel bei der Durchführung und Überwachung extern vergebener Tätigkeiten festgestellt:

- Am 7. Februar 2017 fand im AKW Cattenom eine Inspektion zum Thema „Dienstleistungen“ statt. Die Prüfung untersuchte die Maßnahmen zur Überwachung extern vergebener Tätigkeiten bei Projekten unterschiedlicher Größenordnung und Komplexität. Dabei wurden in mehreren Bereichen Mängel festgestellt.²⁵
- Am 19. September 2017 fand eine weitere Inspektion zum Thema „Dienstleistungen“ statt. Die Inspektoren überprüften die Vorkehrungen zur Überwachung extern vergebener Tätigkeiten. Dabei wiesen sie auf zahlreiche potenzielle Abweichungen bei einem regelmäßig am Standort tätigen externen Auftragnehmer hin, insbesondere im Zusammenhang mit der Umsetzung von Anlagenänderungen.²⁶
- Die Inspektion vom 17. Mai 2018 zum Thema „Dienstleistungen“ ergab weiteren Verbesserungsbedarf, insbesondere bei der Überwachung von Ingenieur- und Beratungsleistungen externer Auftragnehmer. Zwei Überwachungsmaßnahmen zur Erdbebensicherheit wasserstoffführender Kreisläufe wurden nicht in der vorgeschriebenen Häufigkeit durchgeführt.

²⁴ BESCHLUSS NR. CODEP-STR-2025-012182 VOM 24. FEBRUAR 2025

²⁵ ASNR: INSSN-STR-2017-0746

²⁶ ASNR: INSSN-STR-2017-0805

- Nach einer Inspektion am 28. und 29. August 2019 sowie unter Berücksichtigung der Feststellungen früherer Inspektionen kamen die Inspektoren zu dem Schluss, dass die Verfahren im Zusammenhang mit den vom Betreiber an externe Auftragnehmer übermittelten Vorgaben zum Schutz der Schutzziele Mängel aufwiesen.²⁷
- Am 30. November und 3. Dezember 2020 wurde eine Ferninspektion zur Wartung der Notstromaggregate im AKW Cattenom durchgeführt. Ziel war es, die Ursachen der in den vorangegangenen drei Jahren aufgetretenen Mängel genauer zu ermitteln, die vom Betreiber daraufhin ergriffenen Maßnahmen zu überprüfen und die Überwachung der externen Auftragnehmer durch EDF zu untersuchen. Die Inspektoren stellten fest, dass die erheblichen Qualitätsmängel im AKW Cattenom nicht auf standortspezifische Probleme zurückzuführen waren, sondern auf allgemeine Defizite bei der Leistungsfähigkeit externer Auftragnehmer hindeuteten. Zudem war die Qualität der erbrachten Leistungen uneinheitlich: Während einige externe Auftragnehmer sehr gute Ergebnisse erzielten, wiesen andere erhebliche Qualitätsmängel auf.²⁸

8.6 Defizite in der Ereignisanalyse

Die Analyse von Ereignissen weist seit Jahren systematischen Mängel auf. Insofern können nach Fehlern und Störungen nur eingeschränkt geeignete Präventions- und Korrekturmaßnahmen für ähnliche Vorkommnisse implementiert werden.

Am 27. November 2025 fand im AKW Cattenom eine Inspektion zum Thema „Ereignisanalyse“ statt. Sie befasste sich mit der Weiterentwicklung des Verfahrens zur eingehenden Ereignisanalyse, das seit Mai 2024 im AKW Cattenom angewendet wird. Nach Einschätzung der Inspektoren hat die Weiterentwicklung keine Verbesserungen bewirkt. Das Verfahren weist weiterhin Schwachstellen auf. Zudem besteht Verbesserungsbedarf bei der Schulung der zuständigen Mitarbeiter.²⁹

Am 21. Januar und 15. Februar 2022 fanden ebenfalls Inspektionen zum Thema „Ereignisanalyse“ statt. Dabei stellten die Inspektoren wiederholt Mängel in den Ereignismeldungen und -berichten fest. Dazu zählten unzureichende Beschreibungen der tatsächlichen oder potenziellen Folgen sowie unzureichend begründete Bewertungen. Darüber hinaus waren mehrere Maßnahmen, deren ursprüngliche Fertigstellungstermine Jahre zurücklagen, noch immer nicht abgeschlossen.³⁰

Das OSART-Programm der IAEA unterstützt die Mitgliedstaaten dabei, die Sicherheit ihrer Atomkraftwerke während des Betriebs zu verbessern, indem es die tatsächlichen Praktiken mit den Sicherheitsstandards der IAEA vergleicht. Die letzte (Operational Safety Review Team) OSART-Mission fand 2011 im AKW Cattenom statt. Das OSART Team empfahl unter anderem eine Verbesserung der Wirksamkeit des Prozesses zur Ursachenanalyse von Ereignissen.

Im Rahmen dieser Studie wurde auf Grundlage von Berichten der ASNR eine Bewertung sicherheitsrelevanter Ereignisse der vergangenen zehn Jahre vorgenommen. (siehe Anhang) Die Auswertung ergab eine hohe Anzahl von Ereignissen, die auf den Stufen 1 oder 2 der

²⁷ ASNR: INSSN-STR-2019-0732

²⁸ ASNR: INSSN-STR- 2020-1012

²⁹ ASNR: INSSN-STR-2025-0894

³⁰ ASNR: INSSN-STR-2022-0814

INES-Skala eingestuft wurden. Viele dieser Ereignisse standen im Zusammenhang mit Verstößen gegen die Allgemeinen Betriebsvorschriften (RGE). Dabei handelt es sich um ein von der ASNR genehmigtes Regelwerk, das die zulässigen Betriebsbedingungen der Anlage sowie die einzuhaltenden Vorgaben für den Reaktorbetrieb festlegt. Insbesondere definiert es die maximal zulässigen Fristen für Reparaturmaßnahmen, wenn sicherheitsrelevante Systeme nicht verfügbar sind.

Auffällig ist zudem, dass zahlreiche Funktionsstörungen erst verspätet erkannt wurden. Den gemeldeten Ereignissen gingen unter anderem Komponentenausfälle sowie Fehler bei Reparatur- und Wartungsarbeiten voraus. In einigen Fällen wurden zudem aus früheren Ereignissen offenbar nicht die erforderlichen Konsequenzen gezogen. Die hohe Zahl sicherheitsrelevanter Ereignisse könnte auf Defizite in der Sicherheitskultur zurückzuführen sein, möglicherweise verstärkt durch eine Häufung altersbedingter Störungen.

Nur durch eine systematische Analyse von Ereignissen und die Ermittlung ihrer Ursachen lassen sich vergleichbare sicherheitsrelevante Ereignisse künftig vermeiden. Eine beträchtliche Anzahl meldepflichtiger Ereignisse steht im Zusammenhang mit der „Sicherheitskultur“.³¹

8.7 Zustand der Gebäude

Besonders deutlich wird die fehlende Sicherheitskultur bei den Inspektionen der Gebäude.

Am 2. Juli 2021 führte die französische Atomaufsichtsbehörde im AKW Cattenom eine Inspektion zum Thema „Bauwesen“ durch. Im Rahmen der Vor-Ort-Inspektion stellten die Inspektoren mehrere erhebliche Mängel an baulichen Strukturen fest. Nach Einschätzung der Inspektoren könnten diese Mängel mittel- oder langfristig zu einer Verschlechterung des baulichen Zustands sowie zu einer Beeinträchtigung der Dichtheit, der Einschlussfunktion oder der mechanischen Festigkeit der betroffenen Bauwerke führen.

Unter anderem wurden folgende Mängel festgestellt:

- Bewuchs auf dem Dach des Betriebsgebäudes von Reaktor 1;
- Verstopfung von zwei Laubfangkörben an Regenwasserfallrohren auf dem Dach des Brennelementgebäudes, wodurch es zu Wasseransammlungen auf der Dachfläche kam;
- freiliegende Bewehrung an der Betonoberfläche in der Nähe des Filters U5;
- Wasseransammlung in einem Gang unterhalb des Reaktorgebäudes von Reaktor 3. Als mögliche Ursache wurde eine verstopfte Auffangvorrichtung an einer Rohrleitung identifiziert;
- eine korrodierte Rohrleitung, die vom Zwischenraum zwischen den Sicherheitsbehältern in den Gang unterhalb des Reaktorgebäudes führt.

Neben der Feststellung konkreter baulicher Mängel überprüften die Inspektoren stichprobenartig die Umsetzung der vorgesehenen vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen sowie die Einhaltung der hierfür festgelegten Prüfintervalle gemäß den Basisprogrammen für die vorbeugende Instandhaltung der Bauwerke (PBMP).

³¹ Die Sicherheitskultur spiegelt die Art und Weise wider, wie die Organisation und die einzelnen Personen ihre Rollen und Verantwortlichkeiten im Hinblick auf die Sicherheit wahrnehmen. Sie ist eine der wesentlichen Grundlagen für die Aufrechterhaltung und Verbesserung der Sicherheit.

Dabei wurde festgestellt, dass ein Teil der bereits Jahre zuvor in die Instandhaltungsprogramme aufgenommenen Maßnahmen im Jahr 2021 noch nicht durchgeführt worden war. Dies betraf unter anderem bauliche Anlagen im Bereich der Notstromdieselaggregate (DUS) sowie Kabelkanäle und Schächte.

Die Feststellungen sind insbesondere im Hinblick auf die langfristige Erhaltung der baulichen Integrität und die Alterungsüberwachung der Anlage relevant. Sie weisen darauf hin, dass bei einzelnen Bauwerken und baulichen Komponenten sowohl konkrete Zustandsmängel als auch Defizite bei der planmäßigen vorbeugenden Instandhaltung bestanden.³²

Bereits am 8. Februar 2018 fand im AKW Cattenom eine Inspektion zum Thema „Bauwesen“ statt. Dabei inspizierten die Prüfer das Gebäude des Wasserspeichers für die Abklingbecken von Reaktor 1, um stichprobenartig zu überprüfen, ob die Wartungsprogramme eingehalten werden. Bei der Inspektion wurden jedoch mehrere Pfützen (Tiefe zwischen 5 und 10 cm) auf den beiden Dachflächen des PTR-Behälters von Reaktor 1 festgestellt; das Regenwasserableitungssystem war durch diverse Fremdkörper (tote Vögel usw.) verstopft. Die Inspektoren stellten im Auffangbereich des PTR-Behälters von Reaktor 1 Rostspuren fest, die sich über den gesamten Umfang erstreckten.³³

Auch Inspektionen in Bereichen in denen Instandhaltungsarbeiten stattfanden, fanden Defizite

- Am 27. Juli 2023 fand eine unangekündigte Inspektion während des Stillstands zum Austausch von Rohrleitungsabschnitten im Sicherheitseinspeisesystem (RIS) von Reaktor 1 statt. Die Inspektoren waren der Ansicht, dass die Sauberkeit der verschiedenen inspizierten Arbeitsbereiche – insbesondere im Reaktorgebäude – verbesserungswürdig ist.³⁴
- Am 24. April/15. Mai 2025 fand eine unangekündigte Inspektion der Baustellen für die Teilinspektion von Reaktor 1 statt. Die Inspektoren stellen fest, dass der allgemeine Zustand Baustellen und Räumlichkeiten nicht den Erwartungen entsprach.³⁵

Hinzuweisen ist auch auf Defizite in anderen Reaktoren am Standort. Dabei ist insbesondere auch die Nachlässigkeit und die fehlenden „Lessons learned“ zu kritisieren: Am 6. Mai 2021 stellten Inspektoren während einer unangemeldete Inspektion in Reaktor 3 fest, dass das Gebäude um den Druckspeichertank (PTR) nicht wasserdicht war und dass sich im Gebäudeinneren eine Pfütze gebildet hatte. Ein Regenwassersammelkasten auf dem Dach war beschädigt. Bemerkenswert ist, dass einige Monate zuvor EDF einen schwerwiegenden Umweltvorfall im Zusammenhang mit dem Vorhandensein von Tritium im Abwasser gemeldet hatte. Im Rahmen der Untersuchung wurden eine hohe Tritiumkonzentration auf der Dachterrasse des PTR-Tanks von Reaktor 2 festgestellt. ASNR kritisierte, dass die Erkenntnisse zum Reaktor 2 nicht dazu führten, dass das Problem mit dem Sammelsystem auf den Terrassen des PTR-Tanks von Reaktor 3 erkannt oder vorhergesehen werden konnte. Zudem stellten die Inspektoren beim Durchgang durch das Brennelementgebäude von Reaktor 2 in Cattenom das Vorhandensein einer Borablagerung an einer Verbindungsstelle zwischen zwei Rohrleitungen fest, was auf eine Leckage hinwies.³⁶

³² ASNR: INSSN-STR-2021-0848

³³ ASNR: INSSN-STR-2018-0731

³⁴ ASNR: INSSN-STR-2023-0830

³⁵ ASNR: INSSN-STR-2025-0901

³⁶ ASNR: INSSN-STR-2021-0830

9 Veralten der Auslegung und Grenzen der Nachrüstung

Laut IAEQ wird zwischen dem physischen Altern von Strukturen, Systeme und Komponenten (SSCs) und dem nicht-physischen Altern (Veralten) unterschieden. Die Sicherheit der AKW kann durch ein Veralten von Technologie, Konzepten und personellen Kompetenzen stark beeinträchtigt werden. Gemäß IAEA (2018) gibt es drei Typen des Veraltens, die die Möglichkeit für einen Langzeitbetrieb einschränken:

- Konzeptionelle Alterung: Es bestehen Auslegungsschwächen der Anlagen sowie Abweichungen von aktuellen Regelwerken, Normen und Standards.
- Technologische Alterung: Ersatzteile, technischer Support, Lieferanten und Industriekapazitäten fehlen.
- Know-How und Know-Why-Verlust: Das Wissen über die Standards, Regelwerk und Technologie wird nicht auf dem aktuellen Stand gehalten (Fachkräftemangel).

9.1 Auslegungsdefizite und technische Grenzen der Nachrüstung

Durch die Auslegung von AKW ist sicher zu stellen, dass Stör- und Unfälle beherrscht bzw. verhindert werden. Um die Sicherheit trotz Ausfallwahrscheinlichkeiten von Einzelkomponenten zu gewährleisten, existieren eine Reihe von Sicherheitsprinzipien bei der Auslegung.

Nicht alle Auslegungsdefizite lassen sich durch Nachrüstungen beseitigen: Ein erheblicher Teil des Sicherheitsstandards wird bereits bei der Auslegung festgelegt und kann durch Nachrüstungen grundsätzlich nicht mehr verbessert werden. Viele Schwachstellen sind durch Nachrüstungen nicht oder nur begrenzt behebbar. Nachrüstungen von zusätzlichen Sicherheitssystemen sind u.a. aufgrund der baulichen Gegebenheiten nur bis zu einem begrenzten Umfang möglich. Die Einhaltung heutiger Sicherheitsstandards würde praktisch einen kompletten Neubau eines AKWs bedingen.

Der Stand von Wissenschaft und Technik in Bezug auf die erforderliche Sicherheit entwickelt sich kontinuierlich weiter, was sich in höheren Anforderungen in nationalen und internationalen Regelwerken und somit verbesserten Anlagenkonzepten abbildet. Es besteht zwar der Anspruch, alte Anlagen an den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik heranzuführen, die Möglichkeiten technischer Nachrüstungen sind jedoch begrenzt. Es verbleiben Unterschiede zwischen dem Sicherheitsniveau, das in alten Anlagen erreicht wurde, und dem Sicherheitsniveau, das nach heutigem Stand von Wissenschaft und Technik für neue Anlagen gefordert wird bzw. in diesen umgesetzt werden soll.

Ein Atomkraftwerk wird nach den Sicherheitsanforderungen ausgelegt, die zum Zeitpunkt seiner Planung und Errichtung gelten. Im Bereich der nuklearen Sicherheit hat sich das Wissen über Risiken in den vergangenen vier Jahrzehnten erheblich erweitert, insbesondere aufgrund von Unfällen und anderen sicherheitsrelevanten Ereignissen.

Bei älteren Atomkraftwerken wie Cattenom, die seit rund 40 Jahren in Betrieb sind, bestehen deutliche Unterschiede zwischen der ursprünglichen technischen Auslegung und den heutigen Anforderungen. Dies betrifft insbesondere die Redundanz der Sicherheitssysteme,

ihre räumliche Trennung, ihre Erdbebensicherheit sowie ihre Auslegung gegen interne Überschwemmungen und Brände.

Ein wesentlicher Teil der Sicherheitsmerkmale wird bereits bei der ursprünglichen Auslegung festgelegt und lässt sich durch Nachrüstungen nur begrenzt verändern. Eine vollständige Anpassung an die aktuellen Anforderungen würde in der Praxis den kompletten Neubau eines Atomkraftwerks erfordern. Ältere Kernkraftwerke können daher praktisch nicht auf den Stand neuer Anlagen gebracht werden.

Die Reaktoren des AKW Cattenom, Reaktoren der zweiten Generation, können nicht auf dasselbe Sicherheitsniveau nachgerüstet werden wie ein Reaktor der dritten Generation, der für die Beherrschung schwerer Unfälle ausgelegt wurde.

Bereits aus einem im April 2018 vorgestellten sicherheitstechnischen Gutachten geht hervor, dass das AKW Cattenom die heutigen europäischen Sicherheitsanforderungen für den Neubau von Atomkraftwerken nicht erfüllt und dieses Niveau auch durch Nachrüstungen nicht vollständig erreichen kann. (PISTNER et al. 2018)

Zwischen dem AKW Cattenom und dem EPR bestehen erhebliche Unterschiede hinsichtlich der Redundanz der Sicherheitssysteme³⁷. Das ursprüngliche Sicherheitskonzept der 1300-MWe-Reaktoren sieht zwei Stränge vor ($2 \times 100\%$ -Konzept)³⁸. Fällt ein Strang aus, kann der andere die erforderlichen Sicherheitsfunktionen übernehmen (Einzelfehlerkriterium). Die Sicherheitssysteme des EPR, der als Referenz für die Nachrüstung der 1300-MWe-Reaktoren dient, bestehen hingegen aus vier Strängen ($4 \times 100\%$ -Konzept).

Bei unangekündigten Inspektionen von Reaktor 1 am 24. April und 15. Mai 2025 stellten die Inspektoren fest, dass Wartungsarbeiten gleichzeitig an zwei redundanten Strängen durchgeführt worden waren. Dadurch erhöht sich das Risiko eines gleichzeitigen Ausfalls infolge einer gemeinsamen Ursache. Die Arbeiten hätten auf unterschiedliche Stillstände verteilt werden müssen.³⁹ Obwohl die Wartungsarbeiten im Anlagenstillstand stattfanden, wirft dieser Befund Fragen zu einem ausreichenden Sicherheitsbewusstsein zu diesem Thema auf.

Ein höherer Redundanzgrad erhöht grundsätzlich die Zuverlässigkeit der Sicherheitssysteme bei der Beherrschung von Auslegungsstörfällen (Sicherheitsebene 3). Durch zusätzliche, voneinander unabhängige Einrichtungen können einzelne Fehler oder Ausfälle eher kompensiert werden, ohne dass die erforderlichen Systemfunktionen verloren gehen.

Bei internen Einwirkungen wie Bränden oder Überschwemmungen müssen redundante Teilsysteme räumlich getrennt⁴⁰ oder so geschützt sein, dass ein gleichzeitiger Ausfall aller Redundanzen verhindert wird. Interne Überschwemmungen können insbesondere in Räumen auftreten, durch die Rohrleitungen mit hohem Wasserdurchfluss verlaufen. Ursachen können Leckagen, Rohrbrüche oder fehlerhaft betätigte Armaturen sein. Sicherheitstechnisch relevant werden solche Ereignisse, wenn dadurch weitere

³⁷ Damit das Versagen eines Systems keine sicherheitstechnischen Auswirkungen hat, muss mehr als ein System für die gleiche Funktion vorhanden sein.

³⁸ Dies betrifft u. a. die Einrichtungen zur primärseitigen Nachkühlung, primärseitigen Kühlmittelergänzung und Containment-Kühlung bei Kühlmittelverluststörfällen.

³⁹ ASNR: INSSN-STR-2025-0901

⁴⁰ Sicherheitssysteme gleicher Funktion müssen so weit wie möglich räumlich getrennt aufgestellt werden, damit sie nicht durch die gleiche Einwirkung zerstört werden können.

Sicherheitssysteme im betroffenen Raum beeinträchtigt oder außer Betrieb gesetzt werden, beispielsweise durch elektrische Kurzschlüsse infolge einer Überflutung.

Die Systeme zur primärseitigen Kühlmittelergänzung (RIS, EAS), zur Nachspeisung des Primärkreislaufs und zur Kühlung des Brennelementlagerbeckens nutzen einen gemeinsamen Vorratsbehälter. Ihre passiven Komponenten sind teilweise miteinander verbunden, unter anderem durch gemeinsam genutzte Rohrleitungen. Dies stellt eine sicherheitstechnisch relevante Schwachstelle dar, da die Systeme und ihre Redundanzen dadurch nicht vollständig unabhängig voneinander⁴¹ sind. Interne Ereignisse wie Brände oder Rohrbrüche sowie äußere Einwirkungen könnten deshalb mehrere Sicherheitsfunktionen gleichzeitig beeinträchtigen oder außer Betrieb setzen.

Defizite hinsichtlich Diversität, Redundanz und Unabhängigkeit der Sicherheitssysteme können die Wahrscheinlichkeit eines schweren Unfalls erhöhen. Ist ihre Zuverlässigkeit nicht ausreichend gewährleistet, steigt das Risiko, dass ein Ereignis nicht wie vorgesehen beherrscht wird und es zu einem Unfallablauf jenseits der Auslegungsgrundlage mit dem Ausfall mehrerer Sicherheitseinrichtungen kommt. Gleichzeitig können die Möglichkeiten zur Begrenzung radioaktiver Freisetzungen bei einem schweren Unfall eingeschränkt sein.

Aufgrund der konstruktiven Unterschiede der 1300-MWe-Anlagen hinsichtlich Redundanz, Diversität, räumlicher Trennung und erforderlicher manueller Eingriffe durch das Betriebspersonal können interne und externe Gefährdungen zu Ereignissen führen, die über die ursprüngliche Auslegung hinausgehen.

Die grundlegenden Unterschiede zwischen der Auslegung von Cattenom und den von der ASNR formulierten Anforderungen werden durch das Modernisierungsprogramm nicht vollständig beseitigt. Sie betreffen insbesondere die zuverlässige Beherrschung von Störfällen auf der Sicherheitsebene 3. Die ASNR verweist in diesem Zusammenhang auf die im Rahmen des „Hardened Safety Core“ (HSC) vorgesehenen Nachrüstungen. Der HSC ist jedoch der Sicherheitsebene 4⁴² zuzuordnen und ersetzt daher nicht die erforderlichen Sicherheitsfunktionen der Sicherheitsebene 3. (MERTINS 2024)

Auch das Reaktorgebäude und das Gebäude zur Lagerung abgebrannter Brennelemente weisen konstruktionsbedingte Auslegungsdefizite auf, die sich nicht nachträglich beheben lassen. Dazu zählen insbesondere die im Vergleich zu heutigen Anforderungen geringen Wandstärken der Gebäude.

Das UMWELTBUNDESAMT (2024a) empfiehlt, das Sicherheitsniveau auch hinsichtlich der auslegungsgemäßen Sicherheitssysteme an das des EPR anzugleichen. Ist dies nicht möglich, sollten die Unterschiede (Deltas) transparent dargestellt und die daraus resultierenden zusätzlichen Risiken bewertet werden.

9.2 Wirtschaftliche und rechtliche Grenzen der Nachrüstungen

Nachrüstungen bieten der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde grundsätzlich die Möglichkeit, technisch machbare sicherheitstechnische Verbesserungen einzufordern. Welche

⁴¹ Damit Fehler in einem System keine Auswirkungen auf die redundanten Systeme haben können, sollen die einzelnen redundanten Sicherheitssysteme ohne Vermischung vollkommen unabhängig voneinander sein. Vor allem dürfen keine gemeinsamen aktiven Komponenten vorhanden sein.

⁴² Sicherheitsebene 4a umfasst Maßnahmen und Einrichtungen zur Beherrschung von nicht auslegungsgemäß beherrschten Störfällen; Sicherheitsebene 4b umfasst die Maßnahmen und Einrichtungen zur Minderung der Folgen aus Kernschmelzunfällen.

Maßnahmen tatsächlich umgesetzt werden, hängt jedoch nicht allein von sicherheitstechnischen Erfordernissen ab, sondern wird auch durch wirtschaftliche, rechtliche und politische Rahmenbedingungen beeinflusst. Die AKW-Betreiber in Europa haben sich in der Initiative ENISS (*European Nuclear Installation Safety Standards*) zusammengeschlossen. Nach Auffassung der ENISS muss der Langzeitbetrieb von AKW bezahlbar („affordable“) bleiben (ENISS 2015). Wirtschaftliche Erwägungen können somit Einfluss darauf haben, welche Nachrüstungen umgesetzt werden, obwohl diese technisch machbar wären.

Gleichzeitig hängt die Durchsetzung notwendiger Sicherheitsverbesserungen von den rechtlichen und institutionellen Rahmenbedingungen ab. Insbesondere bei Verlängerung der Betriebszeit ist es entscheidend, dass die atomrechtliche Aufsichtsbehörde unabhängig von politischen und wirtschaftlichen Interessen agieren kann und über ausreichende personelle und finanzielle Ressourcen verfügt, um erforderliche Nachrüstungen im Interesse des Schutzes der Bevölkerung einzufordern.

Die EU-Richtlinie 2014/87/Euratom unterstreicht die Bedeutung einer unabhängigen Aufsicht. Sie betont, dass die zuständigen Aufsichts- und Genehmigungsbehörden ihre Befugnisse bei regulatorischen Entscheidungen unparteiisch, transparent und unbeeinflusst ausüben können müssen, um ein hohes Maß an nuklearer Sicherheit zu gewährleisten (EU 2014). Eine wirksame Durchsetzung notwendiger Nachrüstungen setzt daher voraus, dass wirtschaftliche Erwägungen nicht über die Sicherheitsanforderungen gestellt werden und die Aufsichtsbehörden unabhängig und ausreichend ausgestattet sind.

9.3 Schwindende Kenntnisse zu Auslegung und Betrieb der Anlagen

Auch die Kompetenz „altert“. Die Kenntnisse über ursprüngliche Auslegung gehen verloren und die Generation der Experten, welche die Anlagen konzipiert und in Betrieb genommen haben, wechselt in den Ruhestand. Zusätzlich ist die vorhandene Dokumentation vielfach unvollständig und genügt nicht den heutigen Anforderungen. Die Inspektion am 9./10. November 2022 im AKW Cattenom zum Thema „Kompetenzmanagement“ ergab einen kritischen Punkt: den aktuellen Mangel an Personal in der Kategorie der technisch hochqualifizierten Mitarbeiter mit Schaltbefugnis.⁴³

10 Fazit

Die vier Reaktoren des AKW Cattenom gehören zu den insgesamt 20 französischen 1.300-MWe- Reaktoren. EDF plant, ihre Betriebsdauer über die ursprünglich auf 40 Jahre ausgelegte Betriebszeit hinaus zu verlängern. Eine wesentliche Voraussetzung dafür ist die vierte periodische Sicherheitsüberprüfung (PSÜ), die eine zentrale Grundlage für die sicherheitstechnische Bewertung eines Weiterbetriebs bildet.

Cattenom 1 sowie Paluel 1 und 2 durchlaufen als erste dieser Reaktoren die anlagenspezifische Phase der vierten PSÜ. Die zuvor durchgeführte generische Phase wurde 2025 mit einer Stellungnahme der ASNR abgeschlossen. Darin fordert die ASNR zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen, die über die von EDF vorgesehenen Maßnahmen hinausgehen. Die vierte PSÜ verfolgt zwei wesentliche Ziele: erstens eine umfassende

⁴³ ASNR: INSSN-STR-2022-0799

Überprüfung der Anlagenkonformität und des Alterungszustands, um einen sicheren Weiterbetrieb für ein weiteres Jahrzehnt zu ermöglichen, und zweitens eine sicherheitstechnische Angleichung an das Sicherheitsniveau des EPR, um den heutigen Sicherheitsanforderungen zu entsprechen. Die vorliegende Studie kommt zu dem Ergebnis, dass keines dieser beiden Ziele erreicht werden kann, wie im Folgenden dargelegt wird.

EU-Stresstest

Nach dem katastrophalen Unfall von Fukushima im März 2011 leitete die französische Regierung ergänzende Sicherheitsüberprüfungen (CSAs) für die französischen Atomkraftwerke ein. Damit kam sie zugleich der Forderung des Europäischen Rates nach einem EU-weiten Stresstest nach. Dieser umfasste drei zentrale Bereiche: Naturgefahren, den Ausfall der Stromversorgung und der Wärmeabfuhr sowie schwere Unfälle. Die Ergebnisse des Stresstests offenbarten erhebliche Sicherheitsdefizite. Insbesondere wurde der Schutz vor Naturgefahren als unzureichend bewertet. Unter ungünstigen Bedingungen könnten der Ausfall der Wärmesenke oder der Verlust der Stromversorgung innerhalb weniger Stunden zu einer Kernschmelze führen.

Zur Behebung der festgestellten Mängel wurde ein Nationaler Aktionsplan (NACp) aufgestellt. Das ENSREG-Peer-Review-Team betonte, dass die vorgesehenen Maßnahmen so schnell wie möglich umgesetzt werden sollten. Dieser Empfehlung wurde allerdings nicht konsequent gefolgt. Wesentliche Maßnahmen des *Nationalen Aktionsplans* sollen erst im Rahmen der vierten periodischen Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) umgesetzt werden. Die vollständige Umsetzung soll jedoch nicht im Zuge der geplanten vierten Zehnjahresrevision (VD4) sondern bis zu vier weitere Anlagenstillstände später erfolgen. Weitere Verzögerungen sind nicht auszuschließen.

Gefahr durch Naturereignisse

Der Stresstest von 2011 zeigte, dass die Bewertung potenzieller Naturgefahren nicht den internationalen Standards entsprach und der Schutz des AKW Cattenom unzureichend war. Auch heute entsprechen die französischen Anforderungen an die Bewertung von Naturgefahren noch nicht vollständig den WENRA-Anforderungen, die eine gemeinsame europäische Grundlage für den Umgang mit externen Gefahren bilden.

Neben Defiziten bei den seismischen Analysen bestanden Schwachstellen beim Schutz vor dem Auslegungserdbeben. Darüber hinaus wurden in den letzten Jahren in vielen franz. Atomkraftwerken, so auch in Cattenom, erhebliche Mängel bei der Umsetzung des Erdbebenschutzes sicherheitsrelevanter Komponenten festgestellt. Bei einer Inspektion an Cattenom 1 im Jahr 2022 wurde zudem deutlich, dass die auf dem Papier angenommene Erdbebenfestigkeit nicht als real in der Anlage umgesetzt angesehen werden kann.

Angesichts des Klimawandels müssen veränderte Überflutungsrisiken und extreme Wetterereignisse angemessen berücksichtigt werden. EDF verweist darauf, dass entsprechende Untersuchungen für Cattenom bereits im Rahmen der dritten PSÜ durchgeführt worden seien und daher nicht wiederholt würden. Dieses Vorgehen ist nicht akzeptabel, insbesondere da die ASNR-Richtlinie Nr. 13, die der früheren Bewertung zugrunde lag, nicht mehr dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik entspricht.

Auch wenn Cattenom nicht zu den Standorten zählt, die besonders stark durch Erdbeben oder Hochwasser gefährdet sind, können extreme Naturereignisse dort Unfälle auslösen oder bestehende Störfälle verschärfen. Insbesondere Starkniederschläge, extreme

Temperaturen und deren Folgewirkungen können die Sicherheit der Anlage im Stör- oder Unfallfall zusätzlich beeinträchtigen.

Die festgestellten Defizite werfen grundlegende Fragen zur Belastbarkeit der Sicherheitsnachweise für das AKW Cattenom im Hinblick auf externe Naturgefahren auf. EDF muss die Widerstandsfähigkeit der Anlage auf Grundlage des aktuellen Stands von Wissenschaft und Technik umfassend neu bewerten. Dabei sind auch mögliche Wechselwirkungen und kombinierte Belastungsszenarien zu berücksichtigen. Ein hohes nukleares Sicherheitsniveau lässt sich nicht durch die Fortschreibung überholter Annahmen und die Wiederverwendung veralteter Studien gewährleisten. Es erfordert vielmehr aktuelle, belastbare Sicherheitsnachweise und die konsequente Umsetzung der erforderlichen Schutzmaßnahmen.

Defizite bei der ultimativen Wärmesenke und der Notstromversorgung

Um die langfristige Wärmeabfuhr aus dem Reaktor und dem Brennelement-Abklingbecken auch bei einem Ausfall der regulären Wärmesenke sicherzustellen, wurde das AKW Cattenom im Jahr 2024 mit einer zusätzlichen Wasserquelle ausgestattet, über die Wasser aus dem Mirgenbachsee entnommen werden kann. Ihre Nutzung erfordert jedoch den Einsatz mobiler Ausrüstung. Zudem bestehen Zweifel daran, ob die Wasserentnahme aus dem Mirgenbachsee auch bei extremer Kälte zuverlässig gewährleistet werden kann.

Der Nationale Aktionsplan sah die Installation zusätzlicher Dieselaggregate (DUS) zur Notstromversorgung vor. Diese sollen die Sicherheitssysteme auch dann mit Strom versorgen, wenn die übrigen internen und externen Stromquellen ausfallen. Bei einer Inspektion im Januar 2021 stellten die Inspektoren jedoch an allen vier DUS in Cattenom zahlreiche Unregelmäßigkeiten fest.

Die festgestellten Abweichungen betreffen zwei zentrale Voraussetzungen für die Beherrschung schwerer Störfälle: die langfristige Wärmeabfuhr und die zuverlässige Stromversorgung. Obwohl entsprechende Nachrüstungen vorgesehen waren und teilweise umgesetzt wurden, zeigen die Inspektionsergebnisse, dass die vollständige Einsatzbereitschaft der betreffenden Systeme nicht durchgängig nachgewiesen wurde. Insbesondere die Abhängigkeit der zusätzlichen Wasserversorgung von mobilen Einsatzmitteln und die ungeklärte Zuverlässigkeit bei extremer Kälte werfen Fragen hinsichtlich der tatsächlichen Verfügbarkeit unter Unfallbedingungen auf.

Gefahr schwerer Unfälle

Der Stresstest offenbarte 2011 zahlreiche Defizite bei der Beherrschung schwerer Unfälle im AKW Cattenom. Im Rahmen der vierten PSÜ sind zusätzliche Systeme zur Beherrschung von Kernschmelzunfällen vorgesehen. Der EPR verfügt über einen sogenannten „Core Catcher“, der die Kernschmelze (Corium) zurückhalten und dadurch bei schweren Unfällen ein Versagen des Sicherheitsbehälters verhindern soll. Eine Nachrüstung der Reaktoren in Cattenom mit einem Core Catcher nach dem Vorbild des EPR ist aufgrund der begrenzten Platzverhältnisse unterhalb des Reaktordruckbehälters nicht möglich. Stattdessen plant EDF alternative Maßnahmen zur Beherrschung von Kernschmelzunfällen. Diese beruhen jedoch auf mehreren Annahmen, deren Gültigkeit durch Forschungsergebnisse bislang nicht vollständig bestätigt wurde.

Im Zusammenhang mit den bestehenden Auslegungsdefiziten des AKW Cattenom wird auf die geplante Nachrüstung des „Hardened Safety Core“ (HSC) verwiesen. Dieser umfasst

robuste technische und organisatorische Maßnahmen und soll sicherstellen, dass der Reaktorkern und das Brennelement-Abklingbecken mindestens 24 Stunden lang gekühlt werden können.

Fünfzehn Jahre nach dem Unfall von Fukushima ist der HSC, dem sowohl bei der Verhinderung von Unfällen mit Kernschmelze als auch bei der Begrenzung ihrer Folgen eine wichtige Rolle zukommen soll, noch nicht vollständig umgesetzt. Darüber hinaus ist nicht gewährleistet, dass der HSC nach seiner vollständigen Implementierung die zugrunde gelegten Anforderungen an die Widerstandsfähigkeit gegenüber extremen Gefahren tatsächlich erfüllt. Insbesondere da die Strukturen, Systeme und Komponenten (SSCs) des HSC nicht unabhängig von den bereits vorhandenen SSCs sind, die nicht widerstandsfähig sind.

Bei Unfällen, die länger als 24 Stunden andauern, soll die schnelle nukleare Eingreiftruppe (FARN) mit mobilen Ausrüstungen zum Einsatz kommen. Bei einer Inspektion im Jahr 2022 stellten die Inspektoren Mängel bei den Anschlusspunkten (Rostschicht) an der Anlage für die Geräte der FARN fest, die teilweise von einer Rostschicht bedeckt waren. Die zuständige Aufsichtsbehörde äußerte zudem Zweifel daran, ob die erforderliche Zugänglichkeit dieser Anschlusspunkte unter den gegebenen Randbedingungen im Bedarfsfall gewährleistet wäre. Die Wirksamkeit der vorgesehenen Maßnahmen hängt entscheidend davon ab, dass die Einsatzkräfte schnell und gezielt handeln können. EDF hat bislang nicht ausreichend nachgewiesen, dass dies unter den Randbedingungen eines schweren Unfalls zuverlässig gewährleistet ist.

Der Stresstest offenbarte auch zahlreiche Mängel im Zusammenhang mit den Brennelementen in den Lagerbecken. Erst im Rahmen der vierten PSÜ plant EDF die Einführung eines zusätzlichen Kühlsystems („PTR bis“), das teilweise auf mobilen Ausrüstungskomponenten basiert. Durch die im Rahmen der vierten PSÜ vorgesehenen umfangreichen Nachrüstungen zur Kühlung der gelagerten Brennelemente kann das Risiko einer Brennelementfreilegung in vielen Unfallszenarien reduziert werden. Eine radioaktive Freisetzung lässt sich dadurch jedoch nicht in allen denkbaren Szenarien ausschließen. Damit wird das Sicherheitsniveau des EPR nicht erreicht. Das Abklingbecken des EPR verfügt über drei voneinander unabhängige Kühlstränge und befindet sich vor externen Einwirkungen geschützt innerhalb des Sicherheitsbehälters.

Gefahr durch Terroranschläge und Sabotage

Aufgrund des begrenzten Auslegungsschutzes gegenüber einem gezielten Flugzeugabsturz besteht beim AKW Cattenom die Gefahr, dass ein solches Ereignis erhebliche Schäden verursacht. Bei einem massiven gezielten Flugzeugabsturz wäre die Rückhaltefunktion des Reaktorgebäudes infolge seiner Zerstörung nicht mehr gewährleistet, sodass es zu großen und frühzeitigen Freisetzungen radioaktiver Stoffe kommen könnte. Solche Freisetzungen sind gemäß dem in der Richtlinie 2014/87/Euratom formulierten Sicherheitsziel praktisch auszuschließen.

Ein gezielter Flugzeugabsturz oder auch ein Angriff mit Drohnen können erhebliche Schäden am Gebäude verursachen, in dem sich das Lagerbecken für abgebrannte Brennelemente befindet. Eine Beschädigung dieses Gebäudes könnte die Integrität der Lagerbecken sowie die Aufrechterhaltung der Kühlung der gelagerten Brennelemente beeinträchtigen. Wenn das Kühlwasser abfließt und ein Nachfüllen nicht möglich ist, könnten innerhalb weniger Stunden

erhebliche radioaktive Freisetzungen resultieren. Angesichts der Komplexität der Lage nach einem Terrorangriff ist fraglich, ob die Betriebsmannschaft oder die FARN in der Lage wäre, eine ausreichende Kühlung der gelagerten Brennelemente zu gewährleisten. Auch die im Rahmen der vierten PSÜ vorgesehenen Maßnahmen gewährleisten nicht zwangsläufig, dass bei einem Verlust des Kühlwassers infolge einer Beschädigung der Gebäudestruktur durch einen Terrorangriff eine ausreichende Kühlung der gelagerten Brennelemente möglich wäre.

Sicherungsmaßnahmen können die Wahrscheinlichkeit eines „erfolgreichen“ Sabotageakts im AKW Cattenom verringern. Der „Nuclear Security Index 2026“ weist für kerntechnische Anlagen in Frankreich jedoch auf nicht ausreichende regulatorische Anforderungen für die Bereiche „Sicherungskultur“, „Cybersicherheit“ und „Schutz vor Insider-Bedrohungen“ hin.

Fehlende Konformität und Alterung der Anlage

Die Betriebserfahrungen mit dem AKW Cattenom geben Anlass zu sicherheitstechnischen Bedenken. Insbesondere die Häufung von Nichtkonformitäten der sicherheitsrelevanten Komponenten wirft Fragen hinsichtlich der Wirksamkeit der bestehenden Qualitätssicherungs- und Überwachungsprozesse auf. Insgesamt zeigen die Auswertungen aus den Inspektionsberichten für Cattenom 1: Der tatsächliche Zustand der Anlage entspricht nicht dem theoretisch nachgewiesenen Sicherheitszustand.

Der Skandal um Unregelmäßigkeiten bei der Fertigung im Schmiedewerk Le Creusot verdeutlicht laut ASNR die Grenzen der bestehenden Überwachungs- und Prüfmechanismen. Weder die Kontrollen durch Hersteller und Betreiber noch die geltenden Qualitätsanforderungen konnten gewährleisten, dass gefälschte, verdächtige oder betrügerisch dokumentierte Bauteile zuverlässig erkannt wurden. Dies bedeutet, dass davon ausgegangen werden muss, dass sich weitere den Anforderungen nicht entsprechende Bauteile unentdeckt in der Anlage befinden, die im schlimmsten Fall während eines Störfalls oder Unfalls versagen könnten.

Ein zentrales Problem besteht darin, dass der theoretisch nachgewiesene Sicherheitszustand von Cattenom nicht ihrem tatsächlichen Zustand entspricht. Sicherheitsnachweise und Auslegungsberechnungen sind nur dann gültig, wenn die real vorhandenen Komponenten die zugrunde gelegten Eigenschaften tatsächlich aufweisen und diese über die gesamte Betriebsdauer erhalten bleiben. Nicht erkannte Fertigungsmängel, unzureichende Prüfungen und ein verspätetes Erkennen von Schäden können dazu führen, dass die tatsächliche Zuverlässigkeit sicherheitsrelevanter Systeme geringer ist als angenommen.

Besondere Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang dem Alterungsmanagement zu. Die vorliegenden Inspektionsergebnisse zu Cattenom 1 weisen auf Defizite hin, die Zweifel an der Wirksamkeit des dortigen Alterungsmanagements aufkommen lassen. So ist bisher nicht sichergestellt, dass alterungsbedingte Veränderungen an sicherheitsrelevanten Komponenten erkannt werden, bevor es zu Schäden oder Funktionsbeeinträchtigungen kommt. Auch bei wiederkehrenden Prüfungen und hinsichtlich der Kompetenz externer Dienstleister wurden Schwachstellen festgestellt. Mängel bei den wiederkehrenden Prüfungen bergen langfristig das Risiko eines unerwarteten alterungsbedingten Versagens von Systemen und Komponenten, auch solcher, bei denen dies nicht erwartet wurde. Die Schäden durch Spannungsrisskorrosion an sicherheitsrelevanten Rohrleitungen

verdeutlichen zudem, dass auch unerwartet Schädigungen die Integrität wichtiger Komponenten beeinträchtigen können.

Um solche Defizite nachhaltig zu beheben, sind systematische Ursachenanalysen unverzichtbar. Sie müssen nicht nur die unmittelbar festgestellten Schäden oder Abweichungen erfassen, sondern auch die zugrunde liegenden technischen, organisatorischen, und prozessbedingten Schwachstellen identifizieren. Nur auf dieser Grundlage lassen sich wirksame Korrektur- und Präventionsmaßnahmen entwickeln und konsequent umsetzen. Werden Ursachenanalysen unzureichend durchgeführt oder ihre Ergebnisse nicht systematisch berücksichtigt, besteht die Gefahr, dass vergleichbare Mängel unerkannt bleiben oder erneut auftreten.

Für die sicherheitstechnische Bewertung von Cattenom 1 ist daher nicht allein entscheidend, ob die Anlage die formalen Auslegungsanforderungen erfüllt, maßgeblich ist vielmehr, ob der tatsächliche Zustand ihrer sicherheitsrelevanten Komponenten zuverlässig überprüft, dokumentiert und über die gesamte Betriebsdauer gewährleistet wird. Die festgestellten systematischen Mängel bei wiederkehrenden Prüfungen, Alterungsmanagement, Qualitätssicherung und Ereignisanalysen lassen nicht erwarten, dass die Untersuchungen im Rahmen der vierten Zehnjahresinspektion (VD4) einen sicheren Weiterbetrieb gewährleisten werden.

Auslegungsdefizite

Ein Ziel der vierten PSÜ des Cattenom 1 besteht darin, sein Sicherheitsniveau an den heutigen Stand der Technik anzunähern. Als Referenz dient dabei der EPR-Reaktor. Dieses Ziel kann aber selbst durch umfangreiche Nachrüstungen nicht vollständig erreicht werden. Das Reaktorgebäude und das Gebäude zur Lagerung abgebrannter Brennelemente weisen zum Beispiel konstruktionsbedingte Auslegungsdefizite auf, die sich nachträglich nicht beheben lassen. Dazu zählen insbesondere die im Vergleich zu heutigen Anforderungen geringen Wandstärken der Gebäude.

Auch die Defizite bei Redundanz, Diversität, räumlicher Trennung und Unabhängigkeit der Sicherheitssysteme gegenüber den heutigen Sicherheitsanforderungen können und werden im Rahmen der Nachrüstungen nicht behoben. Diese Defizite erhöhen das Risiko schwerer Unfälle. Die ASNR verweist in diesem Zusammenhang auf die Nachrüstung des „Hardened Safety Core“ (HSC). Der HSC umfasst die Nachrüstungen wichtiger Sicherheitssysteme. Er ist jedoch der Sicherheitsebene 4 zuzuordnen und kann daher Auslegungsdefizite der Sicherheitssysteme auf Sicherheitsebene 3 – die der Beherrschung von Auslegungsstörfällen dienen – nicht ausgleichen.

Zum einen sind nicht für alle vorhandenen Abweichungen zum aktuellen Sicherheitsniveau Nachrüstungen möglich, zum anderen ziehen sich die möglichen Nachrüstungen über mehr als zwei Jahrzehnte. Zwar wurden inzwischen viele Nachrüstungen vorgenommen, doch sind weiterhin umfangreiche Arbeiten erforderlich, um die während des Stresstests 2011 festgestellten Defizite so weit wie möglich zu beheben. Für das AKW Cattenom ergibt sich daraus ein problematischer Zustand: Gerade aufgrund der erheblichen Sicherheitsdefizite erstreckt sich die Umsetzung der erforderlichen Nachrüstungen über einen langen Zeitraum. Aus den bisherigen Erfahrungen zeigt sich außerdem, dass Nachrüstungen aufgrund systematischer Mängel vielfach fehlerhaft umgesetzt werden.

Für die Bewertung der Sicherheit eines Weiterbetriebs über die ursprünglich vorgesehene Betriebsdauer hinaus muss das tatsächlich erreichte Sicherheitsniveau maßgeblich sein und nicht ein potenziell höheres Niveau, das möglicherweise erst im Jahr 2032 erreicht wird. Es muss ein umfassendes und transparentes Gesamtbild der relevanten Fakten vorgelegt werden, damit die Bevölkerung die mit dem Weiterbetrieb verbundenen Risiken nachvollziehbar einschätzen kann. In den Bereichen, in denen eine Angleichung des Sicherheitsniveaus von Cattenom 1 an dasjenige des EPR nicht möglich ist, sollten die verbleibenden Unterschiede („Deltas“) während des Verfahrens zur Öffentlichkeitsbeteiligung (Enquête publique) und die daraus resultierenden zusätzlichen Risiken transparent dargestellt und bewertet werden.

Literatur

- ASN (2011a): Complementary Safety Assessment of the French Nuclear Power Plants. Report by the French Nuclear Safety Authority (December 2011).
<https://www.ensreg.eu/category/countries/france>
- ASN (2013): Protection of Basic Nuclear Installations Against External Flooding - GUIDE N° 13; Version of 08/01/2013
- ASN (2014): Follow-up to the French Nuclear Power Plants Stress tests, Updated National Action Plan of the French Nuclear Safety Authority, December 2014
- ASN (2020a): Follow-up to the French Nuclear Power Plants Stress tests, Closure Report of the Action Plan of the French Nuclear Safety Authority (ASN), December 2020
- ASNR (2025) : Décision n° 2025-DC-016 de l'Autorité de sûreté nucléaire et de radio-protection du xx juin 2025 fixant à la société Électricité de France (EDF) les prescriptions applicables aux réacteurs des réacteurs nucléaires de Belleville-sur-Loire (INB nos 127 et 128), Cattenom (INB nos 124, 125, 126 et 137), Flamanville (INB nos 108 et 109), Golfech (INB nos 135 et 142), Nogent-sur-Seine (INB nos 129 et 130), Paluel (INB nos 103, 104, 114 et 115), Penly (INB nos 136 et 140) et Saint-Alban/Saint-Maurice (INB nos 119 et 120) au vu des conclusions de la phase générique de leur quatrième réexamen périodique ". 1.Juli 2025.
- BASE (2022): BASE – Bundesamt für Sicherheit der nuklearen Entsorgung (2022), Laufzeitverlängerung deutscher Kernkraftwerke? Stand 26.07.2022.
- BECKER (et al. 2020): The impacts of climate change on nuclear risk and supply security. Working Paper; Oda Becker, Eszter Matyas, Patricia Lorenz. 26 June 2020
- BMU (2002): Schutz der deutschen Kernkraftwerke vor dem Hintergrund der terroristischen Anschläge in den USA vom 11. September 2001. Zusammenfassung de GRS-Studie durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Bonn, 27 November 2002
- DECKER, K. & BRINKMAN, H. (2017): List of external hazards to be considered in ASAMPSA_E. Technical report ASAMPSA_E / WP21 / D21.2 / 2017-41, 51 pp.
- EDF (2011): Cattenom, Rapport d'évaluation complémentaire de la sûreté des installations nucléaires au regard de l'accident de Fukushima, 15 septembre 2011.
- ENISS (2015): A decade of ENISS achievements and 20 years to go forward for NPP Long Term Operation in Europe; Luc Vanhoenacker; European Nuclear Safety Conference Brussels, 29 June 2015.
- ENSREG (2012): Stress Test Peer Review Board: Peer Review Country Report – France
- ENSREG (2015): RAPORTEURS' REPORT – FRANCE, ENSREG NATIONAL ACTION PLANS WORKSHOP – 2015.
- ENSREG (2018a): 1st Topical Peer Review Report "Ageing Management"; European Nuclear Safety Regulator's Group; October 2018
- ENSREG (2018b): 1st Topical Peer Review Report "Ageing Management"; country specific findings European Nuclear Safety Regulator's Group; October 2018
- EU (2014): RICHTLINIE DES RATES 2014/87/EURATOM vom 8. Juli 2014 zur Änderung der Richtlinie 2009/71/Euratom über einen Gemeinschaftsrahmen für die nukleare Sicherheit kerntechnischer Anlagen.
- FRANO (2021): Aircraft Impact Effects on an Aged NPP. Materials 2021, 14, 816. Frano, R.L. 2021.
- GPR - GROUPE PERMANENT D'EXPERTS POUR LES RÉACTEURS NUCLÉAIRES (2019) : Avis relatif aux orientations des quatrièmes réexamens périodiques des réacteurs de 1300 MWe ; Réunion tenue à Montrouge le 22 mai 2019.

- GRS (2023) – Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit: Sicherheitsrelevante Schäden im Sicherheits-Einspeisesystem französischer Kernkraftwerke (Stand: 17.03.2023)
<https://www.grs.de/de/aktuelles/sicherheitsrelevante-schaeden-im-sicherheits-einspeisesystem-franzoesischer>
- HIPPEL, F.N., Schoeppner, M. (2016): Reducing the Danger from Fires in Spent Fuel Pools; SCIENCE & GLOBAL SECURITY 2016, Vol 24, No.3, 141-173;
<http://dx.doi.org/10.1080/08929882.2016.1235382> .
- INRAG – International Risk Assessment Group (2021): Risiken von Laufzeitverlängerungen alter Atomkraftwerke; Revision 4 (editiert) Nikolaus Arnold; Oda Becker; Paul Dorfman; Matthias Englert et al. April 2021
- IRSN (2012): Definition of a post-Fukushima hard core for EDF's REPs: objectives, content and associated requirements. (Définition d'un noyau dur post-Fukushima pour les REP d'EDF : objectifs, contenu et exigences associées RAPPORT IRSN N°2012-009I) Réunion des Groupes permanents d'experts pour les réacteurs nucléaires du 13 décembre 2012 IRSN Report N°2012-009; 2012.
- IRSN (2023c) : Avis IRSN n°2023-00066. Réacteurs électronucléaires d'EDF de 1300 MWe – RP4 1300 – Instruction anticipée portant sur le noyau dur post-Fukushima. To Monsieur le Président de l'ASN, 12 mai 2023.
- MAJER (2012): Abschlussbericht zum Stresstest für das Kernkraftwerk Cattenom; Dieter Majer, Feb. 2012.
- MERTINS (2024) Analyse von Risiken der 1300 MW Reaktoren in Frankreich insbesondere unter Beachtung der vorgesehenen Laufzeitverlängerung; Prof. Dr.-Ing. Manfred Mertins; 2024.
https://www.greenpeace.org/static/planet4-luxembourg-stateless/2024/04/1e1ec1f1-bericht_analyse-von-risiken-der-1.300-mwe-reaktoren-in-frankreich-insbesondere-unter-beachtung-der-vorgesehenen-laufzeitverlangerung.pdf
- NTI (2026): NTI Nuclear Security Index France,
<https://www.ntiindex.org/country/france/#country-chart>
- PISTNER et al. (2018): Sicherheitsdefizite des AKW Cattenom. Pistner, C., Sailer, M., Mohr, S., Küppers, C. Im Auftrag der Bundesländer Rheinland-Pfalz und Saarland, Öko-Institut Darmstadt
- UMWELTBUNDESAMT (2024) Lifetime extension of the French 1300 MWe reactor fleet generic requirements for the 4th periodic safety review, Task 3: Hazards Report; Oda Becker; Kurt Decker, Yves Marignac; REPORT REP-0936; VIENNA 2024.
<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0936.pdf>
- UMWELTBUNDESAMT (2024a): Lifetime extension of the French 1300 MWe reactor fleet generic requirements for the 4th periodic safety review Expert statement – synthesis report; Oda Becker, Kurt Decker, Markus Drapalik, Friederike Frieß, Yves Marignac, Manfred Mertins, Gabriele Mraz, Nikolaus Müllner, REPORT REP-0915; VIENNA 2024
<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0915.pdf>.
- WENRA– Western European Nuclear Regulators Association (2013): Report Safety of new NPP designs, Study by Reactor Harmonization Working Group RHWG; March 2013
- WENRA – Western European Nuclear Regulators Association (2014): Report WENRA Safety Reference Levels for Existing Reactors – Update in Relation to Lessons Learned from TEPCO Fukushima Dai-Ichi Accident, WENRA, 24th September 2014.
<http://www.wenra.org/publications/>.
- WENRA – Western European Nuclear Regulators Association (2020c): Guidance Document Issue TU: External Hazards. Guidance on External Flooding. Annex to the Guidance Head Document. <http://www.wenra.org/publications/> .
- WENRA – Western European Nuclear Regulators Association (2021): WENRA Safety Reference Levels for Existing Reactors, Update in relation to lessons learned from

TEPCO Fukushima Dai-ichi Accident; 17th February 2021.
<http://www.wenra.org/publications/>.

Anhang

Sicherheitsrelevante Ereignisse

Im Folgenden sind die sicherheitsrelevante Ereignisse (Stufen 1 und 2 der INES-Skala) im AKW Cattenom mit absteigendem Datum aufgelistet. Sicherheitsrelevante Ereignisse bzw. Mängel oder Schäden die Funktionsfähigkeit sicherheitsrelevanter Systeme im Falle eines Erdbebens gefährdet hätten, sind im nächsten Abschnitt separat dargestellt.

- Am 21. August 2026 meldete der Betreiber ein bedeutendes Ereignis im Zusammenhang mit der Fehlfunktion einer **Turbopumpe im Notversorgungskreislauf der Dampferzeuger (ASG)** von Reaktor 4. Aufgrund der verspäteten Feststellung und der Nichteinhaltung der Betriebsbedingungen wurde dieses Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 30. Mai 2026 stellte der Betreiber fest, dass mehrere **Belüftungs- und Luftfilterkreisläufe** im Brennelement-Gebäude von Reaktor 2 nicht korrekt funktionierten. Ein ähnliches Ereignis hatte sich bereits am 2. Juni 2025 während der Wartungsabschaltung von Reaktor 3 ereignet. Nach einer Analyse wurde dieses Ereignis aufgrund seines wiederholten Auftretens auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 9. September 2025 schloss der Betreiber versehentlich ein **Ventil des Filterreinigungssystems** am Reaktor 3, wodurch dessen Reinigung außer Betrieb gesetzt wurde. Ein ähnliches Ereignis hatte sich bereits im Jahr 2022 ereignet. Aufgrund seines wiederholten Auftretens wurde dieses Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 14. August 2025 meldete der Betreiber ein sicherheitsrelevantes Ereignis im Zusammenhang mit der Nichteinhaltung eines Kriteriums für eine **Leckage im Primärkreislauf** von Reaktor 3. Da das Leck erst spät erkannt wurde, wurde dieses Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 12. Juni 2025 meldete der Betreiber ein bedeutendes **Strahlenschutzereignis** für Reaktor 3, bei dem bei einem Mitarbeiter die jährliche individuelle Dosisgrenze überschritten wurde. Am 9. Juni 2025 führte dieser Mitarbeiter im Reaktorgebäude, Arbeiten zum Verlegen von Bleimatten durch. Bei der Kontrolle beim Verlassen des kontrollierten Bereichs wurde eine Kontamination der Haut im Bereich der Wange des Mitarbeiters festgestellt. Aufgrund der Überschreitung eines gesetzlichen Expositionsgrenzwerts wurde dieses Ereignis auf Stufe 2 der INES-Skala eingestuft.
- Am 10. Juni 2025 meldete der Betreiber ein sicherheitsrelevantes Ereignis im Zusammenhang mit dem **Ausfall der Jodabsaugfunktion im Lüftungssystem des Lagergebäudes** für Brennelemente von Reaktor 3. Im Falle eines Unfalls beim Umgang mit Brennelementen gewährleistet dieses System die Einschließung des Gebäudes, um eine unbeabsichtigte Freisetzung von radioaktivem Jod außerhalb des Kraftwerks zu verhindern. Aufgrund des verspäteten Erkennens der Nichtverfügbarkeit des Systems zur Entfernung von radioaktivem Jod wurde dieses Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 31. Oktober 2024 meldete der Betreiber den Ausfall einer **Turbopumpe des Notstrom-Wasserversorgungskreislaufs der Dampferzeuger** in Reaktor 2. Aufgrund der Nichteinhaltung der RGE wurde dieses Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 12. Juli 2024 meldete der Betreiber ein sicherheitsrelevantes Ereignis im Zusammenhang mit dem Ausfall eines **Sensors zur Messung des Dampfdrucks**, der die Turbine von Reaktor 3 versorgt. Da es im Hinblick auf die RGE zu spät erkannt wurde, wurde dieses Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.

- Am 24. August 2023 meldete der Betreiber ein sicherheitsrelevantes Ereignis für Reaktor 1, da ein **Notstrom-Dieselaggregat** nicht verfügbar war. Eine weitergehende Diagnose identifizierte einen Fehler auf einer elektronischen Leiterplatte – einen Fehler, der bei der ersten Diagnose nicht erkannt worden war. Aufgrund der Nichteinhaltung der RGE wurde das Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 13. Juli 2023 meldete der Betreiber die Nichtverfügbarkeit einer **dampfgetriebenen Pumpe im Hilfsspeisewassersystem (ASG) für die Dampferzeuger** von Reaktor 2. Aufgrund der verzögerten Feststellung der Nichtverfügbarkeit der Pumpe und der Nichteinhaltung der RGE wurde das Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 1. März 2023 meldete der Betreiber ein sicherheitsrelevantes Ereignis für Reaktor 2 im Hinblick auf das **Radioaktivitätsüberwachungssystem**. Am 23. Februar 2023 stellte der Betreiber bei einer wiederkehrenden Prüfung fest, dass der Alarmschwellenwert an einem der beiden Geräte zehnmal höher eingestellt war als vorgesehen. Aufgrund der verspäteten Feststellung der Nichteinhaltung der RGE wurde dieses Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 16. Februar 2023 meldete der Betreiber ein sicherheitsrelevantes Ereignis in Reaktor 1. Es betraf einen Fehler bei der **Bestimmung des Durchflusses im Primärkreislauf**. Aufgrund der späten Feststellung wurde das Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 3. Februar 2023 meldete der Betreiber ein bedeutendes **Strahlenschutzereignis**: Ein Mitarbeiter hatte einen individuellen Jahresgrenzwert für die Strahlendosis überschritten. Am 2. Februar 2023 brachte der Mitarbeiter im Gebäude von Reaktor 3 – der für Inspektions- und Reparaturarbeiten im Zusammenhang mit Spannungsrisskorrosion (SCC) abgeschaltet war – Isolierungen an Ventilen in verschiedenen Kreisläufen an. Bei der Kontrolle am Ausgang des Kontrollbereichs wurde eine Hautkontamination an der Wange des Mitarbeiters festgestellt. Da für den Mitarbeiter ein gesetzlicher Expositionsgrenzwert überschritten wurde, wurde dieses Ereignis auf Stufe 2 der INES-Skala eingestuft.
- Am 9. November 2022 meldete der Betreiber ein sicherheitsrelevantes Ereignis: die verspätete Feststellung der Nichtverfügbarkeit des **Rezirkulationssystems** von Reaktor 4. Eine erste Analyse legte nahe, dass der Pegelabfall mit der außergewöhnlich langen Zeitspanne zusammenhängen könnte, in der sich der Reaktor im entladenen Zustand befand; dies führte zu einer schleichenden Verdunstung, ohne dass der Pegelabfall bemerkt wurde. Das Ereignis wurde auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft, da die RGE nicht eingehalten wurden.
- Am 21. Oktober 2022 meldete EDF ein sicherheitsrelevantes Ereignis, das fehlerhafte **Verschraubungen an Adaptern für den Anschluss der Kabel von Thermoelementen** des Kerninstrumentierungssystems bei sechs Kernreaktoren der 1300-MWe-Reaktoren betraf, u.a. Reaktor 2 des AKW Cattenom. Aufgrund seiner potenziellen sicherheitstechnischen Bedeutung wurde es auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 16. September 2022 meldete der Betreiber ein sicherheitsrelevantes Ereignis, da einer der beiden Stränge des **Wasserfiltersystems zur Kühlung** von Reaktor 2 nicht verfügbar war. Die Reaktoren 1 und 2 verfügen über ein Wasserfiltersystem, das in einem gemeinsamen Pumpenhaus untergebracht ist. In der Nacht zum 14. September 2022 schloss der Betreiber irrtümlich ein Ventil im Spülsystem des Filters für Reaktor 2, wodurch dessen Spülfunktion außer Kraft gesetzt wurde. Das Ereignis wurde aufgrund der verspäteten Feststellung auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 19. April 2022 meldete der Betreiber ein sicherheitsrelevantes Ereignis für Reaktor 4 bezüglich einer Komponente, die für den Betrieb unter Störfallbedingungen relevant ist. Während des Stillstands stellte der Betreiber Kratzer an den Anschlusssystemen der

elektrischen Kabel fest, die der **Ansteuerung bestimmter Schutzventile des Primärkreislaufs** dienen. Diese Mängel hätten die Funktion dieser Komponente in einer Störfallsituation beeinträchtigen können. Aufgrund der Nichtverfügbarkeit der betroffenen Ausrüstungsteile wurde das Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.

- Am 18. Oktober 2021 meldete der Betreiber ein sicherheitsrelevantes Ereignis im Zusammenhang mit der Nichteinhaltung der RGE hinsichtlich der Verfügbarkeit des Systems zur **Überwachung der Radioaktivität** für Reaktor 3. Aufgrund des verspäteten Erkennens wurde dieses Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 29. September 2021 meldete der Betreiber ein sicherheitsrelevantes Ereignis, da eine **Pumpe des Systems zur chemischen und volumetrischen Regelung (RCV)** des Primärkreislaufs von Reaktor 3 nicht verfügbar war. Aufgrund der verspäteten Feststellung wurde das Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 19. August 2021 meldete der Betreiber ein bedeutsames **Strahlenschutzereignis**, bei dem ein Viertel des jährlichen individuellen Dosisgrenzwerts überschritten wurde. Am 14. August 2021 führte ein Mitarbeiter am Reaktor 3 Arbeiten zum Austausch eines Ventils im Sicherheitseinspeisesystem durch. Beim Verlassen des Kontrollbereichs wurde eine Hautkontamination im Gesichtsbereich festgestellt. Dieses Ereignis wurde auf der Stufe 1 der INES-Skala eingestuft, da die geschätzte Hautdosis mehr als ein Viertel des Jahresgrenzwerts betrug.
- Am 27. Juli 2021 meldete der Betreiber die teilweise Nichtverfügbarkeit der **Jodabscheidungsfunktion** des Lüftungssystems im Brennelementgebäude von Reaktor 2. Ursache war eine fehlerhafte Verkabelung eines Ventilators, die bei Wartungsarbeiten am 9. Juli 2021 vorgenommen worden war. Aufgrund der Nichteinhaltung der RGE sowie der späten Entdeckung wurde das Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 9. Juli 2021 meldete der Betreiber ein sicherheitsrelevantes Ereignis, das die **Nichtverfügbarkeit des Lüfters im Raum des Not-Turbo-Generators** von Reaktor 1 betraf. Aufgrund der späten Entdeckung wurde es auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 9. Juli 2021 meldete der Betreiber ein sicherheitsrelevantes Ereignis im Zusammenhang mit einem **Ausfall einer Pumpe im Dampferzeuger-Notversorgungskreislauf** von Reaktor 1. Bei der fachtechnischen Begutachtung der Pumpe stellte der Betreiber eine mechanische Blockade an einem der Laufräder fest. Aufgrund der verspäteten Feststellung und nicht Übereinstimmung mit den RGE wurde das Ereignis auf der Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 23. Juni 2021 meldete der Betreiber ein sicherheitsrelevantes Ereignis im Zusammenhang mit der **Nichtverfügbarkeit von Sensoren zur Messung des Dampfdrucks**, der die Turbine von Reaktor 1 speist. Als Ursache für diese Fehlfunktion wurde die fehlerhafte Stellung eines Absperrventils identifiziert. Aufgrund der im Hinblick auf die RGE verspäteten Feststellung wurde das Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 11. Juni 2021 meldete der Betreiber ein meldepflichtiges Ereignis für Reaktor 3, nachdem die **externe Stromversorgung nicht verfügbar** war. Da mehrere Bestimmungen der RGE nicht eingehalten wurden, wurde das Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 24. Februar 2021 meldete der Betreiber ein sicherheitsrelevantes Ereignis hinsichtlich einer **Abweichung in der Konfiguration der Automatiksysteme für Ventile** im Lüftungssystem des Sicherheitsbehälters von Reaktor 3. Aufgrund der verspäteten Feststellung wurde das Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 3. Februar 2021 meldete der Betreiber ein sicherheitsrelevantes Ereignis, da bei einem Zusammentreffen mehrerer Ereignisse, die für den Reaktor 3 vorgeschriebene Frist für die Einleitung des Abschaltvorgangs überschritten wurde. Am 29. Januar 2021 führte EDF eine

Funktionsprüfung an Ventilen durch. Die Ventile konnten jedoch während des Tests nicht betätigt werden. Im Anschluss an diesen Eingriff führte eine fehlerhafte Einschätzung durch das Wartungsteam dazu, dass die zur Überprüfung der Anlagenverfügbarkeit erforderlichen Tests nur unvollständig durchgeführt wurden. Aufgrund der Nichteinhaltung der RGE wurde das Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.

- Am 15. September 2020 meldete der Betreiber ein sicherheitsrelevantes Ereignis bezüglich der Nichtverfügbarkeit der **Turbopumpe des Not-Speisewassersystems für die Dampferzeuger** von Reaktor 1. Die Ursache lag in einer fehlerhaften Einstellung der Anlage während einer einige Wochen zuvor durchgeführten Wartung. Aufgrund der verspäteten Feststellung wurde das Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 1. September 2020 meldete der Betreiber ein sicherheitsrelevantes Ereignis für das Leittechniksystem von Reaktor 3. Ab dem 26. August 2020 stellte EDF **Störungen an einem Leittechnikschrank** fest, der mehrere Elektronikarten enthielt. Dabei wurden mehrere Defekte festgestellt, die den Austausch verschiedener Komponenten erforderlich machten. Aufgrund der Überschreitung der in den RGE festgelegten Reparaturfrist wurde das Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 20. Juli 2020 meldete der Betreiber ein sicherheitsrelevantes Ereignis im Zusammenhang mit einem Fehler bei der **Bestimmung des Wasserdurchflusses im Primärkreislauf** von Reaktor 2. Dieser Fehler hätte die Zuverlässigkeit des Reaktorschutzsystems beeinträchtigen können. Am 13. Juli 2020 trat ein Fehler in einem anderen AKW auf, daraufhin prüfte man, ob ähnliche Mängel auch bei den Reaktoren des AKW Cattenom vorlagen. Dabei wurde eine Unregelmäßigkeit festgestellt. Aufgrund der verspäteten Feststellung wurde das Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 27. Januar 2020 meldete EDF ein sicherheitsrelevantes Ereignis. Dieses betraf das Fehlen von Sicherungsvorrichtungen an bestimmten Verbindungsschrauben von Thermostatventilen der Pumpen für die Mitteldruck-Sicherheitseinspeisung (RIS) sowie für die chemische und volumetrische Regelung (RCV) in einigen 1300-MWe-Reaktoren, u.a. für die Reaktoren 1, 2 und 3 des AKWs Cattenom. Angesichts der Tatsache, dass dieses Ereignis beide Stränge der RIS- und RCV-Systeme betrifft und sich wiederholt hat, wird es auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 2. Oktober 2019 meldete der Betreiber ein sicherheitsrelevantes Ereignis im Zusammenhang mit einer Beeinträchtigung eines **Auffangbeckens des Sicherheitseinspeisesystems** im Reaktorgebäude 3. Am 29. September 2019 hatte der Betreiber eine Beschädigung an der Dichtung festgestellt. Aufgrund der verspäteten Feststellung des Verstoßes gegen die RGE wurde das Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 30. September 2019 meldete der Betreiber ein sicherheitsrelevantes Ereignis, da an einer Durchführung des **Sicherheitsbehälters** von Reaktor 3 eine **Verschlusseinrichtung** fehlte. Es führte zu einer vorübergehenden Beeinträchtigung einer Einrichtung zur Beherrschung von Störfällen; aufgrund der verspäteten Feststellung der Abweichung von den RGE wurde das Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 30. September 2019 meldete der Betreiber ein sicherheitsrelevantes Ereignis aufgrund der Nichtverfügbarkeit eines **Alarms zur Überwachung des Neutronenflusses** im Reaktor 3. Am 26. September 2019 nahm der Betreiber die Parametrierung eines Alarms für die Neutronenflussmessung nicht korrekt vor, wodurch dessen Zuverlässigkeit beeinträchtigt wurde. Aufgrund des verspäteten Erkennens der Situation wurde das Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.

- Am 10. September 2019 meldete der Betreiber ein meldepflichtiges Ereignis bezüglich der **Nichtverfügbarkeit einer Turbopumpe im Not-Speisewassersystem** der Dampferzeuger von Reaktor 1. Dieses Ereignis wurde aufgrund der verspäteten Feststellung auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 11. Juli 2019 stellte der Betreiber im Rahmen einer wiederkehrenden Prüfung im Reaktor 2 eine Fehlfunktion an einem der beiden Stränge der **automatischen Ventilsteuerung des Dampferzeugers** fest. Aufgrund der verspäteten Feststellung stuft EDF das Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala ein.
- Am 5. April 2019 meldete der Betreiber ein sicherheitsrelevantes Ereignis in Zusammenhang mit der Nichtverfügbarkeit einer **Turbopumpe des Notwasserversorgungssystems für die Dampferzeuger** (ASG) von Reaktor 4. Am 2. April 2019 stellte der Betreiber bei einer wiederkehrenden Prüfung fest, dass das Ventil nicht automatisch öffnete. Nach einer Untersuchung ermittelte der Betreiber einen Montagefehler – begangen während einer Wartung Anfang März 2019 – als Ursache für diesen Ausfall. Aufgrund der verspäteten Feststellung der Nichtverfügbarkeit des Ventils wurde das Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 26. Februar 2019 meldete der Betreiber ein bedeutsames **Strahlenschutzereignis**, bei dem ein Viertel des jährlichen individuellen Dosisgrenzwerts überschritten wurde. Am 21. Februar 2019 führte ein Mitarbeiter einer Fremdfirma Arbeiten durch, bei denen Material aus dem Brennelementgebäude von Reaktor 3 entfernt wurde. Beim Verlassen des Kontrollbereichs wurde eine Hautkontamination am rechten Arm festgestellt. Aufgrund der Überschreitung eines Viertels des gesetzlichen jährlichen Expositionsgrenzwerts wurde dieses Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 12. Februar 2019 meldete der Betreiber ein sicherheitsrelevantes Ereignis, da einer der beiden Stränge des Sicherheitseinspeisesystems von Reaktor 4 nicht verfügbar war. Bei der Wartung **einer der Pumpen des Sicherheitseinspeisesystems** wurde ein Defekt festgestellt, der bei längerem Betrieb zu einer Beschädigung der Pumpe hätte führen können. Die letzte Inspektion mit Demontage der Pumpe war im Jahr 2003 durchgeführt worden. Die Nichtverfügbarkeit der Pumpe trat somit nach diesem Zeitpunkt ein. Aufgrund der verspäteten Feststellung des Ereignisses wurde es auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 2. Januar 2019 meldete der Betreiber ein sicherheitsrelevantes Ereignis für Reaktor 3: Eines der beiden **Notstromdieselaggregate** war nicht verfügbar, da ein blockiertes Ventil den Start des Motors verhinderte. Bereits am 2. November 2018 führte ein nicht identifizierter Fehler bei einem wiederkehrenden Starttest des Dieselmotors zu dessen Abschaltung. Am 28. Dezember 2018 trat dasselbe Phänomen auf. Eine anschließende Untersuchung ergab, dass ein Klumpen verhärteten Fetts an einem Ventil des Startsystems dieses in der geöffneten Position blockierte. Aufgrund der verspäteten Feststellung wurde dieses Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 19. Juni 2018 meldete der Betreiber ein sicherheitsrelevantes Ereignis. Es betraf die Nichtverfügbarkeit eines **Absperrventils in einer Rohrleitung**, die durch die Außenwand des Sicherheitsbehälters von Reaktor 4 führt. Eine anschließende, eingehendere Untersuchung ergab, dass Montagefehler an dem Ventil – verursacht durch eine im Jahr 2016 durchgeführte Wartungsmaßnahme – für die Fehlfunktion verantwortlich waren. Im Falle eines schweren Unfalls wäre die Gewährleistung des Einschlusses radioaktiver Stoffe beeinträchtigt gewesen. Aufgrund der verspäteten Feststellung der Nichtverfügbarkeit des Absperrventils wurde dieses Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.

- Am 27. März 2018 meldete der Betreiber ein sicherheitsrelevantes Ereignis aufgrund einer **Fehlpositionierung von Steuerstäben** des Reaktors 2. Aufgrund des verspäteten Erkennens dieses Fehlers wurde das Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 21. März 2018 meldete der Betreiber ein sicherheitsrelevantes Ereignis, da eine **Füllstandsmessung am Behälter** für die Kühlung und Reinigung des Beckenwassers von Reaktor 2 ausgefallen war. Eine Analyse ergab, dass die Messwerte dieses Sensors bereits seit dem 20. Februar 2018 gestört waren. Ursache hierfür waren Instandsetzungsarbeiten; da durch das Auftragen einer Bodenbeschichtung ein Teil des Sensors verdeckt worden war. Aufgrund des verspäteten Erkennens des Defekts wurde das Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 15. März 2018 meldete der Betreiber ein sicherheitsrelevantes Ereignis bezüglich der **Nichtverfügbarkeit eines Schließbefehls für ein Absperrventil des Sicherheitsbehälters** von Reaktor 1. Am 13. März 2018 stellte der Betreiber einen Verdrahtungsfehler in dem System fest, dass das Schließen eines der beiden Absperrventile steuert. Aufgrund der Nichteinhaltung der RGE wurde dieses Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 19. September 2017 meldete der Betreiber ein sicherheitsrelevantes Ereignis, das die Nichtverfügbarkeit eines **Alarms zur Überwachung des Reaktors** betraf. Am 13. September 2017 führte der Betreiber im Rahmen der für das Wiederanfahren von Reaktor 4 vorgesehenen Tätigkeiten eine wiederkehrende Prüfung der Instrumente zur Messung der Leistung des Reaktorkerns durch. Während dieses Vorgangs wurde – aufgrund mangelnder Abstimmung mit einer parallel durchgeführten Tätigkeit – ein Alarm zur Überwachung des Neutronenflusses für die Dauer von dreißig Minuten außer Betrieb gesetzt. Aufgrund der Nichteinhaltung der RGE wurde dieses Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.
- Am 18. August 2017 meldete der Betreiber ein bedeutsames **Strahlenschutzereignis**, bei dem ein Viertel eines jährlichen individuellen Dosisgrenzwerts überschritten wurde. Am 16. August 2017 führte ein Mitarbeiter eines Fremdunternehmens Wartungsarbeiten an der Brennelement-Lademaschine im Reaktorgebäude von Reaktor 4 durch. Beim Verlassen des Kontrollbereichs wurde eine Hautkontamination im Nackenbereich festgestellt. Aufgrund der Überschreitung eines Viertels des gesetzlichen jährlichen Expositionsgrenzwerts wurde dieses Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.

Sicherheitsrelevante Ereignisse hinsichtlich der Erdbebensicherheit

Die folgenden Mängel oder Schäden hätten die Funktionsfähigkeit sicherheitsrelevanter Systeme im Falle eines Erdbebens gefährdet:

Am 31. Januar 2020 meldete EDF ein sicherheitsrelevantes Ereignis für die Reaktoren 1 und 3, das Mängel bei der Erdbebenfestigkeit bestimmter Komponenten betraf. Im Falle eines Erdbebens, das zum Ausfall der externen Stromversorgung führt, könnte der Betrieb der Notstromaggregate aufgrund dieser Mängel möglicherweise ausfallen. Bei den Mängeln handelt es sich um drei Arten:

- fehlerhafte Montage von Elastomer-Verbindungsstücken an Rohrleitungen,
- Korrosion an bestimmten Rohrleitungsabschnitten oder deren Halterungen,
- Mängel an elektrischen Anschlüssen in bestimmten Schaltschränken.

Angesichts der potenziellen Folgen eines Ausfalls eines Notstromaggregats im Falle eines Erdbebens wird dieses Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.⁴⁴

44

<https://reglementation-controle.asnr.fr/controle/actualites-du-controle/installations-nucleaires/avis-d-incident-des-installations-nucleaires/groupe-electrogenes-de-secours-incident-de-niveau-2>

Am 30. Oktober 2018 meldete EDF der ASN ein sicherheitsrelevantes Ereignis, das auch die Reaktoren 1 und 2 des AKW Cattenom betraf. Im Rahmen der 3. PSÜ der 1300-MWe-Reaktoren stellte EDF fest, dass die Bodenverankerungen verschiedener Ausrüstungsteile verstärkt werden mussten. Einige der zwischen 2015 und 2018 im Zuge der Zehnjahresinspektionen durchgeführten Verstärkungsmaßnahmen erforderten Befestigungen auf Betonplatten, die jedoch nicht ausreichend dimensioniert wurden. Angesichts der potenziellen Auswirkungen auf die Sicherheit wurde das Ereignis auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.⁴⁵

Im Juni 2017 ergaben Untersuchungen zunächst im AKW Belleville-sur-Loire, dass die Wandstärken einer Rohrleitung unter dem für die Erdbebenfestigkeit erforderlichen Mindestmaß lagen. Diese Schäden sind die Folge von Korrosion, die sich mangels angemessener vorbeugender Instandhaltung entwickeln konnte. Die Kühlwasserquelle der Reaktoren könnte ausfallen, wenn es infolge eines Erdbebens zu einem Bruch von Rohrleitungen und einer interne Überflutung kommt, so dass die Pumpen des Notwasserkreislaufs nicht mehr zur Verfügung stehen. Bei 20 Reaktoren, auch bei den vier Reaktoren in Cattenom, bestand das Risiko eines Totalausfalls der Kühlwasserquelle. Infolgedessen wurde das Ereignis auf Stufe 2 der INES-Skala eingestuft.

Ein sicherheitsrelevantes Ereignis 2017 betraf das Fehlen eines Nachweises der Erdbebensicherheit der Verankerungen der Hilfssysteme der Notstromdiesel. Es umfasst sowohl Konstruktionsprobleme, die für alle 1300-MWe-Reaktoren gelten, als auch lokale Probleme, die mit einem schlechten Zustand oder einer fehlerhaften Montage der Verankerungen zusammenhängen. Im Falle eines durch ein Erdbeben verursachten Ausfalls der externen Stromversorgung könnte der Betrieb der Notstromdiesel aufgrund des Ausfalls ihrer Hilfssysteme nicht mehr gewährleistet sein. Angesichts der potenziellen Folgen für die Sicherheit der Kernkraftwerke im Falle eines Erdbebens wird das Ereignis auch für die Reaktoren in Cattenom auf Stufe 2 der INES-Skala eingestuft.⁴⁶

Am 13. März 2020 meldete der Betreiber ein sicherheitsrelevantes Ereignis aufgrund von Mängeln bei der **Erdbebensicherheit der Verankerungen** von Fernsteuerung für Ventile in Sicherheitssystemen. Im November 2019 wurden bei einer Inspektion am Reaktor 1 Anomalien an den Verankerungen der Fernsteuerung von zwei Ventilen des Sicherheits-Einspeisesystems (RIS) festgestellt. Diese beiden Ventile waren bereits im Jahr 2016 im Rahmen der Konformitätsprüfung während der Zehnjahresinspektion überprüft worden; ohne dass diese Anomalien erkannt worden. Zusätzliche Kontrolle an allen Reaktoren am Standort zeigten ähnliche Mängel (fehlende Befestigung oder fehlerhafte Montage). Das Ereignis wurde auf Stufe 1 der INES-Skala eingestuft.⁴⁷

⁴⁵

<https://reglementation-controle.asnr.fr/controle/actualites-du-controle/installations-nucleaires/avis-d-incident-des-installations-nucleaires/mauvais-dimensionnement-d-ancrages-mis-en-place-lors-des-troisiemes-visites-decennales-1300-mwe>

⁴⁶

<https://reglementation-controle.asnr.fr/information/archives-des-actualites/groupes-electrogenes-de-secours-a-moteur-diesel-incident-de-niveau-2>

⁴⁷

<https://reglementation-controle.asnr.fr/controle/actualites-du-controle/installations-nucleaires/avis-d-incident-des-installations-nucleaires/ancrages-de-commandes-deportees-de-robinets-de-circuits-de-sauvegarde>