



DOKUMENT

3 bis

**DOKUMENT BEZÜGLICH DER
AUSWIRKUNGEN AUF DIE
UMWELT, DIE MIT DEM BETRIEB
DES REAKTORS WÄHREND DER
NÄCHSTEN ZEHN JAHRE
VERBUNDEN SIND.**



Öffentliches
Anhörungsverfahren
über den Bericht der 4.
periodischen
Sicherheitsüberprüfung

**KERNKRAFTWERK VON BLAYAIS
REAKTOR Nr. 4**

	Seiten
Einleitung	S.2
1. Der Betreiber des Kraftwerks von Blayais und der Hintergrund der periodischen Sicherheitsüberprüfung	S.3
1.1. Betreiber des Kraftwerks von Blayais	S.3
1.2. Hintergrund der periodischen Sicherheitsüberprüfung	S.4
2. Fortsetzung des Betriebs der Reaktoren von Blayais	S.8
2.1. Das Kernkraftwerk von Blayais	S.8
2.2. Betrieb des Kraftwerks	S.9
2.3. Die Fortsetzung des Betriebs	S.11
3. Öffentliches Anhörungsverfahren bezüglich der periodischen Sicherheitsüberprüfung	S.15
3.1. Regelungsverfahren in Frankreich	S.15
3.2. Internationale Konsultierung	S.16
3.3. Terminplan des Regelungsverfahrens	S.17
4. Nukleare Sicherheit des Kernkraftwerks	S.18
4.1. Strahlenschutz	S.18
4.2. Nukleare Sicherheit während des Betriebs	S.19
4.3. Begrenzung der Alterung und Obsoleszenz	S.26
4.4. Nukleare Sicherheit, Reaktor während der endgültigen Stilllegung	S.27
5. Bewertung der Auswirkungen des Betriebs auf die Umwelt	S.28
5.1. Vorgehensweise	S.28
5.2. Methode zur Bewertung der Auswirkungen	S.29
5.3. Unsicherheiten im Zusammenhang mit der Bewertung der Auswirkungen	S.32
5.4. Für die Bewertung verwendete Daten	S.32
5.5. Aktueller Zustand Umwelt	S.33
5.6. Wechselbeziehungen des Kraftwerks von Blayais mit der Umwelt	S.44
5.7. Prognose für die kommenden 10 Jahre hinsichtlich der Auswirkungen auf die Umwelt	S.58
6. Bewertung der grenzüberschreitenden Auswirkungen	S.75
6.1. Anforderungen hinsichtlich der radiologischen Folgen	S.76
6.2. Radiologische Folgen	S.78
6.3. Messung von Begrenzung der radiologischen Risiken	S.84
7. Überwachung der Umwelt	S.93
7.1. Überwachungsmaßnahmen für den Normalbetrieb	S.93
7.2. Überwachungsmaßnahmen hinsichtlich der radiologischen Risiken	S.96
8. Schlussfolgerungen	S.98
Glossar	S.100

EINLEITUNG



Kernkraftwerk von Blayais, Département Gironde
Copyright EDF, Gabrielle Balloffet

In Frankreich wird der Bau eines Kernreaktors durch eine Verordnung des für die nukleare Sicherheit zuständigen Ministers genehmigt. Diese Genehmigung enthält keine Betriebsdauerbegrenzung. Dennoch muss der Betreiber alle 10 Jahre eine periodische Sicherheitsüberprüfung durchführen, um die Situation der Anlage im Hinblick auf die für sie geltenden Vorschriften zu bewerten und die Prüfung der Risiken und Nachteile zu aktualisieren, die die Anlage für die öffentliche Sicherheit, Gesundheit und Hygiene oder den Natur- und Umweltschutz, d. h. die sogenannten „geschützten Interessen“ birgt.

In den vier von Électricité de France (EDF, www.edf.fr) betriebenen 900 MWe-Druckwasserreaktoren des Kernkraftwerks von Blayais findet nun die 4. periodische Sicherheitsüberprüfung statt.

Nach Abschluss jeder einzelnen Sicherheitsüberprüfung erstellt EDF einen Abschlussbericht über die Sicherheitsüberprüfung (RCR – Rapport de réexamen), der die Schlussfolgerungen der Sicherheitsüberprüfung und die für den verbesserten Schutz der geschützten Interessen in Betracht gezogenen Maßnahmen darlegt. Die Berichte für die Reaktoren Nr. 1 – 4 des Kraftwerks von Blayais wurden der Regierung und der Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR – Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz, www.asnr.fr) jeweils am 20. Dezember 2022, 29. Juli 2024, 20. Februar 2026 und 30. März 2026 vorgelegt.

Nach dem 35. Betriebsjahr findet ein öffentliches Anhörungsverfahren bezüglich des Abschlussberichts über die Sicherheitsüberprüfung statt.

Das vorliegende Dokument ist Teil der Unterlagen des öffentlichen Anhörungsverfahrens, das im Rahmen der 4. periodischen Sicherheitsüberprüfung der Reaktoren von Blayais durchgeführt wird. Es betrifft alle vier Reaktoren des Standorts von Blayais.

Es bezieht sich auf die mit dem Betrieb dieser Reaktoren während der zehn Jahre nach der 4. periodischen Sicherheitsüberprüfung verbundenen Auswirkungen auf die Umwelt, einschließlich der radiologischen oder sonstigen Folgen eventueller Störfälle oder Unfälle. Es beschreibt in diesem Zusammenhang auch die eventuellen grenzüberschreitenden Folgen, da es ggf. im Rahmen einer Konsultierung einem Nachbarland, einem Mitgliedsstaat der Europäischen Union oder einem Land vorgelegt wird, das Vertragspartei des am 25. Februar 1991 in Espoo unterzeichneten Übereinkommens über die Bewertung der Umweltfolgen in einem grenzüberschreitenden Rahmen ist.

Die ASNR berücksichtigt die Ergebnisse des öffentlichen Anhörungsverfahrens, einschließlich derjenigen, die in diesem Dokument, seiner Analyse des Abschlussberichts über die Sicherheitsüberprüfung und den eventuellen Maßnahmen hinsichtlich der Reaktoren des Standorts von Blayais beschriebenen Umweltauswirkungen betreffen.



1.1. Betreiber des Kraftwerks von Blayais

Als Betreiber des Kraftwerks von Blayais ist EDF verantwortlich für die 4. periodische Sicherheitsüberprüfung ihrer Reaktoren.

EDF ist eine Aktiengesellschaft, deren Anteile zu 100 % dem französischen Staat gehören. Sie beschäftigt weltweit fast 200.000 Mitarbeiter, darunter mehr als 146.000 allein in Frankreich. Als wichtige Akteurin der Energiewende ist EDF ein umfassender Energieversorger, der in allen Bereichen tätig ist: Energieerzeugung und -transport, Energiehandel, Energieservices und Energieverkauf. EDF hat einen vielseitigen Energieerzeugungsmix entwickelt, der hauptsächlich auf Kernkraft und erneuerbaren Energien, insbesondere der Wasserkraft beruht.

Mit einer installierten Gesamtkapazität von 120 GW zum Ende des Jahres 2025 ist EDF Europas wichtigster Energieversorger. Mehr als 95 % der von EDF erzeugten Energie ist emissionsfrei. Daher gehört ihre Kohlenstoffintensität bei 26,5 gCO₂/kWh zu den niedrigsten weltweit, weit unter dem europäischen Durchschnitt von 224 gCO₂/kWh. 2025 lag die Energieerzeugung der EDF-Unternehmensgruppe bei ca. 515 TWh, von denen 80 % von den Kernkraftwerken beigesteuert werden.

Mit einer installierten Kapazität von 63 GWe ist EDF weltweit der wichtigste Kernkraftwerksbetreiber. EDF betreibt 57 Kernreaktoren, die auf 18 Standorte in Frankreich verteilt sind.

Das Kernkraftwerk von Blayais erzeugt jährlich fast 23 Milliarden kWh CO₂-arme Energie. Das entspricht dem Stromverbrauch von fast 5 Millionen französischen Haushalten und 5,6 % der französischen Energieerzeugung aus Kernkraft. Das Kernkraftwerk von Blayais unterstützt die Klimaziele von Frankreich und der Europäischen Union sowie die Stromversorgungssicherheit.

Das Kernkraftwerk von Blayais ist ein wichtiger Wirtschaftsakteur der Region Nouvelle-Aquitaine. Es ist der zweitwichtigste Industriearbeitgeber des Départements Gironde und beschäftigt am Standort ca. 2.300 Mitarbeiter. Es bringt sich stark in die Ausbildung junger Menschen ein und hat 2025 100 Auszubildende und 155 Praktikanten beschäftigt. Es ist Teil des Lebens in der Region und unterstützt zahlreiche Initiativen und Vereine zugunsten der Umwelt, der Solidarität, des Sports, der Kultur und junger Menschen.

1.2. Hintergrund der periodischen Sicherheitsüberprüfung

1.2.1. Verfahren der periodischen Sicherheitsüberprüfung

Das Kernkraftwerk von Blayais besteht aus vier Druckwasserreaktoren (REP – Réacteur à eau pressurisée) mit einer elektrischen Leistung von jeweils 900 MWe, die im sogenannten „offenen Kreislauf“ gekühlt werden. Diese Reaktoren wurden zwischen 1981 und 1983 in Betrieb genommen. Sie tragen seit über 40 Jahren zuverlässig zur Erzeugung CO₂-armer Energie bei. EDF führt die 4. periodische Sicherheitsüberprüfung dieser vier einzelnen Reaktoren durch, die am Standort von Blayais in Betrieb sind.

Ende 2013 hat EDF die Unterlagen über die Ausrichtung der Sicherheitsüberprüfung (DOR – Dossier d'orientation du réexamen) vorgelegt, in denen die angesprochenen Themen und die dazugehörigen Verbesserungsziele dargelegt wurden, um die im Rahmen dieser Sicherheitsüberprüfungen zu implementierenden Verbesserungen zu ermitteln. Diese Unterlagen über die Ausrichtung der Sicherheitsüberprüfung wurden von der ASN geprüft, die vor ihrer Stellungnahme zuerst ihre technischen Sachverständigen und ständige Sachverständigengremien (GPE – Groupe permanent d'experts)¹ und anschließend die Öffentlichkeit hinzugezogen hat. Die Prüfung des Teils „Ausrichtung“ der Sicherheitsüberprüfung endete im April 2016 mit einer Stellungnahme der ASN und Anforderungen an EDF² als Betreiber.

Für die 4. periodische Sicherheitsüberprüfung der 900 MWe-Kraftwerke hat sich EDF hinsichtlich der allgemeinen Ausrichtung für die Angleichung an die nuklearen Sicherheitsziele der Reaktoren der neuesten Generation wie dem Bezugsreaktor von EDF „EPR Flamanville 3“ entschieden.

Bei der periodischen Sicherheitsüberprüfung werden die Verbesserungen hinsichtlich der Umweltauswirkungen der Anlagen auf zwei Ebenen geprüft:

- Eine **Risiken-Ebene** bezüglich der Vorbeugung von Störfall- oder Unfallereignissen und der Begrenzung ihrer potentiellen radiologischen (radioaktive Emissionen) oder nicht radiologischen (Schäden aufgrund von Wärmeentwicklung, Giftstoffen oder Überdruck) Folgen. Hier werden zwei Risikogruppen unterschieden:
 1. Die **radiologischen Risiken** aufgrund von vorhandenen radioaktiven Stoffen,
 2. Die **konventionellen Risiken**³, die z. B. mit der Lagerung und Verwendung von brennbaren Produkten, Chemikalien oder schwach radioaktiven Stoffen im Innern der konventionellen Anlagen verbunden sind.
- Eine **Nachteil-Ebene** bezüglich des Umgangs mit den Auswirkungen auf die Gesundheit und die Umwelt, die die Anlage während ihres normalen Betriebs aufgrund der Wasserentnahme und des Schadstoffausstoßes verursacht, sowie mit den Beeinträchtigungen, die sie verursachen kann (Freisetzung pathogener Mikroorganismen, Lärm und Vibrationen, Gerüche oder Staubaufkommen). Der Umgang mit Abfällen gehört zur Nachteil-Ebene.

¹ Zur Vorbereitung der wichtigsten Entscheidungen hinsichtlich der Herausforderungen der nuklearen Sicherheit oder des Strahlenschutzes stützt sich die ASN auf die Ansichten und Empfehlungen von ständigen Sachverständigengremien.

² ASN – Orientations génériques du RP4 900 – CODEP – DCN-2016-007286 vom 20. April 2016.

³ Siehe Glossar

Jede Ebene ist in zwei Teile unterteilt:

- **Prüfung der Konformität** der Anlage im Hinblick auf die für sie geltenden Regeln.
- **Neubewertung der Prüfung der mit der Anlage verbundenen Risiken oder Nachteile** mit dem Ziel, den Schutz der im Art. L. 593-1 des Umweltgesetzbuch genannten Interessen – die öffentliche Sicherheit, Gesundheit und Hygiene oder den Natur- und Umweltschutz – soweit wie möglich zu verbessern.

Die 4. periodische Sicherheitsüberprüfung umfasst eine dritte Ebene, die sich auf die „Fortsetzung des Betriebs über den Zeitraum von 40 Jahren hinweg“ bezieht und den **Umgang mit der Alterung** der Anlagen und die **Aufrechterhaltung der Qualifikation** der Anlagen für Unfallbedingungen behandelt.

Die 4. periodische Sicherheitsüberprüfung der Reaktoren von Blayais bestand aus zwei Phasen:

- Eine erste „allgemeine“ Phase in der die Themen betrachtet werden, die alle Reaktoren der gleichen Machart des französischen Kernkraftparks betreffen, so wie es die französischen Vorschriften zulassen. Die Reaktoren von Blayais gehören zu den 900 MWe-Reaktoren dieses Anlagenparks. Diese allgemeine Phase endete am 23. Februar 2021 mit der Veröffentlichung des Beschlusses Nr. 2021-DC-0706 der ASN⁴ bezüglich der allgemeinen Phase der 4. periodischen Sicherheitsüberprüfung der 900 MWe-Reaktoren, einschließlich allgemeiner Vorgaben, die Gegenstand eines vorhergehenden öffentlichen Anhörungsverfahrens waren.
- Eine zweite Phase, bei der jeder Reaktor von Blayais einzeln betrachtet wird.

Im Anschluss an die Sicherheitsüberprüfung⁵ legt EDF den Abschlussbericht über die Sicherheitsprüfung der 4 einzelnen Reaktoren von Blayais dem für die nukleare Sicherheit zuständigen Minister und der ASN⁴ vor. Dieser Bericht erläutert die Schlussfolgerungen der Sicherheitsüberprüfung hinsichtlich ihrer Ziele, eine Zusammenfassung der angewandten Methoden und die wichtigsten Ergebnisse. Er zählt die von EDF in Betracht gezogenen Maßnahmen zur Verbesserung der nuklearen Sicherheit und für den Schutz der Gesundheit und Umwelt auf.

Die Erstellung dieses Berichts, dessen Vorlagefrist von den Vorschriften geregelt wird, erfolgt üblicherweise nach der zehnjährlichen Sicherheitsüberprüfung des jeweiligen Reaktors, bei der Prüf- und Wartungsmaßnahmen sowie Anpassungen an die Ziele der Sicherheitsüberprüfung vorgenommen werden. Sämtliche mit der Sicherheitsüberprüfung verbundenen Maßnahmen werden im Rahmen eines Industrieprogramms anlässlich der zehnjährlichen Sicherheitsüberprüfung und der nachfolgenden Revisionen während des Reaktorbetriebs implementiert (siehe Art. 3.3).

Bei dieser 4. periodischen Sicherheitsüberprüfung der Reaktoren von Blayais findet ein öffentliches Anhörungsverfahren über den Abschlussbericht der Sicherheitsprüfung statt.

Die ASN⁴ berücksichtigt die Schlussfolgerungen des öffentlichen Anhörungsverfahrens und die Ergebnisse der Konsultierung der Nachbarstaaten in ihrer Analyse des Berichts und ggf. in den neuen Vorgaben, die die Fortsetzung des Betriebs der Reaktoren von Blayais regeln.

Nach Abschluss der Sicherheitsüberprüfung trägt die Fortsetzung des Betriebs der Reaktoren von Blayais in den kommenden zehn Jahren zur Stromversorgungssicherheit des Landes gemäß den Klimazielen von Frankreich und der Europäischen Union bei.

⁴ Dieser Beschluss wurde am 19. Dezember 2023 durch den Beschluss 2023-DC-0774 geändert.

⁵ Der Artikel R. 593-62 des französischen Umweltgesetzbuchs bestimmt, dass „die Verpflichtung der periodischen Sicherheitsüberprüfung als erfüllt gilt, sobald der Betreiber dem für die nukleare Sicherheit zuständigen Minister und der Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASN⁴ – Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz) seinen Bericht über diese Sicherheitsüberprüfung vorlegt“.

1.2.2. Zusammenhang mit dem Verfahren zur endgültigen Stilllegung eines Reaktors

Wenn die im Rahmen der periodischen Sicherheitsüberprüfungen neu bewerteten Bedingungen zur Fortsetzung des Betriebs eines Reaktors nicht erfüllt sind, würde EDF seine endgültige Stilllegung in Betracht ziehen und seinen Rückbau vornehmen müssen. In diesem Fall legt der Betreiber dem für die nukleare Sicherheit zuständiger Minister und der ASNR mindestens 2 Jahre vor dem geplanten Datum seine Absichtserklärung zur endgültigen Stilllegung seiner Anlage vor. Er übergibt der Regierung seine Rückbauunterlagen, die insbesondere die geplanten Rückbaumaßnahmen und die Maßnahmen zur Minimierung der Auswirkungen auf die Bevölkerung und die Umwelt erläutern. Der Rückbau der Anlage wird anschließend nach einer Stellungnahme der ASNR durch die sogenannte Rückbauverordnung angeordnet. Der Rückbau erfolgt gemäß den folgenden Phasen:

Vorbereitungsphase: Maßnahmen zur Vorbereitung des Rückbaus

Diese Phase beginnt sofort nach der Stilllegung und dient folgenden Zwecken:

- Verringerung der Risiken am Standort: Abtransport der verbrauchten und neuen Brennelemente, Abfälle und Ausflüsse, Ablassen der Leitungen, Dekontaminierung bestimmter Leitungssysteme. Während dieser Phase wird der Großteil der radioaktiven Stoffe beseitigt;
- Vorbereitung der Anlage für die Rückbaumaßnahmen: Planung der Zufahrten und Verkehrsbereiche, Anpassung der Unterstützungsfunktionen, insbesondere Lüftung und Handling, Abtransport bestimmter Gerätschaften;
- Genauere Untersuchung des Anlagenzustands: Inventur der Betriebs- und Gefahrstoffe, Prüfung auf Asbest, Probenentnahmen für Strahlenanalysen.

1. Phase: der elektromagnetische Rückbau

Diese Phase wird durch das Inkrafttreten der Rückbauverordnung bedingt und umfasst die Demontage und Zerkleinerung aller vorhandenen Gerätschaften und deren Verarbeitung zu Abfällen. Vor Ort verbleiben nur die Gerätschaften, die für die Durchführung der Sanierung während der 2. Phase erforderlich sind. In jedem Gebäude werden die elektromechanischen Rückbaumaßnahmen in große Teilbereiche unterteilt. Betroffen sind:

- Das Reaktorgebäude (BR – Bâtiment réacteur) – Zerlegung und Abtransport der sperrigen Komponenten sowie Rückbau der Primärkreisleitungen, der Beckeninneneinrichtungen, des Beckens und der weiteren Leitungssysteme und Unterstützungsfunktionen;
- Das Brennelementlager (BK – Bâtiment combustible) – Rückbau der Reaktorbeckenkammern, der verschiedenen Gerätschaften und der Unterstützungsfunktionen;
- Das Hilfsnuklearanlagegebäude (BAN – Bâtiment des auxiliaires nucléaires) – Zerlegung und Abtransport der sperrigen Komponenten und Rückbau der Gerätschaften in zwei Schritten, beginnend mit den Funktionen, die für den Rückbau nicht erforderlich sind, bis zu den letzten vorhandenen Gerätschaften.

2. Phase: die Sanierung der Anlagen

Hier sind nur die nuklearen Räumlichkeiten betroffen. Die eventuell an den Wänden der Räumlichkeiten vorhandene Radioaktivität (Aktivierung, Ablagerung oder Migration der Kontamination) wird beseitigt. Die Arbeiten zur Sanierung von Räumlichkeiten können sofort nach Abschluss der elektromechanischen Rückbauphase dieser Räumlichkeiten und nach Vereinbarung der Sanierungsmethode mit der ASNR beginnen.

Nach den Sanierungsmaßnahmen und den Überprüfungsmessungen werden der ASNR die Dokumente der Außerbetriebsetzungserklärung der betreffenden Bereiche vorgelegt. Sobald ein Räumlichkeitenbereich fertig saniert wurde, gelten die verbleibenden Gerätschaften als konventionelle Abfälle.

3. Phase: der Abriss der Gebäude

Bei abzureißenden konventionellen Gebäuden kann der Abriss beginnen, sobald sie für den Rückbau nicht mehr benötigt werden. Dieser klassische Abriss erfordert nicht zwingend eine spezielle Phase für die Entsorgung der Gerätschaften in den Gebäuden.

Bei Nukleargebäuden erfolgt der Abriss nach Übersendung der gebäudespezifischen Dokumente der Außerbetriebsetzungserklärung an die ASNR. Bereiche, die im Innern der Nukleargebäude eventuell nicht saniert wurden, können Gegenstand eines vorherigen Abrisses der Gebäude sein.

4. Phase: Die Sanierung des Anlagenstandorts

Sie sorgt dafür, dass der Zustand der Böden für die zukünftige Nutzung geeignet ist. Bereiche, die ggf. chemisch bzw. strahlentechnisch belastet sind, sind Gegenstand angepasster Begrenzungsmaßnahmen. Nach Abschluss der Sanierungsphase des Anlagenstandorts wird der ASNR ein Außerbetriebsetzungsantrag zur Entscheidung vorgelegt.

2. FORTSETZUNG DES BETRIEBS DER REAKTOREN VON BLAYAIS

Kernkraftwerk von Blayais, Département Gironde
Copyright EDF, Gabrielle Balloffet

2.1. Das Kernkraftwerk von Blayais

Das Kernkraftwerk von EDF liegt in der Gemeinde Braud-et-Saint-Louis, im Département Gironde (33), auf halber Strecke zwischen Bordeaux und Royan. Der mitten in einem Sumpfgebiet von 6.000 Hektar am rechten Ufer der Gironde gelegene Standort erstreckt sich über 78 Hektar.

Die wichtigsten Städte in der Nachbarschaft des Kraftwerks sind Bordeaux, Mérignac und Pessac, jeweils in einem Abstand von ca. 40 km.

Es liegt in unmittelbarer Nähe zu mehreren beachtenswerten Naturgebieten, einschließlich mehrerer NATURA 2000-Gebieten, mehrerer Naturgebiete mit besonderer Bedeutung bezüglich der Umwelt, Fauna und Flora, eines Meeresschutzgebiets, eines „Parc Naturel Régional“ mit Standorten des „Conservatoire d’Espaces Naturelles“ und des „Conservatoire du Littoral“.

Das Kernkraftwerk von Blayais besteht aus vier Druckwasserreaktoren (REP), die zwischen 1981 und 1983 in Betrieb genommen wurden und von der 4. periodischen Sicherheitsüberprüfung betroffen sind.

KERNKRAFTWERK VON BLAYAIS (DÉPARTEMENT GIRONDE)



Wichtigsten Städte und Kommunikationswege



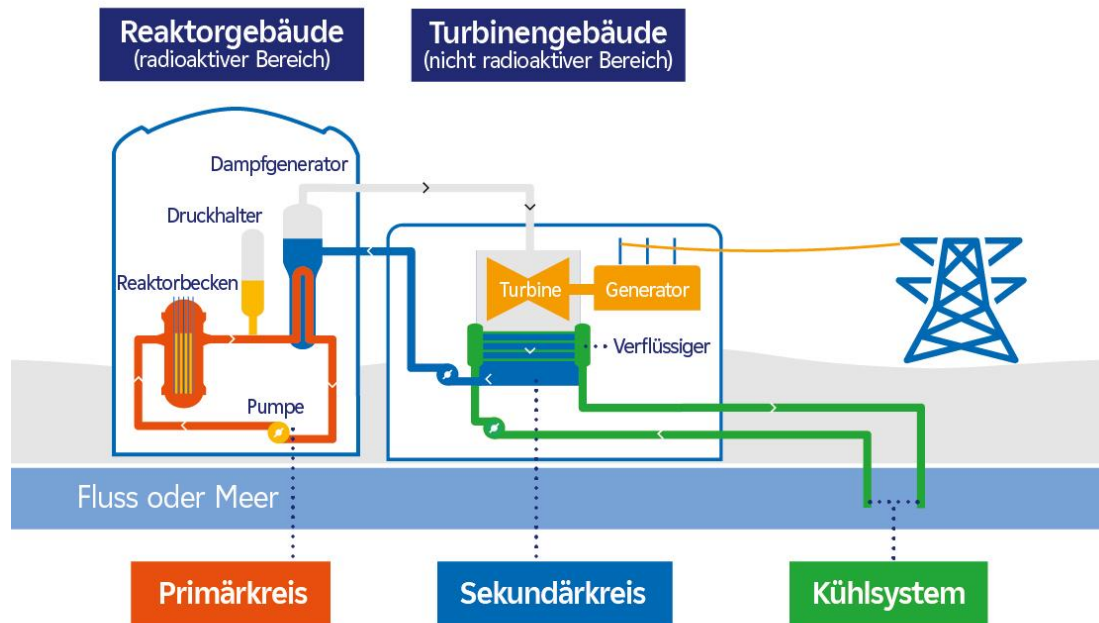
- Préfecture régionale (Verwaltungszentrum der Region)
- Préfecture départementale (Verwaltungszentrum des Départements)
- Sous-Préfecture (Verwaltungszentrum des Distrikts)
- Sonstige Städte

2.2. Betrieb des Kraftwerks

In einem konventionellen oder nuklearen Wärmekraftwerk wird die elektrische Energie auf die gleiche Weise erzeugt: ein Brennstoff erzeugt Wärme, die Wasser bis zum Verdampfen erhitzt. Der Dampf treibt eine Turbine und einen Wechselrichter zur Stromerzeugung an. In einem konventionellen Kraftwerk stammt die Wärme aus der Verbrennung eines fossilen Brennstoffs (Kohle, Heizöl...). In einem Kernkraftwerk entsteht die Wärme bei der Spaltung von Uranatomen.

Das Kernkraftwerk von Blayais besteht aus vier Druckwasserreaktoren mit einer elektrischen Leistung von jeweils 900 MWe, die im sogenannten „offenen Kreislauf“ gekühlt werden. Der Betrieb eines Druckwasserreaktors beruht auf drei getrennten und gegeneinander abgedichteten Leitungssystemen (siehe nachfolgende Abbildung).

DAS KERNKRAFTWERK Betriebsprinzip, ohne Kühltürme



1. Der **Primärkreis**: Die Spaltung der Uranatome im Reaktor erzeugt eine große Wärmemenge, die das um die Brennelementbündel zirkulierende Wasser auf 320 °C erhitzt. Das Wasser wird druckbeaufschlagt, damit es nicht kocht. Es überträgt seine Wärme an das Wasser eines zweiten geschlossenen Kreislaufs.
2. Der **Sekundärkreis**: Der Wärmeaustausch zwischen dem Wasser im Primärkreis und dem Wasser im Sekundärkreis erfolgt mittels Dampferzeuger, in denen das Wasser des Sekundärkreises sich in Dampf verwandelt. Dieser Dampfdruck dreht die Turbine, die ihrerseits einen Wechselrichter antreibt. Der Wechselrichter erzeugt einen Wechselstrom. Ein Transformator hebt die Spannung des erzeugten Stroms an, damit er leichter mittels Hochspannungsleitungen über große Entfernungen befördert werden kann.
3. Der **Kühlkreis**: Am Turbinenauslauf wird der Dampf des Sekundärkreises in einem Kondensator zurück in Wasser verwandelt. Das zur Kühlung im Kondensator verwendete Wasser wird aus dem Meer oder einem Wasserlauf entnommen. Dieses dritte Leitungssystem wird als Kühlkreis bezeichnet. Im Kraftwerk von Blayais stammt das Wasser dieses 3. Kühlkreises aus der Gironde.

2025 hat das Kernkraftwerk von Blayais fast 23 Milliarden kWh CO₂-arme Energie erzeugt. Das entspricht dem Stromverbrauch von ca. 5 Millionen Haushalten und 5,6 % der französischen Energieerzeugung aus Kernkraft.

2.3. Die Fortsetzung des Betriebs

EDF versteht sich als treibende Kraft für „eine CO₂-freie Energieversorgung der Zukunft, die den Schutz unseres Planeten, Wohlbefinden und Entwicklung in Einklang bringt und auf einer innovativen Stromerzeugung und Servicelösungen beruht“. Sie trägt zu den von der Europäischen Union festgelegten Zielen für das Erreichen der Klimaneutralität bis 2050 bei, die in die französische Strategie für Energie und Klima eingeflossen sind. Diesbezüglich spielen die Kernkraftwerke von EDF eine zentrale Rolle bei der Bereitstellung von CO₂-freier, steuerbarer und konkurrenzfähiger elektrischer Energie.

EDF plant, den Betrieb ihrer Reaktoren fortzusetzen und dazu die für die Beachtung der geltenden Anforderungen an die nukleare Sicherheit nötigen Maßnahmen zu implementieren.

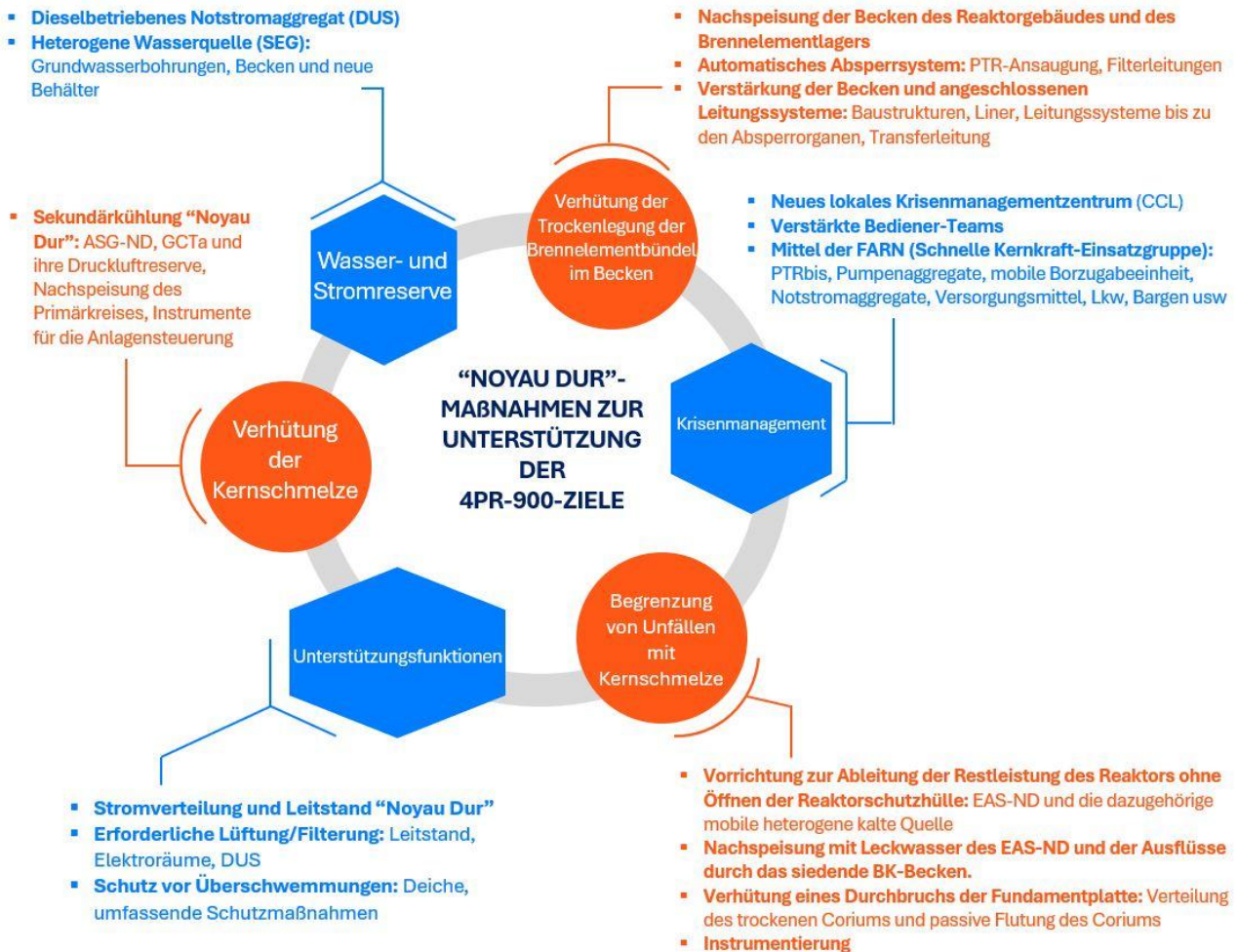
2.3.1. Vorgeschlagene Maßnahmen

Im Hinblick auf die Verbesserungsziele, die für die 4. periodische Sicherheitsüberprüfung der 900 MWe-Reaktoren festgelegt wurden, ist die Fortsetzung des Betriebs für 10 weitere Jahre mit der Implementierung der von EDF im Abschlussbericht über die Sicherheitsprüfung vorgeschlagenen Maßnahmen verbunden, vervollständigt durch die Vorgaben der ASNR, die die Bedingungen für die Fortsetzung des Betriebs festschreiben.

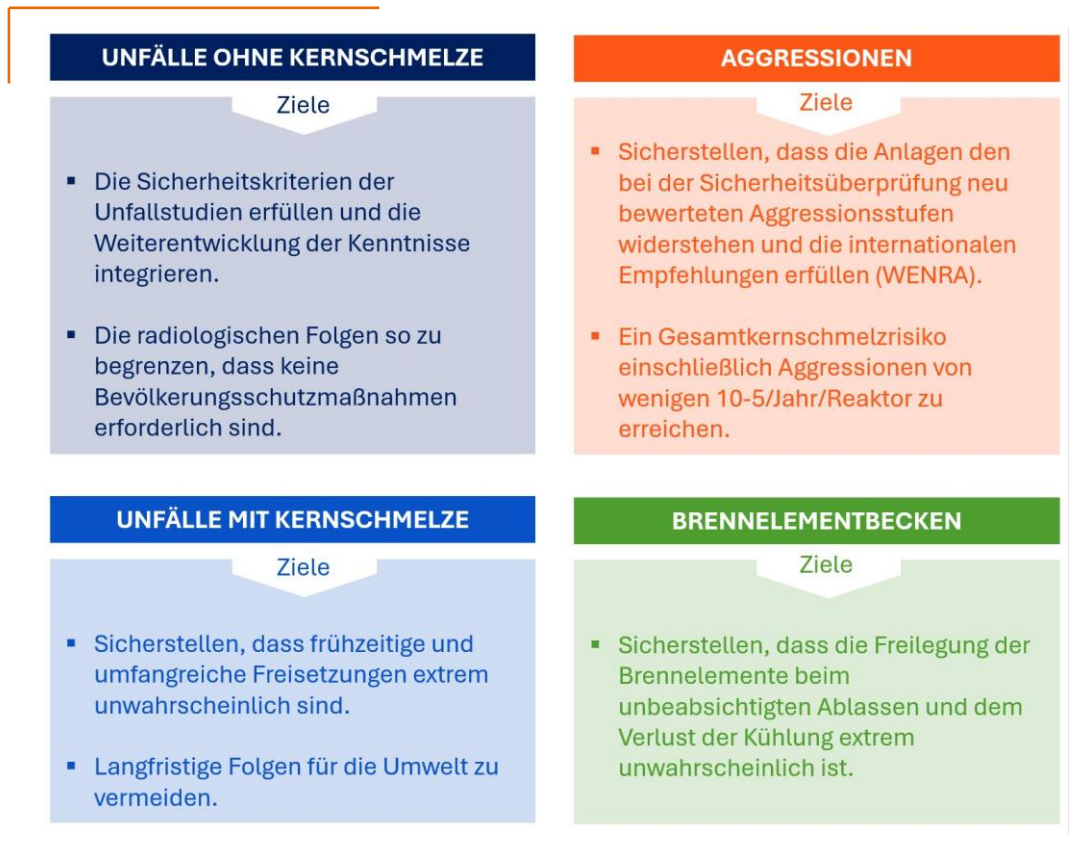
Die Verbesserungsmaßnahmen bestehen teils aus der Berücksichtigung der für die Einbeziehung der Erfahrungen aus dem Unfall des Kernkraftwerks von Fukushima Daiichi im März 2011 implementierten Mittel bei der Bestätigung der nuklearen Sicherheit der Reaktoren. Dabei werden diese Mittel im Anschluss an die Sicherheitsüberprüfung zu einem Maßnahmenprogramm mit der Bezeichnung „Noyau Dur“ („Harter Kern“) verstärkt.

Der „**Noyau Dur**“ besteht aus fest verankerten und widerstandsfähigen Hardware-Mitteln, vervollständigt durch mobile Mittel zur Vermeidung massiver radioaktiver Schadstoffausstöße und langfristiger Auswirkungen auf die Umwelt in Situationen, die sich aus extremen externen Naturereignissen ergeben können. Dabei geht es vor allem um Erdbeben, externe Überschwemmungen und ähnliche Ereignisse (Blitzschlag, Hagel, Sturm, Starkregen) oder auch Wirbelstürme.

Wichtigste „Noyau Dur“-Maßnahmen (ND) nach Hauptthemen der nuklearen Sicherheit



Des Weiteren entsprechen die sonstigen Verbesserungsmaßnahmen der 4. periodischen Sicherheitsüberprüfung von Blayais der allgemeinen Ausrichtung dieser Sicherheitsüberprüfung für die Angleichung an die nuklearen Sicherheitsziele der Reaktoren der neuesten Generation, deren EDF-Bezugsreaktor der Standort „EPR Flamanville 3“ ist. Diese Verbesserungsmaßnahmen werden in vier Themen unterteilt:



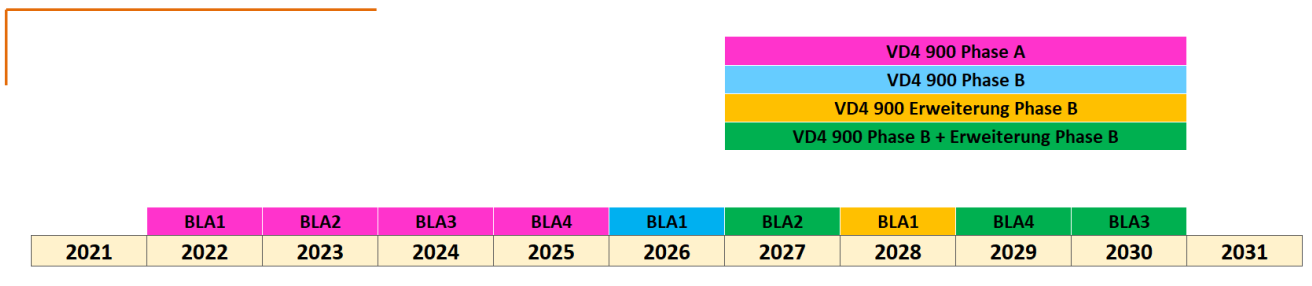
2.3.2. Industrieprogramm aus der 4. periodischen Sicherheitsüberprüfung

Das Industrieprogramm der 4. periodischen Sicherheitsüberprüfung der 900er Klasse besteht aus drei Phasen, unter Berücksichtigung des Umfangs der Maßnahmen und Auswirkungen für Menschen und Unternehmen, die an den Kernkraftstandorten tätig sind⁶:

- Die **Phase A** entspricht den Maßnahmen, die während des Betriebs des Blocks oder während der Stillsetzung im Rahmen der zehnjährlichen Sicherheitsüberprüfung stattfinden. Diese Maßnahmen beinhalten auch die Aktualisierung der Betriebsunterlagen;
- Die **Phase B** entspricht den Maßnahmen, die während des Betriebs des Blocks oder während der Reaktorrevisionen spätestens 6 Jahre nach der Vorlage des Abschlussberichts über die Sicherheitsprüfung durchgeführt werden.
- Der **Zusatz zu Phase B** umfasst die Umsetzung bestimmter Tätigkeiten aus der Prüfung der 4. periodischen Sicherheitsüberprüfung durch die ASNR, die aufgrund ihrer Eigenschaften (z. B. die Erfordernis zur Qualifizierung neuer Gerätschaften für sehr anspruchsvolle Umweltbedingungen) eine Prüfungsfrist von ca. 5 Jahren erfordern. Sie werden während des Betriebs des Blocks oder während der Reaktorrevisionen spätestens 8 Jahre nach der Vorlage des Abschlussberichts über die Sicherheitsprüfung durchgeführt.

⁶Zur Erstellung des Terminplans berücksichtigt EDF auch die in Frankreich sehr hohe Auftragslage der Industrie angesichts der zehnjährlichen Sicherheitsüberprüfungen, die auch für die anderen Klassen durchzuführen sind. Zu diesem Zweck hat EDF sich zur Erstellung eines Projekts entschieden, um die Sicherheitsüberprüfung im Rahmen des sogenannten „Grand Carénage“-Programms durchzuführen.

Die folgende Grafik zeigt den Jahresterminplan der aus der 4. Sicherheitsüberprüfung der Reaktoren von Blayais hervorgehenden Änderungen:





3.1. Regelungsverfahren in Frankreich

Gemäß Art. L. 593-18 des französischen Umweltgesetzbuchs führt EDF alle zehn Jahre eine periodische Sicherheitsüberprüfung durch, mit dem Zweck „der Einschätzung der Situation der Anlagen im Hinblick auf die für sie geltenden Regeln und der Aktualisierung der Einschätzung der Risiken oder Nachteile der Anlage für die in Art. L. 593-1 aufgeführten Interessen, unter Berücksichtigung des Zustands der Anlage, der im Rahmen des Betriebs gesammelten Erfahrung, der Weiterentwicklung der Kenntnisse, unter anderem über den Klimawandel und seine Auswirkungen, sowie der für gleichwertige Anlagen geltenden Regeln. *Diese Bewertung der Risiken berücksichtigt die Folgen des Klimawandels auf externe Beanspruchungen, die im Rahmen derselben zu beachten sind.*“

Der Artikel R. 593-62 des französischen Umweltgesetzbuchs bestimmt, dass „die Verpflichtung der periodischen Sicherheitsüberprüfung als erfüllt gilt, sobald der Betreiber dem für die nukleare Sicherheit zuständigen Minister und der ASNR seinen Bericht über diese Sicherheitsüberprüfung vorlegt“.

Dieser Bericht enthält „die Schlussfolgerungen der in Art. L. 593-18 geforderten Prüfung und ggf. die Maßnahmen, die darin vorgeschlagen werden, um die festgestellten Störungen zu beheben oder den Schutz der in Art. L. 593-1 genannten Interessen zu verbessern“ (Art. L. 593-19 des französischen Umweltgesetzbuchs)

Gemäß Art. L. 593-19 gilt, dass „bei Sicherheitsüberprüfungen nach dem fünfunddreißigsten Betriebsjahr eines Kernreaktors, der im ersten Absatz des vorliegenden Artikels genannte Bericht Gegenstand eines öffentlichen Anhörungsverfahrens ist“.

In diesem Zusammenhang erläutern die Artikel R. 593-62-2 bis R. 593-62-9 des französischen Umweltgesetzbuchs das für dieses öffentliche Anhörungsverfahren geltende Verfahren.

3.2. Internationale Konsultierung

Im Rahmen dieses öffentlichen Anhörungsverfahrens hinsichtlich des Abschlussberichts über die Sicherheitsprüfung (RCR), sieht Art. R. 593-62-6 des französischen Umweltgesetzbuchs ein Verfahren zur Konsultierung der Nachbarländer vor. Wenn ein Teil des Staatsgebiets eines Nachbarlandes an den von diesem öffentlichen Anhörungsverfahren betroffenen Umkreis angrenzt oder wenn die Grenzbedingung zwar nicht erfüllt ist, der Präfekt jedoch auf eigene Initiative oder auf Anfrage der Behörden eines anderen Mitgliedsstaats der Europäischen Union oder einer Vertragspartei des am 25. Februar 1991 in Espoo unterzeichneten Übereinkommens über die Bewertung der Umweltfolgen in einem grenzüberschreitenden Rahmen der Ansicht ist, dass der Betrieb des Reaktors maßgebliche Auswirkungen auf die Umwelt in diesem Staat haben könnte, auch wenn im Konsultationsumkreis keine gemeinsame Grenze vorhanden ist:

- Der Präfekt informiert diesen Staat über die Verordnung zur Einleitung des öffentlichen Anhörungsverfahrens und legt ihm insbesondere eine Ausfertigung der Anhörungsunterlagen vor.
- Die Mitteilung über die Verordnung zur Einleitung des öffentlichen Anhörungsverfahrens legt die Fristen fest, innerhalb derer die Behörden dieses Landes ihre Absicht zur Teilnahme an dem öffentlichen Anhörungsverfahren äußern können. Das öffentliche Anhörungsverfahren kann erst nach Ablauf dieser Frist beginnen.
- Der Präfekt übermittelt die Unterlagen an den Außenminister.

Die folgende Karte zeigt die geografische Lage des Kraftwerks von Blayais und den Abstand zu den Nachbarländern der Französischen Republik, zumindest über die ersten 1.000 Kilometer.

KERNKRAFTWERK VON BLAYAIS (DÉPARTEMENT GIRONDE)

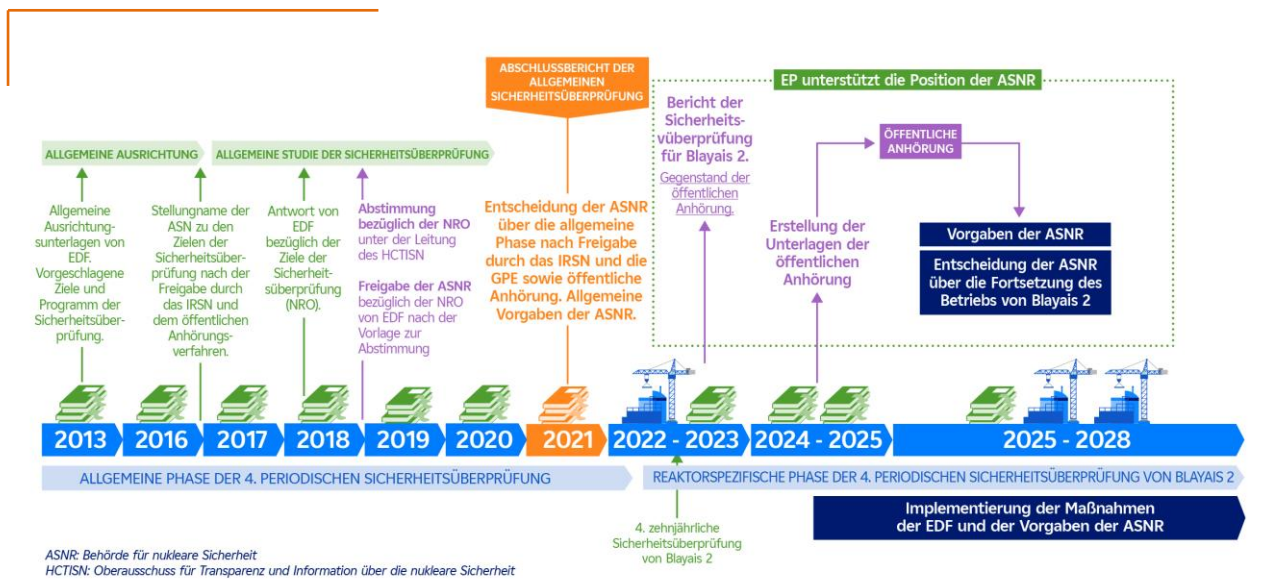


Geografische Lage des Kraftwerks von Blayais im Verhältnis zu den Nachbarländern

3.3. Terminplan des Regelungsverfahrens

Der Préfekt des Départements Gironde legt unter anderem das Datum zur Eröffnung des Anhörungsverfahrens und seine Dauer fest (Art. R. 123-9 des französischen Umweltgesetzbuchs).

Die Vorgehensweise für die periodische Sicherheitsüberprüfung wird im Folgenden am Beispiel des Reaktors Nr. 2 von Blayais beschrieben.



Zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Dokuments könnten die öffentlichen Anhörungsverfahren für die Reaktoren Nr. 2, 3 und 4 Ende 2026 stattfinden.

4. NUKLEARE SICHERHEIT DES KERNKRAFTWERKS

Kernkraftwerk von Blayais, Département Gironde
Copyright EDF, Gabrielle Balloffet

4.1. Strahlenschutz

Der **Strahlenschutz** umfasst alle Regeln, Verfahren und Mittel zur Vorbeugung und Überwachung mit dem Ziel, die direkten oder indirekten schädlichen Auswirkungen ionisierender Strahlung auf Personen zu verhindern oder zu verringern, einschließlich derjenigen, die durch Umweltschäden verursacht werden. Er beruht auf drei wichtigen Prinzipien: Begründung, Optimierung und Begrenzung der Strahlendosis.

- **Begründung:** Alle menschlichen Tätigkeiten, die zu einer Ionenstrahlungsexposition bei Menschen führen können, müssen durch die daraus erwachsenden Vorteile begründet werden. Die Vorteile müssen gegenüber den Nachteilen überwiegen.
- **Optimierung:** Für eine gegebene Quelle ist das allgemeine Ziel die Beibehaltung der individuellen und kollektiven Dosiswerte auf dem niedrigsten Stand, der vertretbarerweise unter Berücksichtigung des Stands der Technik und der sozioökonomischen Faktoren erreichbar ist. Dieses Prinzip trägt die Bezeichnung ALARA (As Low As Reasonably Achievable⁷).
- **Begrenzung der Strahlendosis:** Die Ionenstrahlungsexposition einer Person aufgrund einer „nuklearen Tätigkeit“ darf nicht dazu führen, dass die Summe der erhaltenen Dosen die von den Vorschriften festgelegten Grenzwerte überschreitet, es sei denn, diese Person wird der Strahlung zu medizinischen Zwecken oder im Rahmen der biomedizinischen Forschung ausgesetzt.

Im weiteren Verlauf des Dokuments beziehen sich die Informationen bezüglich radioaktiver Strahlungen, ihrer Auswirkungen und ihrer Überwachung auf den normalen Betrieb der Reaktoren oder auf Störfälle bzw. Unfallsituationen.

⁷ So niedrig wie vertretbarerweise möglich.

4.2. Nukleare Sicherheit während des Betriebs

Als Industrieanlage beinhaltet ein Kernkraftwerk von Natur aus Risiken, die die Gesundheit und Umwelt beeinträchtigen können. Der Kernreaktor enthält radioaktive Stoffe; die Anlage enthält Gefahrstoffe (z. B. Gasflaschen, brennbare Stoffe oder Chemikalien), die für den Betrieb erforderlich sind.

Das Konzept und der Betrieb der Kernkraftwerke sollen die Beherrschung sämtlicher Risiken sicherstellen, indem sie einerseits durch Vorbeugungsmaßnahmen die Wahrscheinlichkeit verringern, dass Störungen der Anlage auftreten, und andererseits durch Schutzmaßnahmen die Folgen dieser Störungen außerhalb des Standorts minimieren. Je größer die festgestellten Folgen sein können, umso geringer muss die Wahrscheinlichkeit des auslösenden Ereignisses sein, damit das Risikolevel unter angemessenen wirtschaftlichen Bedingungen so niedrig wie vertretbarerweise möglich bleibt.

Die Beherrschung der Risiken wird in den nuklearen Sicherheitsansatz aufgenommen, der für die gesamte Lebensdauer der nuklearen Anlagen gilt; sie besteht aus aufeinander folgenden Sicherheitsmaßnahmen, die für ein hohes Kontrollniveau sorgen.

Die Ermittlung der Risiken berücksichtigt Störungen im kernkrafttechnischen Teil der Anlage, aber auch weiterer Gerätschaften, die für den ordnungsgemäßen Betrieb erforderlich sind. Für jedes Risiko werden die folgenden Punkte definiert:

- Auslösende Ereignisse: Fehlfunktion einer Vorrichtung oder interne (z. B. Leitungsbruch) bzw. externe (z. B. Erdbeben) Ursache.
- Mögliche Folgen außerhalb des Standorts und auf den Betrieb der Anlage selbst.

Alle diese Risiken sind Gegenstand von Entwicklungs- und Betriebsmaßnahmen im Rahmen der nuklearen Sicherheit und des Umweltschutzes, die durch aufeinander folgende Schutzmaßnahmen:

- das Auftreten von Störfällen und Unfällen an der Anlage verringern können,
- Die Anlage überwachen und ihren sicheren Zustand aufrecht erhalten,
- Die Folgen von Störfällen und Unfällen für die Anlage und die Umwelt begrenzen.

Hier werden aufgrund ihrer Besonderheiten zwei Risikogruppen unterschieden:

1. Die **radiologischen Risiken** aufgrund von vorhandenen radioaktiven Stoffen,
2. Die **konventionellen Risiken**, die z. B. mit der Lagerung und Verwendung von brennbaren Produkten, Chemikalien oder schwach radioaktiven Stoffen verbunden sind.

Radiologische Risiken werden in zwei Typen unterteilt:

- Die direkte Strahlenexposition, die als externe Exposition bezeichnet wird,
- Die Strahlenexposition durch Verschlucken bzw. Einatmen radioaktiver Stoffe, die als interne Exposition bezeichnet wird.

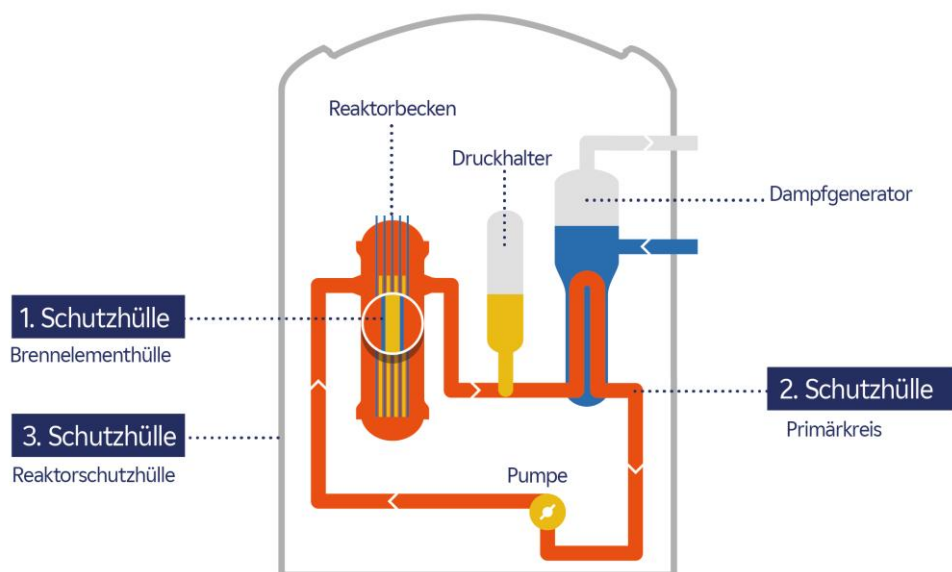
4.2.1. Begrenzung der radiologischen Risiken

Radioaktive Stoffe werden in hermetisch geschlossenen Einhausungen aufbewahrt, die mit strahlenschutzgeeigneten Schutzbeschichtungen (oder „biologischen Schutzmaßnahmen“) versehen sind, um radiologischen Risiken durch Exposition oder Ausbreitung vorzubeugen. Die Grenzen dieser Einhausungen werden als Reaktorschutzhüllen bezeichnet. Diese Schutzhüllen liegen nach dem Schachtelpuppenprinzip übereinander. Die undurchlässigen, robusten und voneinander unabhängigen Schutzhüllen trennen eine nach der anderen die Brennelemente von der Umwelt.

Auf diese Weise wirken drei voneinander unabhängige physische, robuste und undurchlässige Schutzhüllen zur Einschließung der Radioaktivität zusammen:

- Die Hülle der Brennstäbe,
- Die Hülle um den Primärkreis,
- Die Reaktorschutzhülle.

DIE DREI SCHUTZHÜLLEN



Die Methode zur Analyse der Risiken umfasst die Ermittlung der möglichen Ursachen für die Freisetzung radioaktiver Stoffe außerhalb der Schutzhüllen und die Festlegung der Maßnahmen zur größtmöglichen Minimierung der Häufigkeit und des Umfangs der Folgen solcher Ereignisse.

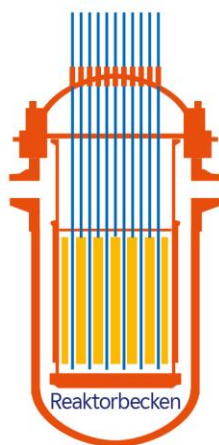
Zur dauerhaften und situationsunabhängigen Aufrechterhaltung der Schutzhüllen wurden Gerätschaften und Systeme entwickelt, die die permanente Wirksamkeit der drei „Sicherheitsfunktionen“ gewährleisten.

DIE DREI SICHERHEITSFUNKTIONEN

1

Steuerung der Kettenreaktion

- Position der Steuerbündel
- Borkonzentration des Wassers

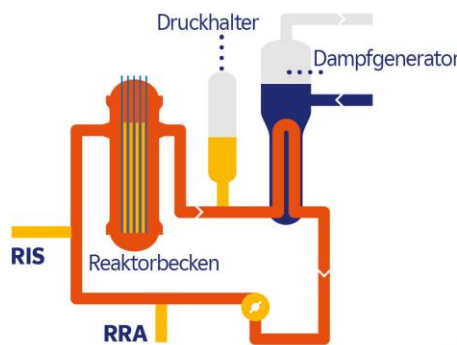


2

Kühlung der Brennelemente

Ableitung der Wärme:

- Im Normalbetrieb über die Dampfgeneratoren
- Bei Reaktorstilllegung über den Kühlkreis (RRA)
- Über die Notkühlsysteme (RIS)

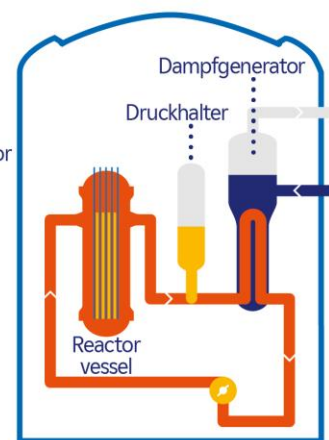


3

Einschließung der Radioaktivität

Anhand der drei Schutzhüllen:

- Brennelementhülle
- Primärkreis
- Reaktorschutzhülle



Die implementierten Maßnahmen zur Gewährleistung dieser drei grundlegenden Funktionen der nuklearen Sicherheit **sorgen für den Schutz der Bevölkerung und der Umwelt vor ionisierenden Strahlungen** und somit für die Umsetzung dieser vierten Sicherheitsfunktion, die durch die geänderte Verordnung vom 7. Februar 2012 über die Festlegung der allgemeinen Regeln für Basis-Nuklearanlagen – der sogenannten „INB-Verordnung“ – eingeführt wurde.

Der „sichere“ Zustand eines Reaktors zeichnet sich durch die Gewährleistung der drei Sicherheitsfunktionen aus:

- Kontrolle über die nukleare Kettenreaktion im Reaktor,
- Kühlung der Brennelemente,
- Einschließung der radioaktiven Stoffe

sowie die ordnungsgemäße Funktion der Systeme, die die Aufrechterhaltung dieser Bedingungen sicherstellen.

Um ein hohes Sicherheitsniveau des Kraftwerks zu gewährleisten, beruhen Entwicklung und Betrieb der Reaktoren auf der Anwendung eines in die Tiefe gehenden Abwehrkonzepts, das zur Einplanung zusätzlicher Mittel zum Schutz dieser Schutzhüllen und Begrenzung der Folgen von Unfällen auf ein für die Bevölkerung und Umwelt akzeptables Maß führt. Aufeinander folgenden Abwehrstufen, die so weit wie möglich zuverlässig und voneinander unabhängig sind, werden anhand der Umsetzung von zusätzlichen technischen, menschlichen und organisatorischen Mitteln vorgesehen, um solche Unfälle zu verhindern oder deren Folgen zu begrenzen.

Sowohl bei der Entwicklung als auch im Betrieb gliedert sich die Tiefenabwehr in fünf Stufen:

1. **Vorbeugung (1. Stufe):** Das Eintreten der Störung verhindern;
2. **Überwachung oder Erkennung (2. Stufe):** Dem Eintreten der Störung durch Kontrollen oder Prüfungen vorgehen, oder die Störung unmittelbar nach ihrem Eintreten erkennen, um die normale Betriebssituation wieder herzustellen;
3. **Handlungsmittel (3. Stufe):** Eindämmung der Folgen der Störung oder ggf. Begrenzung ihrer Verschlimmerung durch Wiederaufnahme der Anlagensteuerung (Verfahrensanweisungen für Störfälle und Unfälle);
4. **Abschwächung (4. Stufe):** Situationsmanagement zur Begrenzung der radiologischen Folgen für die Umwelt und die Bevölkerung (Abschließende Verfahrensanweisungen);
5. **Bevölkerungsschutz (5. Stufe):** Die 5. Stufe der Tiefenabwehr obliegt den Behörden und entspricht der Umsetzung des speziellen Einsatzplans (PPI – Plan particulier d'intervention) (in Sicherheit bringen, Jodtabletten verabreichen, Evakuierung...).

Der in den jeweiligen Kernsicherheitsbericht der einzelnen Reaktoren von Blayais übernommene Nachweis der Begrenzung der radiologischen Risiken erfolgt durch die Prüfung der Beachtung der allgemeinen nuklearen Sicherheitsziele bei allen störfall- oder unfallbedingten Abläufen. Zu diesem Zweck wurden zahlreiche Störfall- und Unfallszenarien betrachtet und nach der Häufigkeit ihres Auftretens in Kategorien eingestuft. Das Konzept der Anlagen muss auch einen geeigneten Schutz gegen Szenarien gewährleisten, die durch kumulierte Störungen oder interne bzw. externe Ursachen ausgelöst werden, und die grundlegenden Kernsicherheitsfunktionen beeinträchtigen. Anlässlich der 4. periodischen Sicherheitsüberprüfung erhalten die Reaktoren von Blayais in ihren Referenzunterlagen ein robustes Konzept für Unfälle mit Kernschmelze. Die betrachteten Szenarien führen zur Implementierung von Maßnahmen⁸ zur Begrenzung der Folgen dieser Unfälle, ohne die Unversehrtheit der 3. Schutzhülle zu beeinträchtigen.

Studien über die nukleare Sicherheit werden mit einem konservativen Ansatz – d. h. mit Herabstufung einflussreicher Hypothesen oder Parameter – hinsichtlich des Zustands und der Funktion der Systeme sowie der mit den Szenarien verbundenen physikalischen Ereignisse durchgeführt. Bei Bedarf wird auf Entkopplungshypothesen zurückgegriffen, um Unsicherheiten zu berücksichtigen. Somit können Entwicklungsmargen für gefürchtete Situationen gewährleistet werden. Dadurch wird verhindert, dass erkannte Wissenslücken die Schlussfolgerungen dieser Studien in Frage stellen.

Die Untersuchung der radiologischen Folgen all dieser Szenarien dient der Prüfung der Stichhaltigkeit der bei der Entwicklung und im Betrieb ergriffenen Maßnahmen zur Gewährleistung der Unversehrtheit der Schutzhüllen zur Einschließung der radioaktiven Stoffe (Brennstabhüllen, Primärkreishülle und Reaktorgebäudehülle). Sie dient auch der Prüfung auf Austritt radioaktiver Stoffe aus dem Kraftwerk infolge solcher Störfälle/Unfälle, die zu begrenzten Folgen für Bevölkerung und Umwelt führen.

Dabei werden unterschieden:

- Die radiologischen Folgen der Bemessungsstörfälle und -unfälle (die bei der Entwicklung betrachtet wurden),
- Die radiologischen Folgen der sogenannten zusätzlichen Unfälle, die ursprünglich bei der Entwicklung nicht berücksichtigt wurden und Szenarien mit kumulierten Störungen entsprechen. Diese Unfälle werden untersucht, um die anlagenbedingten Risiken durch zusätzliche, in die Anforderungs-Referenzunterlagen integrierte Maßnahmen zu verringern. Dies gilt insbesondere für den Unfall aufgrund eines Dampfrohrbruchs (RTV – Rupture de tuyauterie vapeur), begleitet von multiplen Dampferzeugerrohrbrüchen (RTGV – Rupture de tube de générateur de vapeur),
- die radiologischen Folgen möglicher Unfälle mit Kernschmelze.

⁸ Einige Verbesserungen gelten für die 900 MWe-Klasse und können daher in diesem Dokument erwähnt werden.

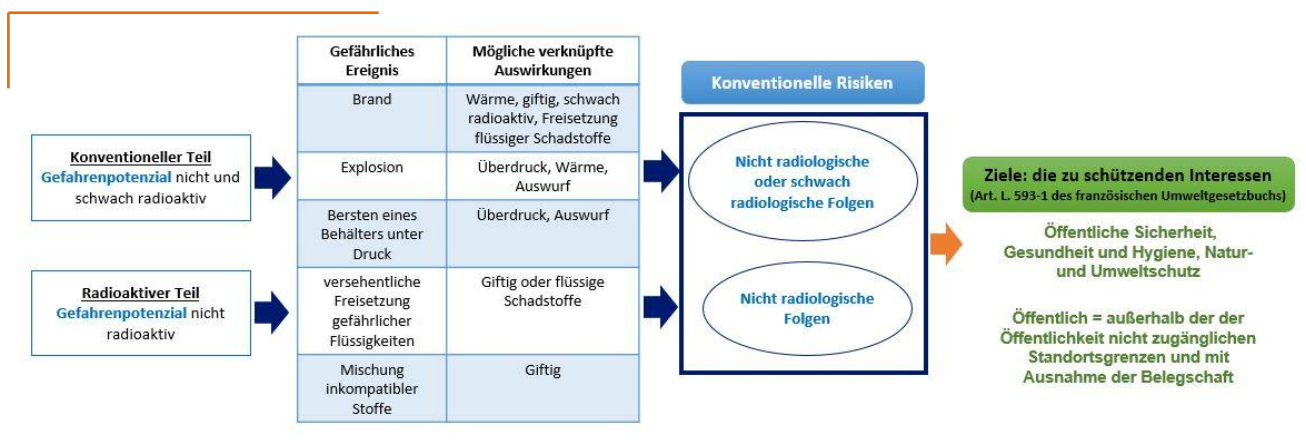
4.2.2. Begrenzung der konventionellen Risiken

4.2.2.1. Methodik zur Analyse der Risiken

Konventionelle Risiken sind z. B. mit der Lagerung und Verwendung von brennbaren Produkten, Chemikalien oder schwach radioaktiven Stoffen im Innern der konventionellen Anlagen verbunden.

Der Nachweis der konventionellen Sicherheit soll belegen, dass diese konventionellen Risiken im Hinblick auf die zu schützenden Interessen akzeptabel sind:

- Die Bevölkerung: Der Analyseumfang berücksichtigt alle der Öffentlichkeit zugänglichen Bereiche außerhalb der Standortgrenzen;
- Die Umwelt und Natur:



Folgende ggf. außerhalb des Standorts durch diese konventionellen Risiken nicht oder nur schwach radiologischer Art verursachten Auswirkungen sind möglich:

- Auswirkungen über die Luft:
 - Schäden durch Wärmeentwicklung aufgrund von Brand, Stichflammen und Explosion,
 - Schäden durch Giftstoffe aufgrund der Freisetzung von Brandgasen, der Verdunstung von Giftstoffen, des Austritts giftiger Gase oder der Mischung unverträglicher Stoffe,
 - Schäden durch Überdruck aufgrund einer Explosion oder berstender Anlagen,
 - Geringe radiologische Schäden durch Dispersion von Radionukliden aufgrund des Brands einer leicht radioaktiven Anlage,
 - Schäden durch Ausschleudern von Projektilen aus drehenden Maschinen aufgrund einer Explosion oder dem Bersten einer Anlage,
- Schäden durch flüssige Medien: Schäden durch die Freisetzung von flüssigen Gefahrstoffen oder schwach radioaktiven Stoffen in die Umwelt.

Gefahrenpotenziale werden anhand ihrer möglichen Auswirkungen auf die zu schützenden Interessen ermittelt und definiert. Die ermittelten Gefahrenpotenziale umfassen die mit den verwendeten oder gelagerten Produkten verbundenen Gefahrenpotenziale sowie die mit den Tätigkeiten verknüpften Gefahrenpotenziale.

Die Begrenzung der konventionellen Unfälle wird durch die Anwendung des Prinzips der Tiefenabwehr erreicht, aber auch durch die Beherrschung der folgenden Kernsicherheitsfunktionen:

- Die Einschließung gefährlicher oder schwach radioaktiver Stoffe,
- Den Schutz der Bevölkerung und der Umwelt vor den Schäden durch Giften, Überdruck, Wärmeentwicklung und Ausschleudern von Projektilen.

Die Analyse wird iterativ anhand folgender Ansätze bis zum Nachweis der Zumutbarkeit des Risikos durchgeführt:

- Verringerung des Risikos an der Quelle: ermitteln, inwiefern die Mengen der Stoffe verringert oder Ersatzprodukte verwendet werden können, wenn die Betriebsvorgaben dies zulassen,
- Ermittlung und Valorisierung der Maßnahmen zur Begrenzung der organisationsrelevanten und technischen Risiken (Vorbeugung, Überwachung, Abschwächung), um das Auftreten bzw. die Folgen der Unfallszenarien zu verringern.

Alle Anlagen, die Tätigkeiten mit Gefahrenpotenzial umfassen oder für die Gefahrstoffe gelagert werden, unterliegen periodischen Prüfungen. Vorbeugende Wartungsmaßnahmen werden in Übereinstimmung mit den Vorgaben der Hersteller oder gemäß den an den Gerätschaften ermittelten Erfahrungswerten durchgeführt. Festgestellte Abweichungen werden durch fehlerbehebende Instandsetzungsmaßnahmen beseitigt.

Brandrisiken werden gesondert behandelt (Brandaktionsplan und Projekt Brandrisikobegrenzung) und sind Gegenstand einer aufgrund von Erfahrungswerten aktualisierten Analyse im Rahmen der ständigen Verbesserungsmaßnahmen. Die Begrenzung der Brandrisiken stützt sich auf die Vorbeugung und schnelle Erkennung von Bränden sowie auf deren Löschung bzw. die Begrenzung der Eskalierung und Ausbreitung von Bränden.

Hinsichtlich der Schäden durch Flüssigkeiten aufgrund der unbeabsichtigten Freisetzung von gefährlichen oder schwach radioaktiven Flüssigkeiten beruht die Begrenzung der Risiken auf der Einrichtung von Vorrichtungen zur Einschließung der ausgetretenen Stoffe. Manche dieser Vorrichtungen sind die letzte Maßnahme zum Schutz der Umwelt und gelten als wichtige Komponenten für den Schutz der Interessen (EIP – Élément important pour la protection des intérêts) und unterliegen entsprechenden Anforderungen für ihre ordnungsgemäße Funktion. **Die Beachtung dieser Anforderungen durch den Betreiber ist Gegenstand besonderer Bestimmungen (Überwachung, Prüfung, Wartung), die die Begrenzung der Risiken gewährleisten.**

Hinsichtlich der Auswirkungen über die Luft erfolgt eine erste Analyse zur Ermittlung der die Hülle betreffenden Unfallszenarien, die Schäden außerhalb des Standorts verursachen können, sowie der Maßnahmen, die zur Begrenzung dieser Risiken ergriffen werden. Für jedes dieser Unfallszenarien wird eine vertiefte Risikoanalyse durchgeführt, um die Wahrscheinlichkeit eines solchen Unfalls und den Umfang der Folgen zu ermitteln. Die zum Nachweis der Begrenzung der konventionellen Risiken ermittelten Maßnahmen gelten dann als wichtige Tätigkeiten oder Komponenten für den Schutz der Interessen (AIP – Activité importante pour la protection des intérêts und EIP – Élément important pour la protection des intérêts), einschließlich der dazugehörigen Anforderungen für die ordnungsgemäße Funktion, deren Beachtung durch den Betreiber Gegenstand besonderer Bestimmungen (Überwachung, Prüfung, Wartung) ist.

Diese Maßnahmen werden im Rahmen der Betriebsnachverfolgung überwacht.

4.2.2.2. Zusammenfassung für Blayais

■ Risiken über die Luft

Die Risiken über die Luft der betrachteten Unfallszenarien bergen keine Auswirkungen außerhalb der Standortgrenzen, mit Ausnahme der im Folgenden beschriebenen Szenarien. Die für das Kraftwerk von Blayais durchgeführte Risikoanalyse hat zwei konventionelle Unfallszenarien ausgewiesen, die die zu schützenden Interessen beeinträchtigen können:

- in der MEDOC-Werkstatt könnte eine Explosion infolge des Versagens der Schutzhülle einer Acetylenleitung zu Auswirkungen außerhalb des Standorts führen;

- Im Zapfbereich des Sicherheitsbunkers (BDS – Bâtiment de sécurité) könnte ein Szenario mit einem Lachenbrand von aus Tanklastwagen gezapftem Offroad-Diesel („roter“ Diesel) nach dem Versagen der Schutzhülle des Tanks oder des Schlauchs am Lastwagen zu hitzeverursachten Auswirkungen außerhalb des Standorts führen;

Zahlreiche Vorbeugungsmaßnahmen wurden ergriffen, um derartige Unfälle zu vermeiden: Schulung der zuständigen Personen, Erstellung detaillierter Verfahrensanweisungen, Einrichtung von optischen Signalen, Prüfung des Lieferscheins des angelieferten Produkts und Implementierung von praktischen Vorgehensweisen zur Steigerung der Zuverlässigkeit der Mitarbeiter bei diesen Tätigkeiten usw.

Die Risikostufe eines Szenarios mit Explosion nach dem Versagen der Schutzhülle einer Acetylenleitung in der MEDOC-Werkstatt ist akzeptabel. Die Wahrscheinlichkeit seines Eintretens entspricht der eines unwahrscheinlichen Ereignisses (weniger als 1 mal alle 1.000 Jahre).

Zusätzlich wird zur Begrenzung der Risiken speziell im Sicherheitsbunker vor dem Zapfen eine Maßnahme implementiert, die als wichtige Tätigkeit für den Schutz der Interessen (AIP – Activité importante pour la protection des intérêts) gilt: Eine Prüfung durch einen Dritten, um durch eine körperliche Handlung sicherzustellen, dass die Genehmigung zum Zapfen erteilt werden kann (sicherstellen, dass die Schläuche ordnungsgemäß angeschlossen sind und keine Flüssigkeit austritt, die zur Bildung einer Diesellache führen könnte).

In Anbetracht der ergriffenen zusätzlichen Maßnahmen ist die Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines Szenarios mit einem Diesellachenbrand am Sicherheitsbunker ein zwar mögliches, aber extrem unwahrscheinliches Ereignis (weniger als 1 mal alle 100.000 Jahre).

Nach Abschluss der Maßnahmen zur Tiefenabwehr und der Ermittlung mehrerer Ansatzpunkte zur Begrenzung der Risiken sind sie alle akzeptabel hinsichtlich der zu schützenden Interessen.

■ **Risiken durch Flüssigkeiten**

Im Hinblick auf die Risiken durch Flüssigkeiten wird die Einschließung der freigesetzten Flüssigkeiten durch die Einrichtung geeigneter Vorrichtungen gewährleistet, um so die versehentliche Freisetzung von Gefahrstoffen oder schwach radioaktiver Stoffe in die Umwelt zu verhindern. Die Szenarien, bei denen Flüssigkeiten freigesetzt werden, haben somit keine Auswirkungen auf die Umwelt.

Die konventionellen Risiken des Kraftwerks von Blayais für die zu schützenden Interessen sind somit begrenzt.

4.3. Begrenzung der Alterung und Obsoleszenz

Der Ansatz zur Begrenzung der Alterung und zum Umgang mit Obsoleszenz beruht bei den von EDF betriebenen Kraftwerken auf:

- Der Begrenzung der Alterung der Systeme, Strukturen und Komponenten,
- Der Wartung,
- Dem Umgang mit der Obsoleszenz der Gerätschaften und Ersatzteile.

Die wichtigsten Maßnahmen, die vom Betreiber in diesem Bereich ergriffen oder vorgeschlagen werden, betreffen zwei Ziele:

- Nachweisen, dass die nicht ersetzbaren Gerätschaften in der Lage sind, ihre Funktion auch nach 40 Jahren zu erfüllen:
 - In Bezug auf das Becken der Reaktoren von Blayais,
 - wird die Druckprüfung im Rahmen der zehnjährlichen Sicherheitsüberprüfung zur umfassenden Neueinstufung des Hauptprimärkreises (CPP – Circuit primaire principal) durchgeführt;
 - werden zusammenfassende Unterlagen erstellt, um die Aufrechterhaltung des Betriebs gemäß eines konservativen deterministischen Ansatzes (Neutronentechnik, Werkstoffe, Mechanik...) nachzuweisen; Sie behandeln einerseits die theoretische Untersuchung der umfangreichsten hypothetischen und nicht erfassbaren allgemeinen Störung (für alle Becken der 900 MWe-Kraftwerke) und beckenspezifische Untersuchungen für jedes einzelne Becken anhand der Befunde der Prüfungen, die im Rahmen der 4. zehnjährlichen Sicherheitsüberprüfung (VD4 – 4^e visite décennale) durchgeführt wurden;
 - Die Einführung von Hafnium, einer neutronenabsorbierenden Substanz, in die Brennelementbündel der Reaktoren von Blayais gegenüber von den am stärksten durch Neutronen bestrahlten Beckenbereichen verringert die Neutronenfluenz (in die Betriebsdauer des Reaktors integrierter Neutronenfluss) im Becken.
 - Der mechanische Leistungszustand der Reaktorschutzhüllen wird kontinuierlich mittels Abhorchvorrichtungen überwacht (z. B. Verformungsmessungen) und die Schutzhülle bei jeder zehnjährlichen Sicherheitsüberprüfung einer Druckprüfung unterzogen.
- Nachweisen, dass die ersetzbaren Gerätschaften in der Lage sind, ihre Funktion auch nach 40 Jahren zu erfüllen, oder sie entweder ersetzen oder aufbereiten.

Für Komponenten, deren Leistung wahrscheinlich aufgrund ihrer Alterung abnimmt und deren Ausfall Auswirkungen auf die nukleare Sicherheit haben kann, erfolgt eine Überwachung, die dokumentiert und regelmäßig aktualisiert wird: Alterungsanalyse für jede einzelne Vorrichtung und zusammenfassende Unterlagen über die Eignung zur Fortsetzung des Betriebs für jeden Reaktor. Diesbezüglich werden im Rahmen der VD4 der Reaktoren von Blayais Inspektionen sowie Prüfungen und Wartungsmaßnahmen an den folgenden Systemen, Strukturen und Komponenten vorgenommen: Bauwerksstrukturen, Leitstand, für nukleare Umfelder zugelassene Kabel, Kabeldurchführungen, mechanische und elektromechanische Vorrichtungen, elektrische Anlagen und Instrumentenausrüstung.

4.4. Nukleare Sicherheit, Reaktor während der endgültigen Stilllegung

Für jede Rückbauphase sind Kernsicherheits-Bezugsunterlagen für die Durchführung der phasenspezifischen Maßnahmen vorhanden.

Solange Brennelemente in der Anlage vorhanden sind, gelten bestimmte nukleare Sicherheitsziele, die in den Kernsicherheits-Bezugsunterlagen für den Betrieb der Anlage beschrieben sind, insbesondere bezüglich des Reaktorbeckens im Brennelementlager:

- Die Überwachung der Reaktivität der verbrauchten Brennelementbündel wird durch Lagergestelle gewährleistet, die die Unterkritikalität der Brennelemente anhand von Einlagen aus neutronenabsorbierenden Substanzen und Borwasser sicherstellen.
- Wenn die Kühlung der Reaktorbecken unterbrochen ist, wird die Ableitung der Restleistung der Brennelemente aufgrund der sehr geringen Restwärmeleistung der Brennelemente und der großen Wassermenge in den Reaktorbecken kurzfristig nicht beeinträchtigt. Obwohl die Wiederherstellung der Kühlung das Hauptziel ist, könnte die Restwärme auch dadurch abgeleitet werden, dass man das Wasser kochen lässt und die Reaktorbecken mit Frischwasser versorgt. Das Einleiten von Frischwasser in das Reaktorbecken kann über verschiedene Systeme des Kraftwerks erfolgen, unter Anderem durch neue Maßnahmen, die nach dem Unfall in Fukushima Daiichi eingeführt und anschließend in die Kernsicherheits-Bezugsunterlagen der 4. periodischen Sicherheitsüberprüfung aufgenommen wurden.

Nach der Beseitigung der Brennelemente beruht die nukleare Sicherheit auf der Begrenzung der Risiken einer Ausbreitung gefährlicher Stoffe und Substanzen (Feststoffe, Flüssigkeiten oder Gase) und der Exposition durch gefährliche Ereignisse (Giftexposition aufgrund der Ausbreitung durch Flüssigkeiten bzw. Luft, Wärmeentwicklung, Überdruck, Ausschleudern von Projektilen, schwache Strahlenexposition).

Die Wahl sollte auf die technischen Möglichkeiten fallen, die das Prinzip der Tiefenabwehr anwenden und jede umfangreiche Ausbreitung radioaktiver Stoffe außerhalb des Standorts verhindern und die Exposition der Bevölkerung begrenzen. Sie werden in der Studie zur Begrenzung der Risiken aufgeführt, die mit den von Art. R. 593-67 des französischen Umweltgesetzbuchs geforderten Rückbauunterlagen vorzulegen sind.

5. BEWERTUNG DER AUSWIRKUNGEN DES BETRIEBS AUF DIE UMWELT

Kernkraftwerk von Blayais, Département Gironde
Copyright Robin Paul – Parker Wayne Philips (PWP)

5.1. Vorgehensweise

Abschnitt 5 beschreibt die Bewertung der Auswirkungen des Betriebs des Kraftwerks von Blayais auf die Umwelt im aktuellen Zustand und für die kommenden 10 Jahre.

Die ersten Unterabschnitte beschreiben die folgenden Punkte:

- Die Methoden, die für die Bewertung der Auswirkungen auf die Umwelt gewählt wurden (§ 5.2);
- Die Unsicherheiten im Zusammenhang mit der Bewertung der Auswirkungen (§ 5.3);
- Die für die Bewertung verwendeten Daten (§ 5.4);
- Der aktuelle Zustand der Umwelt (§ 5.5).

Der Unterabschnitt 5.6 beschreibt die Wechselbeziehungen des Betriebs des Kraftwerks von Blayais mit der Umwelt zum aktuellen Zeitpunkt und für die kommenden 10 Jahre.

Der Unterabschnitt 5.7 beschreibt die Auswirkungen des Betriebs des Kraftwerks von Blayais auf die Umwelt zum aktuellen Zeitpunkt und für die kommenden 10 Jahre. Die Auswirkungen der endgültigen Stilllegung des Kraftwerks sind in Abschnitt 5.7.10 dargelegt.

5.2. Methode zur Bewertung der Auswirkungen

Die Methoden zur Bewertung der Auswirkungen werden nach Bereichen beschrieben und sollen die Folgen des Betriebs des Kraftwerks von Blayais auf die Gesundheit und Umwelt bewerten sowie nachweisen, dass sie akzeptabel sind.

■ **Luft und Klimafaktoren**

Die Analyse der Auswirkungen des Betriebs des Kraftwerks von Blayais auf das Klima stützen sich auf die Analyse des Lebenszyklus (ACV – Analyse du cycle de vie) des kWh der Kernenergie für den derzeit von EDF betriebenen Kraftwerkspark. Sie wurde von EDF gemäß einer Standardmethode durchgeführt und von einer unabhängigen Sachverständigenkommission geprüft. Sie beruht auf der Inventur der Stoff- und Energieflüsse während der verschiedenen Phasen des Produktlebenszyklus, vom Abbau der Rohstoffe bis zum Abfallmanagement.

Die Analyse der Auswirkungen auf die Luftqualität stützt sich auf einen Vergleich der Konzentration der freigesetzten Stoffe mit den im französischen Umweltgesetzbuch festgelegten Luftqualitätsnormen (R. 221-1).

■ **Oberflächengewässer**

Die Bewertung der Auswirkungen der Freisetzung von flüssigen chemischen Schadstoffen auf die Qualität der Oberflächengewässer beruht auf:

- Einer rückblickenden Analyse der Auswirkungen vergangener und aktueller Freisetzungen von flüssigen Chemikalien mittels Daten aus der chemischen und gewässerökologischen Überwachung, die oberhalb und unterhalb des Standorts durchgeführt wird;
- Einer quantitativen Bewertung der Auswirkungen der Freisetzung flüssiger Chemikalien für jeden einzelnen Stoff auf der Grundlage des Vergleichs der berechneten Konzentrationen in der Umwelt mit Referenzwerten (Grenzwerte, Leitwerte, ökotoxikologische Daten...).

■ **Böden und Grundwasser**

Die Bewertung der Auswirkungen auf die Böden und das Grundwasser beruht auf:

- Der Durchführung einer Bestandsaufnahme der Böden und des Grundwassers des Kraftwerks auf der Grundlage einer Analyse der historischen Daten und der Ergebnisse der Pegelüberwachung des Standorts, vervollständigt durch Messkampagnen;
- Dem Vergleich mit Referenzdaten für die Böden: Daten über die Qualität der umliegenden Böden (außerhalb der Bereiche, die potentiell durch die Anlage beeinflusst werden), Daten aus speziellen Studien oder nationalen Programmen;
- Dem Vergleich mit Wasserqualitätsgrenzwerten für das Grundwasser (Verordnung vom 11. Januar 2007 über Grenzwerte und Referenzen zur Qualität von Rohwasser und Wasser für den menschlichen Verzehr, Verordnung vom 17. Dezember 2008 zur Festlegung der Kriterien für die Bewertung und die Modalitäten für die Bestimmung des Zustand des Grundwassers, OMS-Leitlinien über die Qualität des Trinkwassers von 2017 und Richtlinie 2013/59/EURATOM vom 5. Dezember 2013, die die Grundnormen über den Gesundheitsschutz gegen Risiken aufgrund der Exposition durch ionisierende Strahlungen festlegen).

■ **Radioökologie**

Die Bewertung der Auswirkungen der Freisetzung von flüssigen und atmosphärischen radioaktiven Schadstoffen auf die Umwelt beruht auf:

- Einer rückblickenden Analyse der Auswirkungen der bis zum heutigen Datum ausgestoßenen Schadstoffe unter Berücksichtigung der Ergebnisse des ursprünglichen Referenzzustands, der zehnjährlichen Bestandsaufnahmen und der jährlichen Überwachung;
- Einer prospektiven Analyse, die mit dem europäischen ERICA-Tool (Environmental Risks from Ionising Contaminants : Assessment and management) zur Bewertung der radiologischen Risiken für Ökosysteme an Land und im Wasser aufgrund der Freisetzung von radioaktiven Schadstoffen am Standort von Blayais, unter

Berücksichtigung der zulässigen Schadstoffgrenzwerte.

Das Prinzip dieser Bewertung beruht auf einem Vergleich der durch radioaktive Schadstoffe verursachten Dosisrate mit einem auswirkungsfreien Dosisratenwert für jeden einzelnen Referenzorganismus. Dieser Vergleich führt zur Berechnung eines Risiko-Index. Liegt der Risiko-Index unter 1 kann daraus geschlossen werden, dass das Risiko vernachlässigbar ist.

■ **Artenvielfalt**

Die Analyse der Auswirkungen des Betriebs des Kraftwerks von Blayais auf die biologische Vielfalt beruht auf:

- Der Untersuchung der Naturgebiete, Lebensräume, Fauna, Flora und ökologischen Funktionen im Bereich der Untersuchungsfläche (Literaturstudien und Untersuchungen vor Ort);
- Der Analyse der Folgen der einzelnen Wechselwirkungen zwischen dem Kraftwerk von Blayais und den Naturgebieten, der Fauna, Flora und den ökologischen Funktionen.

■ **Bevölkerung und deren Gesundheit**

Die dosisbedingten Auswirkungen der Freisetzung radioaktiver Schadstoffe berücksichtigen die interne und externe Exposition durch Freisetzung flüssiger radioaktiver Schadstoffe und durch die Atmosphäre.

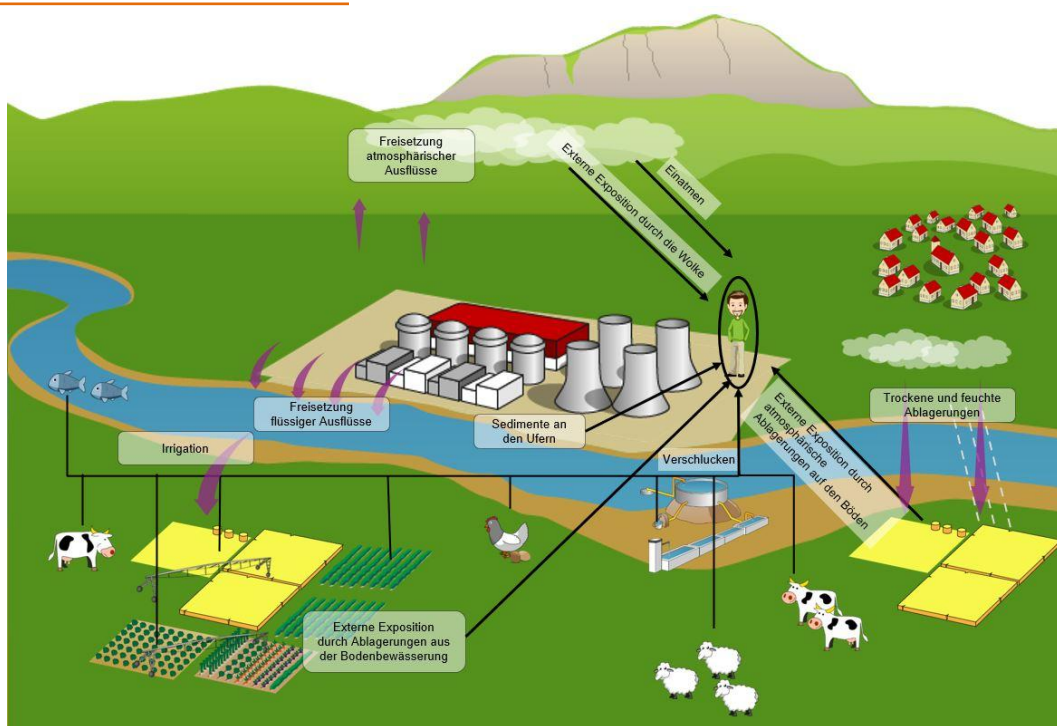
Folgende Expositionswege werden berücksichtigt (siehe nachfolgende Abbildung):

- Externe Exposition durch radioaktive atmosphärische Schadstoffe, radioaktive atmosphärische Ablagerungen am Boden, Ablagerungen durch Bodenbewässerung, Ufersedimente;
- Interne Exposition durch Einatmen, Verzehr von Nahrungsmitteln.

Zur Bewertung der dosisbedingten Auswirkungen auf die Bevölkerung durch freigesetzte radioaktive Schadstoffe aus dem Kernkraftwerksbetrieb verfügt EDF über ein Tool, das vom Institut für Strahlenschutz und nukleare Sicherheit (IRNS – Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire) (der heutigen Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection – ASNR) entwickelt wurde.

Die Bewertung umfasst die folgenden Schritte:

- Beschreibung der freigesetzten radioaktiven Schadstoffe;
- Beschreibung der Umwelt im Bereich des Kraftwerks;
- Bewertung der Übertragung der Radionuklide, die in den verschiedenen Umweltstufen bis zum Menschen freigesetzt werden: in der Luft, im Wasserlaufsystem, in der Landwirtschaft (Pflanzen, Tiere, Böden);
- Bewertung der Exposition der benachbarten Bevölkerung;
- Vorlage der Ergebnisse, einschließlich der Vergleiche der von der Referenzperson empfangenen Gesamtwirldosis mit dem vorgeschriebenen Grenzwert von 1 mSv/Jahr.



Wege der Exposition durch freigesetzte radioaktive Schadstoffe ©EDF

Zur **Bewertung der sanitären Risiken** durch freigesetzte flüssige Chemikalien wird eine an den Methodenleitfaden „Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires“ (Bewertung des Zustands der Umwelt und der Gesundheitsrisiken) des nationalen Instituts für Umwelt und Risiken (Institut national de l'environnement et des risques – INERIS) angelehnte Methode angewandt. Die Bewertung erfolgt in zwei Schritten:

- Die Auslegung des Zustands der Umwelt (IEM – Interprétation de l'état des milieux) auf der Grundlage besonderer Überwachungs- und Messdaten;
- Die prospektive Bewertung der Gesundheitsrisiken (EPRS – Évaluation prospective des risques sanitaires) auf der Grundlage der Modellierung der Schadstofffreisetzungen, die dem Standort von Blayais zuzuordnen sind. Die EPRS besteht aus fünf Schritten:
 - Aufstellung der freigesetzten Stoffe,
 - Bestandsaufnahme der Problematik und der Expositionswege,
 - Ermittlung der Gefahren, Bewertung des Verhältnisses zwischen Dosis und Ergebnis sowie Ermittlung der Indikatoren der Gesundheitsrisiken,
 - Bewertung der Exposition der Bevölkerung,
 - Beschreibung der Risiken.

Aufgrund der geringen Mengen der in die Atmosphäre gelangenden chemischen Schadstoffe, ihrer geringen Dauer, ihres seltenen Auftretens oder dem Fehlen toxikologischer Referenzwerte (VTR – Valeur toxicologique de référence) werden die Gesundheitsrisiken durch freigesetzte Chemikalien in der Atmosphäre qualitativ bewertet.

Die Bewertung der **Lärmbelastung** durch das Kraftwerk von Blayais beruht auf wiederholten Akustikmessungen in der Umwelt im Bereich der Zonen mit reglementiertem Aufkommen und im Grenzbereich des Standorts. Die Methode dieser Messkampagnen entstammt der Norm NF S 31-010 bezüglich der Beschreibung und Messung von Umweltgeräuschen.

■ **Menschliche Aktivitäten**

Die Bewertung der Auswirkungen auf menschliche Aktivitäten erfolgt im Zusammenhang mit den Umweltsachverhalten:

- Auf der Grundlage öffentlicher und bestätigter Daten (z. B. Daten zum Straßenverkehr, zur Bodennutzung, zur Wassernutzung);
- Auf der Grundlage von Bewertungen der Auswirkungen der vom Kraftwerk freigesetzten Schadstoffe auf die Gesundheit.

■ **Abfallmanagement**

Die Auswirkungen der erzeugten Abfälle beruht hauptsächlich auf der Analyse der Maßnahmen, die hinsichtlich der Abfallzonenbestimmung, Beschreibung, Sortierung, Aufbereitung, Verpackung und Überwachung implementiert wurden, sowie auf der Analyse der Erfahrungswerte des Kraftwerks.

Die Berechnung der erzeugten Abfallmengen und die Schätzung der voraussichtlich in den kommenden Jahren zu erzeugenden Abfallmengen beruhen auf Daten aus den vom Kraftwerk erstellten Jahresbilanzen des Abfallmanagements. Diese Bilanzen liefern quantitative und qualitative Daten zu den vom Kraftwerk erzeugten Abfällen, einschließlich der Sektoren, an die die Abfälle weitergeleitet wurden.

5.3. Unsicherheiten im Zusammenhang mit der Bewertung der Auswirkungen

Die im obigen Absatz beschriebenen Methoden zur Bewertung der Auswirkungen entsprechen dem aktuellen Stand der Technik und wurden auf der Grundlage der verfügbaren wissenschaftlichen Ergebnisse erstellt.

Die Fortschritte der Wissenschaft werden schrittweise in die Überwachung der Umwelt und die Entwicklung von Hypothesen und Berechnungs-Tools integriert.

In die Bewertungen der Auswirkungen werden konservative Ansätze aufgenommen. Als wichtigster konservativer Ansatz gilt die Betrachtung der Wechselbeziehungen mit der Umwelt im angemessenen Vergleich mit den tatsächlich beobachteten Wechselwirkungen. Weitere konservative Ansätze werden in die diversen Bewertungen aufgenommen, insbesondere in die Expositionsszenarien. So wird beispielsweise beobachtet, dass die benachbarten Bevölkerungsgruppen nur Trinkwasser aus der nächstgelegenen Quelle verbrauchen, ohne Berücksichtigung der Schadstoffzersetzung.

5.4. Für die Bewertung verwendete Daten

Für die Bewertung der Auswirkungen des Betriebs des Kraftwerks von Blayais werden die folgenden Daten herangezogen:

- Daten zu den Wechselbeziehungen zwischen Kraftwerk und Umwelt, die in Absatz 5.6 dargelegt werden;
- Daten zum aktuellen Zustand der Umwelt, die hauptsächlich aus Umweltstudien des Kraftwerks von Blayais stammen. Diese Daten werden im Absatz 5.5 beschrieben und betreffen:
 - Die Luftqualität;
 - Die Wetterkunde;
 - Die Qualität der Oberflächengewässer;
 - Den Zustand der Böden und Grundwasser;
 - Den radiologischen Zustand der Umwelt;

- Die Artenvielfalt;
- Die Bevölkerung und menschlichen Tätigkeiten.

Das Kraftwerk von Blayais veröffentlicht regelmäßig Daten über die Überwachung seiner Schadstoffe und der Umwelt:

- Die Ergebnisse der Überwachung der Umwelt im Umkreis des Kraftwerks werden an das nationale Netz für die Strahlenmessung in der Umwelt weitergeleitet, das unter der Schirmherrschaft der ASN entwickelt wurde. Die Daten stehen auf der Webseite des nationalen Netzes für die Strahlenmessung zur Verfügung (<https://www.mesure-radioactivite.fr/>).
- Das Kraftwerk veröffentlicht jeden Monat [auf seiner Webseite](#) die Daten über die Überwachung der Schadstoffe und der Umwelt.
- Außerdem wird auf der [Webseite](#) ein Jahresbericht über die Überwachung der Umwelt bereitgestellt.

Weitere Informationen stehen im [Leitfaden „Kernkraftwerke und Umwelt“](#) zur Verfügung, der die Wechselwirkungen zwischen den Kernkraftwerken und der Umwelt sowie die dazugehörigen Überwachungsmodalitäten vorstellt.

5.5. Aktueller Zustand Umwelt

5.5.1. Luft und Klimafaktoren

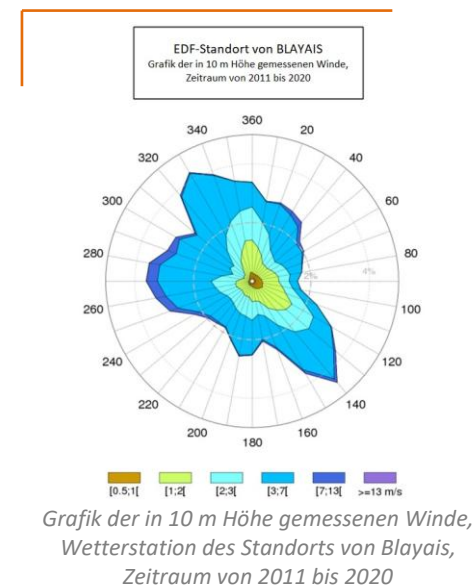
■ **Klima**

Die Region im Bereich des Standorts von Blayais liegt im Einflussbereich eines ozeanischen Klimas mit möglichen Frostperioden während des gesamten Winters, wobei sich diese jedoch auf maximal neun pro Monat beschränken. Im Sommer verzeichnet Blayais nicht mehr als insgesamt sieben Hitzetage im Monat.

Im Zeitraum 2011 bis 2020 lag die Jahresdurchschnittstemperatur in Blayais bei ca. 13,6 °C, mit Mindest- bzw. Höchstwerten zwischen -10,1 °C (im Februar) und +39,6 °C (im Juli). Es regnet im Durchschnitt an 181 Tagen im Jahr. Die vorherrschenden Winde wehen aus dem Westen, Nordnordwesten und Südosten.

■ **Luftqualität**

Die Qualität der Luft im Bereich des Standorts von Blayais gilt generell als durchschnittlich, hauptsächlich aufgrund des Ozonaufkommens im Sommer und der Rußpartikel im Winter, die durch private Heizungssysteme erzeugt werden. Die Luftqualitätsnormen werden eingehalten.



5.5.2. Oberflächengewässer

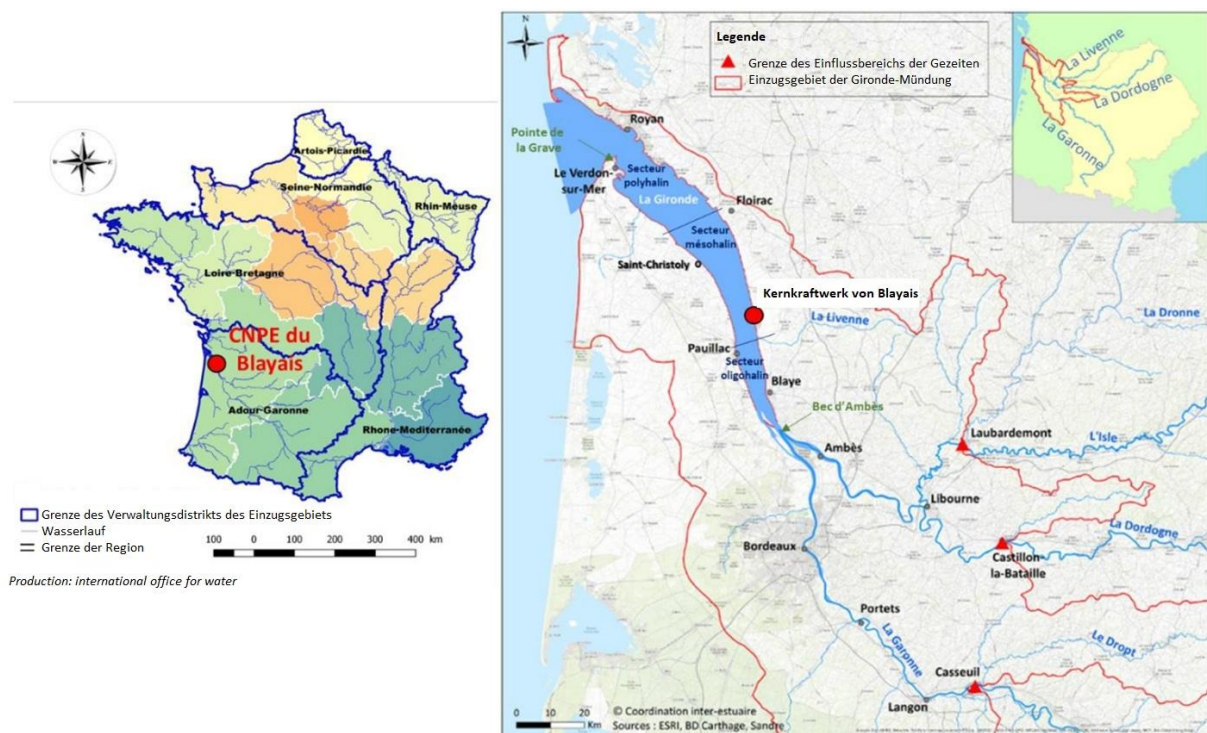
Hydrologie

Das Kraftwerk von Blayais liegt in der Gemeinde von Braud-et-Saint-Louis (Département Gironde) am rechten Ufer der Gironde-Mündung, ca. 47 km nordwestlich von Bordeaux. Die Anlagen liegen am Ufer der größten Flussmündung Frankreichs und Westeuropas, die vom Zusammenfluss der Garonne und der Dordogne gebildet wird. Auf Höhe des Kraftwerks beträgt die Breite der Mündung etwa 4,5 km.

Der Wasserhaushalt der Gironde wird vom Zusammenfluss der Wasser der Garonne und der Dordogne bestimmt. Der allgemeine Wasserhaushalt der Gironde, der aus der Durchmischung der Wasser von Garonne und Dordogne entsteht, zeichnet sich im Süßwasserbereich der Mündung durch starke Hochwasser im Winter und nach der Schneeschmelze in den Pyrenäen manchmal auch im Frühling aus. Diese Frühjahrshochwasser tragen einen Teil der Schlammablagerungen⁹ ab. Meistens folgt darauf eine Niedrigwasserperiode im Sommer.

Das Kraftwerk von Blayais liegt im Oberlauf der eigentlichen Mündung im mesosalinen Bereich (Salzhaltigkeit zwischen 5 und 18 ‰). Das Kühlwasser für die Verflüssiger wird aus der Fahrrinne von Saintonge ca. 380 m vom Ufer der Gironde entnommen. Der Süßwasserbedarf des Kraftwerks für die Wasserversorgung der Entsalzungsanlage, das Brauchwasser und das Löschwasser wird durch die Entnahmepunkte in der Isle gedeckt. Die Freisetzung erfolgt in der Mündung mittels zweier Unterwassertunnel mit einer Länge von etwa 2.000 m.

Für den Zeitraum 1995 bis 2019 betragen die jahresübergreifenden Durchflussmengen der Garonne und der Dordogne jeweils 532 m³/s und 307 m³/s. Die durchschnittliche Wassermenge der beiden Zuflüsse erreicht somit 839 m³/s. Von Dezember bis Mai ist die Durchflussmenge höher. Niedrigwasserstände sind im Sommer stärker, insbesondere von Juli bis Oktober.



Einzugsgebiet der Gironde (© OIEau und OFB-Fachleute)

⁹ Schlammablagerungen sind in Mündungen häufig und in der Gironde besonders ausgeprägt. In diesem Bereich ist die Wassertrübung durch Schwebstoffe oder MES aufgrund der von den Flüssen mitgerissenen schwebenden Sedimente hoch. Die Ablagerungen bilden sich in dem Bereich, in dem das Süßwasser auf salzhaltiges Meerwasser trifft. Dieser Bereich kann mehrere Dutzend Kilometer lang sein und MES-Konzentrationen von über 1 g/l aufweisen.

■ **Wärmehaushalt**

Die Analyse des Wärmehaushalts der Gironde im Umfeld des Kraftwerks von Blayais für den Zeitraum 1993 bis 2020 zeigt deutliche jahreszeitlich bedingte Temperaturschwankungen. Im Sommer liegt die Durchschnittstemperatur bei ca. 24 °C und bei etwa 8 °C im Winter. Im Sommer (von Juni bis September) liegt die Temperatur der Gironde während 15 % der Zeit über 25 °C. Von Juni bis September liegt sie 2 % der Zeit über 27 °C. Die gemessene maximale Tagestemperatur betrug 28,6 °C.

Die Untersuchung der seit den 1993 Jahren beobachteten jahresübergreifenden Schwankungen zeigt eine steigende Tendenz. Während der letzten dreißig Jahre lag die festgestellte durchschnittliche Entwicklung bei ca. + 0,6 °C pro Jahrzehnt, wobei der Temperaturanstieg im Sommer stärker ist.

■ **Physikalisch-chemische und biologische Qualität**

Im Kraftwerk von Blayais erfolgen Wasserentnahme und flüssige Freisetzungen in der Oberflächen-Wassermasse „FRFT09“ mit der Bezeichnung „Gironde-Mündung flussabwärts“. Diese Wassermasse bildet die größte Mündung Frankreichs und Westeuropas und entsteht durch den Zusammenfluss zweier Flüsse, der Garonne und der Dordogne.

Nach der vom Ausschuss „Bassin Adour-Garonne“ 2019 freigegebenen Bestandsaufnahme weist die Oberflächenwassermasse „Gironde-Mündung flussabwärts“ flussabwärts des Kraftwerks einen mittelmäßigen **ökologischen Zustand** (Ichthyofauna¹⁰) und einen schlechten **chemischen Zustand** (Kadmium¹¹) mit oder ohne **Ubiquisten** auf. Die Oberflächen-Wassermasse „FRFT31“ mit der Bezeichnung „Flussmündung der Isle“ flussaufwärts des Kraftwerks weist einen guten ökologischen Zustand auf. Der chemische Zustand ist nicht eingestuft.

Die Befunde der chemischen und gewässerökologischen Überwachung in unmittelbarer Nähe des Kraftwerks von Blayais während des Zeitraums 2011-2020 ergeben eine zufriedenstellende Qualität der Gewässer hinsichtlich der physikalisch-chemischen Parameter. Die biologischen Kennzahlen zeigen allgemein deutliche zeitliche Schwankungen, deren Ursachen vielfältig sind. Im Bereich des Einzugsgebiets Garonne/Dordogne und im Studiengebiet weist die hydroökologische Überwachung im Zeitraum 2011-2020 keine Tendenz bezüglich der Vorkommen der Grundel oder des Adlerfischs aus. Bei der Finte wird eine sinkende Tendenz der Vorkommen festgestellt. Die Maifisch- und Aalvorkommen haben sich während dieses Zeitraums stark verringert.

Der ökologische Zustand einer Oberflächengewässermasse im Sinne der Rahmenrichtlinie Wasser (DCE – Directive cadre sur l'eau) wird aus den folgenden gesammelten Kriterien ermittelt: allgemeine physikalisch-chemische Elemente zur Unterstützung der Biologie, spezielle Schadstoffe, Elemente zur Hydromorphologie und Elemente aus der Biologie (biologische Kennzahlen für Makro-Wirbellose, Fische, Makrophyten und Diatomeen).

Der chemische Zustand einer Oberflächengewässermasse wird anhand der Konzentration bestimmter Schadstoffe (Chemikalien) in verschiedenen Matrixen (Wasser, Biota bzw. Sedimente) im Vergleich zu den Umweltqualitätsnormen (NQE – Normes de qualité environnementale) ermittelt.

Die **Ubiquisten** sind persistente, bioakkumulierbare und giftige Stoffe (PBT), die früher oft durch menschliche Aktivitäten in die Umwelt gelangten (Brandhemmer, Pflanzenschutzmittel...) und in den Gewässern weiterhin in Konzentrationen auftreten, die oft weit über den Werten der Umweltqualitätsnormen liegen. Daher beeinträchtigen sie regelmäßig den Zustand der Wassermassen und verdecken die Fortschritte, die anderweitig verzeichnet werden. Daher erlaubt die Richtlinie 2013/39/EU den Mitgliedstaaten, die Auswirkungen auf den chemischen Zustand der ubiquitären Stoffe getrennt darzulegen, um nicht die Verbesserung der Wasserqualität zu verbergen, die für die anderen Stoffe erreicht wurden.

¹⁰ Fische.

¹¹ Stoff, der nicht vom Kraftwerk von Blayais freigesetzt wird.

■ **Hydromorphologie und Feststoffverlagerungen**

Vom geologischen Standpunkt aus ist die Gironde-Mündung ein teilweise vom Meer überschwemmtes Talsegment, das während der Eiszeiten entstanden ist. Der Boden der Mündung besteht aus Sedimenten aus aufeinander folgenden Schichten aus Flussschotter, Sanden und Schlamm, deren Dicke zwischen 10 m im Oberlauf und 45 m an der Mündung beträgt.

Die angeschwemmten Sedimente entstammen hauptsächlich der Garonne und der Dordogne und werden vorrangig während der Hochwasser abgelagert. Die in die Mündung eingeleiteten Sedimente unterliegen den gegenteiligen Einflüssen der Gezeiten und der Flüsse. Sie bilden den sogenannten „Schlammstopfen“, eine ausgedehnte Sedimentablagerung, deren Lage sich je nach den Wasserhaushaltsbedingungen ändert. Im Winter können die Steigfluten den Abfluss in der Mündung stören und zur Ablagerung von „Sar“ führen, die aus Pflanzenresten und Schlamm bestehen und die Filtertrommeln des Kraftwerks von Blayais zusetzen.

5.5.3. Böden und Grundwasser

■ **Geologie**

Der Boden, auf dem das Kernkraftwerk von Blayais errichtet wurde, besteht aus Schwemmbodenschichten aus dem Quartär, aus Kalkmergelschichten, Sanden und Lehmen aus dem Eozän und Kalkstein aus der oberen Kreidezeit. Die Gesamtstärke der Schwemmbodenschichten liegt zwischen 15 und 25 m.

Zur Errichtung des Kraftwerks wurde die Plattform durch Aufschüttungen in einer Stärke von etwa 2 m erstellt. Der vorhandene Schlamm wurde anhand zweier Trockenaushübe komplett durch Sand ersetzt. Dazu wurden Spundwände mit einer durchschnittlichen Gesamthöhe von 31 m errichtet (Verankerung in der Kalkmergelschicht aus dem Eozän). Anschließend wurden die tiefen Aushübe trockengelegt. Das Grundwasser wurde mittels Druckausgleichsbohrungen abgepumpt.

■ **Hydrogeologie**

Die Schalwände bilden eine Barriere gegen das Abfließen des Wassers. Die betreffenden Grundwasserläufe wurden in zwei Kategorien unterteilt (Grundwasser außerhalb der Schalwände und Grundwasser innerhalb der Schalwände).

Im Bereich des Kraftwerks von Blayais werden fünf grundwasserführende Schichten unterschieden:

- Die wasserführende Schicht der Aufschüttungen;
- Die wasserführende Schicht der Kiessande aus dem Quartär;
- Die wasserführende oberste Schicht aus dem Eozän;
- Die wasserführende Sandschicht aus dem Eozän;
- Die wasserführende Sandschicht aus der oberen Kreidezeit.

Die unteren Grundwasserschichten sind weitgehend voneinander getrennt. Dennoch sind sie wahrscheinlich miteinander verbunden und der Austausch erfolgt sehr langsam über sehr lange Zeiträume hinweg. Sie werden von dem natürlichen Boden aus mehr oder weniger großer Entfernung vom Kraftwerk gespeist.

Die Grundwassermasse der Stufe 1 unter dem Kraftwerk entspricht der obersten wasserführenden Schicht. Nach der Bestandsaufnahme von 2019, die auf den Daten von 2012-2017 beruht und zur Erstellung des Leitfadens Wasserordnung und -haushalt (SDAGE – Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux) Adour-Garonne (2022-2027) gedient hat:

- weist diese Wassermasse einen guten qualitativen Zustand (chemischer Zustand der Wassermasse, Nitratparameter, Pflanzenschutzmittelparame-ter) auf;
- weist diese Wassermasse einen guten quantitativen Zustand auf.

Die Wassermasse der Stufe 3 unter dem Kraftwerk ist diejenige, aus der das Kraftwerk Wasser entnimmt. Nach der Bestandsaufnahme von 2019, die auf den Daten von 2012-2017 beruht und zur Erstellung des SDAGE Adour-Garonne (2022-2027) gedient hat:

- wies diese Wassermasse einen guten qualitativen Zustand (chemischer Zustand der Wassermasse, Nitratparameter, Pflanzenschutzmittelparame-ter) auf;
- wies diese Wassermasse einen mittelmäßigen quantitativen Zustand auf.

■ **Zustand der Böden**

Vor dem Bau des Kraftwerks in den 1970er Jahren wurde keine Ausgangsbestandsaufnahme der umwelttechnischen Qualität der Böden vorgenommen. Die geochemischen Hintergrundwerte unter dem Kraftwerk wurden jedoch aus den nationalen Datenbanken ermittelt. Besonders für metallische Spurenelemente stellt das Netz zur Messung der Bodenqualität (RMQS – Réseau de mesures de la qualité des sols) lokale Hintergrundwerte zur Verfügung. Hinsichtlich der Radionuklide wird jedes Jahr eine radioökologische Überwachung der Umwelt durchgeführt, einschließlich Probenentnahmen aus den oberen Bodenschichten im Umfeld des Kraftwerks. Ohne Einfluss des Kraftwerks auf die Böden der Umgebung entsprechen die Ergebnisse dieser Überwachung dem lokalen radiologischen Rauschen.

5.5.4. Radioökologie

In der Nähe des Kraftwerks von Blayais wurde die Umwelt radiologischen Untersuchungen unterzogen, um einerseits die wichtigsten Radionuklide zu ermitteln, die in den verschiedenen Matrizen an Land und in den Gewässern vor dem Betrieb des Kraftwerks vorhanden waren, und andererseits langfristig zu bewerten, in welchem Maße die vom Standort freigesetzten Schadstoffe im Verhältnis zu den anderen ermittelten Quellen zur Einbringung der Radioaktivität in die Umwelt beitragen.

■ **Ursprung der in der Umwelt vorhandenen Radioaktivität**

Zur Auswertung der Radioaktivitätsmessungen sind die natürlich in der Umwelt erzeugten Radionuklide (kosmischen und tellurischen Ursprungs) von den künstlich bei Kernspaltungs- oder -aktivierungsreaktionen erzeugten (atmosphärische Nuklearversuche, Reaktorunfälle, Freisetzung radioaktiver Schadstoffe aus Industrie und Krankenhäusern) zu unterscheiden.

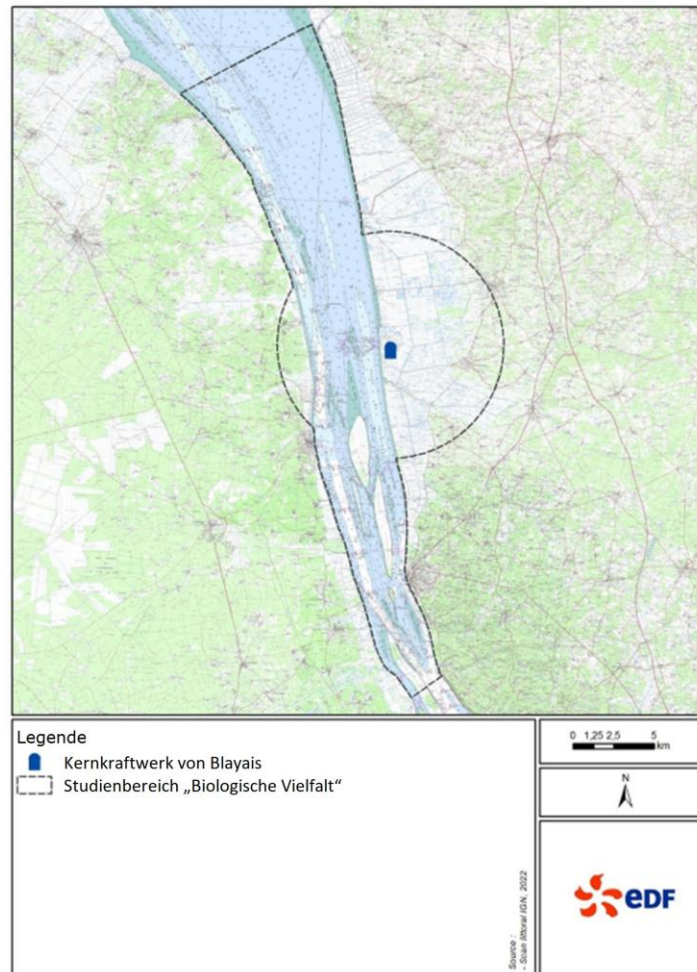
■ **Radiologischer Zustand der Umwelt**

Die Analyse der Ergebnisse der durch den Betreiber im Umfeld des Kraftwerks von Blayais im Zeitraum 2011-2020 durchgeführten radioökologischen Studien belegt, dass die radioaktive Komponente hauptsächlich natürlichen Ursprungs ist. Hinzu kommt ein vom Menschen verursachter Anteil aus atmosphärischen Niederschlägen als Folge von Kernkraftversuchen in der Atmosphäre, der Unfälle von Tschernobyl und, in geringerem Maße, von Fukushima-Daiichi, sowie der Freisetzungen genehmigter radioaktiver atmosphärischer und flüssiger Ausflüsse des Kraftwerks von Blayais und des flussaufwärts an der Garonne gelegenen Kraftwerks von Golfech.

5.5.5. Artenvielfalt

Die Analyse der ökologischen Sachverhalte im Umfeld des Kraftwerks von Blayais wurde wie folgt durchgeführt:

- Zuerst wurden die beachtenswerten Naturgebiete und ökologischen Funktionen in einem ellipsenförmigen Umkreis von 45 km Länge und 30 km Breite beschrieben, in dessen Mitte sich das Kraftwerk befindet;
- Anschließend wurde eine zweite Studie hinsichtlich der Auswirkungen auf ein beschränkteres Studiengebiet vorgenommen, das aus den sich überlagernden potentiellen Einflussbereichen der diversen Wechselbeziehungen des Kraftwerks von Blayais mit den Land- und Wasserlebensräumen besteht. Es entspricht einem Kreis mit einem Radius von 7 km für die Landlebensräume sowie einem Teil der Gironde-Mündung, das sich über etwa 20 km aufwärts und abwärts vom Standort über die Wasserlebensräume erstreckt.



Studienggebiet, das für die Analyse der Sachverhalte um das Kraftwerk von Blayais berücksichtigt wird

■ **Beachtenswerte Naturgebiete**

Folgende beachtenswerte Naturgebiete wurden im Studienggebiet um das Kraftwerk von Blayais erfasst:

- Acht Standorte „Natura 2000“;
- Fünfunddreißig Naturgebiete mit besonderer Bedeutung bezüglich der Umwelt, Fauna und Flora (ZNIEFF), darunter 26 vom Typ I und 9 vom Typ II;
- Ein Parc naturel marin (PNM);
- Ein Parc naturel regional (PNR);
- Eine Verordnung für den Schutz von Biotopen (APB – Arrêtés préfectoraux de protection de biotope);
- Zwei Standorte des Conservatoire des espaces naturels (CEN);
- Fünf Standorte des Conservation du littoral;
- Drei schützenswerte Naturgebiete (ENS – Espace naturel sensible);
- Ein Jagdsperrgebiet zum Schutz der Wildtiere (hauptsächlich Zugvögel) (RCFS – Réserve de chasse et de faune sauvage).

Die sogenannten **Naturgebiete mit besonderer Bedeutung bezüglich der Umwelt, Fauna und Flora (ZNIEFF – Zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique)**, entsprechen Bereichen der Region, die aufgrund einer schützenswerten Artenvielfalt eine besondere Bedeutung für die Umwelt aufweisen. Sie sind ein Wissens-Tool hinsichtlich der Naturgebiete.

■ **Natürliche Lebensräume**

Im Studiengebiet um das Kraftwerk wurden 16 Biotop erfasst, die vier großen Komplexen angehören: vom Menschen veränderte und umgestaltete Siedlungsräume, Wasserlebensräume und Feuchtgebiete (stehende Gewässer, Teiche und Flüsse), offene Lebensräume (Trockenrasen, Wiesen) und Wälder. Auch wenn das Studiengebiet hauptsächlich aus landwirtschaftlich genutzten Flächen besteht, zeichnet es sich doch durch die Besonderheit und Schutzwürdigkeit bestimmter Biotop aus, insbesondere bei den sehr vielfältigen Wasserlebensräumen und Feuchtgebieten (Schilfröhrichte, Salzwiesen, Feuchtwiesen, stehende Gewässer, Wasserläufe und Feuchtwälder).

■ **Pflanzenwelt**

Im Studiengebiet gelten 203 Arten als beachtenswert, von denen 59 zu den geschützten Arten gehören. Neunundfünfzig als Invasiv betrachtete Arten wurden im Studiengebiet festgestellt (z. B. *Acer negundo* und *Baccharis halimifolia*).

Aufgrund der großen Vielfalt der vorhandenen Pflanzenarten im Studiengebiet gelten die florabezogenen Herausforderungen als hoch. Hier sind sehr viele bemerkenswerte Arten angesiedelt, insbesondere solche mit einem sehr schlechten Erhaltungszustand im Bereich der früheren Region Aquitaine.



Links: *Acer negundo* (© P. GOURDAIN, inpn.mnhn.fr), rechts: *Baccharis halimifolia* (© P. Rouveyrol, inpn.mnhn.fr).

■ **Tierwelt**

Die meisten der festgestellten Tierarten sind häufig vertreten und Teil der üblichen biologischen Vielfalt. Die Bestandsaufnahme hat jedoch eine sehr große Artenvielfalt nachgewiesen, die sich durch viele Arten auszeichnet, die als „bemerkenswert“ (geschützt oder schützenswert) eingestuft sind, jedoch auch einige invasive Arten umfasst:

- 75 Arten benthische Makrowirbellose;
- 283 Arten Landwirbellose, darunter 34 bemerkenswerte Arten;
- 46 Fischarten, darunter 16 bemerkenswerte und 3 invasive Arten (Katzenwels, Koboldkärpfling und gemeiner Sonnenbarsch);
- 12 Amphibienarten, die als bemerkenswert gelten, und 1 invasive Art (Ochsenfrosch);
- 8 Reptilienarten, von denen 7 als bemerkenswert gelten, und 1 invasive Art (Rotwangenschildkröte);
- 52 Säugetierarten, darunter 31 bemerkenswerte und 4 invasive Arten (Nutria, Bisamratte, europäischer Damhirsch und Waschbär);
- 243 Vogelarten, von denen 221 als bemerkenswert und 3 als invasiv gelten (Nilgans, Halsbandsittich und Pharaonenibis).

Diese Befunde zeigen, dass im Studiengebiet viele Arten leben, die aufgrund ihres geschützten und/oder schützenswerten Status als bemerkenswert gelten.

■ **Ökologische Funktionen**

Nach dem regionalen Flächennutzungsplan zur nachhaltigen Entwicklung und Gleichberechtigung der Gebiete (SRADDET – Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires) der Region Nouvelle-Aquitaine, ist das wichtigste **Artenvielfalt-Reservoir** im Studiengebiet die Gironde-Mündung mit den dazugehörigen Sumpfgebieten von Blayais am rechten Ufer. Im Westen der Gironde liegt ein weiteres wichtiges großes Artenvielfalt-Reservoir am westlichen Rand des Studiengebiets: Der Forst von Médoc, der sich in westlicher Richtung bis zum See von Hourtin erstreckt. Außerdem wurden mehrere kleinere **grüne Korridore** erfasst, die quer zur Mündung verlaufen.

Artenvielfalt-Reservate sind Gebiete, in denen die Artenvielfalt am höchsten und vielfältigsten ist und in denen Arten ihren ganzen oder einen Teil ihres Lebenszyklus verbringen. Sie schützen Populationsvorkommen, aus denen heraus sich einzelne Tiere und Pflanzen ausbreiten können, oder eignen sich für die Ansiedlung neuer Artenpopulationen.

Grüne Korridore gewährleisten die Verbindung zwischen den Artenvielfalt-Reservaten und bieten den Arten günstige Bedingungen für ihre Wanderungen und ihren Lebenszyklus.

Das Studiengebiet umfasst auch viele Bauwerke, die die Wanderungen bestimmter Arten behindern können (insbesondere Straßen) und dadurch die ökologische Permeabilität des Gebiets verringern.

■ **Natura 2000-Standorte**

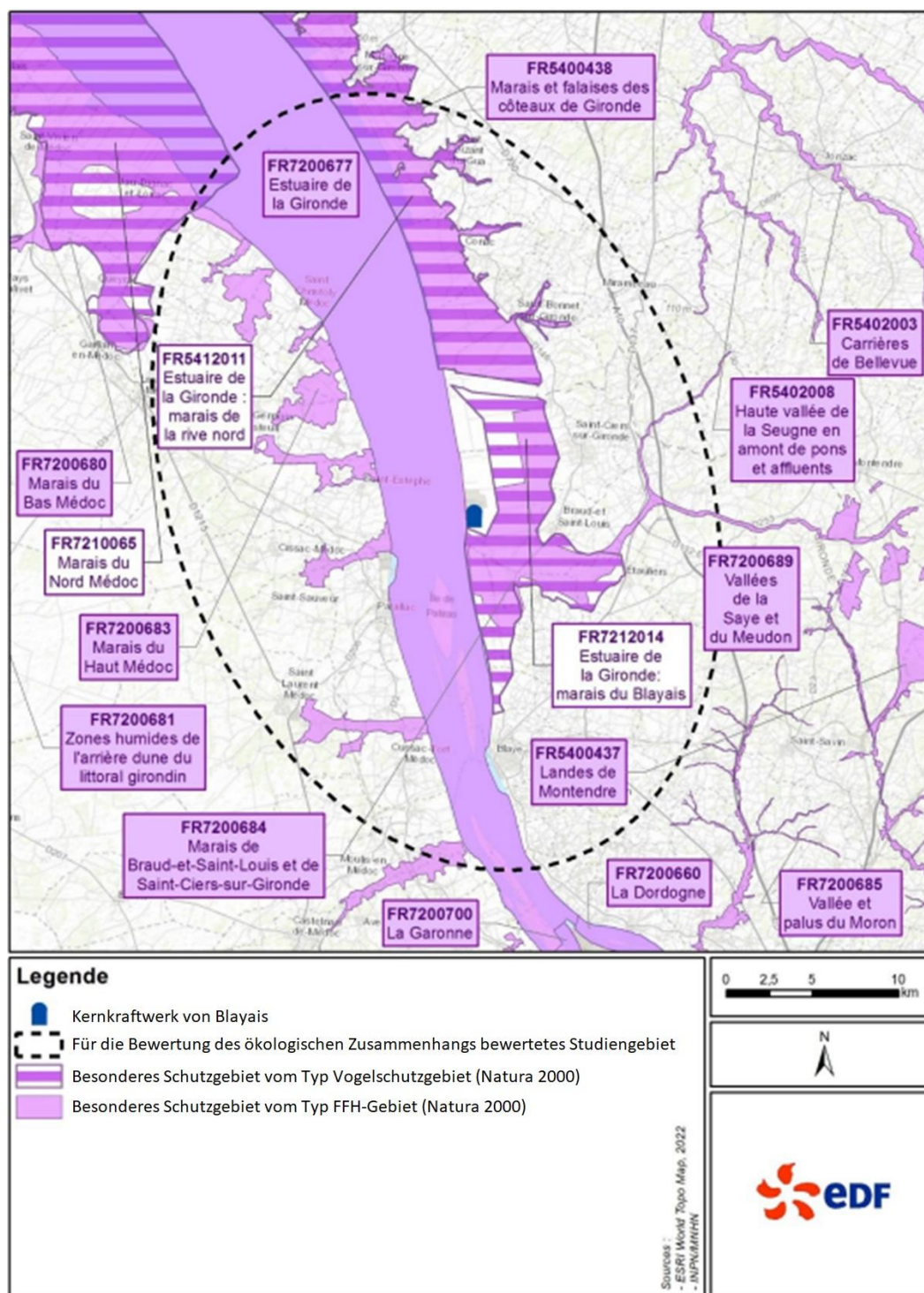
Im ellipsenförmigen Umkreis des ökologischen Netzwerks um das Kraftwerk von Blayais (45 km Länge und 30 km Breite) befinden sich acht **Natura 2000**-Standorte. Es handelt sich um die folgenden drei **besonderen Schutzgebiete vom Typ Europäisches Vogelschutzgebiet (ZPS – Zone de protection spéciale)** und fünf **besondere Schutzgebiete vom Typ FFH-Gebiet (ZSC – Zone spéciale de conservation)**:

- Das Schutzgebiet ZPS FR5412011 Mündung der Gironde : Sumpfgebiete am Nordufer;
- Das Schutzgebiet ZPS FR7212014 Mündung der Gironde: Sumpfgebiete des Blayais;
- Das Schutzgebiet ZSC FR5400438 Sumpfgebiete und Klippen der Hänge der Gironde;
- Das Schutzgebiet ZSC FR7200677 Mündung der Gironde;
- Das Schutzgebiet ZSC FR7200680 Sumpfgebiete des Haut Médoc;
- Das Schutzgebiet ZSC FR7200684 Sumpfgebiete von Braud-et-Saint-Louis und Saint-Ciers-sur-Gironde.

Natura 2000 ist ein europäisches Umweltschutznetzwerk aus naturnahen Standorten, die sich durch die Seltenheit oder Empfindlichkeit der Wildtier- oder Wildpflanzenarten und deren Lebensräumen auszeichnen.

Das Netzwerk besteht aus:

- Besonderen Schutzgebieten vom Typ Europäisches Vogelschutzgebiet (ZPS), die zum Schutz von Wildvogelarten eingerichtet wurden;
- Besonderen Schutzgebieten vom Typ FFH-Gebiet (ZSC) zum Schutz der naturnahen Gebiete und der schützenswerten Fauna und Flora.



Die im Umkreis des ökologischen Netzwerks um das Kraftwerk von Blayais erfassten „Natura 2000“-Gebiete

5.5.6. Bevölkerung und deren Gesundheit

■ Bevölkerung

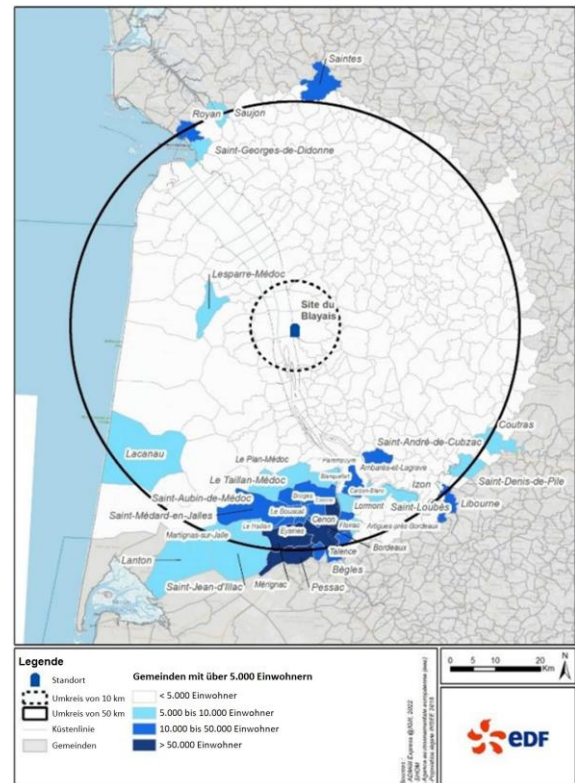
Die Erweiterung des Studienkreises auf 50 km soll die Verteilung der Bevölkerung im Umfeld des Kraftwerks von Blayais beschreiben, wohingegen der lokale Studienumkreis von 10 km der Ermittlung von bedeutsamen Bevölkerungsgruppen dient

In einem Umkreis von 50 km beträgt die durchschnittliche Bevölkerungsdichte 163 Einwohner/km², in einem Umkreis von 10 km jedoch 64 Einwohner/km². Somit ist die durchschnittliche Bevölkerungsdichte in einem Umkreis von 50 km um das Kraftwerk größer als der französische Durchschnittswert (119 Einwohner/km², Stand 2018 – mit Ausnahme der Überseegebiete), während sie in einem Umkreis von 10 km um das Kraftwerk unter diesem Wert liegt.

Die wichtigsten Gemeinden in einem Umkreis von 50 km sind: Bordeaux (257.068 Einwohner), Mérignac (70.813 Einwohner) und Pessac (64.374 Einwohner). Im Umkreis von 10 km um das Kraftwerk zählt keine einzige Gemeinde mehr als 5.000 Einwohner.

Die dem Kraftwerk am nächsten liegenden Einrichtungen für gefährdete Bevölkerungsgruppen sind ein Kindergarten und eine Grundschule sowie ein Altenheim, die sich in einer Entfernung von ca. 4 km vom Kraftwerk in der Gemeinde Braud-et-Saint-Louis befinden.

Die nächstgelegenen Wohnstätten liegen in einer Entfernung von weniger als einem Kilometer im Nordwesten des Standorts in der Gemeinde Braud-et-Saint-Louis.



Gemeinden mit über 5.000 Einwohnern in einem Umkreis von 50 km um das Kraftwerk von Blayais, Stand 2018

■ Lärm- und Lichtbelastung

2021 wurde am Kraftwerk von Blayais eine Akustikmesskampagne durchgeführt.

Die Lichtbelastung im Umkreis des Kraftwerks wird vor allem durch die Beleuchtung der benachbarten Industrieanlagen sowie die Straßenbeleuchtung der umliegenden Gemeinden verursacht.

5.5.7. Menschliche Aktivitäten

■ Flächennutzung

Im Umkreis von 10 km um das Kraftwerk von Blayais nimmt die Mündung etwa 26,5 % der Fläche des Studiengebiets in Anspruch. Die nachfolgend aufgeführten Flächen schließen die Mündung aus.

Im Umkreis von 10 km um das Kraftwerk von Blayais (unter Ausschluss der Mündung) werden die Flächen hauptsächlich für den Weinanbau genutzt (27 % des Studiengebiets). Die zweitwichtigste Nutzungsart sind Weideflächen (22 % des Studiengebiets) und die dritt wichtigste ist unbewässertes Ackerland (20 % des Studiengebiets).

Insgesamt werden ca. 82 % der Flächen des Studiengebiets landwirtschaftlich genutzt. Feuchtgebiete entsprechen in etwa 8 % des Studiengebiets. Wälder und vom Menschen gestaltete Flächen bedecken zu gleichen Teilen ca. 5 % des Studiengebiets. Nur ein sehr geringer Anteil des Studiengebiets (weniger als 1 %) wird von Wasserflächen eingenommen.

■ **Landschaft und Kulturerbe**

Zehn Landschaftstypen dominieren in einem Umkreis von 10 km um den Standort von Blayais:

- Die Mündung und ihre Inseln verlaufen entlang der Schwemmlandterrassen des Médoc am linken Ufer und der Sumpfgebiete von Braud-et-Saint-Louis am rechten Ufer. Die Ufer bestehen aus Sumpfgebieten und wasserableitenden Kiesterrassen, die bestens für den Weinanbau geeignet sind.
- Der Médoc von Pauillac beansprucht 15 km des linken Ufers der Gironde-Mündung. Dieser Landschaftstyp besteht aus einem schmalen sumpfigen Uferstreifen und Hanglagen, die dem Weinbau gewidmet sind.
- Der Médoc von Saint-Christoly besteht hauptsächlich aus Weinbergen, die weite Flächen des meist flachen Reliefs bedecken.
- Das Sumpfgebiet von Braud-et-Saint-Louis zeichnet sich durch steile Kalkhänge aus, die nach Osten hin sanfter werden und sich vom Fluss zurückziehen, und den Sumpfgebieten viel Raum lassen.
- Die Weinberge des Charente-Teils der Gironde-Mündung sind die ersten Anzeichen der Hanglagen der Charente. Dieser Landschaftstyp umfasst Weinberge, Wälder und landwirtschaftlich genutzte Flächen;
- Die Ränder der Double Saintongeaise weisen vielfältige Landschaften auf, unter anderem den Forst der Double Saintongeaise, Waldränder, Hügel und eine vielseitige landwirtschaftliche Nutzung;
- Das Blayais besteht aus runden Hügelkuppen und weiten Weinbergflächen. Kleine bewaldete oder landwirtschaftlich genutzte Täler unterbrechen die einheitliche Landschaft.
- In ihrem oberen Bereich im Département Charente-Maritime entspricht die Gironde der Mündung der Gironde und deren Ufern.
- Die Sumpfgebiete der Gironde sind ein weites Feuchtgebiet aus trockengelegten und bestellten Sumpfstreifen, beweideten Salzwiesen, Jagdparzellen und Schilfröhrichten.
- Die Hanglagen der Gironde bestehen aus bestellten Terrassen, Weinbergen und keinen Dörfern.

Im Umkreis von 10 km um das Kraftwerk liegen mehrere historische Sehenswürdigkeiten. Die nächstgelegenen historischen Sehenswürdigkeiten sind:

- Die Kirche Saint-Estèphe in der Gemeinde Saint-Estèphe, ca. 6 km westlich des Kraftwerks.
- Das Schloss Lafite-Rothschild in der Gemeinde Pauillac, ca. 7 km südwestlich des Kraftwerks;
- Das Schloss von Beyzac in der Gemeinde Vertheuil, ca. 9 km westlich des Kraftwerks;
- Die Kirche der Gemeinde Saint-Palais, ca. 10 km nordöstlich des Kraftwerks.

Im Studienumkreis von 10 km um das Kraftwerk ist kein geschützter oder archäologischer Standort vorhanden.

■ **Wassernutzung**

Das in den im Umkreis von 10 km um das Kraftwerk von Blayais gelegenen Gemeinden entnommene Wasser dient drei Nutzungszwecken:

- Trinkwasser: der vom Kraftwerk aus am nächsten gelegene unterirdische Entnahmepunkt liegt ca. 6 km westlich des Kraftwerks in der Gemeinde Saint-Estèphe;
- Bewässerungswasser: der vom Kraftwerk aus am nächsten gelegene unterirdische Entnahmepunkt liegt ca. 1 km östlich des Kraftwerks in der Gemeinde Braud-et-Saint-Louis;
- Brauchwasser: der vom Kraftwerk aus am nächsten gelegene Entnahmepunkt liegt ca. 5 km westlich des Kraftwerks in der Gemeinde Saint-Estèphe;

■ **Infrastrukturen und Kommunikationswege**

Die wichtigsten Verkehrswege in einem Umkreis von 10 km um das Kraftwerk von Blayais sind:///

- Mehrere Kreisstraßen: die Kreisstraße RD137, die ca. 9 km östlich des Kraftwerks verläuft, und die Kreisstraße RD206, die etwa 8 km südwestlich liegt.
- Eine Eisenbahnstrecke, die Bordeaux mit der Gemeinde Le Verdon-sur-Mer verbindet. Sie führt unter

anderem über den Güterbahnhof von Pauillac, der ca. 6 km südwestlich des Kraftwerks liegt, und den Personenverkehrsbahnhof von Pauillac ca. 7 km südwestlich des Kraftwerks.

- Im lokalen Umkreis von 10 km um das Kraftwerk von Blayais sind im Studiengebiet keine beschiffbaren reinen Flusswasserstraßen vorhanden. In der Gironde-Mündung ist der Schiffsverkehr gemischt und besteht sowohl aus Flussschiffen als auch aus seegängigen Schiffen. Daher sind in der Mündung mehrere Yachthäfen vorhanden, unter anderem der von Pauillac, der etwa 7 km südwestlich des Kraftwerks liegt.

■ **Industrienumfeld**

In einem Umkreis von 10 km um den Standort von Blayais herum wurden acht umweltschutzkritische Anlagen (ICPE – Installations classées pour la protection de l’environnement) ermittelt (4 genehmigungspflichtige und 4 registrierungspflichtige), sowie eine, die der oberen **SEVESO**-Stufe entspricht. Dies ist das Unternehmen CIE COMMERCIALE MANUTENTION PÉTROLIÈRE, das ca. 5 km südwestlich vom Kraftwerk von Blayais eine ungekühlte Zwischenlager- und Lageranlage in der Gemeinde Pauillac betreibt.

Seit 2015 fordert die Seveso 3-Richtlinie 2012/18/EU vom 4. Juli 2012 von den Mitgliedstaaten der Europäischen Union die Kennzeichnung sogenannter „**SEVESO-Industriestandorte**“ mit Gefahrenpotenzial für schwere Unfälle sowie die Einrichtung umfassender Vorbeugungsmaßnahmen zu ihrem Schutz.

■ **Freizeitanlagen und -aktivitäten**

Um das Kraftwerk von Blayais herum sind die Jagd und die Fischerei zugelassen. Unterseefischen ist in der Gironde-Mündung untersagt. Außerdem legt die permanente Vorschriftenverordnung (ARP – Arrêté réglementaire permanent) im Abstrom des Kraftwerks Angelsperrgebiete fest, von denen das nächstgelegene 50 m oberhalb der Schleuse von Duchatel liegt, etwa 6 km nördlich des Kraftwerks.

Im Umkreis von 10 km um das Kraftwerk ist kein einziger Badebereich vorhanden.

Die Region Nouvelle-Aquitaine hat viele Freizeitaktivitäten zu bieten, unter anderem viele Wassersportarten, Bergstourismus, Angeln, Urgeschichte, Wandern und Weinkunde. Der nächstgelegene Freizeitstandort ist der Zoo „Terre des Oiseaux“ etwa 2 km nördlich vom Kraftwerk.

■ **Sonstige Nutzungen**

Da das vom Wasser geprägte Umfeld des Kraftwerks von Blayais eine Flussmündung ist, sind hier sowohl die Seefischerei als auch die Flussfischerei zugelassen.

Im Umkreis von 10 km um das Kraftwerk ist jedoch keine Aquakultur ansässig.

■ **Energieverbrauch**

Der jährliche Energieverbrauch des Standorts für 2021 betrug ca. 98 GWh, d. h. ungefähr 0,4 % des jährlich vom Kraftwerk von Blayais erzeugten Stroms. Die jährliche Stromerzeugung des Kraftwerks von Blayais hat 2021 seinen eigenen Energieverbrauch sowie etwa 64 % des Strombedarfs der Region Nouvelle-Aquitaine gedeckt.

5.6. Wechselbeziehungen des Kraftwerks von Blayais mit der Umwelt

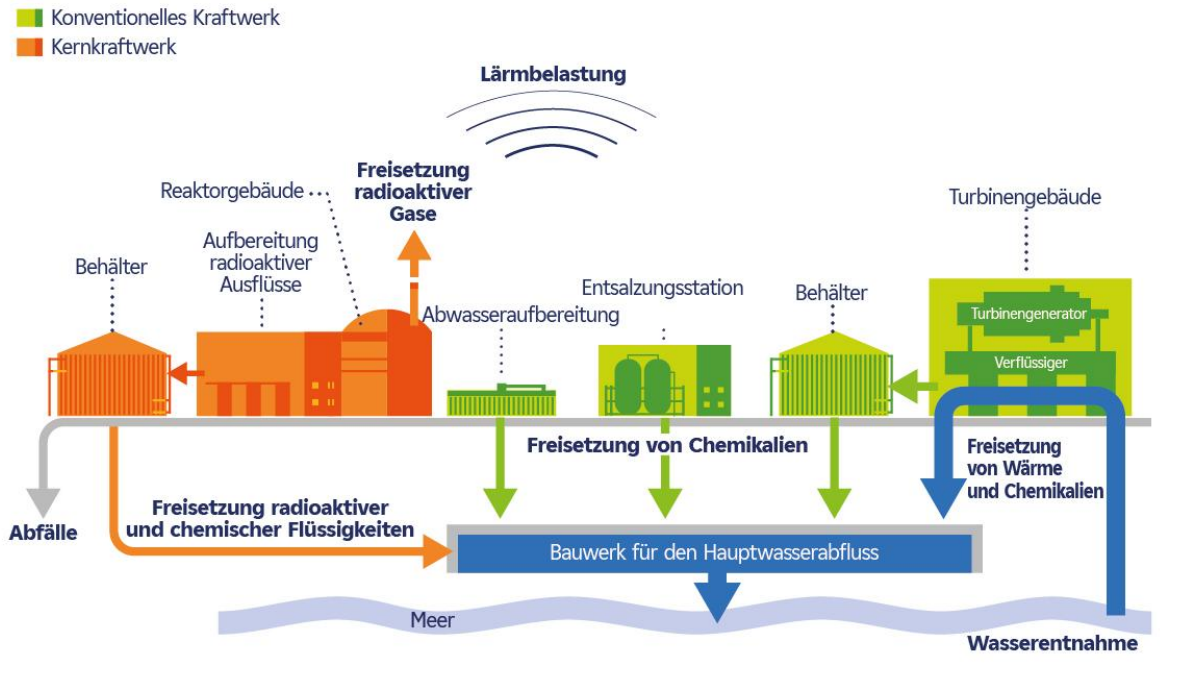
Dieser Unterabschnitt 5.6 beschreibt die Wechselbeziehungen des Betriebs des Kraftwerks von Blayais mit der Umwelt zum aktuellen Zeitpunkt und für die kommenden 10 Jahre. Diese Wechselbeziehungen werden in der nachfolgenden Abbildung grafisch dargestellt.

Der Ausgangspunkt dieser Wechselbeziehungen und ihre Eigenschaften werden in den Unterabschnitten 5.6.1 bis 5.6.9 beschrieben.

Der Unterabschnitt 5.6.10 erläutert die Entwicklung dieser Wechselbeziehungen in den kommenden 10 Jahren.

DARSTELLUNG DER AUSWIRKUNGEN NACH ANLAGENBEREICHEN

Kalte Quelle im "offenen" Kreislauf



5.6.1. Wasserentnahme und -verbrauch

Wasser ist unerlässlich für den Betrieb eines Kraftwerks. Die Wasserentnahme erfolgt, um die Kühlung der Verflüssiger sicherzustellen und die verschiedenen, für den Betrieb des Kraftwerks erforderlichen Leitungssysteme mit Wasser zu versorgen.

Der jeweilige Wasserbedarf des Kraftwerks von Blayais wird aus vier Versorgungsquellen gedeckt:

- Die Entnahmen aus der Gironde-Mündung dienen der Kühlung der Verflüssiger, der Zwischenkühlung der Hilfsnuklearanlagen, dem Absammeln der Wasserorganismen und dem Waschen der Filtertrommeln, der Erzeugung von gekühltem Wasser und Warmwasser für die Versorgung der Bürogebäude und Nebengebäude;
- Die Entnahmen aus der Isle, einem Nebenfluss der Dordogne, dienen der Versorgung der Entsalzungsstation und der Brauchwassererzeugung;
- Die Entnahmen aus dem Tiefengrundwasser dienen der Versorgung der Entsalzungsstation (falls die Wasserversorgung aus der Isle zeitweilig ausfallen sollte) und dem Bedarf der letzten Wasserversorgung;
- Das als Brauchwasser verwendete Trinkwasser stammt aus dem öffentlichen Trinkwassernetz der SAUR.

Mit Ausnahme des Trinkwassers sind alle vom Kraftwerk vorgenommenen Wasserentnahmen genehmigungspflichtig. Das aus der Gironde-Mündung entnommene Wasser wird vollumfänglich in die Umwelt zurückgeleitet.

Die Grenzwerte für die Wasserentnahme werden durch Vorschriften der ASNR festgelegt. Diese Grenzwerte sind Höchstwerte, die nicht überschritten werden dürfen und auch im Falle einiger Betriebsstörungen den normalen Betrieb des Kraftwerks gewährleisten sollen, ohne dabei den Umweltschutz zu beeinträchtigen.

Die tatsächlich vorgenommenen Entnahmen liegen unter den vorgeschriebenen Grenzwerten¹² (Verordnung vom 18. September 2003¹³).

Die folgende Tabelle zeigt die Grenzwerte der Wasserentnahme sowie die Entnahmemenge über zehn Jahre. Für die kommenden zehn Jahre ist keine Änderung der Wasserentnahmen geplant.

Entnahmequelle	Nutzung	Jahresvolumen	
		Vorgeschriebener Grenzwert (Jahresentnahmemenge)	Durchschnittliche Jahresentnahmemenge 2012 – 2021 ¹⁴
Mündung der Gironde	Kühlwasser, Rohwasser für den Industriebedarf	5.525.000.000 m ³ *	4.811.910.000 m ³
Isle	Brauchwasser und vollentsalztes Wasser	1.200.000 m ³	716.000 m ³
Grundwasserschicht der oberen Kreidezeit	Letzte Wasserversorgung	100.000 m ³	9.113 m ³

* Der in dieser Tabelle aufgeführte vorgeschriebene Grenzwert für die Wasserentnahme aus der Mündung der Gironde stammt aus dem Beschluss Nr. 2023-DC-0755¹⁵ (die Verordnung vom 18. September 2003 nennt keinen Grenzwert für die Wasserentnahme aus der Mündung).

Vorgeschriebene Grenzwerte und Wasserentnahmemenge am Standort von Blayais

5.6.2. Freisetzung flüssiger und gasförmiger radioaktiver Schadstoffe

Im Kernreaktor bilden sich radioaktive Stoffe (Radionuklide), von denen ein winziger Bruchteil in die Ausflüsse gerät. Diese Ausflüsse werden vor ihrer Freisetzung in flüssigem oder gasförmigem Zustand aufbereitet und/oder zwischengelagert.

Die Freisetzung flüssiger radioaktiver Schadstoffe des Kraftwerks von Blayais erfolgen über die Hauptsammler in die Gironde.

Freisetzungen atmosphärischer radioaktiver Ausflüsse erfolgen über die beiden Schornsteine des Hilfsnuklearanlagegebäudes (BAN) des Kraftwerks.



© EDF

Schornsteine zur Freisetzung atmosphärischer radioaktiver Ausflüsse des Kraftwerks

¹² Die vorgelegten Entnahmegrenzwerte entstammen der Verordnung vom 18. September 2003, die für die Freisetzungen während des Bezugszeitraums 2012 – 2021 gilt.

¹³ Verordnung vom 18. September 2003, die Électricité de France die Genehmigung zur Fortsetzung der Wasserentnahmen und Freisetzungen flüssiger und gasförmiger Ausflüsse für den Betrieb des Kernkraftwerks von Blayais erteilt.

¹⁴ Die durchschnittlichen Jahresentnahmemengen während des Zeitraums 2012 – 2021 liegen auch unterhalb des vorgeschriebenen Grenzwerts des Beschlusses Nr. 2023-DC-0755 der ASN vom 23. Mai 2023, der derzeit in Kraft ist.

¹⁵ Beschluss Nr. 2023-DC-0755 der ASN vom 23. Mai 2023 zur Festlegung der Vorgaben bezüglich der Modalitäten zu Wasserentnahme und -verbrauch, zum Wasserverbrauch und zur Freisetzung flüssiger und gasförmiger Ausflüsse des Kernkraftwerks von Blayais (INB Nr. 86 und Nr. 110).

Das Kraftwerk setzt Radionuklide fünf verschiedener Kategorien frei:

- Radiokohlenstoff C^{14} entsteht hauptsächlich durch die **Neutronenaktivierung** von Sauerstoff-17 und Stickstoff-14 aus dem Primärkreiswasser und von Sauerstoff-17 aus den Brennelementen. Nur ein geringer Anteil des Radiokohlenstoffs C^{14} gelangt in die freigesetzten flüssigen Ausflüssen; der Hauptanteil wird von den Aufbereitungssystemen ausgefiltert. Der als Gas ausgestoßene Radiokohlenstoff C^{14} stammt hauptsächlich aus dem Entgasen des Primärkreiswassers.

Die **Neutronenaktivierung** ist der Vorgang, der eines oder mehrere der Elemente eines Stoffs durch Bestrahlung mit einem Neutronenfluss radioaktiv macht.
- Tritium entsteht durch Spaltung in den Brennstäben und durch Neutronenaktivierung des Bor-10 und Lithium-6, die aufgrund der Aufbereitung des Wassers mit Borsäure und Lithin im Primärkreiswasser vorhanden sind. Das Tritium verbleibt fast vollständig in den Brennstäben. Dennoch kann bei Undichtigkeiten der Brennstabhülle eine geringe Menge in das Primärkreiswasser gelangen. Die Verwendung von mit Lithium-7 angereichertem Lithium verringert die Tritumbildung durch Neutronenaktivierung des Lithium-6. Derzeitig sind keine technisch und wirtschaftlich vertretbaren industriellen Mittel zur Beseitigung des in den Ausflüssen vorhandenen Tritiums verfügbar.

Die Grenzwerte für die Freisetzung radioaktiver Ausflüsse im Kraftwerk von Blayais werden von der ASNR (Verordnung vom 18. September 2003¹⁶) vorgeschrieben.
- Jode entstehen durch Uranspaltung und verbleiben weitestgehend in den Brennstäben. Dennoch kann bei Undichtigkeiten der Brennstabhüllen eine geringe Menge in das Primärkreiswasser gelangen. Die in den flüssigen radioaktiven Ausflüssen vorhandenen Jode werden von den Aufbereitungssystemen wirksam ausgefiltert. Aufgrund ihrer kurzen Halbwertszeit verschwinden sie bald.
- Edelgase entstehen durch Uranspaltung und verbleiben weitestgehend in den Brennstäben. Dennoch kann aus den vorgenannten Gründen eine geringe Menge in das Primärkreiswasser und von dort in die gasförmigen radioaktiven Ausflüsse gelangen. Diese Ausflüsse werden nach radioaktivem Abbau in Lagerbehältern in die Atmosphäre freigesetzt.
- Die sonstigen Spaltungs- oder Aktivierungsprodukte („autres PF/PA“ – autres produits de fission ou d’activation), die Beta- oder Gammastrahlen abgeben, entstehen durch Spaltung (z. B. Cesium-134 und -137, die in den Brennstäben verbleiben, aber aus den oben genannten Gründen auch entweichen können), oder durch Aktivierung (z. B. Kobalt-58 und -60, Mangan-54 und Antimon-124). Diese „sonstigen Spaltungs- oder Aktivierungsprodukte“, die als Aerosole in den atmosphärischen Ausflüssen vorhanden sind, werden durch radioaktiven Abbau in Lagerbehältern aufbereitet bzw. in Jodabscheidern (Aktivkohle) und Hochleistungsfiltren (THE – Très haute efficacité) ausgefiltert. In den flüssigen Ausflüssen werden die „sonstigen Spaltungs- oder Aktivierungsprodukte“ weitgehend von den Aufbereitungssystemen (Filter oder Harze) des kontinuierlichen Primärkreiswasserdekontaminationssystems und des Ausflusssaufbereitungssystems abgefangen.

¹⁶ Die Verordnung vom 18. September 2003 war während des Bezugszeitraums 2012 – 2021 in Kraft. Die Freisetzungen radioaktiver Ausflüsse des Kraftwerks von Blayais unterliegen für die kommenden Jahren dem Beschluss Nr. 2023-DC-0756 der ASN vom 23. Mai 2023, der die Grenzwerte der Freisetzungen der flüssigen und gasförmigen Ausflüsse des Kraftwerks von Blayais in die Umwelt festlegt (INB Nr. 86 und Nr. 110).

↘ FREISETZUNGSGRENZWERTE UND TATSÄCHLICHE FREISETZUNGEN

Die Freisetzungsgrenzwerte werden so festgelegt, dass die Auswirkungen der Freisetzungen auf die Umwelt auf der Grundlage der besten, derzeit verfügbaren Techniken unter annehmbaren technischen und wirtschaftlichen Bedingungen akzeptabel sind, wobei die Eigenschaften der Anlage, ihre geografische Lage und die lokalen Umweltbedingungen zu berücksichtigen sind. Sie sind Höchstwerte, die nicht überschritten werden dürfen. Außerdem erstellt der Betreiber jedes Jahr eine hinsichtlich der programmierten Maßnahmen optimierte Freisetzungsprognose und prüft, inwiefern die tatsächlichen Freisetzungen mit diesen Leistungszielen vereinbar sind. Er ermittelt daraus die Erfahrungswerte für die kontinuierliche Verbesserung.

Die auf der Grundlage der vorgeschriebenen Grenzwerte¹⁷ vorgenommene Bewertung der Auswirkungen der freigesetzten Schadstoffe gilt als Referenzwert für die tatsächlichen Schadstofffreisetzungen des Standorts.

Die für den Betrieb des Kraftwerks von Blayais prognostizierten Schadstofffreisetzungen für die kommenden zehn Jahre liegen in der gleichen Größenordnung wie die der vergangenen zehn Jahre und auf jeden Fall unter den Freisetzungsgrenzwerten.

Die folgenden Tabellen beschreiben die Ableitungsbilanz radioaktiver Stoffe, die vom Kraftwerk von Blayais während eines Zeitraums von 10 Jahren freigesetzt werden (durchschnittliche Schadstofffreisetzungen von 2012 bis 2021).

■ Ableitungsbilanz flüssiger radioaktiver Stoffe von 2012 bis 2021¹⁸

	Jährliche Grenzwerte (GBq/Jahr)	Durchschnittliche, jährlich freigesetzte Radioaktivität GBq/Jahr
Tritium	80.000	42.822
Radiokohlenstoff C ¹⁴	600	47,6
Jod	0,6	0,013
Sonstige Spaltungs- und Aktivierungsprodukte, die Beta- oder Gammastrahlung abgeben	60	0,579

¹⁷ Die Ausflussfreisetzungen des Kraftwerks von Blayais werden für die kommenden Jahre durch den Beschluss Nr. 2023-DC-0756 vom 23. Mai 2023 zur Änderung der Verordnung vom 18. September 2003 geregelt. Diese Grenzwerte gelten jedoch nicht für Freisetzungen während des Bezugszeitraums 2012 – 2021, die der Verordnung vom 18. September 2003 unterlagen.

¹⁸ Die in diesen Tabellen aufgeführten Grenzwerte entstammen der Verordnung vom 18. September 2003. Die jährlichen durchschnittlichen Radioaktivitätslevel der flüssigen und gasförmigen radioaktiven Ausflüsse im Zeitraum 2012 – 2021 liegen ebenfalls unter den Grenzwerten des Beschlusses Nr. 2023-DC-0756 der ASN vom 23. Mai 2023, der nun in Kraft ist.

- Ableitungsbilanz gasförmiger radioaktiver Stoffe von 2012 bis 2021

	Jährliche Grenzwerte (GBq/Jahr)	Durchschnittliche, jährlich freigesetzte Radioaktivität GBq/Jahr
Tritium	8.000	1.034
Radiokohlenstoff C ¹⁴	2.200	700
Edelgase	72.000	962
Jod	1,6	0,037
Sonstige Spaltungs- und Aktivierungsprodukte, die Beta- oder Gammastrahlung abgeben	1,6	0,006

5.6.3. Freisetzung flüssiger und gasförmiger chemischer Schadstoffe

Der Betrieb eines Atomkraftwerks erfordert die Verwendung von Chemikalien und verursacht die Freisetzung von flüssigen chemischen Schadstoffen (aus Substanzen zur Aufbereitung der Leitungssysteme, der Entsalzungsanlage, der Abwasseraufbereitungsanlage und der **Kesselstein- und Biozidbehandlung**) sowie, in geringerem Maße, Freisetzungen in die Atmosphäre (aus dem Betrieb der Leitungssysteme und Anlagen).

Bei sogenannten „offenen Kühlsystemen“ wie denen des Kraftwerks von Blayais beruht die Einschränkung von Verschmutzungen und der Vermehrung mikrobiologischer Organismen auf der vorbeugenden Wartung der Systeme anhand technischer Maßnahmen wie dem Waschen der Filtertrommeln ohne **Einsatz von Bioziden** oder **Kesselsteinentferner** im Hauptkreis.

■ Flüssige Chemikalienausflüsse

Flüssige Chemikalienausflüsse aus den Primär- und Sekundärkreisen werden selektiv und nach Ursprung und Zusammensetzung gesammelt, gefiltert und ggf. aufbereitet, und schließlich kontrolliert, bevor sie in die Umwelt freigesetzt werden.

In flüssigem Zustand werden hauptsächlich die folgenden Chemikalien freigesetzt:

- Borsäure und Lithin, die für die Aufbereitung des Primärkreises verwendet werden, um sowohl die Kernreaktion zu steuern als auch die Korrosion der Werkstoffe zu begrenzen;
- Hydrazin, das den Primär- und Sekundärwasserkreisen zugegeben wird, um den im Systemwasser gelösten Sauerstoff zu begrenzen und so die Korrosion der Metallteile zu minimieren;
- Ethanolamin und Ammoniak, die bei der Aufbereitung des Sekundärkreiswassers¹⁹ entstehen;
- Metalle als Korrosionsprodukte aus den Primär- und Sekundärkreisen (Aluminium, Chrom, Kupfer, Eisen,

¹⁹ Im Rahmen der Bemühungen um eine kontinuierliche Verbesserung wird unter den drei für die Einstellung eines optimalen pH-Werts im Sekundärkreis verwendeten Stoffen (Ammoniak, Morpholin und Ethanolamin) aktuell die Aufbereitung mit Ethanolamin bevorzugt, da sie den besten Kompromiss zwischen Schutz der Anlagen und Schadstoffausstoß bietet. Morpholin wurde bis 2017 verwendet. Danach wurde es bei allen vier Reaktoren durch Ethanolamin ersetzt. Morpholin wurde bis 2019 freigesetzt.

Mangan, Nickel, Blei und Zink);

- Phosphate aus der Aufbereitung der Zwischenkühlkreise und den Ausflüssen der Abwasseraufbereitungsanlage;
- Reinigungsmittel, die für bestimmte Vorgänge aus dem normalen Betrieb verwendet werden, z. B. dem Waschen der in den Nuklearbereichen getragenen Kleidung und der Reinigung der Böden;
- Eisen, Natrium, Chlorate, Sulfate, Kalzium und weitere Salze und Schwebstoffe aus der Erzeugung von vollentsalztem Wasser;
- Schwebstoffe (MES – Matières en suspension) aus den Zwischenlager- und Prüfbehältern der Ausflüsse vor ihrer Freisetzung, der Erzeugung von vollentsalztem Wasser und den Ausflüssen der Kläranlage;
- Ammonium, Nitrate und der chemische Sauerstoffbedarf (DCO – Demande chimique en oxygène) aus den Ausflüssen der Kläranlage.

Wie bei den radioaktiven Schadstoffen gelten auch für die Freisetzung von chemischen Schadstoffen Höchstwerte, um ihre Auswirkungen auf die Umwelt auf der Grundlage der besten, derzeit verfügbaren Techniken für den Betrieb des Kraftwerks in zumutbaren Grenzen zu halten. Die auf der Grundlage dieser Höchstwerte vorgenommene Bewertung der Auswirkungen der freigesetzten Schadstoffe gilt als Referenzwert für die tatsächlichen Schadstofffreisetzungen des Standorts.

Die zukünftigen Schadstofffreisetzungen sollte in der gleichen Größenordnung liegen, wie in der Vergangenheit, aber auf jeden Fall unter den Freisetzungsgrenzwerten. Die Ergebnisse der Bewertung der Auswirkungen der Freisetzungen, die in diesem Dokument beschrieben werden, gelten somit für die kommenden zehn Jahre.

Die folgende Tabelle zeigt die Höchstwerte für die Freisetzung²⁰ in die Gironde-Mündung (aus der Verordnung vom 18. September 2003, oder die auf der Grundlage zusätzlicher Beschreibungen aus REX- oder Entwicklungsdaten ermittelt wurden) sowie eine Schadstoffbilanz der vergangenen kritischen Chemikalien über einen Zeitraum von 10 Jahren.

Stoff	Jahresfluss (kg)	
	Freisetzungshöchstwerte	Freigesetzte Menge (Durchschnitt 2012-2021)
Borsäure Aus den Behältern T, S und Ex	42.000 kg	12.690 kg
Hydrazin Aus den Behältern T, S und Ex	121 kg	1,676 kg
Ethanolamin* Aus den Behältern T, S und Ex	1.300 kg	21,6 kg
Morpholin** Aus den Behältern T, S und Ex	2.300 kg	362 kg
Gesamtstickstoff (Ammonium, Nitrite, Nitrate) Aus den Behältern T, S und Ex	10.000 kg***	1.840 kg
Phosphate Aus den Behältern T, S und Ex	1.400 kg	231 kg

* seit 2017 verwendetes Ethanolamin (Durchschnitt über 5 Jahre).

** bis 2017 verwendetes und bis 2019 freigesetztes Morpholin (Durchschnitt über 8 Jahre)

*** Wert, der der maximalen Jahresmenge Ammonium aus der Verordnung vom 18. September 2003 entspricht.

²⁰ Die hier aufgeführten Grenzwerte entstammen der Verordnung vom 18. September 2003. Wobei die während des Zeitraums 2012 – 2021 freigesetzten Jahresmengen unter den neuen Grenzwerten liegen, die in dem Beschluss Nr. 2023-DC-0756 festgelegt wurden.

■ **In die Atmosphäre freigesetzte Chemikalienausflüsse**

In die Atmosphäre werden hauptsächlich die folgenden Chemikalien freigesetzt:

- Abgase (Schwefeloxide SO_x und Stickoxide NO_x) aus den periodischen Probeläufen der Notstromaggregate;
- Formol- und Kohlenmonoxiddämpfe, die von den neuen Isolierungen aus Glaswolle während der ersten Temperaturanstiege freigesetzt werden;
- Vom Turbinenbypass freigesetzte Ammoniakausflüsse aus dem Hilfsspeisewasser der Dampferzeuger und der Wärmezersetzung des Hydrazins aus der Dampferzeuger-Konservierungslösung während der Wiederanlaufphase des Reaktors;
- Vom Turbinenbypass freigesetzte Ethanolaminausflüsse aus dem Hilfsspeisewasser der Dampferzeuger oder dem Wasserableitungssystem des Verflüssigers;
- Abgase der Baumaschinen und Lkw zum Abtransport der Abfälle und Waren- oder Materialtransporten (An- und Auslieferungen). Aufgrund der Verkehrsbegrenzungen am Standort und der Überwachung ihrer Wartung sind die jährlichen Abgasmengen gering;
- Diffuse Emissionen von Kältemitteln und SF₆, die jeweils in den Kälteaggregaten (zur Sicherstellung der Eiswassererzeugung und zur Kühlung der Technik- und Verwaltungsgebäude) und den Umspannwerken zur Ableitung der Kraftwerksenergie verwendet werden. Diese Emissionen werden bei den Wartungsmaßnahmen an diesen Anlagen quantifiziert;
- Atmosphärische Staubbefreiungen aus den Werkstätten, die ebenfalls vernachlässigbar sind.

5.6.4. Wärmeemissionen

In einem Kernkraftwerk wird etwa ein Drittel der vom Reaktor erzeugten Wärmeenergie nach dem thermodynamischen Prinzip von Carnot in elektrische Energie umgewandelt. Der Rest, d. h. etwa zwei Drittel, wird als Wärme über den Verflüssiger an eine kalte Quelle abgeleitet und führt zu Wärmefreisetzen in die Umwelt.

Die Kühlung der Verflüssiger des Kraftwerks von Blayais (Reaktoren Nr. 1 bis 4) erfolgt im „offenen Kühlkreis“: Das Wasser wird von Umlaufpumpen direkt in der Gironde-Mündung entnommen und erwärmt sich beim Durchlauf durch den Verflüssiger bevor es in die Mündung zurückgeleitet wird.

Die vom Kraftwerk zwischen der Wasserentnahme und der Freisetzung verursachte Erwärmung beträgt im Durchschnitt 8,8 °C für den Zeitraum von 2011 bis 2020 bei einem gemessenen Höchstwert von 11,3 °C, der sehr kurzfristig war und keine Auswirkungen auf die Umwelt verursacht hat.

Die Wärmeemissionen unterliegen den Vorschriften, die die Erwärmung des Wassers zwischen der Entnahme und der Rückleitung regeln (Erlass vom 18. September 2003).

Grenzwerte der Wärmeemissionen des Kraftwerks von Blayais ²¹

Erwärmungsgrenzwert	≤ 11 °C	
Grenzwert des Wassers in der Gironde-Mündung in einer Entfernung von mehr als 50 m von den Freisetzungsbauwerken während einer Dauer von 3 Stunden.	≤ 30 °C	
Grenzwert für das in die Gironde-Mündung eingeleitete Kühlwasser	30 °C vom 16.10. bis 14.05.	36,5 °C vom 15.05. bis 15.10.

²¹ Die in dieser Tabelle aufgeführten Wärmefreisetzungsgrenzwerte entstammen der Verordnung vom 18. September 2003. Diese Werte liegen unter den neuen Grenzwerten, die in dem nun gültigen Beschluss Nr. 2023-DC-0756 festgelegt wurden. Wobei dieser neue Beschluss den sommerlichen Zeitraum, während dem eine Höchsttemperatur von 36,5 °C zulässig ist, auf eine ununterbrochene, maximale Dauer von fünf Monaten zwischen dem 16. April und dem 15. November festlegt.

5.6.5. Sedimente-Management im Zusammenhang mit den Wartungsmaßnahmen durch Baggerarbeiten

Um die Rohwasserversorgung und somit die Sicherheit seiner Anlagen zu gewährleisten, muss das Kraftwerk von Blayais Ausbaggerarbeiten um seine Wasserentnahmepunkte vornehmen lassen, bei denen die abgelagerten Sedimente mit einem Saugbagger abgetragen werden.

Die abgetragenen Sedimente werden in einem speziell dazu bestimmten Bereich außerhalb des für die Mündungsfauna kritischen Zeitraums verklappt.

5.6.6. Abfallerzeugung

Der Betrieb des Kraftwerks von Blayais erzeugt radioaktive und konventionelle Abfälle.

Die **radioaktiven Abfälle** entstammen insbesondere der Aufbereitung radioaktiver Ausflüsse (Filter, Aktivkohle, Verdampfungskonzentrate, Ionenaustauscherharze, Schlamm...), normalen Wartungsmaßnahmen (radioaktive Ausschussteile aus der Mechanik, Stoffabfälle...), Wartungsmaßnahmen an den Brennelementen (Bündel, Stabhüllen, Brennelementgestelle...).

Die **konventionellen Abfälle** sind Abfälle, die in den Bereichen ohne radioaktive Stoffe erzeugt werden. Sie bestehen aus inerten Abfällen (Schutt, Erde...), ungefährlichen Abfällen (Holz, Verpackungen, Papier, Karton, Glas, Kunststoff, Metalle...) und gefährlichen Abfällen (explosionsgefährdet, brandfördernd, entzündlich, reizend, krankheitserregend, mutagen, ökotoxisch...).

Kategorien radioaktiver Abfälle und zugehörige Sektoren für das Abfallmanagement

Radioaktivität**	Halbzeitwert*	Sehr kurzer Halbzeitwert (VTC) (Zeitraum < 100 Tage)	Hauptsächlich kurzer Halbzeitwert (VC) (Zeitraum ≤ 31 Jahre)	Hauptsächlich langer Halbzeitwert (VL) (Zeitraum > 31 Jahre)
Sehr schwach radioaktiv (TFA) < 100 Bq/g			TFA Oberflächenlagerung (CIRES – Industriestandort zum Sammeln, Zwischenlagern und Lagern)	
Schwach radioaktiv (FA) von einigen Hundert Bq/g bis eine Million Bq/g		VTC Management durch Zerfall der Radioaktivität	FMA-VC Oberflächenlagerung (Lagerstandort Centre de l'Aube and Centre de la Manche)	FA-VL Lagerung in geringer Tiefe, Studienphase
Mäßig radioaktiv (MA) von einer Million Bq/g bis eine Milliarde Bq/g				MA-VL Geologische Tiefenlagerung, Projektphase (Cigéo)
Stark radioaktiv (HA) mehrere Milliarden Bq/g		Nicht zutreffend	HA Geologische Tiefenlagerung, Projektphase (Cigéo)	

* Zeitraum, in dem die radioaktiven Stoffe (Radionukleide) im Abfall radioaktiv sind.

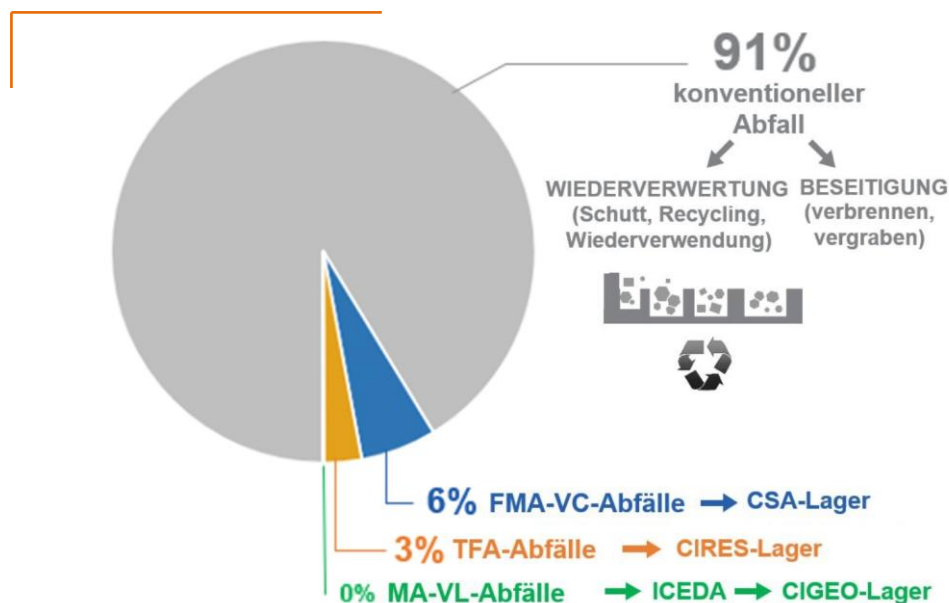
** Radioaktivitätslevel der radioaktiven Abfälle.

Manchmal kann Abfall in eine gegebene Kategorie eingestuft, jedoch aufgrund anderer Eigenschaften (z. B. seiner chemischen Zusammensetzung oder seiner physikalischen Eigenschaften) in einem anderen Sektor verwaltet werden

In Frankreich erfolgt die Einstufung radioaktiver Abfälle nach zwei Kriterien:

- Dem Radioaktivitätsniveau: Hohe Radioaktivität (HA – haute activité), mittlere Radioaktivität (MA – moyenne activité), schwache Radioaktivität (FA – faible activité) und sehr schwache Radioaktivität (TFA – très faible activité),
- Der Halbwertszeit, nach der die Radioaktivität um die Hälfte gesunken ist: sehr kurze Halbwertszeit (vtc – vie très courte), kurze Halbwertszeit (vc – vie courte) und lange Halbwertszeit (vl – vie longue).

Die Maßnahmen im Zusammenhang mit dem Betrieb des Kraftwerks von Blayais erzeugen konventionelle Abfälle (91 % der erzeugten Abfälle) und radioaktive Abfälle (9 % der erzeugten Abfälle).



Relative Anteile der Abfälle und der entsprechenden Freisetzungen aus dem Betrieb des Kraftwerks von Blayais

Die folgende Tabelle zeigt die Bilanz der innerhalb eines Zeitraums von 10 Jahren im Kraftwerk von Blayais erzeugten radioaktiven Abfälle sowie eine Prognose für die kommenden Jahre.

Insgesamt liegt die Menge der in den kommenden 10 Jahren vom Kernkraftwerk von Blayais erzeugten radioaktiven Abfälle in der gleichen Größenordnung wie die Abfallmenge, die während des Referenzzeitraums erzeugt wurde. Dennoch werden die erzeugten Abfallflüsse voraussichtlich in den kommenden Jahren zunehmen, insbesondere im Rahmen des geplanten „Grand Carénage“-Wartungsprogramms²². Hinsichtlich der Art der erzeugten Abfälle oder ihres Abfallmanagements sind keine maßgeblichen Änderungen geplant.

Radioaktive Abfälle	Durchschnittliches Jahresvolumen Packstücke (m³) (2011 – 2020)	Voraussichtliches durchschnittliches Jahresvolumen Packstücke (m³) (Durchschnitt von 2025 bis 2028)
Feste TFA-Abfälle zur Lagerung im CIRES	266	247
Feste MA-VC-Abfälle zur Lagerung im CSA	256	313
Feste FA-VC-Abfälle zur direkten Lagerung im CSA	220	151
Feste FA-VC-Abfälle zur Aufbereitung (Einschmelzen)	41	19
Feste FA-VC-Abfälle zur Aufbereitung (Verbrennen)	413	354
Flüssige FA-VC-Abfälle zur Aufbereitung (Verbrennen)	6	4

5.6.7. Lärm- und Vibrationsbelastung

Im Kraftwerk von Blayais werden alle zehn Jahre Geräuschpegel-Messkampagnen vorgenommen, um sicherzustellen, dass der Kraftwerksbetrieb keinen Lärm verursacht, der sein unmittelbares Umfeld beeinträchtigt. Die letzte, 2021 durchgeführte Messkampagne weist Lärmpegel aus, die von den in den Vorschriften festgelegten Zielen abweichen. Am Standort wurden in zwei Niederfrequenztonlagen Werte gemessen, die über den Grenzwerten liegen. Diese Wertüberschreitungen verursachen jedoch keine für die Gesundheit oder Sicherheit seines Umfelds maßgeblichen akustischen Belastungen. Alle Messproben wurden während des stabilen normalen Dauerbetriebs aller vier Reaktoren aufgezeichnet. Daher, und unter Berücksichtigung der besonderen Eigenschaften der Anlage und ihres Umfelds sowie technisch-wirtschaftlicher Betrachtungen hat die ASN gemäß Artikel 4.3.5 der INB-Verordnung im Juni 2023 eine gegenteilige Bestimmung im Rahmen der Erneuerung der Entnahme- und Freisetzungsgenehmigungen des Kraftwerks von Blayais erlassen.

Das Kraftwerk von Blayais kann aufgrund seiner Industrietätigkeiten (laufende Maschinen, Baumaschinen, Transporte...) Vibrationen verursachen. Die Vibrationen können innerhalb der Anlagen wahrgenommen werden, jedoch aufgrund der Bauwerkskonzepte und Bodenbeschaffenheit nicht außerhalb der Anlagen.

5.6.8. Flächennutzung

Das Kraftwerk von Blayais erstreckt sich über eine Fläche von 230 Hektar und umfasst verschiedene Industriebetriebe. Der größte Teil dieser Fläche ist vom Menschen gestaltet.

²² Im Rahmen der „Grand Carénage“-Maßnahme des Kraftwerksparks von EDF werden Investitionen/Modernisierungen vorgenommen, um die Fortsetzung des Betriebs der aktuellen Anlagen zu ermöglichen und die nach Fukushima beschlossenen Maßnahmen zu implementieren, ohne dabei die Leistungen des Parks bezüglich der nuklearen Sicherheit und der Wettbewerbsfähigkeit zu beeinträchtigen.

5.6.9. Sonstige Wechselbeziehungen

Die sonstigen Wechselbeziehungen des Kraftwerks von Blayais mit seiner Umwelt sind: Geruchsbelästigung, Lichtemissionen, Straßen- und Schienenverkehr sowie der Energieverbrauch. Für die kommenden zehn Jahre sind keine Änderungen dieser Wechselbeziehungen geplant.

5.6.10. Prognose über 10 Jahre hinsichtlich der Wechselbeziehungen des Kraftwerks von Blayais mit der Umwelt

Die vergangenen und aktuellen Wechselbeziehungen des Betriebs des Kraftwerks von Blayais mit der Umwelt wurden in den vorstehenden Abschnitten 5.6.1 bis 5.6.9 beschrieben.

Wie in der folgenden Tabelle angegeben bleiben die Wechselbeziehungen des Betriebs des Kraftwerks von Blayais mit der Umwelt in den kommenden zehn Jahren auf dem gleichen Niveau wie während des vorherigen Jahrzehnts.

Wechselbeziehungen mit der Umwelt	Vergangener Betrieb	Prognose für die kommenden 10 Jahre
Wasserentnahme und -verbrauch	Der vielfältige Wasserbedarf des Kraftwerks von Blayais wird durch Entnahmen aus der Gironde-Mündung, aus dem Grundwasser oder über einen Wasserversorgungsvertrag aus der Isle bzw. über das öffentliche Trinkwassernetz gedeckt. Die reglementierten Wasserentnahmen (Oberflächengewässer und Grundwasser) liegen immer schon unter den vorgeschriebenen Grenzwerten (Verordnung vom 18. September 2003 ²³).	Hinsichtlich der Wasserversorgungsmodalitäten sind keine Änderungen geplant. Die für den Betrieb des Kraftwerks von Blayais geplanten Entnahmevolumen für die kommenden 10 Jahre bleiben in der gleichen Größenordnung wie die der vergangenen zehn Jahre und liegen auf jeden Fall unter den vorgeschriebenen Grenzwerten.
Freisetzung flüssiger radioaktiver Schadstoffe	Die Rückleitung der flüssigen radioaktiven Ausflüsse in die Gironde-Mündung erfolgt über die Hauptrückleitungsbauwerke. Die Freisetzungen unterliegen der Verordnung vom 18. September 2003 ²³ .	Hinsichtlich der Anordnung der Rückleitungspunkte in die Gironde-Mündung sind keine Änderungen geplant. Die für den Betrieb des Kraftwerks von Blayais geplanten Rückleitungen für die kommenden 10 Jahre bleiben in der gleichen Größenordnung wie die der vergangenen zehn Jahre und liegen auf jeden Fall unter den vorgeschriebenen Grenzwerten.

²³ Verordnung vom 18. September 2003, die Électricité de France die Genehmigung zur Fortsetzung der Wasserentnahmen und Freisetzungen flüssiger und gasförmiger Ausflüsse für den Betrieb des Kernkraftwerks von Blayais erteilt. Diese Verordnung war während des Bezugszeitraums 2012 – 2021 in Kraft. Die Entnahmen, der Wasserverbrauch und die Freisetzungen des Kraftwerks von Blayais unterliegen aktuell und für die kommenden Jahre dem Beschluss Nr. 2023-DC-0755. Wie bereits erwähnt liegen die Wasserentnahme-, -verbrauchs- und -freisetzungswerte im Zeitraum 2012 – 2021 ebenfalls unter den aktuellen, von dem Beschluss aus dem Jahr 2023 festgelegten Grenzwerten.

Wechselbeziehungen mit der Umwelt	Vergangener Betrieb	Prognose für die kommenden 10 Jahre
Freisetzung radioaktiver Schadstoffe in die Atmosphäre	Die atmosphärischen radioaktiven Schadstoffe werden über die Schornsteine der Hilfsnuklearanlagegebäude freigesetzt. Die Freisetzen unterliegen der Verordnung vom 18. September 2003 ²³ .	Hinsichtlich der Freisetzungspunkte in die Atmosphäre sind keine Änderungen geplant. Die für den Betrieb des Kraftwerks von Blayais geplanten Rückleitungen für die kommenden 10 Jahre bleiben in der gleichen Größenordnung wie die der vergangenen zehn Jahre und liegen auf jeden Fall unter den vorgeschriebenen Grenzwerten.
Freisetzung chemischer Schadstoffe	Die Freisetzen flüssiger chemischer Schadstoffe unterliegen der Verordnung vom 18. September 2003 ²³ .	Die für den Betrieb des Kraftwerks von Blayais geplanten Freisetzen flüssiger chemischer Schadstoffe für die kommenden 10 Jahre bleiben in der gleichen Größenordnung wie die der vergangenen zehn Jahre und liegen auf jeden Fall unter den vorgeschriebenen Grenzwerten.
Wärmeemissionen	Die Wärmeemissionen unterliegen der Verordnung vom 18. September 2003 ²³ , die die Erwärmung des Wassers zwischen der Entnahme und der Rückleitung sowie die absolute Freisetzungstemperatur begrenzt.	Für die Wärmeemissionen sind keine Änderungen geplant, da sie die vorgeschriebenen Grenzwerte beachten werden.
Erzeugung radioaktiver Abfälle	Jahresabfallvolumen (m ³): Sehr schwache Radioaktivität: 266 Schwache Radioaktivität: 680 Mittlere Radioaktivität: 256	Generell werden die in den folgenden zehn Jahren erzeugten radioaktiven Abfallvolumen vergleichbar mit denen des Referenzzeitraums sein. Dennoch werden manche erzeugten Abfallflüsse voraussichtlich in den kommenden Jahren zunehmen, insbesondere im Rahmen des geplanten „Grand Carénage“-Wartungsprogramms. Hinsichtlich der Art der erzeugten Abfälle oder ihres Abfallmanagements sind keine maßgeblichen Änderungen geplant.

Wechselbeziehungen mit der Umwelt	Vergangener Betrieb	Prognose für die kommenden 10 Jahre
Lärmbelastung	Im Kraftwerk von Blayais finden alle zehn Jahre Messkampagnen zur Erfassung der Lärmbelastung statt. Die letzte, 2021 durchgeführte Messkampagne weist Lärmpegel aus, die von den in den Vorschriften festgelegten Zielen abweichen (Grenzwertüberschreitungen während der Nacht für ZER 2). Diese Wertüberschreitungen verursachen jedoch keine für die Gesundheit oder Sicherheit seines Umfelds maßgeblichen akustischen Belastungen. Daher, und unter Berücksichtigung der besonderen Eigenschaften der Anlage und ihres Umfelds sowie technisch-wirtschaftlicher Betrachtungen hat die ASN gemäß Artikel 4.3.5 der INB-Verordnung im Juni 2023 eine gegenteilige Bestimmung im Rahmen der Erneuerung der Entnahme- und Freisetzungsgenehmigungen des Kraftwerks von Blayais erlassen.	Es sind keine maßgeblichen Änderungen hinsichtlich des Gesamtgeräuschpegels geplant, da die festgestellten Überschreitungen Gegenstand gegenteiliger Bestimmung seitens der ASN sind. Es werden jedoch auch Maßnahmen zur Begrenzung der potentiellen Lärmbelästigung durch temporäre Anlagen oder Versuche ergriffen (Wahl der am wenigsten störenden Zeitfenster, Durchführungsorte, Wahl der Verfahren oder Gerätschaften, Einrichtung von Lärmschutzvorrichtungen). Außerhalb des Standorts sind keine Vibrationsbelastungen zu erwarten.
Flächennutzung	Das Kraftwerk von Blayais erstreckt sich über 230 Hektar	Für die kommenden zehn Jahre ist keine Änderung der für den Betrieb der 4 Reaktoren des Kraftwerks von Blayais erforderlichen Grundfläche geplant.
Sonstige Wechselbeziehungen	Sonstige Wechselbeziehungen mit der Umwelt: Geruchsbelästigung, Lichtemissionen, Straßen- und Schienenverkehr, Energieverbrauch.	Für die kommenden zehn Jahre sind keine Änderungen dieser Wechselbeziehungen geplant.

5.7. Prognose für die kommenden 10 Jahre hinsichtlich der Auswirkungen auf die Umwelt

Dieser Abschnitt behandelt die tatsächlichen und potentiellen Auswirkungen des Normalbetriebs des Kraftwerks von Blayais auf die Gesundheit und die Umwelt während der kommenden zehn Jahre aufgrund von Wasserentnahme, Freisetzungen und Abfällen, sowie der Belastungen, die dies verursachen kann (Freisetzung pathogener Mikroorganismen, Lärm, Lichtemissionen, Energieverbrauch, Straßen- und Schienenverkehr, Vibrationen, Gerüche oder Staubaufkommen). Die Analyse betrachtet auch die Maßnahmen, die für den besseren Schutz der Interessen im Rahmen der 4. periodischen Sicherheitsüberprüfung ergriffen wurden. Wie im Abschnitt 5.6 angegeben, bleiben die Wechselbeziehungen des Betriebs des Kraftwerks von Blayais mit der Umwelt in den kommenden zehn Jahren auf dem gleichen Niveau wie während des vorherigen Jahrzehnts.

Die Auswirkungen des Kraftwerkbetriebs von Blayais auf die Umwelt werden nach Bereich (Unterabschnitte 5.7.1 bis 5.7.8) dargestellt; es handelt sich um lokale Auswirkungen, die vor allem das jeweilige Umfeld des Kraftwerks entsprechend dem Studienumfang gemäß Abschnitt 5.5.5 betreffen. Der normale Betrieb des Kraftwerks verursacht keine grenzüberschreitenden Auswirkungen (siehe Abschnitt bezüglich der grenzüberschreitenden Auswirkungen von Unfällen). Die vergleichswisen Auswirkungen auf den Klimawandel durch die Fortsetzung des Betriebs oder die endgültige Stilllegung werden im Abschnitt 5.7.10 beschrieben.

5.7.1. Luft und Klimafaktoren

■ Auswirkungen auf das Klima

Die Stromerzeugung aus Kernenergie führt nur zu einer sehr geringen Kohlendioxidbildung (CO₂), dem wichtigsten **Treibhausgas**.

Gemäß der Studie der F&E von EDF setzt jedes kWh, das der Kernkraftpark von EDF in Frankreich erzeugt, das Äquivalent von **4 Gramm CO₂** frei. Dieser Wert bestätigt die sehr geringen Kohlenstofffreisetzungen dieser Energiequelle: [Analyse des Lebenszyklus \(ACV – Analyse du cycle de vie\) pro kWh aus Kernkraft](#).

Die freigesetzten Gase aus dem Betrieb des Kraftwerks von Blayais wirken sich also nicht auf die aktuelle Klimasituation aus.

Die Analyse der Empfindlichkeit gegenüber dem Klimawandel (siehe folgende Seite) bestätigt, dass die Klimaauswirkungen der freigesetzten Gase aus dem Kraftwerksbetrieb auch während der kommenden 10 Jahre als vernachlässigbar betrachtet werden können.

Die vom Menschen erzeugten **Treibhausgase** verursachen die Verstärkung des Treibhauseffekts.

Diese natürliche Entwicklung wird durch vorhandene Treibhausgase verstärkt, die einen Teil der von der Erde abgegebenen Wärme in der unteren Atmosphäre zurückhalten.

■ Auswirkungen auf die Luftqualität

Das französische Umweltgesetzbuch legt die Normen für die Luftqualität fest, die darauf abzielen, einen wirksamen Schutz für die menschliche Gesundheit und die gesamte Umwelt zu gewährleisten. Diese Normen betreffen in der Außenluft vorhandene atmosphärische Stoffe, die die Qualität der Luft beeinträchtigen können: Schwefel- und Stickoxide, Ozon, Kohlenstoffmonoxid, Rußpartikel, Blei, Phenylwasserstoff und Schwermetalle. Diese Stoffe treten aufgrund des Straßenverkehrs und sonstiger menschlicher Tätigkeiten (Heizung, Industrieschadstoffe) hauptsächlich in den Ballungsgebieten auf.

Unter den vom Kraftwerk von Blayais während des Normalbetriebs in die Atmosphäre freigesetzten Chemikalien unterliegen nur die freigesetzten Stick- und Schwefeloxide sowie die Kohlenstoffmonoxid-Gase einer Luftqualitätsnorm. Die Bewertung der Auswirkungen dieser Schadstoffe auf die Luftqualität zeigt keine Auswirkungen des Kraftwerks auf die Luftqualität auf.

Hinsichtlich der Stoffe, die keiner Luftqualitätsnorm unterliegen (z. B. Formol, Ammoniak, Ethanolamin, Kältemittel und SF₆) gelten die Konzentrationen in der Umwelt, die dem Kraftwerk von Blayais zuzuschreiben sind, nicht als wahrscheinliche Ursache für eine mögliche Beeinträchtigung der Luftqualität.

Das Kraftwerk von Blayais ist nicht von einem Atmosphärensicherungsplan (PPA – Plan de protection de l'atmosphère) betroffen.

PLAN ZUM SCHUTZ DER ATMOSPHERE (PPA – PLAN DE PROTECTION DE L'ATMOSPHERE)

Die Pläne zum Schutz der Atmosphäre (PPA) wurden durch das Gesetz Nr. 96-1236 vom 30. Dezember 1996 in seiner am 14. Juni 2006 geänderten Version bezüglich der Luft und rationellen Nutzung der Energie (das sogenannte „LAURE“-Gesetz) eingeführt. Sie sind in den folgenden drei Fällen aufzustellen:

- Die Grenzwerte bzw. Zielwerte für die Luftqualität werden im betreffenden Gebiet überschritten;
- Überschreitungen sind in dem betreffenden Gebiet wahrscheinlich;
- Das Gebiet umfasst ein oder mehrere Ballungsgebiete mit über 250.000 Einwohnern.

Die PPA sollen Maßnahmen festlegen, die für die Beachtung der Grenzwerte zu ergreifen sind, sowie Notmaßnahmen, die im Falle einer möglichen Überschreitung der Warngrenzwerte umgesetzt werden müssen. Sie müssen mit den regionalen Zielen für die Luftqualität (SRADDET) vereinbar sein.

In der Region Nouvelle-Aquitaine sind die Städte Bayonne, Bordeaux, Dax und Pau Gegenstand eines PPA. Das Kraftwerk von Blayais in der Gemeinde Braud-et-Saint-Louis liegt außerhalb der Ballungsgebiete mit mehr als 250.000 Einwohnern und ist nicht von einem PPA betroffen.

REGIONALER FLÄCHENNUTZUNGSPLAN ZUR NACHHALTIGEN ENTWICKLUNG UND GLEICHBERECHTIGUNG DER GEBIETE (SRADDET – SCHÉMA RÉGIONAL D'AMÉNAGEMENT, DE DÉVELOPPEMENT DURABLE ET D'ÉGALITÉ DES TERRITOIRES)

Das „NOTRE“-Gesetz vom 7. August 2015 über die Neuverteilung der Verwaltungsregionen der Französischen Republik begründet ein neues Planungsschema, dessen Erstellung den Regionen anvertraut wird: der regionale Flächennutzungsplan zur nachhaltigen Entwicklung und Gleichberechtigung der Gebiete (SRADDET).

Dieser Plan unterliegt den allgemeinen behördlichen Flächennutzungs- und Städteplanungsregeln sowie den gemeinnützigen Auflagen zur Nutzung der Flächen. Er muss mit den Leitkonzepten für die Wassernutzung und -verwaltung (SDAGE – Schémas directeurs d'aménagement et de gestion de l'eau) sowie mit den Managementplänen für Überschwemmungsrisiken (PGRI – Plans de gestion des risques d'inondation) vereinbar sein. Er muss gemeinnützige Projekte, eine ausgewogene Nutzung der Wasserressourcen, projektierte Infrastrukturen und Anlagen sowie wirtschaftliche Tätigkeiten, die Satzungen der Nationalparks und die Waldentwicklungspläne berücksichtigen. Er ersetzt die bestehenden Pläne wie z. B. den Regionalplan für Klima, Luft und Energie (SRCAE – Schéma régional climat air énergie), den Regionalplan für intermodalen Verkehr (Schéma régional de l'intermodalité), den Regionalplan zur Vorbeugung und Verwaltung von Abfällen (PRPGD – Plan régional de prévention et de gestion des déchets) und den Regionalplan für ökologische Zusammenhänge (SRCE – Schéma régional de cohérence écologique).

Der SRADDET Nouvelle-Aquitaine wurde am 18. November 2024 von der Präfektin der Region bestätigt. Der SRADDET der Region Nouvelle-Aquitaine umfasst 3 Teile, die 14 strategische Ausrichtungen hinsichtlich der Ziele und Regeln des SRADDET beinhalten.

■ Empfindlichkeit gegenüber dem Klimawandel

Die lokalen Prognosen der wichtigsten Klimafaktoren, die von Météo-France erstellt wurden, zeigen eine Tendenz zu höheren Jahresmittelwerten der Lufttemperaturen, wobei die Entwicklung bis 2035 im Vergleich zum historischen Zeitraum von 1976 – 2005 1,2 °C überschreiten könnte.

Mit Ausnahme eines leichten Anstiegs des Kühlbedarfs der Tertiär- und Industriegebäude, haben die obigen Klimaentwicklungen wahrscheinlich keine Auswirkungen auf die Analyse bezüglich der Folgen der vom Kraftwerk von Blayais in die Atmosphäre freigesetzten Schadstoffe auf die Luftqualität und das Klima.

5.7.2. Oberflächengewässer

■ *Auswirkungen auf den Wasserhaushalt*

Das Wasser aus der Gironde-Mündung wird mittels zweier Zuleitungen entnommen, die das Wasser bis zu den Zulaufbecken und von dort zu den Pumpstationen leiten. Dieses Wasser wird hauptsächlich für die Kühlung der Verflüssiger der Dampfturbinen verwendet. Die vom Kraftwerk entnommene Wassermenge beträgt pro Tag maximal etwa 15 Millionen m³. Außerdem wird das der Gironde entnommene Wasser aufgrund der „offenen Kühlkreise“ des Kraftwerks vollumfänglich in die Umwelt zurückgeleitet. Nach diesen Daten führen diese Wasserentnahmen aus der Gironde für den Betrieb des Kraftwerks von Blayais zu keinen Änderungen des Wasserhaushalts der Gironde.

■ *Auswirkungen auf die Temperatur der Oberflächengewässer*

Die Analyse der Erfahrungswerte hinsichtlich der Wärmeemissionen des Kraftwerks von Blayais über einen Zeitraum von 10 Jahren (2011 – 2021) zeigt, dass die Verdünnung der Freisetzungen des Kraftwerks von Blayais hauptsächlich von den Gezeiten abhängt, wobei die Erwärmung der Mündung durch die Wärmeemissionen des Kraftwerks je nach Zeitpunkt und Tidenbeiwert schwankt.

Die Auswirkung der Wärmeemissionen des Kraftwerks von Blayais auf das Oberflächenwasser ist in Anbetracht der aufnehmenden Wassermasse lokal begrenzt, da sich die Freisetzungspunkte in der Mitte des Mündungstrichters befinden und das Verdünnungsvermögen in diesem Bereich aufgrund der Gezeitenströmungen sehr hoch ist. Durch die räumliche Veränderlichkeit der Wolke und ihrer durch den Tidenbeiwert verursachten räumlichen Ausbreitungsschwankungen sind die von den Wärmeemissionen betroffenen Bereiche nicht ständig exponiert.

■ *Auswirkungen auf die Qualität der Oberflächengewässer*

Die Analyse der Ergebnisse der Überwachung der Chemikalienbelastung und des Wasserhaushalts der Umwelt konnte belegen, dass die physikalisch-chemischen, chemischen und biologischen Entwicklungen im unmittelbaren Umfeld des Kraftwerks von Blayais nicht durch die vergangenen und aktuellen Schadstofffreisetzungen des Kraftwerks verursacht wurden. Die stoffspezifische Bewertung dieser Auswirkungen der flüssigen chemischen Schadstofffreisetzungen auf die Durchschnitts- und Höchstwerte zeigt für MES, den biochemischen (DBO₅) und chemischen Sauerstoffbedarf (DCO), Natrium, Chlorate, Sulfate, Wasserstoffkarbonate, Karbonate, Silizium, Ammonium, Nitrite, Nitrate, Phosphate, Aluminium, Chrom, Kupfer, Eisen, Mangan, Nickel, Blei, Zink, Lithin, Borsäure, Hydrazin, Ethanolamin, Methylamin, Ethylamin, Azetate, Formiate, Glykolate, Oxalate, Reinigungsmittel keine maßgeblichen umweltbelastenden Auswirkungen auf das aquatische Ökosystem des Kraftwerks von Blayais.

Außerdem sollten die Sedimente aus den Ausbaggermaßnahmen aufgrund ihrer Eigenschaften nicht zu Änderungen der Wasserqualität in der Gironde-Mündung oder der Art der Sedimentverlagerungen im Bereich des Standorts führen.

Anmerkung: Die Bewertung der Auswirkungen radioaktiver Schadstofffreisetzungen wird im Abschnitt 5.7.4 behandelt.

■ *Auswirkungen auf die Morphologie der Sedimente*

Die Ausbaggerarbeiten im Bereich der Wasserentnahmepunkte führen zur Mobilisierung und Rückführung von Sedimenten in die Umwelt, die hauptsächlich aus Sand und Pflanzenresten bestehen. Das maximale Jahresvolumen der vom Kraftwerk von Blayais mobilisierten Sedimente wird auf weniger als 50.000 m³ (durchschnittlich ca. 42.000 m³) geschätzt. Im Verhältnis zu den 2,8 Millionen Tonnen Sedimente, die die Garonne und die Dordogne jedes Jahr in die Mündung schwemmen, ist diese Menge vernachlässigbar. Die zurückgeführte Sedimentmenge gilt als geringfügig im Vergleich zu den natürlichen Sedimentflüssen in der Gironde-Mündung, deren Dynamik durch den sogenannten „Schlammstopfen“²⁴ geregelt wird.

²⁴ Schlammablagerungen sind in Mündungen häufig und in der Gironde besonders ausgeprägt. In diesem Bereich ist die Wassertrübung durch Schwebstoffe (MES) aufgrund der von den Flüssen mitgerissenen schwebenden Sedimente hoch. Die Ablagerungen bilden sich in dem Bereich, in dem das Süßwasser auf salzhaltiges Meerwasser trifft. Dieser Bereich kann mehrere Dutzend Kilometer lang sein und MES-Konzentrationen von über 1 g/l aufweisen. Die Frühjahreshochwasser schwemmen einen großen Teil dieser als „Schlammstopfen“ bezeichneten Schlammablagerungen fort.

Außerdem sind die physikalisch-chemischen Eigenschaften der ausgebaggerten Sedimente, die aus Lehm sowie mittelgroben und groben Sanden bestehen, vergleichbar mit den natürlichen Hintergrundwerten der Gironde. Die Wiedereinleitung dieser Sedimente in die Umwelt fügt sich nahtlos in die Sedimentdynamik der Trichtertermündung ein, sorgt für die ordnungsgemäße Funktion der Wasserentnahme- und -freisetzungsbauwerke und gewährleistet so die Sicherheit und das Temperaturmanagement der Anlagen. Durch die Wahl eines Zeitraums für diese Maßnahmen (Oktober bis November, höchstens noch bis Dezember), der optimal die für die Fischbestände kritische Periode berücksichtigt, sowie durch die Art und den Umfang der Arbeiten können die potentiellen Auswirkungen auf die betroffenen Themenbereiche deutlich verringert werden.

Die Wiedereinleitung der Ausbaggersedimente hat somit keine maßgeblichen negativen Auswirkungen auf die Morphologie der Sedimente der Gironde und beeinträchtigt nicht die Sedimentverlagerungen im Standortbereich.

■ **Empfindlichkeit gegenüber dem Klimawandel**

Die durch den Klimawandel verursachten Veränderungen, die die Ergebnisse der vorliegenden Studie beeinflussen könnten, betreffen hauptsächlich den Anstieg der Wassertemperatur.

Unter den diversen Variablen, die die Entwicklung der Wasserlebensräume beeinträchtigen und so die Ergebnisse der vorliegenden Studie beeinflussen können, ist die Wassertemperatur einer der Variablen deren Entwicklungstendenz belegt ist und mit den weltweiten Änderungen des Zusammenspiels zwischen den Ozeanen und der Atmosphäre einhergeht.

Im Rahmen der vorliegenden Studie zeigen die seit 1993 beobachteten Tendenzen der in der Gironde-Mündung im Bereich des Kraftwerks von Blayais gemessenen Wassertemperatur einen Anstieg der Jahresdurchschnittstemperaturen um etwa 0,6 °C über jeweils 10 Jahre,

Die von EDF R&D auf der Grundlage globaler Klimamodelle erstellten Klimaprognosen haben eine Entwicklung der Jahresdurchschnittstemperatur der Gironde-Mündung zwischen +0,5 °C und +0,7 °C bis 2035 (also über den Zeitraum von 2020 bis 2049) ergeben.

Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass diese Ergebnisse hohe Unsicherheiten aufweisen, die durch den Modellierungsvorgang bedingt sind, insbesondere aufgrund der Fächerung der Ergebnisse der Klimamodelle, aber auch ihrer Übertragung auf lokaler Ebene.

Aktuelle Studien betrachten einen kürzeren Zeitraum (10 Jahre), jedoch sind bisher keine zuverlässigen Prognosenmodelle verfügbar, die die genaue Entwicklung der Klimaparameter für einen solchen Zeitraum vorhersagen können, da die natürlichen Schwankungen des Klimasystems bisher für 10 Jahre noch nicht hinreichend modelliert werden konnten.

Die Untersuchung der lokalen Auswirkungen des Klimawandels ist Gegenstand zahlreicher laufender Forschungsprojekte bezüglich der Entwicklung von Methoden zur Erstellung von Klimaprognosen auf lokaler Ebene, wie hier hinsichtlich der Wassertemperatur der Mündung im Bereich des Kraftwerks von Blayais.

In Anbetracht der verfügbaren Daten und der geringen Zunahme der Meerestemperaturen in Verbindung mit den Klimaänderungen über zehn Jahre gelten die in der vorliegenden Auswirkungsstudie verwendeten Szenarien als repräsentativ für die Klimakunde des Kraftwerks von Blayais.

5.7.3. Böden und Grundwasser

■ **Auswirkungen auf die Böden**

Für das Kraftwerks wurden verschiedene Ausbauarbeiten durchgeführt, unter anderem die Errichtung der Standortplattform in einer Höhe von 4,5 m NGF 0. Dazu wurden Spundwände (Schalwände) mit einer durchschnittlichen Höhe von 31 m errichtet, um die Baugruben trocken zu halten und den natürlichen Schlamm bis zu einer Schichtdicke von 17 m abzutragen und durch Sandaufschüttungen zu ersetzen.

Eine umfassende Untersuchung der historischen Daten und der Umweltüberwachung hat zur Verbesserung der Kenntnis des Unterbodens und zur Ermittlung vergangener und aktueller Tätigkeiten und deren Risikopotenzial geführt. Diese Studie hat mehrere historische Tritiumbelastungen des Grundwassers innerhalb der Schalwände nachgewiesen. Im Umkreis des Kraftwerks wurden jedoch auf der Grundlage dieser historischen Daten keine radiologischen Belastungen des Bodens festgestellt.

Von September 2020 bis Januar 2021 wurden zusätzliche Untersuchungen durchgeführt. Dabei wurden 25 Bohrungen, 12 Baggeraushübe und 114 Bodenproben für chemische Analysen sowie 72 Bodenproben für radiologische Analysen vorgenommen. Bei einer weiteren Untersuchungskampagne im Juli 2021 wurden sieben Bodenbohrungen bis 4 m Tiefe

unterhalb der Punkte durchgeführt, an denen bei der vorherigen Kampagne inkonsistente Ergebnisse für Cesium-137 und Kobalt-60 ermittelt wurden. Im Rahmen dieser Kampagne konnten die ersten Befunde widerlegt werden. Die Ergebnisse ergaben eine allgemeine Übereinstimmung mit den vom Menschen verursachten Hintergrundwerten, mit Ausnahme einiger Proben, die leicht erhöhte Kadmium-, Quecksilber- und Zinkwerte aufwiesen, die aller Wahrscheinlichkeit nach mit der inhärenten Qualität der errichteten Aufschüttungen verbunden sind. Diese Grenzwertüberschreitungen erfordern keine besonderen Überwachungsmaßnahmen.

Die radiologischen Analysen konnten nachweisen, dass keine Bodenbelastungen vorhanden sind, mit Ausnahme dreier Bodenproben in dem gesättigten Bereich beim PTR-Behälter des Reaktors Nr. 1, die Tritium enthielten. Dieser Befund entspricht der Ende 2017 festgestellten historischen Belastung des Grundwassers, die bereits zu einer Überwachung und entsprechenden Aufbereitungsmaßnahmen geführt hat.

Daraus kann geschlossen werden, dass der normale Kraftwerksbetrieb keine Auswirkungen auf die Böden unterhalb des Kraftwerks hat. Der Betrieb des Kraftwerks kann aufgrund historischer Störfälle zu lokal begrenzten Auswirkungen auf die Böden führen. Für diese Fälle werden innerhalb und außerhalb des Kraftwerks systematisch besondere Managementmaßnahmen und eine verstärkte Überwachung eingerichtet, um potentielle Auswirkungen zu verringern und einzuschränken.

■ **Auswirkungen auf das Grundwasser**

In Bezug auf das Kraftwerk von Blayais hat der Bau der für den Betrieb des Standorts erforderlichen Anlagen und Bauwerke den Verlauf des Grundwassers vor Ort geändert (tiefe Fundamente, geotechnische Einfriedungen, Wasserbauwerke...). Seit seiner Inbetriebnahme erfolgt im Kraftwerk von Blayais eine qualitative und quantitative Überwachung der vorhandenen Grundwasserschichten im Bereich der Anlagen. Die Untersuchung der von 2013 bis 2020 durchgeführten Messungen und ihrer 12.400 chemischen und 2.300 radiologischen Analysen, die anhand von etwa 30 Piezometern erhoben wurden, hat einige Überwachungsgrenzwertüberschreitungen ergeben.

- Es wurden begrenzte Überschreitungen der Vergleichswerte für Natrium, Chlorate, Eisen, Mangan und Kjeldahl-Stickstoff festgestellt, die mit den geologischen Eigenschaften des Unterbodens zusammenhängen, jedoch nicht mit dem Betrieb des Kraftwerks.
- An neun Piezometern wurden Untersuchungsgrenzwertüberschreitungen für Phosphate festgestellt, einschließlich mehrerer Überschreitungen des Handlungsgrenzwerts in den Jahren 2017 bis 2019. Die Entfernung der Piezometer lässt jedoch vermuten, dass diese Werte zu den natürlichen hydrochemischen Hintergrundwerten des Grundwassers zählen könnten.
- Regelmäßige Überschreitungen des Untersuchungsgrenzwerts sowie begrenzte Überschreitungen des Handlungsgrenzwerts wurden für den Parameter „Gesamtkohlenwasserstoffe“ festgestellt und haben zur Einrichtung einer verstärkten Überwachung und spezieller Managementmaßnahmen geführt.
- 2017 wurden Überschreitungen des Untersuchungsgrenzwerts für Nitrate festgestellt, die zur Implementierung von behebenden Maßnahmen zur Verhinderung eines erneuten Auftretens geführt haben.
- Seit 2017 werden im Bereich des Reaktors Nr. 1 wiederholte Überschreitungen des Untersuchungsgrenzwerts für Tritium festgestellt, die mit dem Vorhandensein von tritiumhaltigem Wasser in den Bunkern unter dem Hilfsnuklearanlagegebäude zusammenhängen. Diese Schadstoffbelastung hat seit 2017 zu besonderen Managementmaßnahmen geführt, z. B. der Sanierung und Aufbereitung der Anlagen. Durch diese Managementmaßnahmen konnte die Tritiumaktivitätskonzentration in diesem Wasser deutlich verringert werden.

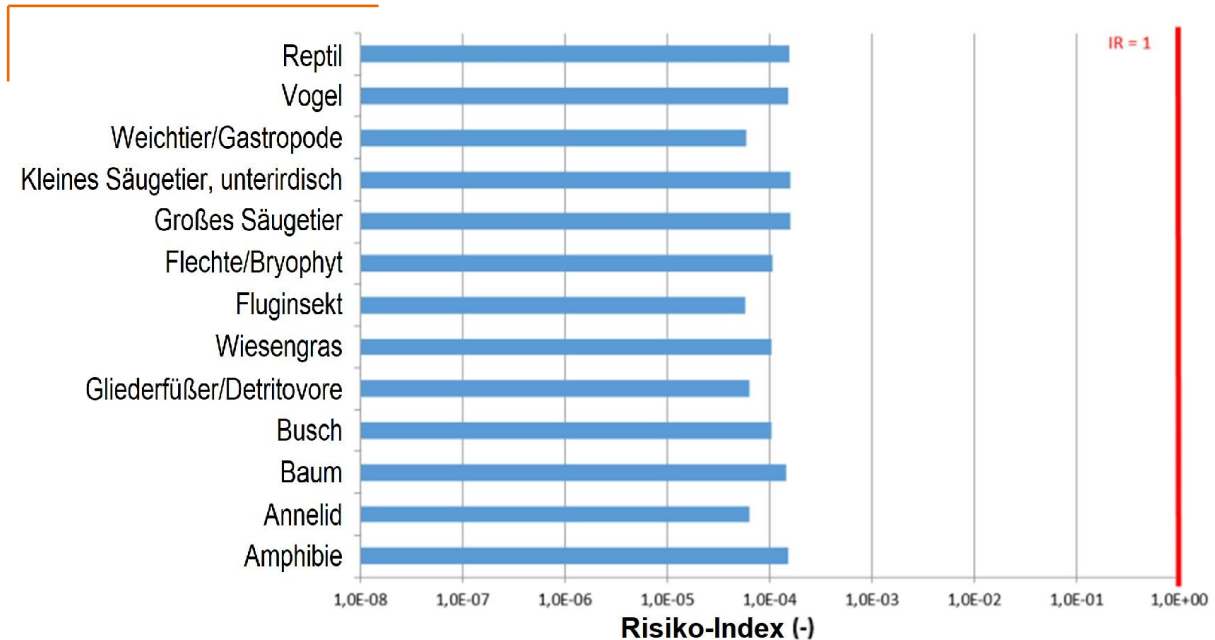
In den Grundwasserproben, die außerhalb der geotechnischen Einfriedung des Kraftwerks von Blayais vorgenommen wurden, konnten keine Belastungen oder Grenzwertüberschreitungen festgestellt werden, die dem Kraftwerksbetrieb zuzuschreiben sind.

Der Betrieb des Kraftwerks kann bei historischen Störfällen oder Lecks an den Leitungssystemen zu räumlich und zeitlich begrenzten Auswirkungen auf die Grundwasserschichten führen. Für diese Fälle werden innerhalb und außerhalb des Kraftwerks systematisch besondere Managementmaßnahmen und eine verstärkte Überwachung eingerichtet, um potentielle Auswirkungen zu verringern und einzuschränken.

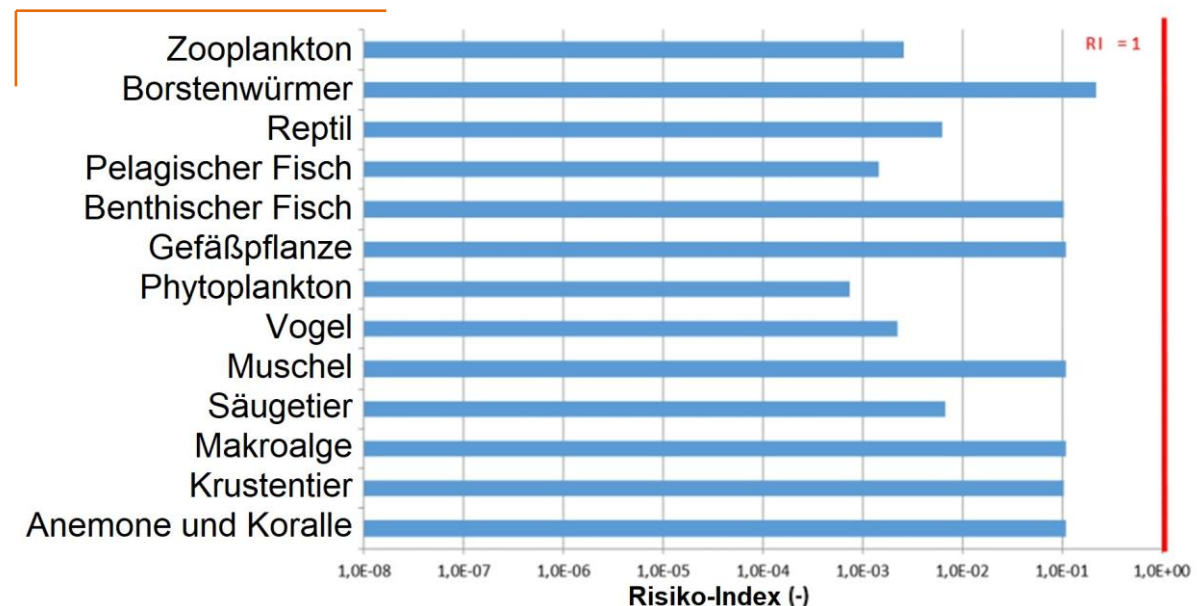
5.7.4. Radioökologie

Wie bereits im Abschnitt 5.2 dargelegt, beruht die Bewertung der Auswirkungen der radioaktiven Schadstoffe auf die

Umwelt auf einem Vergleich der durch radioaktive Schadstoffe verursachten Dosisrate mit einem auswirkungsfreien Dosisratenwert für jeden einzelnen Referenzorganismus. Dieser Vergleich führt zur Berechnung eines Risiko-Index. Liegt der Risiko-Index unter 1 kann daraus geschlossen werden, dass das Risiko vernachlässigbar ist. Die nachfolgenden Grafiken zeigen den für die Referenzorganismen festgelegten Risiko-Index in den Land- und Wassersegmenten.



Für die Referenzorganismen der Ökosysteme an Land berechneter Risiko-Index



Für die Referenzorganismen der kontinentalen aquatischen Ökosysteme berechneter Risiko-Index

Bei einem Index, der grundsätzlich unter einer Einheit liegt, ist das mit den flüssigen und atmosphärischen Freisetzungen radioaktiver Stoffe aus dem Kraftwerk von Blayais verknüpfte Umweltrisiko aktuell und für die kommenden 10 Jahre vernachlässigbar.

5.7.5. Artenvielfalt

Die bereits vorgestellte Analyse der Auswirkungen des Betriebs des Standorts von Blayais auf die Luft und die Klimafaktoren, die Oberflächengewässer und den strahlentechnischen Zustand der Umwelt zeigt keine maßgeblichen Auswirkungen des Standorts von Blayais auf die ökologischen Eigenschaften der Umwelt auf, die für die Entfaltung der biologischen Vielfalt im Studiengebiet relevant sind.

Der Kraftwerksbetrieb in Blayais hat keine Auswirkungen auf die schützenswerten Naturgebiete und beeinträchtigt nicht die volle Entfaltung der biologischen Zyklen der Pflanzen- (Wasser-, Sumpf- und Landpflanzen) und Tierarten (Wirbellose, Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel, Säugetiere) im Studiengebiet.

In Bezug auf den Wasserlebensraum in der Mündung werden bei den für die Kühlung nötigen Wasserentnahmen auch Lebewesen angesaugt (insbesondere einige kleine Fischarten oder Jungfische).

Um diese Auswirkungen besser bewerten und quantifizieren zu können werden derzeit die Studien über die Auswirkungen auf diese Lebewesen von EDF in Zusammenarbeit mit auf die Ökologie der Wasserlebensräume spezialisierten Beratungsunternehmen aktualisiert. Parallel dazu implementiert der Standort Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung der Auswirkungen, insbesondere durch Vorrichtungen zum Absammeln und Zurückleiten der Lebewesen in die Umwelt. Dies erfolgt durch Niederdruckabspülen der Filtertrommeln, zusammen mit weiteren begleitenden Maßnahmen, die insbesondere den Zweck haben, gemeinsam mit Partnern aus der Wissenschaft die Kenntnisse über den Lebenszyklus des Maifischs zu verbessern.

5.7.6. Bevölkerung und deren Gesundheit

■ *Bewertung der dosisbedingten Auswirkungen auf den Menschen*

Die Gesamtauswirkungen der Freisetzung radioaktiver Schadstoffe durch das Kraftwerk von Blayais auf die Bevölkerung berücksichtigen die interne und externe Exposition durch Freisetzung flüssiger radioaktiver Schadstoffe und durch die Atmosphäre. Sie werden für die Referenzpersonen bestimmt, d. h. die Personen in einem Umkreis von 5 km um das Kraftwerk, bei denen die Exposition potentiell am wahrscheinlichsten ist.

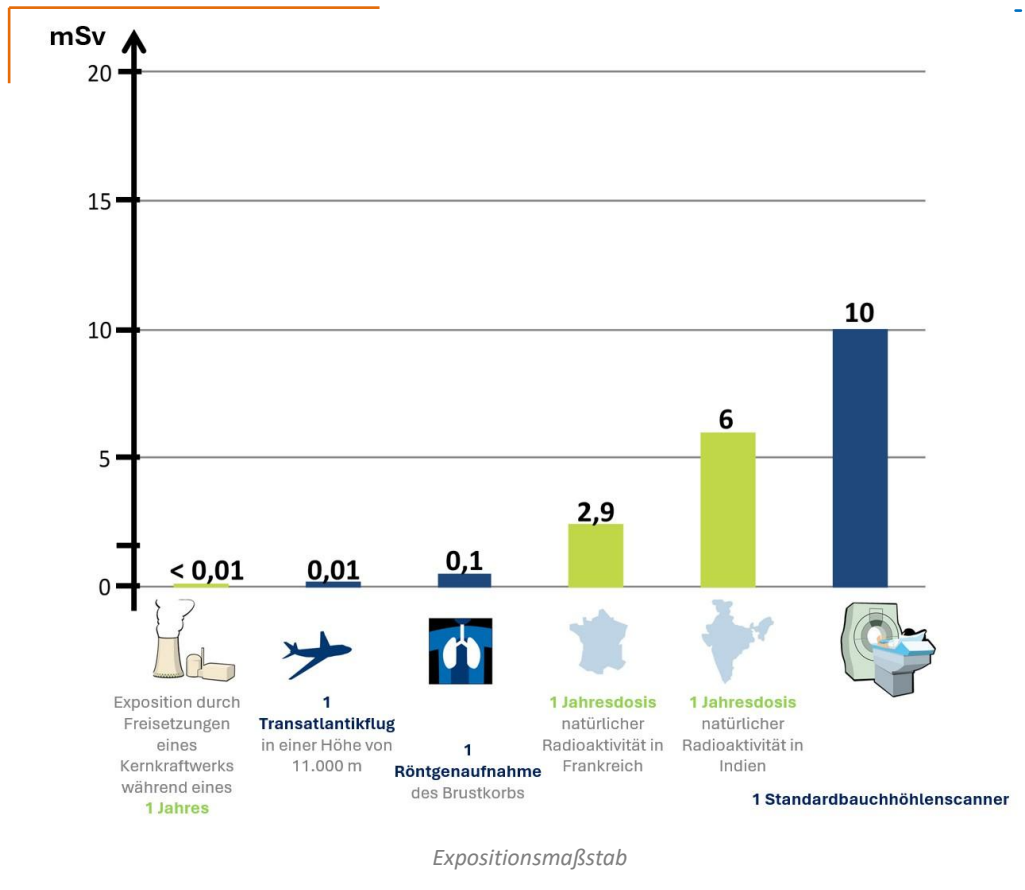
Die jährliche **Gesamtwirkdosis** durch die interne und externe Exposition durch die freigesetzten flüssigen radioaktiven Schadstoffe des Standorts wird geschätzt:

- für Erwachsene auf $3,7 \cdot 10^{-6}$ Sv/Jahr, d. h. weniger als 10 µSv/Jahr;
- für zehnjährige Kinder auf $2,3 \cdot 10^{-6}$ Sv/Jahr, d. h. weniger als 10 µSv/Jahr;
- für einjährige Kinder auf $5,4 \cdot 10^{-7}$ mSv/Jahr, d. h. weniger als 1 µSv/Jahr.

Die **Wirkdosis** misst die biologischen Auswirkungen der Radioaktivität. Sie wird in Sievert (Sv) bzw. meistens in Millisievert (mSv) oder Mikrosievert (µSv) angegeben.

Diese Dosen betragen weniger als 1 % des jährlichen Expositionsgrenzwerts aus dem Kraftwerksbetrieb, der vom Art. R. 1333-11 des französischen Sozialgesetzbuchs auf 1 mSv festgelegt wird.

Um diese Dosen mit anderen Expositionsarten zu vergleichen, zeigt die folgende Abbildung die Größenordnungen der in normalen Situationen empfangenen Dosen.



■ **Bewertung der Gesundheitsrisiken durch Chemikalienfreisetzungen**

Es wurde nachgewiesen, dass die aktuellen Freisetzungen des Kraftwerks von Blayais keinen Einfluss auf den chemischen Zustand der Gironde-Mündung haben.

Die prospektive Bewertung der Gesundheitsrisiken (ERPS – Évaluation prospective des risques sanitaires, siehe Abschnitt 5.2) ergab keine Gesundheitsrisiken, weder aufgrund flüssiger Chemikalienfreisetzungen in die Gironde-Mündung, die dem Kraftwerk von Blayais zuzuschreiben wären, auf die benachbarten Bevölkerungsgruppen, die potentiell durch den Verzehr von Meerereszeugnissen und das versehentliche Verschlucken von Wasser aus der Mündung beim Baden exponiert wären.

Die Studie weist auch keine Gesundheitsrisiken durch atmosphärische Freisetzungen von Chemikalienausflüssen im Rahmen des Betriebs des Kraftwerks von Blayais für die benachbarten Bevölkerungsgruppen auf, die potentiell die Substanzen einatmen könnten.

■ **Bewertung der Auswirkungen der Lärm- und Vibrationsbelastung**

Im Kraftwerk von Blayais werden alle zehn Jahre akustische Messkampagnen vorgenommen, um sicherzustellen, dass der Standortbetrieb keinen Lärm verursacht, der sein unmittelbares Umfeld beeinträchtigt. Die letzte, 2021 durchgeführte Kampagne zeigt, dass in der Zone mit reglementiertem Aufkommen (ZER – Zone à émergence réglementée) Nr. 2 im Norden des Kraftwerks die im Artikel 3 der Verordnung vom 23. Januar 1997 festgelegten zulässigen Werte während der Nacht überschritten werden. Diese Wertüberschreitungen verursachen jedoch keine für die Gesundheit oder Sicherheit seines Umfelds maßgeblichen akustischen Belastungen.

Artikel 4.3.5 der INB-Verordnung sieht vor, dass die ASNR entsprechend den inhärenten Eigenschaften der Anlage oder ihres Umfelds und nach Stellungnahme des Rats des Départements für Umwelt, Gesundheitsrisiken und technologische Risiken besondere Bestimmungen festlegen kann.

Im Hinblick auf die besonderen Eigenschaften der Anlagen, ihres Umfelds und technisch-wirtschaftlichen Gesichtspunkten, hat EDF am 6. Mai 2020 der ASN einen Antrag zur Anpassung der Bestimmungen zur Lärmbegrenzung aus Artikel 3 der Verordnung vom 23. Januar 1997 vorgelegt. Die ASN hat im Juni 2023 im Rahmen der Erneuerung der Entnahme- und Freisetzungsgenehmigung des Kraftwerks von Blayais eine gegenteilige Bestimmung erlassen.

Außerdem verursacht der Betrieb der Anlagen (hauptsächlich der rotierenden Maschinen) Schwingungen. Die Vibrationen können innerhalb der Anlagen wahrgenommen werden, jedoch aufgrund der Bauwerkskonzepte und Bodenbeschaffenheit nicht außerhalb der Anlagen. Für die benachbarten Bevölkerungsgruppen besteht somit keinerlei Risiko von Emissionen durch die bestehenden Anlagen.

■ **Bewertung der Auswirkungen der Lichtemissionen**

Die Lichtemissionen des Kraftwerks von Blayais entstehen hauptsächlich durch die Sicherheitsbeleuchtung des Standorts (Schutz gegen unerlaubtes Eindringen, Warnung für Flugzeuge...). Daher sind sie unerlässlich; ihre visuellen Auswirkungen außerhalb des Standorts werden durch die Ausrichtung dieser Leuchten minimiert. Die Auswirkungen der Lichtemissionen sind vernachlässigbar.

5.7.7. Menschliche Aktivitäten

■ **Analyse der Auswirkungen auf die Flächennutzung**

Die Bewertung der gesundheitlichen Auswirkungen der radioaktiven und chemischen Ausflüsse aus dem Kraftwerk von Blayais zeigt keine ihm zuzuschreibenden Gesundheitsrisiken für die potentiell exponierten benachbarten Bevölkerungsgruppen auf.

Die Bewertung der umweltseitigen Exposition der Menschen durch radioaktive und chemische Schadstofffreisetzungen des Kraftwerks von Blayais führt zu dem Schluss, dass keine maßgeblichen Auswirkungen auf die Bodennutzung und insbesondere die Nutzung der landwirtschaftlichen Flächen und Sachwerte (Wohnhäuser, Industriegebiete usw.) vorhanden sind.

■ **Analyse der Auswirkungen auf die Landschaft und das Kulturerbe**

Das Kraftwerk von Blayais wurde zwischen Januar 1976 und April 1981 errichtet. Somit besteht das Kraftwerk seit etwa vierzig Jahren und ist nun fester Teil der Landschaft. Der Betrieb des Kraftwerks von Blayais hat keine Auswirkungen auf die Landschaft und das Kulturerbe. Wie bereits im Abschnitt 5.6 angegeben, sind keine Weiterentwicklungen des Kraftwerks geplant, die diese Schlussfolgerungen für die kommenden 10 Jahre in Frage stellen könnten.

■ **Analyse der Auswirkungen auf die Wassernutzung**

Der Betrieb des Kraftwerks von Blayais erfordert diverse Wasserversorgungsbedürfnisse, wobei der Hauptwasserverbrauch der Kühlung der Verflüssiger dient. Das aus der Mündung entnommene Kühlwasser wird jedoch vollumfänglich in die Umwelt zurückgeleitet.

Andererseits zeigt die Bewertung der gesundheitlichen Auswirkungen der radioaktiven und konventionellen Ausflüsse (einschließlich der beim Verzehr von Nahrungsmitteln, z. B. den Erzeugnissen aus der Mündung und in schädigenden Mengen beim Baden) keine Gesundheitsrisiken für die potentiell exponierten benachbarten Bevölkerungsgruppen auf, die dem Betrieb des Kraftwerks von Blayais zuzuschreiben wären.

Somit hat der Betrieb des Kraftwerks von Blayais keine Auswirkungen auf die Verfügbarkeit der Wasserressource und die Art der Ausflüsse stellt die Nutzung des Wassers in der Nähe des Kraftwerks von Blayais nicht in Frage.

■ **Analyse der Auswirkungen auf die Infrastrukturen und Kommunikationswege**

Der Betrieb des Kraftwerks von Blayais verursacht ein tägliches Verkehrsaufkommen von etwa 2.000 Fahrzeugen, das hauptsächlich aus den Fahrzeugen der Mitarbeiter besteht. Die Anzahl Lastkraftwagen zum Transport der Brennstäbe, Abfälle und Betriebsmittel liegt durchschnittlich bei 370 LKW pro Jahr, was weniger als zwei LKW pro Werktag entspricht. Außerdem belegen die Straßenverkehrsdaten, dass:

- das durchschnittliche Verkehrsaufkommen auf der D137 etwa 6.257 Fahrzeuge pro Tag beträgt. 7,3 % davon sind LKW;
- das durchschnittliche Verkehrsaufkommen auf der D206 etwa 5.223 Fahrzeuge pro Tag beträgt. 3,9 % davon sind LKW.

Das vom Kraftwerksbetrieb verursachte Gesamtverkehrsaufkommen beträgt bis zu 38 % des Gesamtverkehrsaufkommens des umliegenden Straßennetzes.

Das Kraftwerk verursacht keinerlei Schienenverkehr in einem Umkreis von 10 km. Die Schifffahrt beschränkt sich lediglich auf die Kampagnen zur Entnahme von Proben aus der Umwelt und auf die jährlichen Ausbaggerarbeiten des Meeresbodens im Bereich der Wasserentnahmepunkte.

■ **Analyse der Auswirkungen auf das Industrieumfeld**

Der Betrieb des Kraftwerks von Blayais verursacht keine Wechselbeziehungen zu sonstigen Industrieanlagen im lokalen Studiengebiet; er hat keine Auswirkungen auf das Industrieumfeld.

■ **Analyse der Auswirkungen auf Freizeitanlagen und -aktivitäten**

Die Bewertung der gesundheitlichen Auswirkungen der radioaktiven und konventionellen Ausflüsse (durch den Verzehr von Nahrungsmitteln, z. B. der Erzeugnisse aus der Mündung) aus dem Kraftwerk von Blayais zeigt keine ihm zuzuschreibenden Gesundheitsrisiken für die potentiell exponierten benachbarten Bevölkerungsgruppen auf. Daher hat der Betrieb des Kraftwerks von Blayais keine maßgeblichen Auswirkungen auf Freizeitanlagen und -aktivitäten.

■ **Analyse der Auswirkungen auf sonstige Nutzungen**

Die ermittelten sonstigen Nutzungen sind die Fischerei und die Aquakultur. Die Bewertung der gesundheitlichen Auswirkungen der radioaktiven und konventionellen Ausflüsse (auch beim Baden und durch den Verzehr von Nahrungsmitteln, z. B. der Erzeugnisse aus der Mündung) aus dem Kraftwerk von Blayais zeigt keine Gesundheitsrisiken für die potentiell exponierten benachbarten Bevölkerungsgruppen auf. Außerdem entnimmt das Kraftwerk von Blayais das Wasser zur Kühlung seiner Anlagen aus der Gironde-Mündung. Das Konzept der Wasserentnahmebauwerke begrenzt das Ansaugen von Lebewesen am Entnahmepunkt. Dennoch werden bei der Wasserentnahme Wasserlebewesen an den Entnahmepunkten des Kraftwerks von Blayais angesaugt, insbesondere kleine Fischarten oder einzelne Individuen (hauptsächlich Jungfische), die nicht über die nötige Kraft verfügen, um dem Saugstrom zu entkommen. Durch eine über ein Jahr laufende technische Studie konnten die Mengen Wasserlebewesen quantifiziert werden, die der Filterung des Kraftwerks zum Opfer fallen. Ein Teil der angesaugten Lebewesen wird lebend in die Mündung zurückgeführt, wobei die Sterblichkeitsrate von der Art abhängt. Die von den Entnahmepunkten des Kraftwerks von Blayais angesaugten Mengen an Wasserlebewesen sind bei manchen Arten durchaus beträchtlich im Verhältnis zu den von den lokalen Fischereibetrieben oder im ICES-Gebiet²⁵, in dem das Kraftwerk liegt, gefischten Mengen. Dies ist insbesondere bei Aalen und Sägegarnelen der Fall. Jedoch ist für diese Arten der Markt gering. Die Wasserentnahme in der Gironde-Mündung, die für den Betrieb des Kraftwerks von Blayais erforderlich ist, hat wahrscheinlich Auswirkungen auf den Fang bestimmter Arten. Vermeidungsmaßnahmen (Konzept der Wasserentnahmepunkte) dienen dazu, diese potenziellen Auswirkungen auf die Fischerei zu mildern. Außerdem arbeitet EDF an der Verbesserung der Kenntnisse, insbesondere bezüglich des Maifischs, um durch bestmögliche Maßnahmen die Bestände dieser Arten zu erhalten und, im Falle der Finte, dazu beizutragen, den Fischfang aufrecht zu erhalten.

■ **Analyse der Auswirkungen auf den Energieverbrauch**

Der Betrieb des Kraftwerks von Blayais dient der Erzeugung von elektrischer Energie: 25,3 TWh im Jahr 2019, 23,4 TWh im Jahr 2020 und 24,5 TWh im Jahr 2021.

Der Stromverbrauch des Kraftwerks beträgt jeweils 87 GWh, 122 GWh und 98 GWh für die Jahre 2019, 2020 und 2021, was demnach 0,3 %, 0,5 % et 0,4 % der vom Kraftwerk erzeugten elektrischen Energie entspricht.

Das Kraftwerk von Blayais verfügt auch über Diesel-Notstromaggregate. Deren ordnungsgemäße Funktion wird durch periodische Probeläufe gewährleistet. 2021 lag der mit diesen Probeläufen verbundene Jahreskraftstoffverbrauch bei etwa 240 m³ Offroad-Diesel („roter“ Diesel).

Der Kraftwerksbetrieb hat somit keine Auswirkungen auf den Energieverbrauch.

²⁵ Der International Council for the Exploration of the Sea (ICES) hat die Zone 27, die dem Nord-Ost-Atlantik entspricht, in Unterzonen und Teilzonen unterteilt. Die Unterzonen und Teilzonen werden als „ICES-Zone“ bezeichnet.

5.7.8. Abfallmanagement

5.7.8.1. Erzeugte Abfälle

Für seine Tätigkeiten zur Stromerzeugung, Anlagenwartung, Lagerung der Abfälle und Logistik erzeugt der Betrieb des Kraftwerks von Blayais zwei Arten von Abfällen: radioaktive Abfälle und konventionelle Abfälle.

- Radioaktive Abfälle werden entsprechend ihrer Radioaktivitätsklasse und der Halbwertszeit der enthaltenen Radionuklide eingestuft. Sie stammen aus:
 - Der Aufbereitung radioaktiver Ausflüsse: Filter, Aktivkohle, Verdampfungskonzentrate, Wasserfilter, Ionentauscherharze, Schlamm...;
 - Den Maßnahmen zum Handling der Brennelemente: Bündel, Stabhüllen, Brennelementgestelle...;
 - Den normalen Wartungsmaßnahmen: radioaktive Ausschussteile aus der Mechanik, Werkzeug, Stoffabfälle...;
- Die konventionellen Abfälle sind Abfälle, die in den Bereichen ohne radioaktive Stoffe erzeugt werden. Sie bestehen aus inerten Abfällen (Schutt, Erde...), nicht inerten ungefährlichen Abfällen (Holz, Verpackungen, Papier, Karton, Glas, Kunststoff, Metalle...) , und gefährlichen Abfällen (Lacke, Kohlenwasserstoffabfälle, Asbest...).

➤ WEITERE INFORMATIONEN ÜBER ... DEN ZYKLUS DER Brennelemente IN FRANKREICH

Der Hauptbrennstoff, der in Kernreaktoren verwendet wird, ist Uran, eine natürliche Ressource. Der „Brennelementezyklus“ bezeichnet sämtliche Industrieschritte, die die Brennelemente betreffen, vom Abbau des Erzes bis zur Lagerung der radioaktiven Abfälle aus den verbrauchten Brennstäben.

Der Brennelementezyklus besteht aus drei Schritten:

- Erste Phase des Zyklus: das Uran wird abgebaut, mittels eines chemischen Verfahrens in einen gasförmigen Zustand umgewandelt und angereichert. Dieses Material wird als Kernbrennstofftablette in hermetisch verschlossene Metallrohre eingesetzt, die zu Brennelementbündeln aus angereichertem Natururan (UNE – Uranium naturel enrichi) zusammengebaut werden.
- Zentrale Phase des Zyklus: diese Brennelementbündel werden in die Reaktoren geladen und vier bis fünf Jahre lang verwendet, um elektrischen Strom zu erzeugen.
- Letzte Phase des Zyklus: Nach diesem Zeitraum werden die Brennelementbündel ausgebaut und während einer ersten Phase zum Abbau der Wärme und Radioaktivität im Abklingbecken des Brennelementelagers des Kraftwerks zwischengelagert. Anschließend werden die Brennelementbündel nach der Aufbereitung in einem „geschlossenen Zyklus“ recycelt, wobei die recycelbaren Energieträger der verbrauchten Brennelemente (Plutonium und Uran) extrahiert und nur die Abfälle als solche betrachtet werden, die nicht wiederverwertbar sind.
- Aufgrund der Entscheidung der französischen Regierung für ein Recycling im „geschlossenen Zyklus“ können Ressourcen gespart und das erzeugte Abfallvolumen reduziert werden.



5.7.8.2. Modalitäten und Sektoren für das Abfallmanagement

Die verschiedenen Schritte für das Abfallmanagement sollen die Zumutbarkeit der Abfälle durch den oder die Sektoren gewährleisten, für die sie bestimmt sind, und die jeweiligen Auswirkungen verringern. Die Schritte des Abfallmanagements: Sortierung vor Ort, Sammeln, Prüfen, Verpackung und Abtransport.

■ Radioaktive Abfälle

Die radioaktiven Abfälle werden vor Ort nach Ortsdosisleistung (DeD – Débit d'équivalent de dose) – unter oder über 2 mSv/h bei Kontakt –, ihrem physikalischen Zustand (Feststoff oder Flüssigkeit), ihrer physikalischen Art und ihrem Produktionsort sortiert.

Sie werden an verschiedenen Stellen gesammelt, geprüft und verpackt, damit sie die Anforderungen der Spezifikationen des Sektors erfüllen, für den sie bestimmt sind (z. B. Verpackung in Betonverschalungen, Metallfässern oder Kunststoffbehältern für technologische, nur schwach radioaktive Abfälle, im Big-Bag oder Kisten für technologische, nur sehr schwach radioaktive Abfälle).

Die Zwischenlagerbereiche und -anlagen sowie die Zwischenlager-Referenzdauern von radioaktiven Abfällen berücksichtigen die Art und Radioaktivität der Abfälle sowie die Eigenschaften der Anlagen und Bereiche für die dazugehörigen Zwischenlageranlagen und Bereiche.

Nach der Zwischenlagerung werden die Abfälle des Standorts entsprechend ihrer Eigenschaften den jeweiligen Sektoren der nationalen Behörde für die Verwaltung radioaktiver Abfälle (ANDRA – Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs) und von Cyclife France (CENTRACO) zugeführt:

- Der Verbrennungssektor von Cyclife France (**CENTRACO**) zur Aufbereitung sogenannter „technologischer“ Abfälle (Vinyl, Papier, Lappen...), Ionentauscherharze, wässrige Ausflüsse, borhaltige Konzentrate, Öle und Lösemittel;
- Der Verbrennungssektor von Cyclife France (CENTRACO) zur Aufbereitung eisenhaltiger Metallabfälle und gemischter Abfälle sowie bestimmter massiver Teile, unter der Voraussetzung der Annahme der Anfrage;
- Der Lagerungssektor der ANDRA mit der Lagerstätte im Département Aube (CSA – Centre de stockage de l'Aube) oder des Industriezentrums mit Sammelzwischenlager- und -lagerstätte (CIRES – Centre industriel de regroupement d'entreposage et de stockage) sammeln, bereiten ggf. auf und lagern Abfälle mit sehr schwacher bis mittlerer Radioaktivität.

Das Aufbereitungs- und Verpackungszentrum **CENTRACO** (CENTre de TRAitement et de COnditionnement) ist eine Industrieanlage zur Aufbereitung von sehr schwach bis mäßig radioaktiven Abfällen mit kurzer Halbwertszeit.



©EDF

CENTRACO-Lebenszyklus – Trennen mit dem Schneidbrenner vor dem Einschmelzen

■ Konventionelle Abfälle

Konventionelle Abfälle werden in einer minimalen Entfernung vom Ort ihrer Erzeugung gesammelt. Bestimmte Abfälle werden im Überführungslager für konventionelle Abfälle am Standort gesammelt und zwischengelagert, bevor sie nach einer Kontrolle weitergeleitet werden, die gewährleistet, dass am Standortausgang keine Kontamination vorhanden ist. Die vom Kraftwerk von Blayais für konventionelle Abfälle eingesetzten Sektoren werden in zwei Arten unterteilt: der Abfallbeseitigungssektor und der Wiederverwertungssektor.

Die Wahl des Sektors wird von den zwei folgenden Prinzipien bestimmt:

- Der Hierarchie der Abfallaufbereitungsmethoden, die vorzugsweise in der folgenden Reihenfolge zur Anwendung kommen: Wiederverwendung, Recycling, sonstige Wiederverwertungen (insbesondere für die Wärmeengewinnung) und Abfallbeseitigung;
- Dem Prinzip der Standortnähe.

5.7.9. Maßnahmen zur Vermeidung und Minimierung der Auswirkungen und Kompensierungsmaßnahmen

ERC-MESSUNGEN

Die Reihenfolge „Vermeiden, verringern, kompensieren“ (ERC – Éviter, réduire, compenser) soll Umweltschäden vermeiden, diejenigen verringern, die nicht hinreichend vermieden wurden, und nach Möglichkeit die maßgeblichen Auswirkungen kompensieren, die weder vermieden noch hinreichend verringert werden konnten.

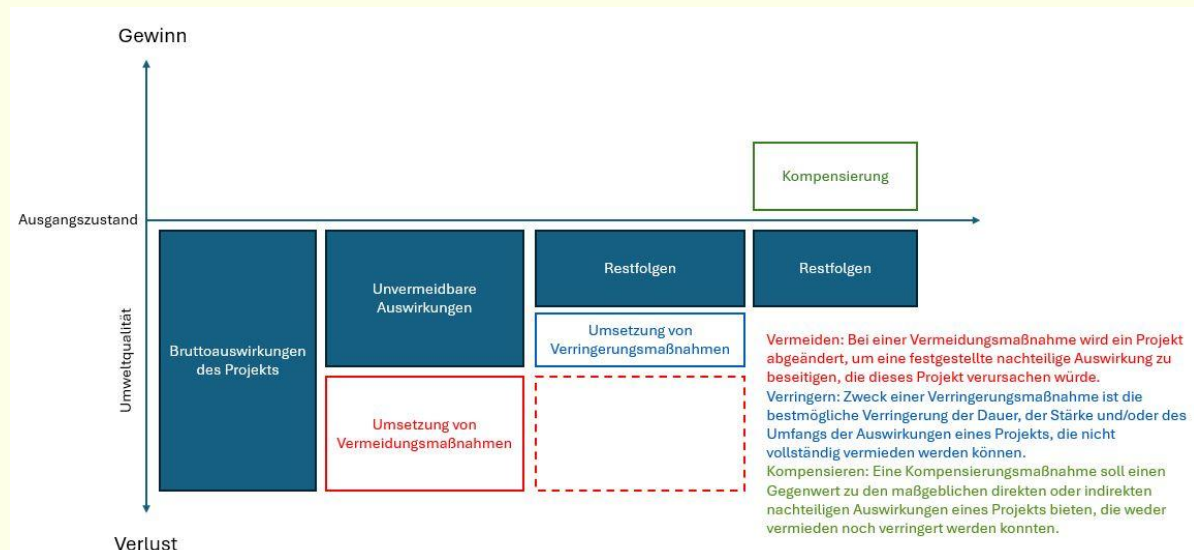


Abbildung der ERC-Sequenz in der französischen Rechtsprechung (Quelle: environnement.gouv.fr)

Luft und Klimafaktoren

Bei der Analyse der Auswirkungen auf Luft und Klimafaktoren wurden Verringerungsmaßnahmen berücksichtigt. Diese Analyse ergibt keine maßgeblichen Auswirkungen auf Luftqualität und Klima, so dass keine zusätzlichen Maßnahmen zur Kompensierung maßgeblicher negativer Folgen vorgeschlagen werden. Außerdem fördern die folgenden ergriffenen Maßnahmen die Begrenzung der CO₂-Freisetzungen hinsichtlich:

- der Personentransporte am Standort von Blayais:
 - Sämtliche Bereitschaftsfahrzeuge am Standort werden elektrisch betrieben;
 - Bereitstellung einer Buslinie seit etwa zehn Jahren;
 - Einrichtung eines Systems zur Förderung von Fahrgemeinschaften im Rahmen des Mobilitätsplan des Standorts durch Bereitstellung einer Austausch-Plattform und spezieller Parkplätze (in Eingangsnähe);
 - 2020 wurden im Rahmen des Implementierungsprogramms der Gruppe EDF EV100 100 Ladesäulen für Elektrofahrzeuge innerhalb der Kraftwerksgrenzen, sowie weitere Ladesäulen am Kraftwerk für Fahrzeuge mit hohem Nutzungsgrad aufgestellt. 2022 wurden weitere Ladesäulen installiert.
- Des Betriebs der Dieselmotoren: Implementierung eines Wartungsprogramms zur Vermeidung bzw. Verringerung der Abgasfreisetzungen. So kann z. B. die Verwendung eines Kraftstoffs mit sehr niedrigem Schwefelgehalt²⁶ und eines Frostschutzmittels aus Wasser und Glykol Verkokungen und Verlackungen in der Zylinderbohrung der Dieselmotoren begrenzen.

²⁶ Die Vorschriften fordern einen Schwefelgehalt unter 1 % Masse im schweren Heizöl gemäß der Verordnung vom 25. April 2000 über die Eigenschaften von schwerem Heizöl.

Das Kraftwerk von Blayais hat 2019 einen Dauerplan zur Verringerung von Schwefelhexafluoridaustritten implementiert, der die folgenden Regeln enthält: Suche und Lokalisierung des Lecks, Eindämmung und Behebung, Kontrolle und Prüfung, Implementierung eines Abbauplans.

■ **Oberflächengewässer**

Das Kraftwerk von Blayais verfügt über eine Organisation, die einen optimierten Umgang mit der Freisetzung seiner chemischen Ausflüsse in die Oberflächengewässer gewährleistet, und zwar:

- Verringerung an der Quelle der Erzeugung von Ausflüssen, insbesondere durch die Begrenzung der Produktmengen und der Chemikalienkonzentration in den flüssigen Ausflüssen;
- Selektives Sammeln der Ausflüsse, um jeden individuell so effizient wie möglich aufzubereiten oder ggf. sogar wiederzuverwenden;
- Sicherstellung der Leistungsfähigkeit der Ausflussaufbereitungsanlagen;
- Optimierung der Aufbereitung der Leitungssysteme, um die Freisetzungen von Chemikalien auf das absolute Minimum zu reduzieren, ohne jedoch die Wirksamkeit dieser Aufbereitungen zu beeinträchtigen.
- Überwachung der Beachtung der Vorschriften, hauptsächlich hinsichtlich der Modalitäten zur Kontrolle der Ausflüsse vor bzw. während einer Freisetzung und der Überwachung des Umfelds im Bereich des Kraftwerks von Blayais;
- Festlegung von jährlichen Freisetzungsziele unter den vorgeschriebenen Grenzwerten und Anstreben der kontinuierlichen Verbesserung;

Jede der vom Kraftwerk von Blayais implementierte Maßnahme entspricht der jeweils „Besten verfügbaren Technik“ (MTD – Meilleure technique disponible);

■ **Böden und Grundwasser**

Die wichtigsten Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung der Auswirkungen auf die Böden und das Grundwasser sind dazu bestimmt, die Gefahr des Eindringens in die Böden und das Grundwasser auf ein Minimum zu reduzieren, unter Beachtung der Besonderheiten der gehandhabten Stoffe, die während der Bauphase, des Betriebs und der Wartung der betreffenden Anlagen und Vorrichtungen möglicherweise die Böden und das Grundwasser belasten könnten.

Die Lagerung und Verwendung von Gefahrstoffen unterliegen strengen Vorschriften. So erfolgt die Lagerung unter maximalen Vorbeugungsmaßnahmen, um ihre Freisetzung in die Umwelt zu verhindern (Sammelbecken, Verlagerung in abgedichtete Bereiche). Strategische Bereiche werden für den Fall von Freisetzungen mit Schadstoffsammelsets ausgestattet. Außerdem werden die Mitarbeiter auf die Problematiken hinsichtlich des Umgangs mit Gefahrstoffen hingewiesen. Die Schalwände bilden eine Barriere für die Schwemmlandgrundwasserströmungen und tragen so dazu bei, die Kontamination des Grundwassers im Falle eines versehentlichen Verschüttens im Bereich der Bauwerke zu vermeiden.

Außerdem verfügt das Kraftwerk von Blayais über Mittel zur Vermeidung und Minimierung der potenziellen Auswirkungen des Anlagenbetriebs, die entweder schon bei der Planung oder nachträglich im Rahmen der kontinuierlichen Verbesserung der Anlagen implementiert wurden. Zur effizienten Überwachung des Grundwasserzustands und frühzeitigen Erkennung möglicher Störfälle wurde ein Netzwerk aus Piezometern eingerichtet.

■ **Radioökologie**

Die implementierten Entwicklungs- und Betriebsmaßnahmen dienen der Begrenzung der Freisetzungen radiologischer Ausflüsse:

- Durch Verringerung der Schadstoffmengen an der Quelle (Recycling der Ausflüsse des Primärkreises, Verbesserung der Abdichtung der Brennstabhüllen, Brennstabhüllen aus Zirkoniumlegierung, die fast das gesamte bei der Spaltung entstehende Tritium im Innern der Brennstäbe isoliert);
- Durch eine **Filterung** oder spezielle Aufbereitung vor der Freisetzung;
- Durch Optimierung der Aktivitätskonzentration der in den Ausflüssen vorhandenen Radionuklide anhand des **radioaktiven Zerfalls** dieser Radionuklide;
- Durch Steuerung der Freisetzungen.

Die **Filterung** dient dazu, den Großteil der Radionuklide vor ihrer Freisetzung auszufiltern. Die Kernkraftwerke von EDF sind mit hochwirksamen Filtern (THE – Très haute efficacité) ausgestattet.

Der **radioaktive Zerfall** bezeichnet die Verringerung der Radioaktivität eines radioaktiven Stoffs durch spontane Zersetzung im Laufe der Zeit.

■ **Artenvielfalt**

Zusätzlich zu den bereits erläuterten Maßnahmen werden spezielle Maßnahmen zugunsten der Fauna und Flora im Rahmen der Entwicklung der Wasserentnahmebauwerke vorgeschlagen, um das Ansaugen von Lebewesen im Bereich der Wasserentnahme zu verhindern. So verhindern z. B. am Eingang der Pumpstation feste Vorfilterungsgitter mit einem Durchlass von 9 cm zwischen den Stangen das Eindringen von schwimmenden Gegenständen und größeren Individuen (> 100 mm). Trotz dieses Konzepts der Wasserentnahme werden Lebewesen angesaugt und von den Drehfiltern (Filtertrommeln) aufgehalten, sobald sie größer als 3 mm sind. Daher wurde ein System zum Abwaschen der Lebewesen mit Niederdruck (1 bar) vor ihrer Zurückleitung in die Umwelt entwickelt und an den acht Filtertrommeln des Standorts installiert, um zu verhindern, dass diese Lebewesen in den Filtern hängen bleiben.

Bezüglich der Vögel und Landlebewesen setzt sich das Kraftwerk von Blayais aktiv an der Seite seiner historischen Partner für den Schutz der lokalen biologischen Vielfalt ein. Seit 1984 unterhält das Kraftwerk eine Partnerschaft mit der Jägervereinigung „Fédération de Chasse de la Gironde“ und weiteren lokalen Akteuren zur Pflege eines Vogelschutzgebiets. Dort werden zahlreiche Aktionen zur Entwicklung eines vielfältigen Mosaiks aus feuchten Lebensräumen und zum Wassermanagement des Standorts durchgeführt, um Wasservögeln während der Überwinterung oder Brutzeit bestmögliche Bedingungen zu bieten.

■ **Bevölkerung und deren Gesundheit**

Die Maßnahmen zur Vermeidung und Reduzierung der Auswirkungen der Freisetzungen in die Atmosphäre und die Oberflächengewässer wurden bereits in den vorstehenden Absätzen erläutert.

In Bezug auf die Lärmbelastung werden bereits während der Entwicklungen Maßnahmen zur Verringerung der Lärmbelastungsquellen ergriffen. An bestimmten Gerätschaften und Anlagen werden Messungen durchgeführt. Es werden auch Maßnahmen zur Begrenzung der potentiellen Lärmbelastung durch temporäre Anlagen oder Versuche ergriffen (Wahl der am wenigsten störenden Zeitfenster, Durchführungsorte, Wahl der Verfahren oder Gerätschaften, Einrichtung von Lärmschutzvorrichtungen).

Hinsichtlich der Lichtemissionen durch die Beleuchtungen werden Maßnahmen zur Verringerung der Belästigung ergriffen: Ausrichtung der Leuchten zum Kraftwerksstandort hin und auf den Boden, Begrenzung der Beleuchtung auf das für die Sicherheit des Kraftwerksareals nötige Minimum und außerhalb der Arbeitszeiten.

■ **Menschliche Aktivitäten**

Die bereits durchgeführte Analyse der Auswirkungen auf die menschlichen Aktivitäten weist keine negativen Einflüsse auf, mit Ausnahme der Fischerei, auf die das Kraftwerk voraussichtlich begrenzte Auswirkungen hat. Die Maßnahmen zur Verringerung dieser möglichen Auswirkungen auf den Fischfang wurden im vorstehenden Abschnitt dargelegt (einschließlich der finanziellen Unterstützung der Tierschutzvereinigungen wie z. B. der Verein zur Wiedereinbürgerung des Aals („Association de repeuplement de l’anguille“), der Teilnahme an Programmen zur Verbesserung der Kenntnisse und der Bereitstellung von Überwachungsdaten aus der Mündung zugunsten von wissenschaftlichen Studien). Daher werden keine Maßnahmen zur Vermeidung, Verringerung oder Kompensierung maßgeblicher negativer Folgen vorgeschlagen.

■ **Abfallmanagement**

Das Konzept des Standorts von Blayais ermöglicht ein optimiertes Management der Abfälle aus dem Betrieb seiner Anlagen, das auf folgenden Punkten beruht:

- Der Verringerung der Menge und Schädlichkeit der Abfälle an der Quelle;
- Der Sortierung und selektive Sammlung der Abfälle;
- Die Einrichtung von leistungsstarken Aufbereitungsverfahren, die die Annahmespezifikation des oder der Sektoren erfüllen, für die diese Abfälle bestimmt sind.

Die verschiedenen Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Minderung der Auswirkungen wurden bei der Analyse der kurz-, mittel- und langfristigen negativen und positiven, direkten und indirekten, zeitweiligen und dauerhaften Auswirkungen der Abfälle berücksichtigt.

Diese Analyse ergibt keine maßgeblichen Auswirkungen, so dass keine zusätzlichen Maßnahmen zur Vermeidung, Verringerung oder Kompensierung maßgeblicher negativer Folgen vorgeschlagen werden.

5.7.10. Auswirkungen der Stilllegung des Kraftwerks auf den Klimawandel

Im Falle einer hypothetischen endgültigen Stilllegung des Kraftwerks verringern sich die Auswirkungen auf die Umwelt unter anderem aufgrund der geringeren Wasserentnahme- und Freisetzungsmengen. Wie bereits erläutert, sorgen das Konzept, die ständigen Verbesserungen, die während des 40jährigen Betriebs implementiert wurden, die Maßnahmen für die Artenvielfalt, die Kontrolle des Betriebs dafür, dass der normale Betrieb des Kraftwerks keine maßgeblichen negativen Auswirkungen auf seine Umwelt verursacht. Seine Stilllegung würde keine nennenswerten Vorteile für die Umwelt bieten. Andererseits würde die Stilllegung des Kraftwerks zu einer deutlichen Zunahme der Treibhausgasfreisetzungen führen,

da die Erzeugung von Strom durch Kernenergie nur sehr wenig Treibhausgase freisetzt. 4 Gramm CO₂-Äquivalent pro kWh gemäß der [Lebenszyklusanalyse \(ACV\) pro kWh aus Kernkraft](#) für den gesamten Lebenszyklus des aktuellen französischen Kraftwerksparks, im Verhältnis zu einem Durchschnittswert von 224 g CO₂/kWh für den europäischen Energiemix (<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-du-climat/fr/>).

Das Kraftwerk von Blayais erzeugt durchschnittlich 23 TWh/Jahr Strom, wobei weniger als 92.000 Tonnen CO₂ freigesetzt werden.

Im Falle einer endgültigen Stilllegung des Kernkraftwerks von Blayais würde der CO₂-Ausstoß zur Erzeugung der gleichen Menge Strom aus dem europäischen Energiemix um mehr als 5 Millionen Tonnen CO₂²⁷ ansteigen.

²⁷Ausgehend von der CO₂-Absorptionskapazität von ca. 4 T CO₂/ha/Jahr eines Laubwaldes müssten mehr als 1.250.000 Hektar (125 km x 100 km) Wald gepflanzt werden, um die Freisetzung dieser zusätzlichen CO₂-Menge in die Atmosphäre zu kompensieren.



Im Falle eines Kernreaktorunfalls können potentiell gesundheitsschädliche radioaktive Stoffe in die Umwelt entweichen.

Dieses Kapitel beschreibt die Auswirkungen auf den Menschen und die Umwelt aufgrund eventueller radiologischer Störfälle und Unfälle. Zur Prüfung des Konzepts von Kernkraftanlagen gelten in Frankreich Höchstwerte für die radiologischen Folgen oder Maximaldosiswerte, die unter Berücksichtigung der Häufigkeit von Unfällen festgelegt werden. So gelten zum Beispiel für Störfälle mit mäßiger Häufigkeit (ein Unfall in über 100 Betriebsjahren) Dosen, die durch das französische Sozialgesetzbuch festgelegt sind. Auch zum Beispiel bei sehr hypothetischen schwereren Unfällen mit Kernschmelze müssen die Folgen räumlich und zeitlich begrenzt bleiben und mit dem Management der Situation durch die Behörden kompatibel sein, um die Bevölkerung zu schützen. Daher wurden die Störfälle und Unfälle, auch solche mit Kernschmelze, bei der Entwicklung und dem Betrieb des Kraftwerks berücksichtigt, damit ihre Folgen verringert und eingeschränkt werden können.

Grenzüberschreitende Auswirkungen sind nur bei Unfällen mit Kernschmelze wahrscheinlich. Während des normalen Betriebs oder sonstiger Unfälle sind diese Auswirkungen tatsächlich vernachlässigbar. Ein solcher Unfall mit Kernschmelze ist ein sehr unwahrscheinliches extremes Ereignis, das nur bei einem Ausfall mehrerer Schutzsysteme und Steuerungssysteme des Reaktors auftreten kann. Die Auswirkung der Ausbreitung radioaktiver Stoffe in einem Umkreis von bis zu 1.000 km um das Kraftwerk im Falle eines Unfalls mit Kernschmelze wurde gemäß dem Prinzip des „Worst Case“ untersucht.

Nach der endgültigen Stilllegung des Reaktors werden die verbrauchten Brennelemente während der Rückbauvorbereitungsphase aus dem Reaktor in das Lagerbecken überführt. Danach ist die Möglichkeit eines Unfalls mit Kernschmelze nicht mehr gegeben (siehe § 4.4).

6.1. Anforderungen hinsichtlich der radiologischen Folgen

6.1.1. Ansatz zur Bewertung der radiologischen Folgen

Um zu prüfen, dass die (in 4 Kategorien eingestuft) zusätzlichen oder Bemessungsstörfälle und -unfälle, oder die Unfälle mit Kernschmelze – auch in einem grenzüberschreitenden Kontext – nur begrenzte radiologische Folgen für die Bevölkerung haben, werden die Ergebnisse der Dosisberechnungen mit den an die untersuchte Situation angepassten Dosisgrenzwerten verglichen. Da die für eine Kernkraftanlage möglichen Auslöser nicht die gleichen Wahrscheinlichkeiten eines Auftretens aufweisen, müssen die erlittenen radiologischen Folgen umso geringer sein, je höher die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls ist.

Außerdem werden diese Dosisgrenzwerte auch hinsichtlich des zu betrachtenden Zeitraums untersucht:

- Die Dosis für die kurzfristige Phase des Unfalls, die auf 24 Stunden und auf 7 Tage berechnet wird,
- Und die langfristige Dosis, die für die strahlenempfindlichste Bevölkerung auf 50 Tage berechnet wird.

Diese Dosen werden für die Entfernung berechnet, in der sich bei den Kraftwerken der 900 MWe-Klasse oder den konventionellen Kraftwerken die nächstgelegenen Wohnstätten befinden (650 m bzw. 2, 5 und 10 km). Bei den Reaktoren von Blayais liegen die nächstgelegenen Wohnstätten in einer Entfernung von 900 m.

Die Bewertung der radiologischen Folgen von Unfällen beruht auf einer annehmbar pessimistischen Bewertung der Freisetzungen in die Umwelt, unter Berücksichtigung aller Übertragungswege von den Brennelementen bis zu den Grenzen der Anlagen. Die Dosen aufgrund der freigesetzten radioaktiven Stoffe werden dann auf der Grundlage realistischer Szenarien bewertet, ohne dabei eventuelle Schutzmaßnahmen zu berücksichtigen. Dies betrifft insbesondere die folgenden Dosen:

- Die kurz- oder langfristige Gesamtwirkdosis (oder Gesamtkörperdosis)
- Die für die kurzfristige Phase geschätzte schilddrüsenäquivalente Dosis.

Die Bewertung der Wirkdosen berücksichtigt alle internen und externen Expositionswege (Wolke, Ablagerungen, Einatmen und Verschlucken).

Um die Auswirkungen der freigesetzten Radioaktivität auf den Menschen und die Umwelt möglichst umfassend beurteilen zu können, wird die Messung der Dosen durch eine Bewertung des Abstands vervollständigt, unter dem die Kontamination der Nahrungsmittel (insbesondere bei Milch und Pflanzen) die in der Europäischen Union geltenden Grenzwerte für die Vermarktung überschreitet (maximal zulässige Level (NMA – Niveaux maximaux admissibles)).

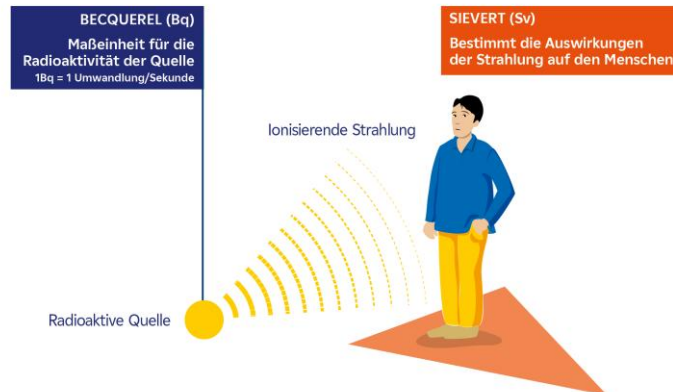
Alle diese Dosimetriebewertungen berücksichtigen die Unsicherheiten aufgrund mangelnder Kenntnisse. Es wurden keine Kenntnislücken festgestellt, die eine aussagekräftige Bestimmung dieser Dosen verhindern könnten, deren Ergebnisse im Folgenden näher beschrieben werden.

6.1.2. Anforderungen an die Ergebnisse

Bezugswerte der maximalen radiologischen Folgen:

- 1. Kategorie – Normalbetrieb: Einhaltung der vom französischen Sozialgesetzbuch festgelegten Dosisgrenzwerte; die Beachtung dieser Werte wird durch die Einhaltung der in den Beschlüssen der Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR – Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz) festgelegten Freisetzungsgrenzwerten für radioaktive Stoffe gewährleistet.
- 2. Kategorie – Mäßig häufige Störfälle: Beachtung der dem Kraftwerk zugestandenen jährlichen Freisetzungen für jeden Störfall der 2. Kategorie. Die Auswirkungen dieser Freisetzungen übersteigen an der Standortgrenze nicht den Wert von 1 mSv/Jahr.
- 3. Kategorie – Sehr selten auftretende Unfälle: kurzfristige Wirkdosis < 10 mSv.
- 4. Kategorie – Hypothetische Unfälle: kurzfristige Wirkdosis < 50 mSv.
- Zusätzliche Ereignisse und Unfälle: kurzfristige Wirkdosis < 50 mSv.

MAßEINHEITEN DER RADIOAKTIVITÄT



Diese Beschreibung beschränkt sich auf die am häufigsten verwendete Einheiten:

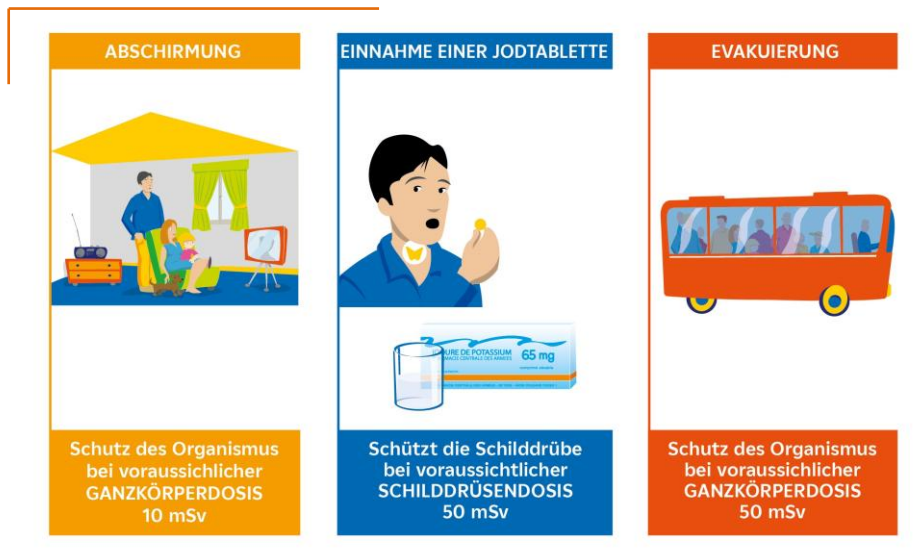
- Das **Becquerel (Bq)** misst die Radioaktivität der Quelle, d. h. die Anzahl Kernumwandlungen pro Sekunde. Diese Einheit ist extrem klein: Die Radioaktivität von Granit beispielsweise beträgt 1.000 Bq/kg.

- Das **Sievert (Sv)** gibt die Auswirkungen der Strahlung auf den Menschen an. Die Exposition wird im Allgemeinen in Millisievert (mSv) oder Mikrosievert (µSv) angegeben.

Beispiel: in Frankreich liegt die Exposition einer Person durch natürliche Radioaktivität im Durchschnitt bei 3 mSv pro Jahr.

Im Hinblick auf die **kontinuierliche Verbesserung** zielt die 4. periodische Sicherheitsüberprüfung darauf ab, möglichst bei allen Bemessungsunfällen oder zusätzlichen Ereignissen oder Unfällen auf die Implementierung von Schutzmaßnahmen für die Bevölkerung (Abschirmung, Evakuierung, Verabreichung von stabilem Jod) verzichten zu können. Die Ergebnisse werden mit Bezugswerten verglichen, die den Einsatzleveln bei radiologischen Notstandssituationen entsprechen:

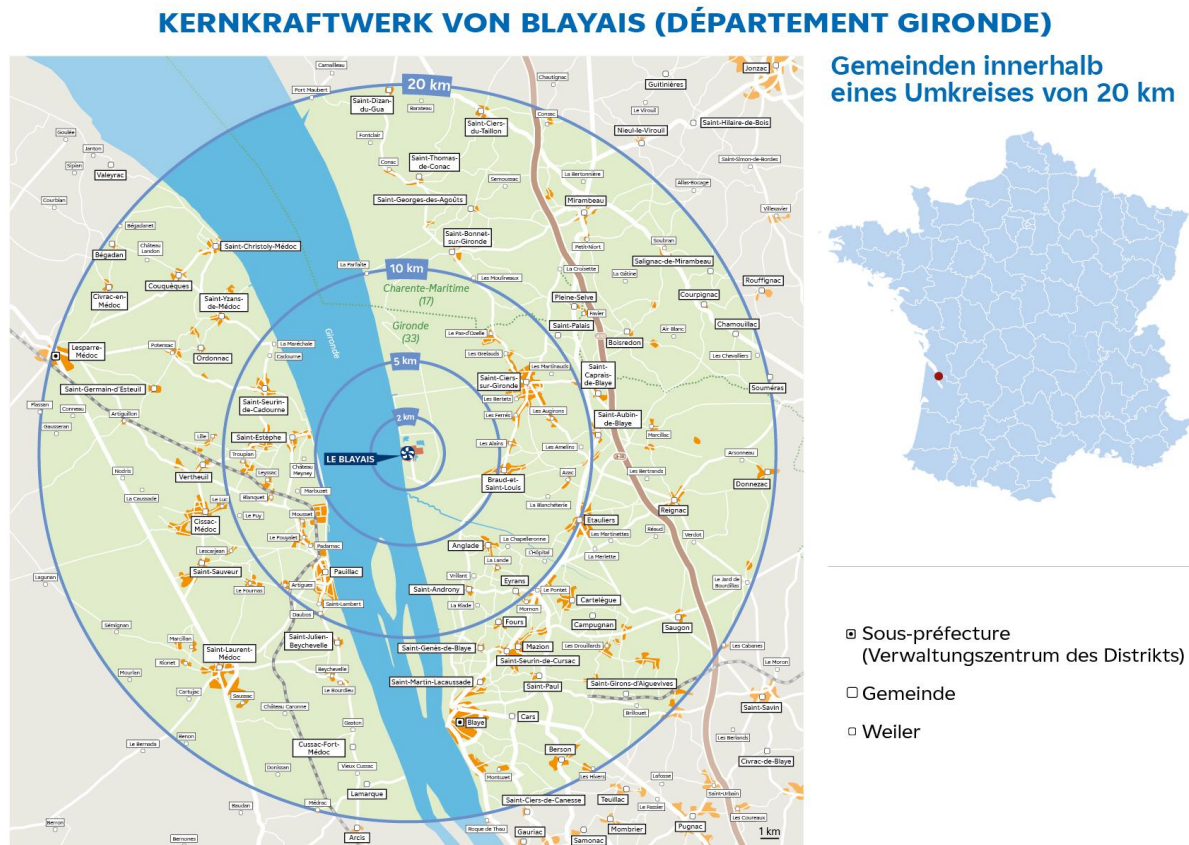
- Eine Wirkdosis von 10 mSv für die Abschirmung,
- Eine Wirkdosis von 50 mSv für die Evakuierung,
- Eine schilddrüsenäquivalente Dosis von 50 mSv für die Verabreichung von stabilem Jod.



Bei den **langfristigen Gesamtwirkdosen** aus Unfällen entspricht der festgelegte Referenzwert dem Dosisgrenzwert aus dem französischen Arbeitsgesetzbuch, d. h. 1 Sv (Grenzwert im Verhältnis zu der von einem Arbeitnehmer für die Gesamtlebensdauer erhaltene Gesamtwirkdosis bei radiologischen Notstandssituationen, Artikel R. 4451-9).

6.2. Radiologische Folgen

Die folgende Karte zeigt die Bereiche, die von den in diesem Abschnitt genannten Abständen betroffen sind.



6.2.1. Radiologische Folgen der Bemessungsunfälle

Ergebnisse für Störfälle der 2. Kategorie

Die Störfälle der 2. Kategorie entsprechen auslösenden Ereignissen mit einem mäßigen jährlichen Aufkommen im Laufe der Lebensdauer des Kraftwerks (ein Störfall für maximal 100 Betriebsjahre), die zur Implementierung eines Schutzsystems führen. In diesen Szenarien ist die Integrität der Schutzhüllen gewährleistet.

Die Werte der Gesamtwirkdosen und kurzfristigen schilddrüsenäquivalenten Dosen für die strahlenempfindlichsten Bevölkerungsgruppen liegen in einem Abstand von 650 m (erste Wohnstätten bei sämtlichen Kraftwerken der 900 MWe-Klasse) in der Größenordnung einiger Dutzend μSv und damit weit unter dem Bezugswert der 2. Kategorie. Die kurzfristigen Ergebnisse der Studien über die radiologischen Folgen von Unfällen der 2. Kategorie werden nachfolgend für die in dieser Kategorie beschriebenen Szenarien zusammengefasst:

Bezugswerte	Kurzfristige Gesamtwirkdosis
Verlust aller externen Stromversorgungen	1 mSv
Unbeabsichtigtes Öffnen eines Ventils im Sekundärkreis (OISS) oder Bruch einer Dampfleitung	$5,0 \cdot 10^{-4}$ mSv
	$1,5 \cdot 10^{-3}$ mSv

Bei Störfällen der 2. Kategorie ist die Gesamtwirkdosis im Bereich der ersten Wohnstätten für alle Kraftwerke der 900 MWe-Klasse auf $5,3 \cdot 10^{-2}$ mSv/Jahr begrenzt.

Ergebnisse für Unfälle der 3. Kategorie

Die Unfälle der 3. Kategorie entsprechen auslösenden Ereignissen mit einem geringen jährlichen Aufkommen im Laufe der Lebensdauer des Kraftwerks (ein Unfall für 100 bis 10.000 Betriebsjahre), die zu begrenzten Sachschäden an einem geringen Prozentsatz der Brennelementbündel führen können. Die geometrische Struktur des Reaktorkerns bleibt bestehen, so dass seine Kühlung weiterhin gewährleistet ist. Die Integrität der Reaktorschutzhülle bleibt bestehen, der Bruch einer Leitung des Dampferzeugers führt lediglich zur Umgehung der 3. Schutzhülle.

Folgende kurzfristige radiologische Folgen solcher Unfälle der 3. Kategorie für die strahlenempfindlichsten Bevölkerungsgruppen in einem Abstand von 650 m (erste Wohnstätten bei sämtlichen Kraftwerken der 900 MWe-Klasse) sind möglich:

	Gesamtwirkdosis	Schilddrüsenäquivalente Dosis
Bezugswerte	10 mSv	50 mSv
Verlust des Kältemittels im Primärkreis (kleiner Riss mit einem Durchmesser von max. 25 mm)	$5,7 \cdot 10^{-3}$ mSv	$1,0 \cdot 10^{-1}$ mSv
Entnahme eines einzigen Bündels zur Leistungsregelung	$9,1 \cdot 10^{-1}$ mSv	6,9 mSv
Bruch des Behälters zur Volumen- und Chemikalienprüfung	$3,1 \cdot 10^{-2}$ mSv	$3,0 \cdot 10^{-4}$ mSv
Bruch des Behälters zur Lagerung gasförmiger Ausflüsse	$1,9 \cdot 10^{-1}$ mSv	$2,0 \cdot 10^{-2}$ mSv
Bruch einer Leitung des Dampferzeugers (RTGV – Rupture de tube de générateur de vapeur)	$8,9 \cdot 10^{-1}$ mSv	7,9 mSv

Die langfristigen radiologischen Folgen werden für Erwachsene in einer Entfernung von 2 km vom Freisetzungspunkt über eine Dauer von 50 Jahren nach dem Unfall bewertet. Die für einen „Worst Case“-Unfall der 3. Kategorie gemessenen Dosen liegen innerhalb der Grenzen der Bezugswerte: Beim Bruch einer Leitung des Dampferzeugers der 3. Kategorie liegt die Gesamtwirkdosis bei ca. 4 mSv.

Ergebnisse für Unfälle der 4. Kategorie

Die Unfälle der 4. Kategorie entsprechen hypothetischen auslösenden Ereignissen (ein Unfall für 10.000 bis 1.000.000 Betriebsjahre). Diese Unfälle betreffen die Reaktorschutzhülle und können zur Beschädigung der Brennelementbündel führen. Die geometrische Struktur des Reaktorkerns wird dennoch nicht beschädigt, so dass die Reaktorkernkühlung hinreichend gewährleistet ist und die Systeme verfügbar bleiben, die die Folgen des Unfalls einschränken sollen.

Folgende kurzfristige radiologische Folgen solcher Unfälle für die strahlenempfindlichsten Bevölkerungsgruppen in einem Abstand von 650 m (erste Wohnstätten bei sämtlichen Kraftwerken der 900 MWe-Klasse) sind möglich:

	Gesamtwirkdosis	Schilddrüsenäquivalente Dosis
Bezugswerte	50 mSv	50 mSv
Unfall beim Handling der Brennelemente	2,6 mSv	1,3 mSv
Umfangreicher Bruch einer Dampfleitung	$2,0 \cdot 10^{-2}$ mSv	$1,4 \cdot 10^{-1}$ mSv
Blockieren des Rotors einer Primärkreispumpe	$4,0 \cdot 10^{-1}$ mSv	3,6 mSv
Auswurf eines Bündels zur Leistungsregelung	1,2 mSv	10 mSv
Bruch einer Leitung des Dampferzeugers, zusammen mit dem Blockieren eines Ventils in geöffneter Stellung (RTGV Kategorie IV)	7,2 mSv	100 mSv
Unfall mit Verlust von Primärkreiskältemittel (APRP – Accident de perte réfrigérant primaire)	3,5 mSv	35 mSv

Ein Unfall mit Bruch einer Leitung des Dampferzeugers führt zu einer schilddrüsenäquivalenten Dosis von weniger als 50 mSv in einer Entfernung von mehr als 1 km. Um das Überschreiten des Bezugswerts der schilddrüsenäquivalenten Dosis einzuschränken, wurden Maßnahmen zur Risiken-Begrenzung ergriffen. Dabei handelt es sich insbesondere um die Verringerung des Radioaktivitätsgrenzwerts des Primärkreiswassers und die Änderung der von einem solchen Unfall betroffenen Leitung (siehe Abs. 6.3.1).

Die langfristigen radiologischen Folgen werden für Erwachsene in einer Entfernung von 2 km vom Freisetzungspunkt über eine Dauer von 50 Jahren nach dem Unfall bewertet. Die für einen „Worst Case“-Unfall der 4. Kategorie gemessenen Dosen liegen innerhalb der Grenzen der Bezugswerte: Beim Bruch einer Leitung des Dampferzeugers (RTGV) der 4. Kategorie liegt die Gesamtwirkdosis unter 30 mSv für den kompletten Organismus.

Schlussfolgerungen für den Bemessungsbereich

Bei Unfällen der 2. Kategorie sind die radiologischen Folgen im Bereich der ersten Wohnstätten gering (kurzfristige Wirkdosis weit unter 1 mSv).

Bei Unfällen der 2. Kategorie überschreitet die Kontaminierung der Nahrungsmittel für den menschlichen Verzehr in einer Entfernung von mehr als 1 km nicht die Vermarktungsgrenzwerte und liegt nach einem Jahr unter diesem Grenzwert.

Die Ziele hinsichtlich der radiologischen Folgen der Unfälle der 3. und 4. Kategorie werden erreicht. Im Anschluss an die für dieses Szenario festgestellte Überschreitung des Bezugswerts für die schilddrüsenäquivalente Dosis in einer Entfernung von weniger als 1 km von den Reaktoren wurden die Ergebnisse des Bruchs einer Leitung des Dampferzeugers (RTGV) der 4. Kategorie durch Maßnahmen zur Begrenzung der Risiken verbessert. Die Maßnahmen zur Risikobegrenzung werden im Abs. 6.3.1 beschrieben.

Bei den Situationen der 3. und 4. Kategorie führt nur das Szenario des Bruchs einer Leitung des Dampferzeugers (RTGV) der 4. Kategorie zu einer Kontaminierung der Nahrungsmittel, aufgrund der die Vermarktungswerte in einer Entfernung von 10 km nach 7 Tagen überschritten werden. Diese Situation wäre zeitlich begrenzt: Unabhängig von dem betrachteten Unfall liegen nach 2 Jahren die maximal zulässigen Level (NMA – Niveaux maximaux admissibles) unter den jeweiligen Grenzwerten.

■ **Grenzüberschreitende Auswirkungen der Bemessungsunfälle**

In Anbetracht der jeweiligen Entfernungen für die nachfolgend geschätzten Auswirkungen werden im Falle eines Bemessungsunfalls keine besonderen Auswirkungen auf die Nachbarstaaten erwartet, weder kurzfristig, noch auf lange Sicht infolge der Schadstoffkumulierung.

6.2.2. Radiologische Folgen der zusätzlichen Unfälle

Untersuchungen der zusätzlichen Unfälle waren zum Zeitpunkt der ursprünglichen Entwicklung der Kernreaktoren von Blayais nicht vorgesehen. Diese Untersuchungen behandeln Kumulierungsszenarien, die von den als plausibel betrachteten Störungen unabhängig sind, obgleich sie nur sehr selten auftreten (mindestens ein Unfall alle ca. 5.000.000 Betriebsjahre). Die Szenarien zeichnen sich durch die Häufigkeit ihres Auftretens aus, die im Rahmen von Wahrscheinlichkeitsstudien zur nuklearen Sicherheit (EPS – Étude probabiliste de sûreté) ermittelt wurden. Anschließend wird zur Absicherung dieser Situationen aus kumulierten Störungen eine zusätzliche Maßnahme festgelegt und durch Anforderungen an die nukleare Sicherheit vervollständigt, um die funktionale Verfügbarkeit zu gewährleisten und so die Häufigkeit dieses Szenarios zu verringern. Diese Vorgehensweise hat zur Ermittlung von über 30 bei der Entwicklung nicht geplanten Verbesserungsmaßnahmen geführt.

Die Untersuchungen zu den radiologischen Folgen der zusätzlichen Unfälle dient dazu, die nukleare Sicherheit der Anlage nachzuweisen und sicherzustellen, dass ihre radiologischen Folgen aufgrund der Häufigkeit ihres Auftretens die Bezugswerte der 4. Kategorie der Bemessungsunfälle erfüllen.

Ziel der Berechnung der radiologischen Folgen der zusätzlichen Unfälle ist der Nachweis, dass die Freisetzungen von radioaktiven Stoffen außerhalb des Kraftwerks aufgrund der Implementierung der festgelegten zusätzlichen Maßnahmen nur begrenzte Folgen für die Bevölkerung und die Umwelt aufweisen.

Die Ergebnisse der Untersuchungen der radiologischen Folgen der zusätzlichen Unfälle werden im Folgenden zusammengefasst. Bei den nicht genannten Unfällen wurden die radiologischen Folgen in die bereits beschriebenen aufgenommen.

Folgende kurzfristige radiologische Folgen solcher Unfälle für die strahlenempfindlichsten Bevölkerungsgruppen in einem Abstand von 650 m (erste Wohnstätten bei sämtlichen Kraftwerken der 900 MWe-Klasse) sind möglich:

	Gesamtwirkdosis	Schilddrüsenäquivalente Dosis
Bezugswerte	50 mSv	50 mSv
Unfall mit Verlust des Kühlsystem des stillgelegten Reaktors (RRA – Refroidissement du réacteur à l'arrêt)	$2,3 \cdot 10^{-1}$ mSv	3,8 mSv
Verlust der Kühlung des Beckens im Brennelementelager	$8,5 \cdot 10^{-3}$ mSv	$1,5 \cdot 10^{-1}$ mSv
Unfall mit Verlust aller externer Stromversorgungen (PTAE – Perte totale des alimentations électriques)	$3,6 \cdot 10^{-2}$ mSv	$2,2 \cdot 10^{-1}$ mSv

Die langfristigen radiologischen Folgen werden für Erwachsene in einer Entfernung von 2 km vom Freisetzungspunkt über eine Dauer von 50 Jahren nach dem Unfall bewertet. Die für einen „Worst Case“-Zusatzunfall gemessenen Dosen liegen innerhalb der Grenzen der Bezugswerte: Beim Verlust des Kühlsystem des stillgelegten Reaktors (RRA – Refroidissement du réacteur à l'arrêt) liegt die Gesamtwirkdosis unter 1,0 mSv für den kompletten Organismus.

Die ermittelten Dosen liegen innerhalb der Bezugswerte für zusätzliche Unfälle; für die Bevölkerung sind keine Schutzmaßnahmen erforderlich.

Bei zusätzlichen Situationen überschreitet die Kontaminierung der Nahrungsmittel für den menschlichen Verzehr in einer Entfernung von mehr als 5 km nach 7 Tagen nicht die Vermarktungsgrenzwerte; nach einem Jahr beträgt diese Entfernung nicht einmal mehr 1 km.

■ **Grenzüberschreitende Auswirkungen der zusätzlichen Unfälle**

In Anbetracht der jeweiligen Entfernungen für die nachfolgend geschätzten Auswirkungen werden im Falle eines zusätzlichen Unfalls keine besonderen Auswirkungen auf die Nachbarstaaten erwartet, weder kurzfristig, noch auf lange Sicht infolge der Schadstoffkumulierung.

6.2.3. Radiologische Folgen möglicher Unfälle mit Kernschmelze

Aufgrund der Maßnahmen, die bei der ursprünglichen Entwicklung des Reaktors ergriffen wurden, sowie derjenigen, die während des Betriebs implementiert werden, insbesondere im Rahmen der periodischen Sicherheitsüberprüfungen (siehe Abs. 6.3.4), ist das Auftreten eines Unfalls mit Reaktorkernschmelze sehr unwahrscheinlich, da dies das Scheitern der implementierten Vorbeugungsmaßnahmen voraussetzt. Dennoch wurden die Folgen eines solchen „hypothetischen Unfalls mit Reaktorkernschmelze“ für die Level 4 und 5 des Tiefenabwehrkonzepts untersucht (siehe Abs. 4.2.1). Für diese Studien wird von einem Unfall mit Reaktorkernschmelze ausgegangen, d. h., dass eine Ereignisfolge zur mindestens teilweisen Schmelze des Reaktorkerns geführt hat, und dass außer dem Verlust der ersten Schutzhülle (Brennstäbe) auch der Verlust der zweiten Schutzhülle (Primärkreis einschließlich Becken) möglich ist.

Kernschmelzebedingte Ereignisse in Verbindung mit dem Verlust der zwei ersten Schutzhüllen

Der langanhaltende Verlust der Reaktorkernkühlung kann zu Unfällen mit Brennelementschmelze führen, wenn das Becken kein Wasser mehr enthält. Dann können die Brennelemente im Becken Temperaturen erreichen, die nicht nur zum Schmelzen des Metalls der Brennelemente (Brennstofftabletten und Hüllen) führen, sondern auch der sonstigen benachbarten Metallteile (Bündel oder Strukturen) bis zum Durchbruch des Beckenbodens.

Das dickflüssige Metallagglomerat aus diesem Prozess wird als **Corium** bezeichnet.

Unfälle mit Reaktorkernschmelze stoßen komplexe physikalische Vorgänge an und können zur Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umwelt führen. Bestimmte physikalische Vorgänge können in diesen Situationen insbesondere zum Ausfall der dritten Schutzhülle führen, wenn keine geeigneten Maßnahmen vorhanden sind.

Freisetzungen als mögliche Folgen eines solchen Unfalls mit Reaktorkernschmelze hängen von zahlreichen Parametern ab, unter anderem die Bestückung des Reaktorkerns mit Spaltungsprodukten, die Kinetik der Freisetzung von Radionukliden innerhalb der Hülle, ihr Typ (Gase oder Aerosole), ihr Verhalten innerhalb der Hülle (Anhäufung, chemische Reaktion, Ablagerung), die Freisetzungsmengen, die in die Umwelt gelangen. Zur Bewertung der bei einem Unfall mit Kernschmelze freigesetzten Radioaktivität werden verschiedene Parameter betrachtet, die die Freisetzungen in die Umwelt erhöhen, sowie die komplette Schmelze des Reaktorkerns. Daher werden Margen angesetzt, um eine nachteilige Berechnung sicherzustellen.

Die folgenden **kurzfristigen** radiologischen Folgen (7 Tage) dieser Unfälle betreffen die strahlungsempfindlichsten Bevölkerungsgruppen:

Gesamtwirkdosis in 2 km	Gesamtwirkdosis in 5 km	Schilddrüsenäquivalente Dosis in 10 km
28,5 mSv	4,7 mSv	13,4 mSv

Unter Berücksichtigung der mit den Bevölkerungsschutzmaßnahmen verknüpften Grenzwerte (siehe Abs. 6.1.2) zeigen diese Ergebnisse, dass bei einem solchen Unfall mit Kernschmelze nach 7 Tagen in einem Umkreis von über 2 km keine Evakuierungsmaßnahmen erforderlich sind und dass die Abschirmung in einem Umkreis von über 5 km bzw. die Verabreichung von stabilem Jod in einem Umkreis von über 10 km ebenfalls nicht nötig ist.

Außerdem beträgt der Wert der **langfristigen** radiologischen Folgen für Erwachsene in einer Entfernung von 10 km vom Freisetzungspunkt über eine Dauer von 50 Jahren nach dem Unfall 18,7 mSv.

Abschließend belegen die Bewertungen einer extremen Unfallsituation mit Kernschmelze, dass die bei der Entwicklung zur Verringerung der Folgen auf die Umwelt ergriffenen Maßnahmen (siehe Abs. 6.3.4) die Kontamination der landwirtschaftlichen Flächen räumlich und zeitlich begrenzen (Umkreis von weniger als 20 km nach einem Jahr).

■ **Grenzüberschreitende Auswirkungen der Unfälle mit Kernschmelze**

Die grenzüberschreitenden Auswirkungen durch die atmosphärische Ausbreitung radioaktiver Stoffe sollten im Hinblick auf die länderspezifischen radiologischen Konsequenzen betrachtet werden, die als langfristige (50 Jahre) Gesamtwirkdosis (oder Gesamtkörperdosis) für Kinder und Erwachsene ausgedrückt wird. Die folgende Tabelle zeigt diese Auswirkungen für die Länder bis zu einem Umkreis von 1.000 km um das Kraftwerk von Blayais, einschließlich der „Worst Case“-Ergebnisse, die für jedes Land festgestellt werden.

Die Berechnungen zur Langstreckenausbreitung der Emissionen des Kraftwerks von Blayais in der Atmosphäre werden auf der Grundlage der atmosphärischen Übertragungskoeffizienten geschätzt, die aus meteorologischen Beobachtungen während eines Zeitraums von 5 Jahren stammen. Diese Koeffizienten berücksichtigen die Topographie, die Wetterbedingungen (hauptsächlich den Wind) und den zunehmenden Abbau der Konzentrationen durch Ablagerungsprozesse je weiter sich die Emissionen von der Quelle entfernen.

Land	Mindestentfernung zur Quelle (km)	Langfristige Gesamtwirkdosis, Hüllwert (mSv)			
		Kleinkinder [1 Jahr bis 2 Jahre]	Kinder [2 Jahre bis 7 Jahre]	Ältere Kinder [7 Jahre bis 12 Jahre]	Erwachsene [17 Jahre und mehr]
Spanien	225	0,09	0,09	0,09	0,08
Schweiz	525	0,05	0,05	0,05	0,05
Italien	570	0,03	0,03	0,03	0,02
Vereinigtes Königreich	595	0,06	0,06	0,05	0,05
Portugal	600	0,02	0,02	0,02	0,02
Belgien	635	0,07	0,07	0,06	0,06
Deutschland	680	0,04	0,04	0,04	0,04
Luxemburg	685	0,06	0,07	0,06	0,06
Niederlande	775	0,05	0,05	0,05	0,05
Liechtenstein*	810	0,02	0,02	0,02	0,02
Österreich	815	0,02	0,02	0,02	0,02
Irland	870	0,03	0,03	0,03	0,03
Slowenien	1095	0,01	0,01	0,01	0,01
Tschechische Republik	1100	0,02	0,02	0,02	0,02
Kroatien	1105	0,01	0,01	0,01	0,01
Dänemark	1275	0,02	0,02	0,02	0,02

(*): Die Schätzungen für Liechtenstein werden aus den Ergebnissen für die Schweiz und Österreich berechnet.

Vergleichsweise liegt in Frankreich die Exposition einer Person durch natürliche Radioaktivität im Durchschnitt bei 3,0 mSv pro Jahr. Der europäische Durchschnitt beträgt 3,2 mSv pro Jahr; er schwankt je nach Land zwischen 1,5 und 6,2 mSv pro Jahr.

Der Dosishüllwert wird für Spanien ermittelt und beträgt ca. 0,09 mSv über 50 Jahre für die jüngsten Bevölkerungsgruppen (Kinder unter 12 Jahren). Vergleichsweise beträgt die natürliche Radioaktivität in Spanien 3,1 mSv pro Jahr.

Da die radiologischen Dosen mit zunehmender Entfernung abnehmen, sind die radiologischen Folgen geringer in Ländern, die weiter entfernt als die bereits genannten liegen.

Aufgrund der oben aufgeführten Ergebnisse wären die grenzüberschreitenden Auswirkungen durch die atmosphärische Ausbreitung radioaktiver Stoffe sowohl kurzfristig, als auch langfristig durch Kumulierung im Falle eines Unfalls mit Kernschmelze in einem der vier 900 MWe-Reaktoren des Standorts von Blayais sehr begrenzt oder sogar vernachlässigbar.

6.3. Messung von Begrenzung der radiologischen Risiken

Angesichts des im Abs. 4.2.1 erläuterten nuklearen Sicherheitsansatzes, wurden bei der Entwicklung der Anlage zahlreiche Maßnahmen implementiert, um die Risiken zu verringern, die aus den radiologischen Folgen hervorgehen. Diese Entwicklungsmaßnahmen wurden durch zusätzliche Maßnahmen vervollständigt, um das Risiko bestimmter Unfälle zu verringern, die durch die Kumulierung von Störungen entstehen. Die Reaktoren von Blayais waren bereits mehrfach Gegenstand von periodischen Sicherheitsüberprüfungen, Erfahrungsrückflüssen und Ergebnissen kontinuierlicher Verbesserungen, die diese Vorkehrungen mit dem Ziel ergänzen, den sicheren Zustand des Reaktors zu gewährleisten.

In Anbetracht der ehrgeizigen Ziele von EDF, die von der ASNR während der Vorbereitung dieser Ziele festgelegt wurden (siehe Abs. 1.2 und 2.3.1), waren zahlreiche Maßnahmen zur Begrenzung der radiologischen Risiken im Rahmen der 4. periodischen Sicherheitsüberprüfung erforderlich.

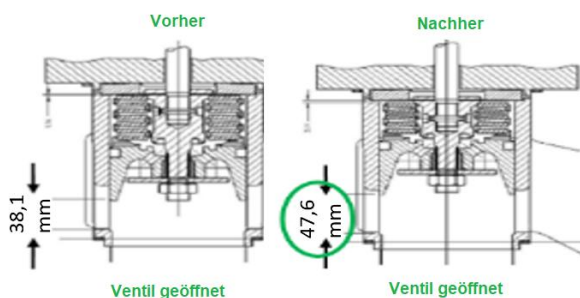
6.3.1. Wichtigste Maßnahmen bezüglich der Unfälle ohne Kernschmelze

Im Folgenden sind die wichtigsten Betriebs- und/oder Entwicklungsmaßnahmen im Rahmen der 4. periodischen Sicherheitsüberprüfung von Blayais aufgeführt, die dazu beitragen, die radiologischen Folgen der Unfälle ohne Kernschmelze zu verringern:

- Steigerung der Durchflussmengen der Ventile für den Dampfabblass

Beschreibung der Maßnahme

Bei einer Unfallsituation wird die Kapazität der Ventile des GCTa-Leitungssystems zur Dampffreisetzung in die Atmosphäre gesteigert, damit der Reaktor schneller gekühlt und die Dauer des Unfalls und die damit einhergehenden eventuellen radioaktiven Freisetzungen begrenzt werden kann. Dazu wurde der innere Aufbau des GCTa-Ventils geändert.



Pädagogikhinweise

Das sogenannte GCTa-Leitungssystem dient der Freisetzung des von den Dampferzeuger erzeugten Dampfs direkt in die Atmosphäre. Es steuert die Kühlung des Reaktors durch die Dampferzeuger wenn der erzeugte Dampf nicht reicht, um die Turbine anzutreiben oder die Turbine nicht verfügbar ist. Es wird bei jeder Stillsetzung und bei jedem Hochfahren verwendet. Es wird auch bei Störfällen oder Unfällen zur Kühlung des Reaktors eingesetzt.

- Senkung des Radioaktivitätsgrenzwerts des Wassers im Primärkreis

Beschreibung der Maßnahme

Die Reaktoren von Blayais enthalten in ihren Betriebsspezifikationen die Senkung des Radioaktivitätsgrenzwerts des Primärkreises in Jod-131-Äquivalent bei den Leistungswechseln im Normalbetrieb von 150 auf 80 GBq/T. Ziel ist der Betrieb der Reaktoren mit einem gesteigerten radiologischen Reinheitslevel des Primärkreiswassers, um insbesondere die radiologischen Folgen eines Unfalls 4. Kategorie mit Dampferzeugerrohrbruch (RTGV – Rupture de tube de générateur de vapeur) zu verringern.

Pädagogikhinweise

Das Primärkreiswasser ist nur schwach radioaktiv. Die Radioaktivität ist durch die technischen Entwicklungsgrenzen der Brennelementhüllen bedingt. Die Anforderungen hinsichtlich der radiologischen Reinheit des Primärkreises gewährleisten auch die Überwachung der Unversehrtheit der Brennelementbündel.

Mit dieser Maßnahme können die Radioaktivität eventuell freigesetzter radioaktiver Stoffe und deren radiologische Folgen (Wirkdosis und kurzfristiges Schilddrüsenäquivalent sowie mittelfristige und langfristige Wirkdosis) bei allen Unfällen ohne Bruch der Brennelementhülle verringert werden, einschließlich des „Worst Case“-Unfalls mit Dampferzeugerrohrbruch.

- Änderung der Steuerung eines Unfalls mit Dampferzeugerrohrbruch (RTGV 4.)

Beschreibung der Maßnahme

EDF hat zur Verbesserung der Stilllegungsbedingungen des Notkühlsystems eine Weiterentwicklung der Steuerung des Übergangs bei Dampferzeugerrohrbruch RTGV 4. in die Wege geleitet. Diese Weiterentwicklung, die aufgrund der Schlussfolgerungen der allgemeinen Phase der 4. Sicherheitsüberprüfung auch von der Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR – Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz) gefordert wird, verringert in der RTGV 4.-Studie des Kernsicherheitsbericht die Freisetzung von Flüssigkeiten um mehrere Dutzend m³.

Außerdem wurden bereits Maßnahmen zur Begrenzung der Flüssigkeitsfreisetzungsmengen implementiert:

- Automatische Absperrung der Wassernachspeisung des gestörten Dampferzeugers durch das Notspeisesystem der Dampferzeuger (ASG – Alimentation de secours des générateurs), um das Risiko von Flüssigkeitsfreisetzung zu verringern.
- Entleeren des gestörten Dampferzeugers durch den Bediener anhand des Ablasssystems der Dampferzeuger (APG).

- Verwendung des EAS-ND-Systems als Ersatz für die RIS/EAS-Systeme

Beschreibung der Maßnahme

Bei einer Störung der RIS/EAS-Systeme zur Verwaltung eines Unfalls mit Verlust von Primärkreiskältemittel (APRP – Accident de perte réfrigérant primaire) kann die Verwendung des Notspeisesystems EAS-ND den Wasserbestand im Primärkreis aufrechterhalten und so die Freisetzung von Schadstoffen verhindern, die durch einen Unfall mit Kernschmelze entstehen. Die radiologischen Folgen der sogenannten „H4“-Situation (Unfall mit Verlust von Primärkreiskältemittel bei gleichzeitiger Störung des RIS oder EAS im Umlaufbetrieb) verbessern sich, wobei sie sich dem den APRP auslösenden Störfall annähern, so wie er im Bemessungsbereich untersucht worden war (siehe Abs. 6.2).

Die Betriebsanforderungen werden angepasst, um diese zusätzliche Maßnahme aufzuwerten

Pädagogikhinweise

Das Notkühlsystem ist ein Nachspeisesystem des Primärkreises zur Kompensierung von Wasserverlusten in Unfallsituationen mit Bruch des Primärkreises oder der Leitungen eines Dampferzeugers. Es startet in den meisten Fällen automatisch. Das Ausschalten erfolgt durch eine Handlung des Bedieners, die durch Kriterien bezüglich der ordnungsgemäßen Steuerung des vorhandenen Primärkreiswassers bedingt ist.

Pädagogikhinweise

Das EAS-ND-System ist Teil einer Gruppe neuer Systeme zur Verwaltung von extremen externen Angriffsszenarien vom Typ „Noyau Dur“ (siehe Abs. 6.3.2)

6.3.2. Wichtigste Maßnahmen im Hinblick auf Aggressionen

Die betrachteten Aggressionen sind diejenigen, die in den Vorschriften aufgeführt werden (französische INB-Verordnung):

- Interne Aggressionen: Brand, Explosion, Überschwemmung, Ausfall von Druckgeräten, Zusammenstoß und Absturz von Lasten, elektromagnetische Störungen, Freisetzung von Gefahrstoffen, böswillige Handlungen,

- Externe Aggressionen (natürlichen oder menschlichen Ursprungs): Erdbeben, extreme Wetter- oder Klimabedingungen (Überschwemmung, Schnee, Hitzewellen, Kältewellen, starke Winde, Wirbelstürme), Aggressionen durch Gewässer oder das Meer (Eisnadeln, Zufrieren, Zusetzung, Kohlenwasserstoffe auf der Wasseroberfläche, Versandung, Niedrigwasser, Hochwasser), Blitzschlag und elektromagnetische Störungen, Brand, Gefährdung durch benachbarte Industrieanlagen (Explosion, Gefahrstoffe), Flugzeugabsturz, böswillige Handlungen.

Die Betriebs- und/oder Entwicklungsmaßnahmen der 4. periodischen Sicherheitsüberprüfung des Standorts von Blayais, die zur angestrebten Verringerung der radiologischen Folgen der Unfälle aufgrund von Aggressionen beitragen, sollen sicherstellen, dass die Systeme zur Gewährleistung der drei nuklearen Sicherheitsfunktionen (Steuerung der nuklearen Kettenreaktion im Reaktor, Kühlung der Brennelemente, Einschließen der radioaktiven Stoffe) verfügbar bleiben, um die Aufrechterhaltung des sicheren Zustands des Reaktors im Falle einer Aggression zu garantieren. Es handelt sich also hauptsächlich um Schutzmaßnahmen oder Maßnahmen zur Widerstandsfähigkeit der Systeme gegen Aggressionen. Somit tragen diese Maßnahmen hauptsächlich zur Verringerung der mit den Folgen einer Kernschmelze verbundenen Risiken bei, deren Auswirkungen auf die Umwelt im Abs. 6.2.3 beschrieben sind.

Als Beispiel werden nachfolgend die Maßnahmen in Bezug auf Brandgefahren erläutert, die hier das wichtigste industrielle Risiko sind.

Brand

Die Maßnahmen in Bezug auf Brandgefahren sollen die Feuerfestigkeit der Brandbereichseinteilungsvorrichtungen verbessern:

Beschreibung der Maßnahme

Die in Betracht gezogenen Maßnahmen dienen der Verbesserung der Feuerfestigkeit bestimmter Komponenten (Brandschutztüren, Brandbereichseinteilungsvorrichtungen, Brandschutz der elektrischen Kabel...) oder der Verringerung des Ausmaßes oder der Heftigkeit eines eventuellen Brands. Diese Maßnahmen bestehen unter anderem darin, die Brandbereichseinteilungsvorrichtungen (z. B. Brandschutztüren) durch Komponenten mit einer besseren Feuerfestigkeit zu ersetzen. Sie bestehen auch darin, die Kabel mit feuerfestem Band zu umwickeln oder die Wärmelast zu verringern. Auf diese Weise tragen diese Ausrüstungen dazu bei, die Reaktorkernschmelze und die potenziell mit bestimmten Bränden verbundenen Freisetzungen zu vermeiden.

Pädagogikhinweise

Die **Brandbereichseinteilung** besteht darin, Bereiche festzulegen, in denen die Ausbreitung des Brands das Prinzip der Redundanz der nuklearen Sicherheitsfunktionen nicht beeinträchtigt und sicherzustellen, dass ein in einem Bereich entstandener Brand nicht auf andere Bereiche übergreift.

Extreme externe Aggressionssituationen

Außerdem dient die Umsetzung des „Noyau Dur“ im Rahmen der periodischen Sicherheitsüberprüfung des Kraftwerks von Blayais dazu, extrem heftige, anlagenexterne, natürliche Aggressionen zu bekämpfen, die zum Zweck des Nachweises der nuklearen Sicherheit über die Anforderungslevels hinausgehen, die bisher angewandt wurden.

Der „**Noyau Dur**“ besteht aus fest verankerten und widerstandsfähigen Hardware-Mitteln, vervollständigt durch mobile Mittel zur Vermeidung massiver radioaktiver Schadstofffreisetzungen und langfristiger Auswirkungen auf die Umwelt in Situationen, die sich aus extremen externen Naturereignissen ergeben können. Dabei geht es vor allem um Erdbeben, externe Überschwemmungen und ähnliche Ereignisse (Blitzschlag, Hagel, Sturm, Starkregen) oder auch Wirbelstürme.

Um diesen extremen Situationen standzuhalten wurden an jedem Reaktor von Blayais widerstandsfähige, von den bestehenden Anlagen unabhängige und vielfältige Vorrichtungen zur Wasser- und Stromversorgung angebracht:

- Eine zusätzliche Notstromquelle: **Das dieselbetriebene letzte Notstromaggregat** (DUS – Diesel d'ultime secours),

- Eine heterogene Wasserquelle (SEG) mit Entnahme aus dem Grundwasser.



Dieselbetriebene letzte Notstromaggregate (DUS) von 3 MWe

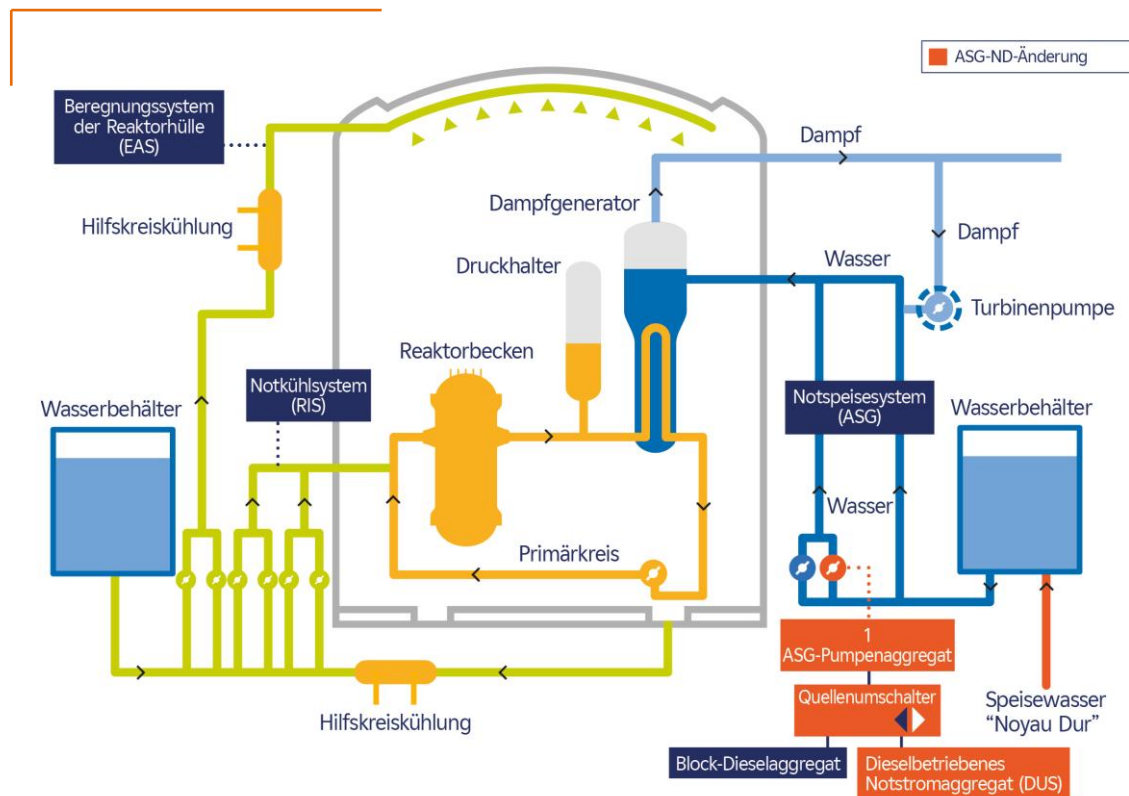


Heterogene Wasserquelle (SEG)

Reaktorseitig können diese extremen Situationen zu Funktionsverlusten bestimmter Gerätschaften führen, z. B. solche, die die Stromversorgungen bzw. die Kühlsysteme der kalten Quelle (Gironde) betreffen.

In einem solchen Fall übernehmen die Vorrichtungen des „Noyau Dur“ die Funktionen der nuklearen Sicherheit: ein Teil der Notspeisung der Dampferzeuger ist für die Folgen dieser extremen Situationen qualifiziert und robust genug, um die Funktion der **Sekundärkreiskühlung des „Noyau Dur“ (ASG-ND)** zu übernehmen. Die Stromversorgung wird von einem **dieselbetriebenen Notstromaggregat (DUS – Diesel d’ultime secours)** sichergestellt, das an einer speziellen, im Rahmen der Maßnahme installierten Umschalttafel betätigt wird, zusammen mit der **heterogenen Wasserquelle (SEG – Source d’eau diversifiée)**, die dann die Funktion der kalten Quelle übernimmt.

Alle diese Gerätschaften tragen dazu bei, die Reaktorkernschmelze und die potenziell mit diesen extremen Situationen verbundenen Freisetzungen zu vermeiden.



Prinzipdarstellung der ASG-ND-Anordnung

6.3.3. Wichtigste Maßnahmen bezüglich der Lagerung der Brennelementbündel

Im Folgenden sind die wichtigsten Betriebs- und/oder Entwicklungsmaßnahmen im Rahmen der 4. periodischen Sicherheitsüberprüfung des Kraftwerks von Blayais aufgeführt, die dazu beitragen, die radiologischen Folgen der Unfälle, die mit der Lagerung der Brennelementbündel verbunden sind, zu verringern:

Brand

Um bei einem Brand den Verlust beider Kühlsysteme zu vermeiden, hat EDF die Einrichtung einer zusätzlichen feuerabweisenden Vorrichtung geplant, die das Risiko der Ausbreitung des Brands einer Pumpe des Kühlsystems auf die andere Pumpe beseitigt.

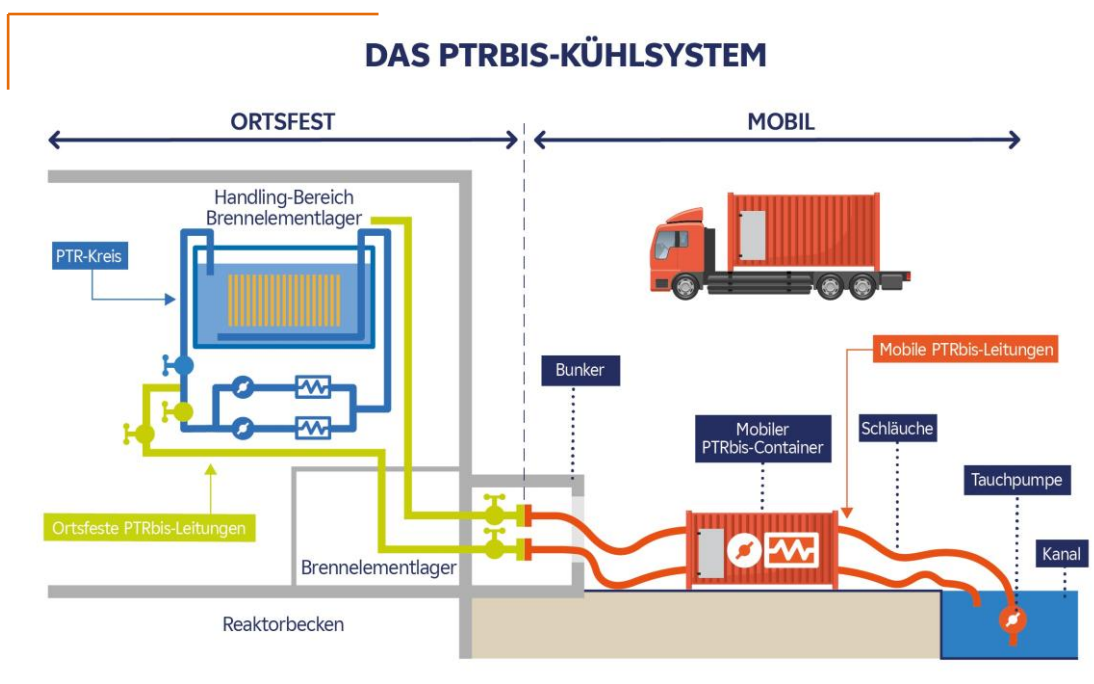
Übertragung der Unfallsituationen im EPR FLA3 auf die Kraftwerke der 900 MWe-Klasse

Die Bewertung des Verhaltens der Brennelementbecken in den 900 MWe-Kraftwerken, zu denen die Reaktoren von Blayais gehören, im Verhältnis zu den auf das EPR von Flamanville 3 angewandten Unfallszenarien, die nicht bei der ursprünglichen Entwicklung berücksichtigt wurden, hat deren derzeitigen robusten Zustand belegt. Zur weiteren Verbesserung wird die Verdoppelung der automatischen Absperrvorrichtung der Ansaugleitung des normalen Beckenkühlsystems vorgeschlagen.

Extreme externe Aggressionssituationen

Im Hinblick auf die Lagerung der Brennelemente können diese extremen Situationen zu Funktionsverlusten bei bestimmten Gerätschaften führen, die potenziell mit dem totalen Verlust der Kühlung verbunden sein können. In einem solchen Fall werden die nuklearen Sicherheitsfunktionen von den für die Folgen dieser extremen Situationen qualifizierten und robusten Anlagen des „Noyau Dur“ übernommen. In diesen extremen Situationen:

- Die **heterogene Wasserquelle (SEG – Source d'eau diversifiée)** vervollständigt die Möglichkeiten zur Nachspeisung der Becken im Reaktorgebäude und im Brennelementlager. Die Nachspeisung kompensiert die Verdampfung und gewährleistet die Kühlung der Brennelementbündel unter Wasser;
- Auf lange Sicht dient das **zusätzliche Kühlsystem (PTR-bis)** der Rückkehr zu einer ordnungsgemäßen Kühlung des Lagerbeckens im Brennelementlager und bringt dessen Temperatur wieder unter den Siedepunkt.



6.3.4. Wichtigste Maßnahmen bezüglich der Unfälle mit Kernschmelze

Die wichtigsten Betriebs- und/oder Entwicklungsmaßnahmen im Rahmen der 4. periodischen Sicherheitsüberprüfung von Blayais, die dazu beitragen, die radiologischen Folgen der Unfälle mit Kernschmelze zu verringern, sind das Ergebnis eines speziellen, auf die Unfälle zugeschnittenen Entwicklungsprozesses, der sich an die Entwicklung des EPR anlehnt. In dieser Situation gelten die zwei ersten Sicherheitshüllen als beschädigt. Ziel der nuklearen Sicherheit ist dann die Aufrechterhaltung der 3. Sicherheitshülle – d. h. der Reaktorschutzhülle – um zu verhindern, dass radioaktive Stoffe in die Umwelt gelangen.

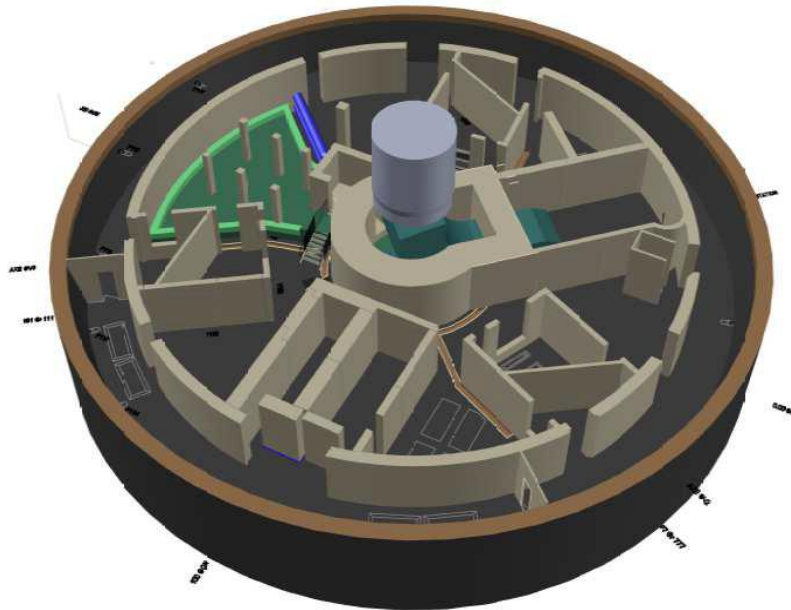
Ziel des Managements von Unfällen mit Kernschmelze ist die Ausbreitung des Coriums in „trockenem“ Zustand – d. h. ohne Wasser – am Boden des Reaktorgebäudes. Einmal verteilt bietet es eine große Austauschfläche und kann mit einer Zugabe von Borwasser stabilisiert werden. Das Borwasser kühlt das verteilte Corium und härtet es schlussendlich aus. Mit dieser Strategie kann:

- Sichergestellt werden, dass die Fundamentplatte des Reaktorgebäudes nicht durchbrochen wird. Unstabilisiert kann das Corium zur Erosion der Fundamentplatte führen.
- Der langsame Druckanstieg in der Hülle verhindert werden, damit das Filterventil der Hülle sich nicht zur Druckentlastung öffnet.
- Die Begrenzung der physikalischen Auswirkungen des Unfalls mit Kernschmelze (insbesondere die Entzündung des Wasserstoffs) erreicht werden.

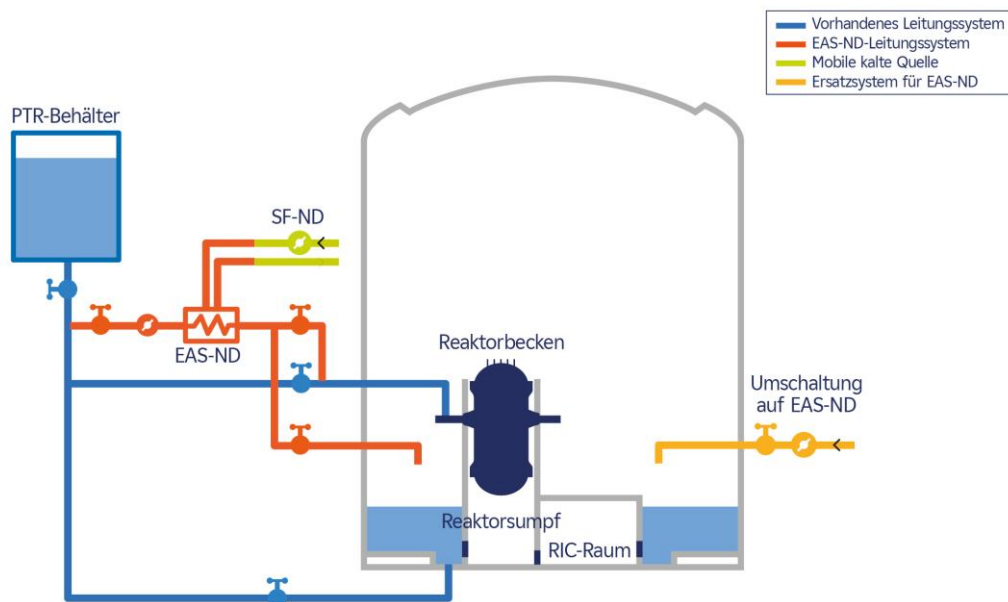
Folgende Maßnahmen werden im Fall eines Unfalls mit Kernschmelze in einem Reaktor von Blayais implementiert:

- **Die Einrichtung eines Bereichs zur „trockenen“ Ausbreitung des Coriums** innerhalb eines speziellen Sammelbereichs unter dem Reaktorbecken, dem sogenannten „Beckensumpf“, an den sich der Instrumentenraum des Reaktorkerns anschließt.
- Die Verstärkung der Beton-Fundamentplatten in den Räumlichkeiten, die zur Verteilung des Coriums dienen, um die Auswirkungen der Wechselwirkungen zwischen Corium und Beton zu begrenzen.
- **Die Implementierung des passiven Systems zur Flutung des Coriums**, das aus einer Reihe passiver Luken besteht, die das vorher durch das Beregnungssystem der EAS-Hülle – unterstützt durch die zwei Notstromgeneratoren – oder, bei extremen Aggressionen, durch die neue „Noyau Dur“-Maßnahme EAS-ND mit der Unterstützung des dieselbetriebenen Notstromaggregats (DUS) in die Sümpfe des Reaktorgebäudes gefüllte Wasser freigeben.
- **Die Einrichtung eines Coriumkühlsystems**, das mit dem EAS-ND-System verknüpft ist und die Restleistung des Coriums ableitet, ohne den Druckausgleichsfilter der Reaktorschutzhülle zu öffnen.
- Die Rückführung eventuell ausgetretener Wassermengen des EAS-ND in das Reaktorgebäude.
- **Die Dekontaminierung des Wassers im Reaktorgebäude** durch eine mobile Aufbereitungsanlage für kontaminiertes Wasser.

Räumlichkeiten, die für die Verteilung des Coriums verwendet werden
(Beckensumpf und Instrumentenraum des Reaktorkerns)



KÜHLUNG BEI EINEM UNFALL MIT KERNSCHMELZE

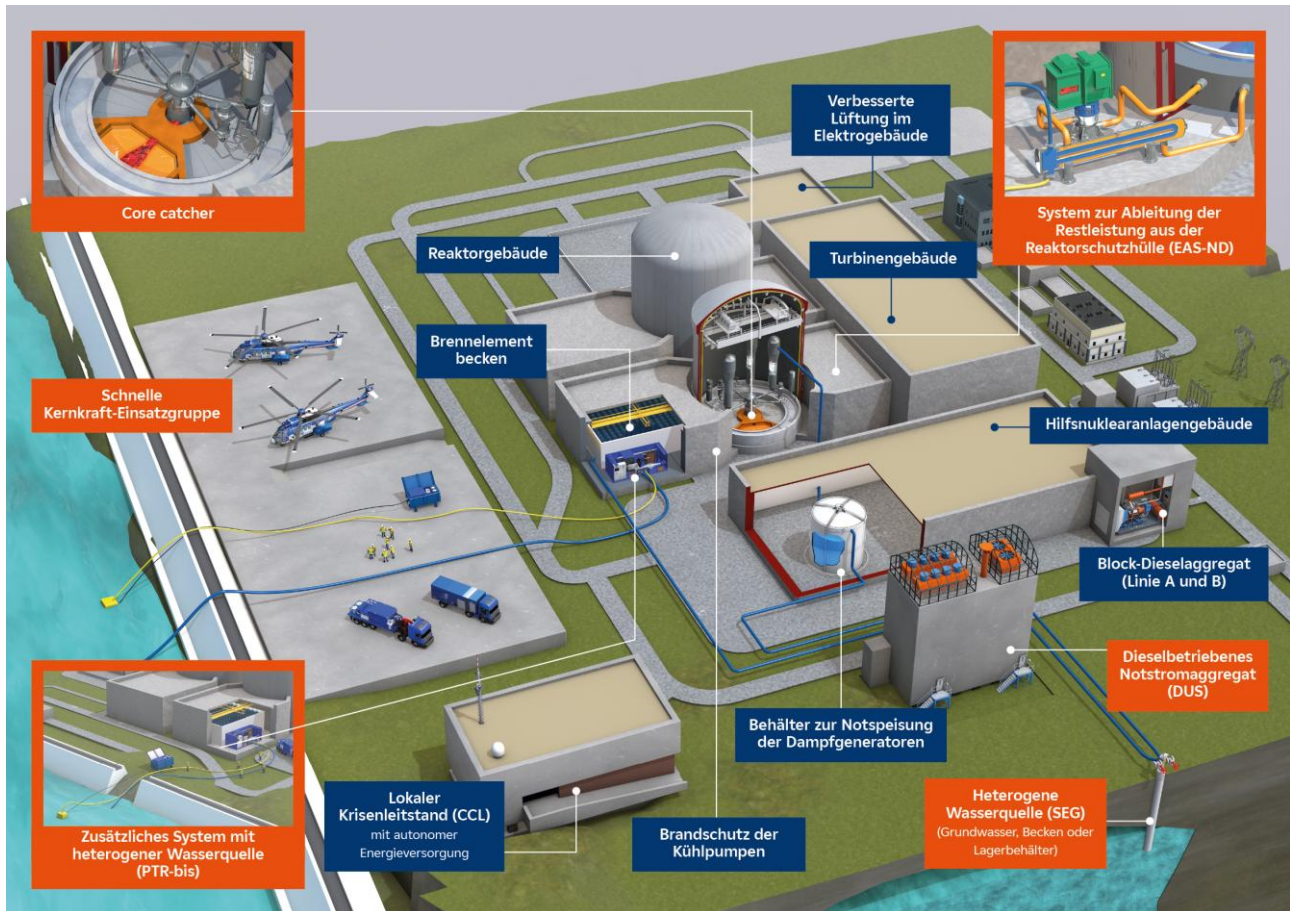


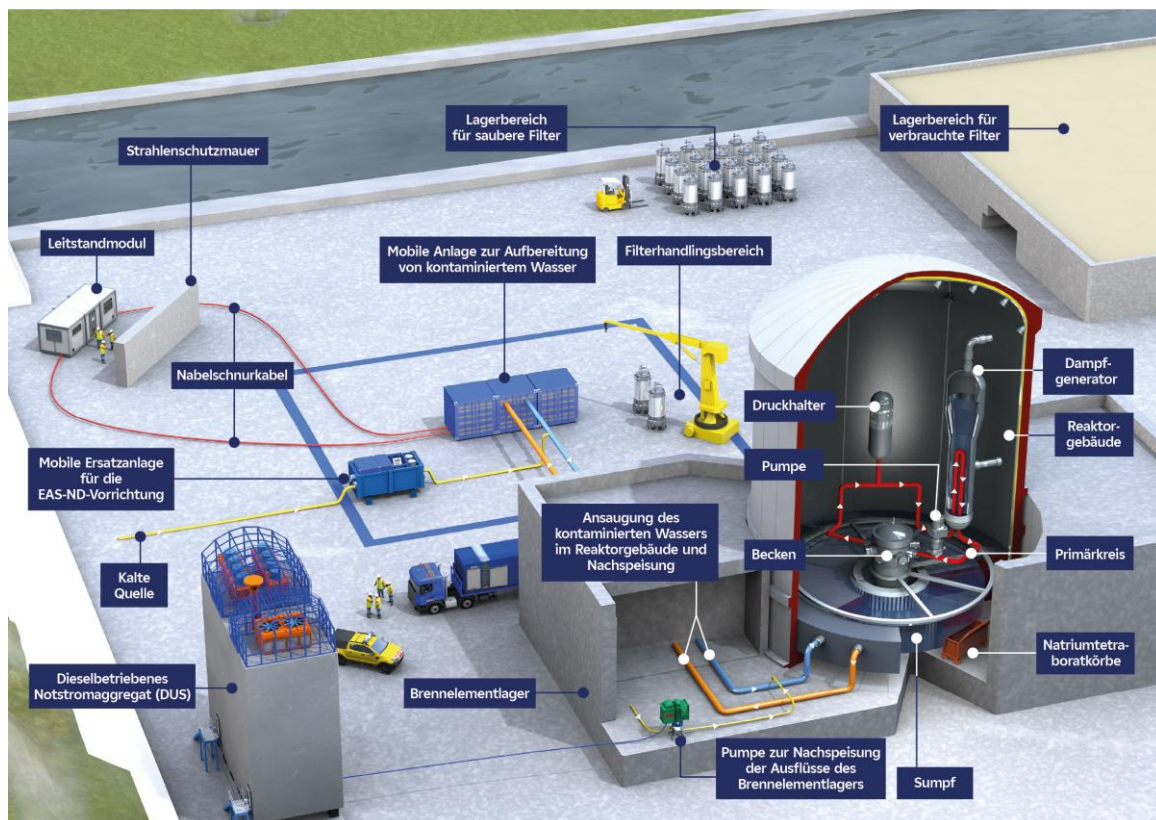
Die „EAS-ND“-Maßnahme beruht auf den folgenden Mitteln:

- Eine Pumpe (angetrieben vom dieselbetriebenen Notstromaggregat (DUS),
- Einen Wärmetauscher zur Ableitung der Wärme aus der Reaktorschutzhülle,
- Eine kalte Quelle „Noyau Dur“ (SF-ND), die aus einer mobilen Pumpvorrichtung besteht,

Die mobilen Gerätschaften der „Noyau Dur“-Systeme werden von der **Force d'action rapide du nucléaire (FARN – schnelle Kernkraft-Einsatzgruppe)** gehandhabt. Die FARN ist das Ergebnis der im Zusammenhang mit dem Unfall in Fukushima erworbenen Erfahrung und besteht aus 300 geschulten EDF-Mitarbeitern, die jederzeit bereitstehen, um an französischen Kernkraftwerken spätestens 24 Stunden nach Auslösen des Unfalls vor Ort einzugreifen.

Wichtigste Maßnahmen des „Noyau Dur“





Dekontaminierung des Wassers im Reaktorgebäude nach einem Unfall mit Kernschmelze



7.1. Überwachungsmaßnahmen für den Normalbetrieb

EDF verfügt über verschiedene Programme zur Überwachung der Umwelt. In den kommenden zehn Jahren wird nicht mit einer maßgeblichen Entwicklung der Nachteile gerechnet, die das Kraftwerk von Blayais für geschützte Interessen aufweist. Daher werden die Überwachungsprogramme unverändert fortgeführt. Die Überwachungsmaßnahmen werden im folgenden Abschnitt beschrieben.

■ Luft und Klimafaktoren

Die Freisetzung chemischer Schadstoffe in die Atmosphäre durch den Standort sind Gegenstand einer jährlichen Schätzung, die im Anhang des Umweltjahresberichts vorgelegt wird:

- Die Schwefeloxidfreisetzungen, die unter Anderem auf der Grundlage des Kraftstoffverbrauchs der Notstromaggregate, der Art der verwendeten Kraftstoffe, der Art der Anlagen und der Betriebsbedingungen berechnet wird;
- Die Formol- und Kohlenstoffmonoxidfreisetzungen, die durch den Austausch der Isolierungen entstehen, berechnet auf der Grundlage der Isolierungsmengen, die bei den Reaktorrevisionen ersetzt werden;
- Die Freisetzungen flüchtiger Stoffe aus der Aufbereitung der Sekundärkreise (Ammoniak, Ethanolamin);
- Diffuse Emissionen von erfassten Kuhlflüssigkeits- und SF₆-Mengen bei der Wartung dieser Anlagen.

Das Kraftwerk von Blayais überwacht auch das Wetter mithilfe einer automatischen Wetterstation (Temperatur-, relative Feuchte und Niederschlagsmessungen) und einem 80 m hohen Wettermast mit Anemometer (Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsmessungen)



Beispiele von Gerätschaften zur Niederschlags-, Temperatur- und Windmessung ©EDF

■ Oberflächengewässer

Das Kraftwerk von Blayais ergreift die folgenden Maßnahmen:

- Ein Programm zur Überwachung der Ausflüsse, das mit Zustimmung der Aufsichtsbehörde erstellt wurde und der Prüfung der Beachtung der in den Beschlüssen der ASN zur Genehmigung der Ausflüsse und Wasserentnahmen vorgeschriebenen Werte dient. Dieses Programm wird unter der Verantwortung des Betreibers gemäß dem Prinzip der „Selbstüberwachung“ implementiert.
- Ein Programm zur Überwachung der Umwelt als Zusatz zum Prüfprogramm, das sicherstellen soll, dass die Auswirkung der Wasserentnahmen und Ausflüsse des Kraftwerks von Blayais auf das Ökosystem der Gironde nicht die in der Auswirkungsstudie vorgelegten Werte überschreitet. Auch dieses Programm wird mit Zustimmung der ASN erstellt und unter der Verantwortung des Betreibers gemäß dem Prinzip der „Selbstüberwachung“ implementiert.



Überwachung der flüssigen Schadstoffe ©EDF

- Das Kraftwerk von Blayais führt auch eine Überwachung der Wasserlebensräume durch, die aus einer chemischen und hydroökologischen Überwachung besteht (Nachverfolgung der physisch-chemischen Parameter und der hydrobiologischen Segmente);
 - Ziel der chemischen Überwachung ist die Feststellung der Konzentration der vom Kraftwerk freigesetzten Chemikalien im Wasser;
 - Ziel der hydroökologischen Überwachung ist die Erfassung der natürlichen Entwicklung im aufnehmenden Umweltbereich zur Feststellung anormaler, langfristiger Entwicklungen des Ökosystems, die dem Kraftwerksbetrieb zuzuschreiben wären.

■ **Böden und Grundwasser**

- Das Kraftwerk von Blayais hat ein Programm zur Überwachung der chemischen und radiologischen Grundwasserqualität eingerichtet, mit dem Ziel, eventuell vorhandene, durch das Kraftwerk verursachte Belastungen der Grundwasserschichten festzustellen. Auch ein Piezometer oberhalb des Standorts wird überwacht, um den Zustand der Grundwasserqualität vor dem Kraftwerksbereich zu ermitteln.
- Parallel dazu werden im Falle einer Betriebsstörung und im Rahmen der vorgeschriebenen Unterlagen die Qualität der Böden im Kraftwerksbereich geprüft. Mehrere Vorrichtungen zur Überwachung der im Grundwasser entnommenen Wassermengen und zur Gewährleistung der zulässigen behördlichen Grenzwerte wurden im Bereich des Kraftwerks eingerichtet.

■ **Radioökologie**

Das Kraftwerk von Blayais implementiert ein Programm zur Überwachung der radioaktiven Ausflüsse an folgenden Punkten:

- Den Schornsteinen des Hilfsnuklearanlagegebäudes für die atmosphärischen Freisetzungen;
- Den Räumlichkeiten, die kontaminiert werden könnten, z. B. das Hilfsaufbereitungsanlagegebäude, die radioaktive Werkstatt, die Waschküche und die Labore;
- Den diffusen Freisetzungen, zu denen die Dampffreisetzungen des Entlastungssystem in die Atmosphäre und die Freisetzungen an den Lüftungsventilen der Lager- und Kühlbehälter der Becken gehören;
- Den Lagerbehältern für flüssige Ausflüsse;
- Dem Regenwasser und dem Ventil- und Abwasser.



© EDF

Prinzipdarstellung der radiologischen Überwachung der Umwelt

Die Radioaktivität in der Umwelt des Kraftwerks von Blayais wird im Rahmen der folgenden Maßnahmen überwacht:

- Ein behördlicher radiologischer Überwachungsplan, der vom Kraftwerk implementiert wird und insbesondere die folgenden Punkte überwacht:
 - Die Atmosphäre mit einer radiologischen Überwachung der Gammastrahlung in der Umwelt, des atmosphärischen Staubs, des Tritiums in der Luft und im Regenwasser;
 - Das Grundwasser;
 - Die Umwelt an Land mit Messungen der Milch und der Bodenpflanzen sowie der oberflächlichen Bodenschichten und landwirtschaftlichen Erzeugnisse;
 - Die Umwelt im Wasser mit Messungen der Oberflächengewässer, Sedimente, Wasserpflanzen und Wasserlebewesen (Muscheln, Schalentiere und Fische).
- Radioökologische Studien auf Veranlassung des Betreibers (Jahresbilanz, Zehnjahresbilanz, Sonderstudien), deren Durchführung zugelassenen Fachlaboren anvertraut wird;
- Ein radiologischer Überwachungsplan, den ASNR systematisch auf eigene Kosten von seinen Abteilungen des „Gutachten“-Zentrums durchführen lässt.

■ **Bevölkerung und deren Gesundheit**

Die Überwachung der Auswirkungen des Kraftwerks von Blayais auf die Gesundheit der benachbarten Bevölkerung wird durch die Überwachung der Bereiche Atmosphäre, Oberflächengewässer, Grundwasser und Radioökologie umgesetzt (siehe obige Ausführungen).

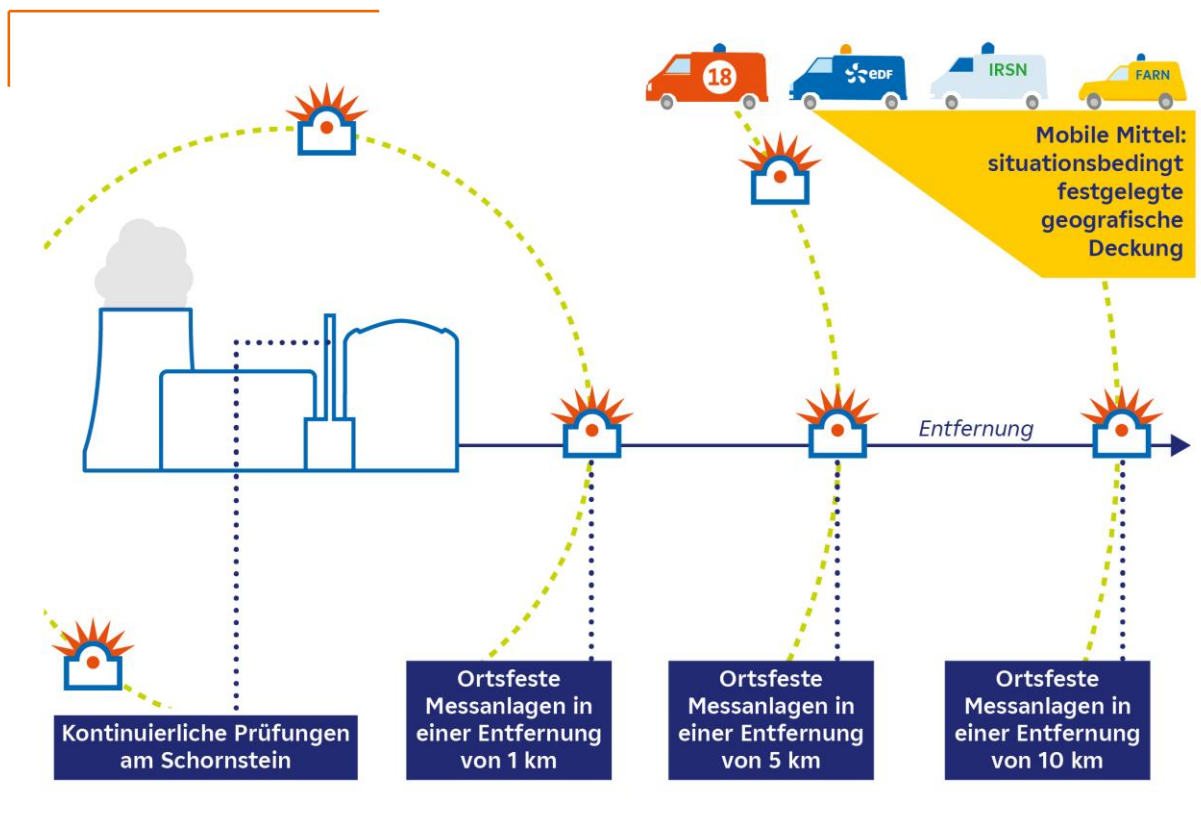
Die Lärmbelastung wird im Rahmen der periodischen Lärmbelastungsmesskampagnen überwacht, um die Einhaltung der Vorschriften sicherzustellen.

Da die Lichtemissionen und Vibrationen für die benachbarten Bevölkerungsgruppen unkritisch sind, werden zu dieser Thematik keine Überwachungsmaßnahmen vorgeschlagen.

7.2. Überwachungsmaßnahmen hinsichtlich der radiologischen Risiken

In einer Unfallsituation dienen die feststehenden und mobilen Messmittel der Kontrolle/Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt. Die ortsfesten Messmittel sind **kontinuierlich betriebsbereit** und umfassen die Überwachung der Freisetzungen am Schornstein und die Messung der Radioaktivität in der Umgebungsluft durch Messanlagen, die in einer Entfernung von 1 km, 5 km und 10 km vom Standort aufgestellt sind.

Diese Messungen werden bei Unfällen durch mobile, auf den Fahrzeugen von EDF, dem Gutachtendienst der ASNR und der Feuerwehr installierte Messanlagen verstärkt, die den Bereich um das Kraftwerk abfahren.



8. SCHLUSSFOLGERUNGEN



Kernkraftwerk von Blayais, Département Gironde
Copyright EDF, Gabrielle Balloffet

In Frankreich wird der Bau eines Kernkraftwerks von der französischen Regierung nach Freigabe durch die Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz (Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection – ASN) genehmigt. Diese Genehmigung enthält keine Betriebsdauerbegrenzung. Dennoch muss der Betreiber alle 10 Jahre eine vertiefte periodische Sicherheitsüberprüfung durchführen, um die Betriebsbedingungen der Anlage für die nächsten 10 Jahre zu bewerten. Er muss sicherstellen, dass der Betrieb der Anlage die für den Standort geltenden nuklearen Sicherheitsregeln erfüllt, und die Prüfung der Risiken und Nachteile aktualisieren, die die Anlage für die öffentliche Sicherheit, Gesundheit und Hygiene oder den Natur- und Umweltschutz, d. h. die sogenannten „geschützten Interessen“ birgt.

In den vier von Électricité de France (EDF) betriebenen 900 MWe-Reaktoren des Kernkraftwerks von Blayais findet nun die 4. periodische Sicherheitsüberprüfung statt.

Nach Abschluss jeder einzelnen Sicherheitsüberprüfung erstellt EDF einen Bericht, der ihre Schlussfolgerungen und die für den verbesserten Schutz der geschützten Interessen in Betracht gezogenen Maßnahmen darlegt. Nach dem 35. Betriebsjahr findet ein öffentliches Anhörungsverfahren bezüglich dieses Abschlussberichts über die Sicherheitsüberprüfung statt.

Das vorliegende Dokument ist Teil der Unterlagen des öffentlichen Anhörungsverfahrens, das im Rahmen der 4. periodischen Sicherheitsüberprüfung der Reaktoren von Blayais durchgeführt wird. Es betrifft alle vier Reaktoren des Kraftwerks. Dieses Dokument bezieht sich auf die mit dem Betrieb dieser Reaktoren während der zehn Jahre nach der 4. periodischen Sicherheitsüberprüfung verbundenen Auswirkungen auf die Umwelt, einschließlich der radiologischen oder sonstigen Folgen eventueller Störfälle oder Unfälle.

Auswirkungen bei Normalbetrieb

Die Wechselbeziehungen zwischen dem normalen Kraftwerksbetrieb und der Umwelt, d. h. die Wasserentnahmen und die Ausflüsse, die Erzeugung von Abfällen, die Lärmbelästigung und die Flächennutzung bleiben in den kommenden zehn Jahren auf dem gleichen Niveau wie während des vergangenen Jahrzehnts.

Die Analyse der Auswirkungen dieser Wechselbeziehungen auf die verschiedenen Bereiche der Umwelt, d. h. die Luft und Klimafaktoren, Oberflächengewässer, Böden und Grundwasser, die Radioökologie, die Artenvielfalt, die Bevölkerung und deren Gesundheit und die menschlichen Aktivitäten belegt keine maßgeblichen Auswirkungen des Kraftwerksbetriebs im aktuellen Zustand und für die zehn Jahre nach der 4. periodischen Sicherheitsüberprüfung.

Grenzüberschreitende Auswirkungen werden nicht erwartet.

Auswirkungen bei Unfällen

Als allgemeine Ausrichtung der 4. periodischen Sicherheitsüberprüfung ihrer 900 MWe-Reaktoren hat EDF sich für die Angleichung an die nuklearen Sicherheitsziele der Reaktoren der 3. Generation wie EDFs Bezugsreaktor „EPR Flamanville 3“ (FLA3) entschieden.

Umfangreichen Maßnahmen zur Verbesserung der nuklearen Sicherheit, die zusammengefasst in diesem Dokument vorgestellt werden, wurden im Rahmen der 4. Sicherheitsüberprüfung in 4 Hauptthemenbereichen umgesetzt:

- **Unfälle ohne Kernschmelze:** Verringerung der radiologischen Folgen, bis sie unter den Grenzwerten für die Implementierung der Bevölkerungsschutzmaßnahmen liegen.
- **Aggressionen:** Berücksichtigung stärkerer Aggressionen – insbesondere Trockenheit, Hitzewellen, Überschwemmungen, Erdbeben – und Einrichtung der „Noyau Dur“-Vorrichtungen zur Verstärkung der Widerstandsfähigkeit der Anlagen gegen extreme Aggressionen wie Erdbeben, Wirbelstürme und Überschwemmungen.
- **Brennelementbecken:** Einrichtung zusätzlicher Mittel zur Kühlung, die von den bestehenden Vorrichtungen unabhängig sind.
- **Unfälle mit Kernschmelze:** Implementierung weiterer Maßnahmen, einschließlich der sogenannten „Noyau Dur“-Vorrichtungen, damit die vorzeitige und umfangreiche Freisetzung von Schadstoffen extrem unwahrscheinlich wird und nachhaltige Auswirkungen für die Umwelt vermieden werden.

Der für die nukleare Sicherheit bei dieser 4. Sicherheitsüberprüfung gewählte Ansatz – mit wichtigen Entwicklungen des Konzepts und des Betriebs der Reaktoren von Blayais – verringert deutlich die Auswirkungen auf die Umwelt im Zusammenhang mit den radiologischen Risiken.

Wie im Dokument vorgestellt, wären die radiologischen Folgen der hypothetischsten schwersten Unfälle mit Kernschmelze räumlich und zeitlich begrenzt und kompatibel mit den für den Bevölkerungsschutz festgelegten Maßnahmen. Die grenzüberschreitenden Auswirkungen durch die atmosphärische Ausbreitung radioaktiver Stoffe sind sowohl auf kurze Sicht als auch langfristig nach Kumulierung vernachlässigbar.

Aufgrund der 4. periodischen Sicherheitsüberprüfung setzt EDF den Betrieb ihrer Reaktoren von Blayais bis 50 Jahre fort und trägt so zur Aufrechterhaltung einer Stromerzeugung mit niedriger CO₂-Bilanz bei, deren CO₂-Freisetzung pro kW für den gesamten Lebenszyklus des Kraftwerks unter 4 g liegt.

Für die verschiedenen Umweltbereiche werden während der kommenden zehn Jahre keine wesentlichen negativen Auswirkungen durch den Normalbetrieb des Kraftwerks von Blayais erwartet. Seine Stilllegung würde keine nennenswerten Vorteile für die Umwelt bieten. Sie würde jedoch zu einem deutlichen Einbruch der CO₂-freien Stromerzeugung führen, die dem Verbrauch von mehr als 5 Millionen Haushalten entspricht. Die CO₂-Emissionen zur Erzeugung der entfallenen Produktion durch den europäischen Energiemix lägen bei über 5 Millionen Tonnen CO₂ im Jahr.



Kernkraftwerk von Blayais, Département Gironde
Copyright EDF, Gabrielle Balloffet

GLOSSAR

Abkürzungen	Bezeichnungen
Konventioneller Unfall	Der Begriff „konventioneller Unfall“ wird für einen Unfall verwendet, der nicht bzw. nur schwach radioaktive Folgen haben kann.
ACV	Analyse du cycle de vie – Analyse des Lebenszyklus
APRP	Accident de perte de réfrigérant primaire – Unfall mit Verlust von Primärkreislaufkältemittel
ASG-ND	Système de refroidissement secondaire « Noyau Dur » – System „Noyau Dur“ zur Sekundärkreislaufkühlung
ASNR	Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection – Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz
CENTRACO	CENTre de TRAitement et de COnditionnement – Aufbereitungszentrum
Potentielle Ziele	Die Bevölkerungsgruppen außerhalb der Standortgrenzen sowie die Umwelt, die den zu schützenden Interessen aus Artikel L. 593-1 des französischen Umweltgesetzbuchs entsprechen.
CIRES	Centre Industriel de Regroupement d'Entreposage et de Stockage de l'ANDRA – Industriezentrum mit Sammelzwischenlager- und -lagerstätte der ANDRA (nationale Behörde für die Verwaltung radioaktiver Abfälle)
CSA	Centre de Stockage de l'Aube – Lagerstätte im Département „Aube“
Gefahr	Der Begriff „Gefahr“ definiert eine inhärente Eigenschaft eines Stoffes (Butan, Chlor...), eines Techniksystems (Druckbeaufschlagung mit Gas...), einer Vorrichtung (Heben einer Last...), eines Organismus (Bakterie...), die zu Schäden an einem „empfindlichen Objekt“ führt. Der Begriff „Gefahr“ geht einher mit den Begriffen der Entzündbarkeit oder Explosionsfähigkeit, der Toxizität, der Infektiosität... und dem der verfügbaren Energie, die die Gefahr auszeichnet.
DCE	Directive Cadre sur l'Eau – Rahmenrichtlinie Wasser
DeD	Débit d'équivalent de Dose – Ortsdosisleistung

DOCOB	DOcuments d'OBjectifs – Zielsetzungsunterlagen
DOR	Dossier d'Orientations du Réexamen périodique – Orientierungsunterlagen für die periodische Sicherheitsüberprüfung
DUS	Diesel d'Ultime Secours – dieselbetriebenes Notstromaggregat
EAS	Système d'aspersion d'eau dans l'enceinte de confinement – Beregnungssystem in der Reaktorschutzhülle
EAS-ND	Système d'évacuation de la puissance résiduelle de l'enceinte – System zur Ableitung der Restleistung aus der Reaktorhülle
EDF	Electricité de France – französische Energieversorgungsgesellschaft
EIP	Élément Important pour la Protection des intérêts – wichtige Komponenten für den Schutz der Interessen
EPR	European Pressurised Reactor (Réacteur à Eau Pressurisée) – europäischer Druckwasserreaktor. Gehört der 3. Generation Kernkraftwerke zur Stromerzeugung an
EPRS	Évaluation Prospective des Risques Sanitaires – prospektive Bewertung der Gesundheitsrisiken
EPS	Études Probabilistes de Sûreté – Wahrscheinlichkeitsstudien zur nuklearen Sicherheit
ERC	Eviter, Réduire, Compenser – Vermeiden, verringern, kompensieren
FA	Faible Activité – schwach radioaktiv
FARN	Force d'Action Rapide du Nucléaire – schnelle Kernkraft-Einsatzgruppe
FLA3	Kernkraftwerk Nr. 3 (EPR) des Standorts von Flamanville
GNU	Parc à gaz du magasin général servant à l'entreposage des bouteilles non utilisée – Gasbereich des Hauptlagers für die Zwischenlagerung nicht verwendeter Flaschen
GP/GPE	Groupe Permanent d'experts – ständiges Sachverständigengremium
GV	Générateur de Vapeur – Dampferzeuger
HA	Haute Activité – Stark radioaktiv
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement – umweltschutzkritische Anlage
IEM	Interprétation de l'État des Milieux – Auslegung des Zustands der Umwelt
INB	Installation Nucléaire de Base – Basiskernkraftanlage
INERIS	Institut National de l'Environnement et des RISques – nationales Institut für Umwelt und Risiken
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire – Institut für Strahlenschutz und nukleare Sicherheit
MA	Moyenne Activité – mäßig radioaktiv
MES	Matières en Suspension – Schwebstoffe
ND	Noyau Dur
NQE	Normes de Qualité Environnementales – Umweltqualitätsnormen
NMA	Niveaux Maximaux Admissibles – maximal zulässige Level
OISS	Ouverture Intempestive d'une Soupape Secondaire à 0%Pn – unbeabsichtigtes Öffnen eines Ventils im Sekundärkreis bei 0 %Pn
OPEL	Ouvrage de Prise d'Eau en Loire – Bauwerk zur Wasserentnahme aus der Loire
PA	Produits d'Activation – Aktivierungsprodukte
PF	Produits de Fission – Spaltungsprodukte
Gefährliches Ereignis	Als gefährliches Ereignis gilt die teilweise oder umfassende Freisetzung von Energie oder Stoffen, deren Auswirkungen Schäden an potenziellen Zielen verursachen können.
Gefahren-Potenzial	Eine potenzielle Gefahrenquelle beschreibt einen Stoff, ein Techniksystem, eine Vorrichtung, einen Organismus..., die Schäden verursachen können, die empfindliche Objekte beeinträchtigen.
PTR-bis	Système de traitement et de refroidissement d'eau des piscines supplémentaire – zusätzliches System zur Aufbereitung und Kühlung des Beckenwassers
RCR	Rapport de Conclusion du Réexamen périodique – Abschlussbericht über die periodische

	Sicherheitsprüfung
REP	Réacteur à Eau Pressurisée – Druckwasserreaktor
RIS	Système de sauvegarde et de protection du circuit primaire (injection de sécurité) – System für die Aufrechterhaltung und den Schutz des Primärkreises (Notkühlsystem)
Risiko	Jede menschliche Tätigkeit verursacht Risiken. Ein Risiko wird als Kombination der Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines schädlichen Ereignisses und dem Umfang seiner Auswirkungen definiert.
RP	Réexamen périodique – periodische Sicherheitsüberprüfung
RP4	4 ^e réexamen périodique – 4. periodische Sicherheitsüberprüfung
RP4 900	4 ^e Réexamen Périodique des réacteurs de 900 Mwe – 4. periodische Sicherheitsüberprüfung der 900 MWe-Reaktoren
RTGV	Rupture de tube de générateur de vapeur – Bruch einer Leitung des Dampferzeugers
RTGV4	Rupture d'un Tube de Générateur de Vapeur de catégorie 4 – Bruch einer Leitung des Dampferzeugers der 4. Kategorie
RTV	Rupture de Tuyauterie Vapeur – Bruch einer Dampfleitung
RTV + nRTGV	Rupture de Tuyauterie Vapeur cumulée à la Rupture multiple de Tubes de Générateurs de Vapeur – Bruch einer Dampfleitung kumuliert mit multiplen Dampferzeugerrohrbrüchen
SEG	Système Source d'Eau diversifiée – System mit heterogener Wasserquelle
SEI	Seuil des Effets Irréversibles – Schwellenwert der irreversiblen Auswirkungen
SF-ND	Source Froide Noyau Dur – Kalte Quelle „Noyau Dur“
Gefahrstoff	Stoff, Zubereitung oder Mischung, der die Kriterien physikalischer Gefahren, Gefahren für die Gesundheit oder Gefahren für die Umwelt gemäß der geänderten Verordnung vom 20. April 1994 erfüllt.
TFA	Très Faiblement Actif / Très Faible Activité – sehr schwach radioaktiv/sehr schwache Radioaktivität
THE	Très Haute Efficacité – Hocheffizient
THM	Trihalométhanes – Trihalomethane
VC	Vie Courte – kurze Halbwertszeit
VL	Vie Longue – lange Halbwertszeit
VTC	Vie Très Courte – sehr kurze Halbwertszeit
WENRA	Western European Nuclear Regulators Association (Association des régulateurs nucléaires d'Europe occidentale) – Verband der nuklearen Aufsichtsbehörden für Westeuropa
ZER	Zone à Émergence Réglementée – Zone mit reglementiertem Aufkommen
ZNIEFF	Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique – Naturgebiete mit besonderer Bedeutung bezüglich der Umwelt, Fauna und Flora
ZPS	Zones de Protection Spéciales – besondere Schutzgebiete vom Typ Europäisches Vogelschutzgebiet
ZSC	Zones Spéciales de Conservation – besondere Schutzgebiete vom Typ FFH-Gebiet