



# KERNKRAFTWERK VON BUGEY REAKTOR Nr. 3

Route départementale 20  
01 150 Saint-Vulbas



**EDF**  
Öffentliches Anhörungsverfahren über den  
Bericht der 4. periodischen  
Sicherheitsüberprüfung

DOKUMENT **3** BIS

Dokument bezüglich der  
Auswirkungen auf die Umwelt,  
die mit dem Betrieb des Reaktors  
während der nächsten zehn Jahre  
verbunden sind

|  | Seiten       |
|--|--------------|
| <b>Einleitung</b>  | <b>S.2</b>   |
| <b>1. Der Betreiber des Kraftwerks von Bugey und der Hintergrund der periodischen Sicherheitsüberprüfung</b> | <b>S.3</b>   |
| 1.1. Betreiber des Kraftwerks von Bugey  | S.3          |
| 1.2. Hintergrund der periodischen Sicherheitsüberprüfung   | S.4          |
| <b>2. Fortsetzung des Betriebs der Reaktoren von Bugey</b>   | <b>S.8</b>   |
| 2.1. Das Kernkraftwerk von Bugey   | S.8          |
| 2.2. Betrieb des Kraftwerks  | S.9          |
| 2.3. Fortsetzung des Betriebs  | S.11         |
| <b>3. Öffentliches Anhörungsverfahren bezüglich der periodischen Sicherheitsüberprüfung</b>                  | <b>S.15</b>  |
| 3.1. Regelungsverfahren in Frankreich  | S.15         |
| 3.2. Internationale Konsultierung  | S.16         |
| 3.3. Terminplan des Regelungsverfahrens  | S.17         |
| <b>4. Nukleare Sicherheit des Kernkraftwerks</b>   | <b>S.18</b>  |
| 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         |
| <b>5. Bewertung der Auswirkungen des Betriebs auf die Umwelt</b>   | <b>S.28</b>  |
| 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.33         |
| 5.5. Aktueller Zustand Umwelt  | S.34         |
| 5.6. Wechselbeziehungen des Kraftwerks von Bugey mit der Umwelt  | S.44         |
| 5.7. Prognose für die kommenden 10 Jahre hinsichtlich der Auswirkungen auf die Umwelt                        | S.56         |
| <b>6. Bewertung der grenzüberschreitenden Auswirkungen</b>   | <b>S.74</b>  |
| 6.1. Anforderungen hinsichtlich der radiologischen Folgen  | S.75         |
| 6.2. Radiologische Folgen  | S.78         |
| 6.3. Maßnahmen zur Begrenzung der radiologischen Risiken   | S.85         |
| <b>7. Überwachung der Umwelt</b>   | <b>S.95</b>  |
| 7.1. Überwachungsmaßnahmen für den Normalbetrieb   | S.95         |
| 7.2. Überwachungsmaßnahmen hinsichtlich der radiologischen Risiken   | S.98         |
| <b>8. Schlussfolgerungen</b>   | <b>S.99</b>  |
| <b>Glossar</b>   | <b>S.101</b> |

# EINLEITUNG

Kernkraftwerk von Bugey,  
Département Ain  
Copyright EDF/BERNARD Gaëtan

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](http://www.edf.fr)) betriebenen 900 MWe-Druckwasserreaktoren des Kernkraftwerks von Bugey 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. 2 bis 5 des Kraftwerks von Bugey wurden der Regierung und der Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR – Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz, [www.asnr.fr](http://www.asnr.fr)) jeweils am 27. April 2021, 30. April 2024, 21. Dezember 2021 und 15. Juni 2022 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 des Reaktors Nr. 3 von Bugey durchgeführt wird. Es betrifft alle vier Reaktoren des Standorts von Bugey.

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 Bugey beschriebenen Umweltauswirkungen betreffen.



# 1. DER BETREIBER DES KRAFTWERKS VON BUGEY UND DER HINTERGRUND DER PERIODISCHEN SICHERHEITS-ÜBERPRÜFUNG

Kernkraftwerk von Bugey, Département Ain  
Copyright EDF/BERNARD Gaëtan/CAPA  
PICTURES

## 1.1. Betreiber des Kraftwerks von Bugey

Als Betreiber des Kraftwerks von Bugey 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 180.000 Mitarbeiter, darunter mehr als 100.000 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 117 GW für das Jahr 2024 ist EDF Europas wichtigster Energieversorger. Mehr als 94 % der von EDF erzeugten Energie ist emissionsfrei. Daher gehört ihre Kohlenstoffintensität bei 33 gCO<sub>2</sub>/kWh zu den niedrigsten weltweit, weit unter dem europäischen Durchschnitt von 230 gCO<sub>2</sub>/kWh. 2024 lag die Energieerzeugung der EDF-Unternehmensgruppe bei ca. 520 TWh, von denen 78 % 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.

2024 hat das Kernkraftwerk von Bugey fast 18,5 Milliarden kWh CO<sub>2</sub>-arme Energie erzeugt. Das entspricht dem Stromverbrauch von fast 4 Millionen französischen Haushalten und ca. 5 % der französischen Energieerzeugung aus

Kernkraft. Das Kernkraftwerk von Bugey unterstützt die Klimaziele von Frankreich und der Europäischen Union sowie die Stromversorgungssicherheit.

Das Kraftwerk von Bugey ist einer der wichtigsten Arbeitgeber der Region. Mehr als 2.000 Mitarbeiter von EDF und ihrer ständigen Dienstleister arbeiten am Standort. Weitere 600 bis 2.000 Arbeitnehmer von Partnerunternehmen übernehmen regelmäßigen Wartungsaufgaben an den Blöcken. Es bringt sich stark in die Ausbildung junger Menschen ein und hat 2024 fast 250 Auszubildende und Praktikanten beschäftigt. Es ist Teil des Lebens in der Region und unterstützt zahlreiche Initiativen und Vereine zugunsten der Umwelt, biologischen Vielfalt, umweltschonenden Mobilität, Solidarität und Eingliederung. Es trägt außerdem zu den lokalen Steuereinnahmen bei, mit insgesamt 45,7 Millionen Euro für das Jahr 2024.

## 1.2. Hintergrund der periodischen Sicherheitsüberprüfung

### 1.2.1. Verfahren der periodischen Sicherheitsüberprüfung

Das Kernkraftwerk von Bugey besteht aus vier Druckwasserreaktoren (REP – Réacteur à eau pressurisée) mit einer elektrischen Leistung von jeweils 900 MWe, die im sogenannten „offenen Kreislauf“ mit Rhône-Wasser und im „geschlossenen Kreislauf“ von Kühltürmen (Reaktoren Nr. 4 und 5) gekühlt werden. Diese Reaktoren wurden zwischen 1978 und 1979 in Betrieb genommen. Sie tragen seit über 40 Jahren zuverlässig zur Erzeugung CO<sub>2</sub>-freier Energie bei. EDF führt die 4. periodische Sicherheitsüberprüfung dieser vier einzelnen Reaktoren durch, die am Standort von Bugey 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 ASNR geprüft, die vor ihrer Stellungnahme zuerst ihre technischen Sachverständigen und ständige Sachverständigengremien (GPE – Groupe permanent d’experts)<sup>1</sup> und anschließend die Öffentlichkeit hinzugezogen hat. Die Prüfung des Teils „Ausrichtung“ der Sicherheitsüberprüfung endete im April 2016 mit einer Stellungnahme der ASNR und Anforderungen an EDF<sup>2</sup> 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.

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

<sup>2</sup> ASNR – Orientations génériques du 4<sup>e</sup> réexamen périodique 900 MWe – CODEP – DCN-2016-007286 vom 20. April 2016.

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**<sup>3</sup>, 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.

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 Bugey 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 Bugey 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 ASNR4 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, die jeden Reaktor von Bugey einzeln betrachtet.

Im Anschluss an die Sicherheitsüberprüfung<sup>5</sup> legt EDF den Abschlussbericht über die Sicherheitsprüfung der 4 einzelnen Reaktoren von Bugey dem für die nukleare Sicherheit zuständigen Minister und der ASNR 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.

---

<sup>3</sup> Siehe Glossar

<sup>4</sup> Dieser Beschluss wurde am 19. Dezember 2023 durch den Beschluss 2023-DC-0774 geändert.

<sup>5</sup> 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 (ASNR – Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz) seinen Bericht über diese Sicherheitsüberprüfung vorlegt“.

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 Bugey findet ein öffentliches Anhörungsverfahren über den Abschlussbericht der Sicherheitsprüfung statt.

Die ASNR 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 Bugey regeln.

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

## 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 Hilfsnuklearanlagengebäude (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 Räumlichkeitsbereich 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 BUGEY

Kernkraftwerk von Bugey, Département Ain  
Copyright EDF/CONTY Bruno

### 2.1. Das Kernkraftwerk von Bugey

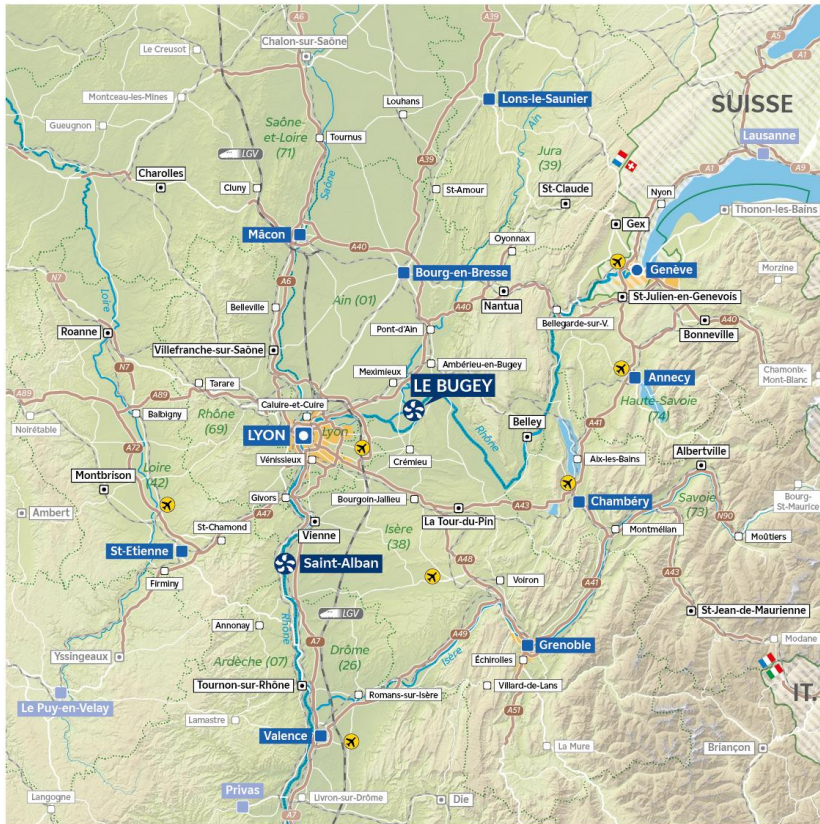
Das Kernkraftwerk von EDF befindet sich in der Gemeinde von Saint-Vulbas im Département Ain, direkt an der Grenze zum Département Isère, in der Region Auvergne-Rhône-Alpes. Es liegt am rechten Ufer der Rhône, am südöstlichen Fuß des Bugey-Massivs.

Die wichtigsten Städte in der Nachbarschaft des Kraftwerks sind das Ballungsgebiet von Lyon (25 km), L'Isle d'Abeau (Département Isère, 30 km), Ambérieu-en-Bugey (19 km), Lagnieu (12 km), Charvieu-Chavagneux (10 km), Crémieu (9 km) und Loyettes (5 km).

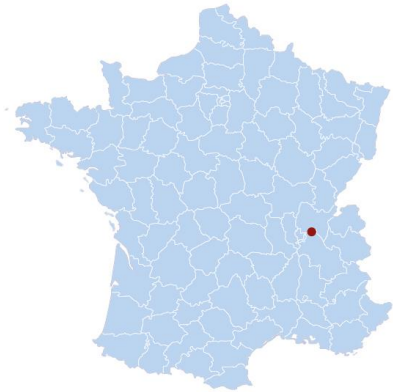
In seinem Umkreis liegen NATURA 2000-Schutzgebiete, schützenswerte Naturgebiete und zwei Schutzgebiete des „Conservatoire des Espaces Naturels“.

Das Kernkraftwerk von Bugey besteht aus vier Druckwasserreaktoren (REP – Réacteur à eau pressurisée), die 1978 und 1979 in Betrieb genommen wurden und von der 4. periodischen Sicherheitsüberprüfung betroffen sind.

## KERNKRAFTWERK VON BUGEY (AIN)



### Wichtigste Städte und Kommunikationswege



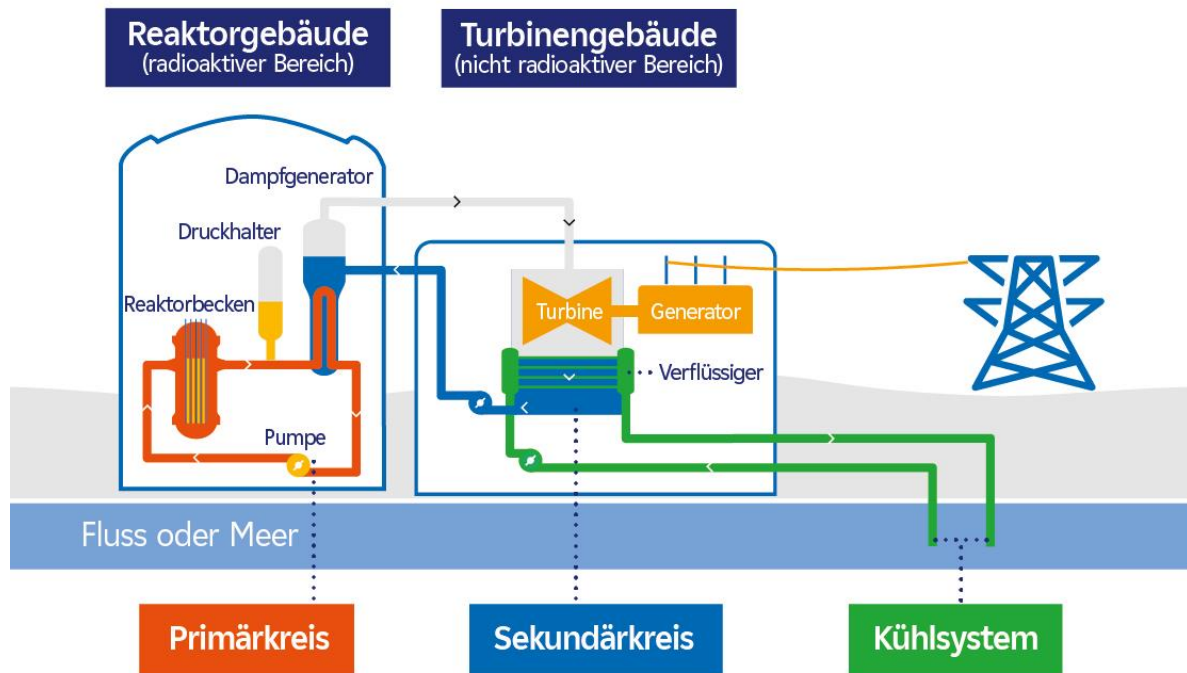
- Regional prefecture  
(administrative centre of the region)
- Préfecture  
(Verwaltungszentrum des Departments)
- Souspréfecture  
(Verwaltungszentrum des Distrikts)
- Städte
- Kantonshauptstadt

## 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 Bugey besteht aus vier Druckwasserreaktoren mit einer elektrischen Leistung von jeweils 900 MWe. Der Betrieb eines Druckwasserreaktors beruht auf drei getrennten und gegeneinander abgedichteten Leitungssystemen (siehe nachfolgende Abbildung), unter denen ein Wärmeaustausch unter Ausschluss jeglicher Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umwelt stattfindet.

## **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 Kreislafs.
2. Der **Sekundärkreis**: Der Wärmeaustausch zwischen dem Wasser im Primärkreis und dem Wasser im Sekundärkreis erfolgt mittels Dampfgeneratoren, 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 Bugey wird das Wasser des 3. Leistungssystems der Reaktoren Bugey 2 und Bugey 3 direkt im offenen Kreislauf vom der Rhône gekühlt, während es bei den Reaktoren Bugey 4 und Bugey 5 in Kühltürmen luftgekühlt wird.

2024 hat das Kernkraftwerk von Bugey fast 18,5 Milliarden kWh CO<sub>2</sub>-freie Energie erzeugt. Das entspricht dem Stromverbrauch von ca. 4 Millionen Haushalten und 5 % der französischen Energieerzeugung aus Kernkraft.

## 2.3. Fortsetzung des Betriebs

EDF versteht sich als treibende Kraft für „eine CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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

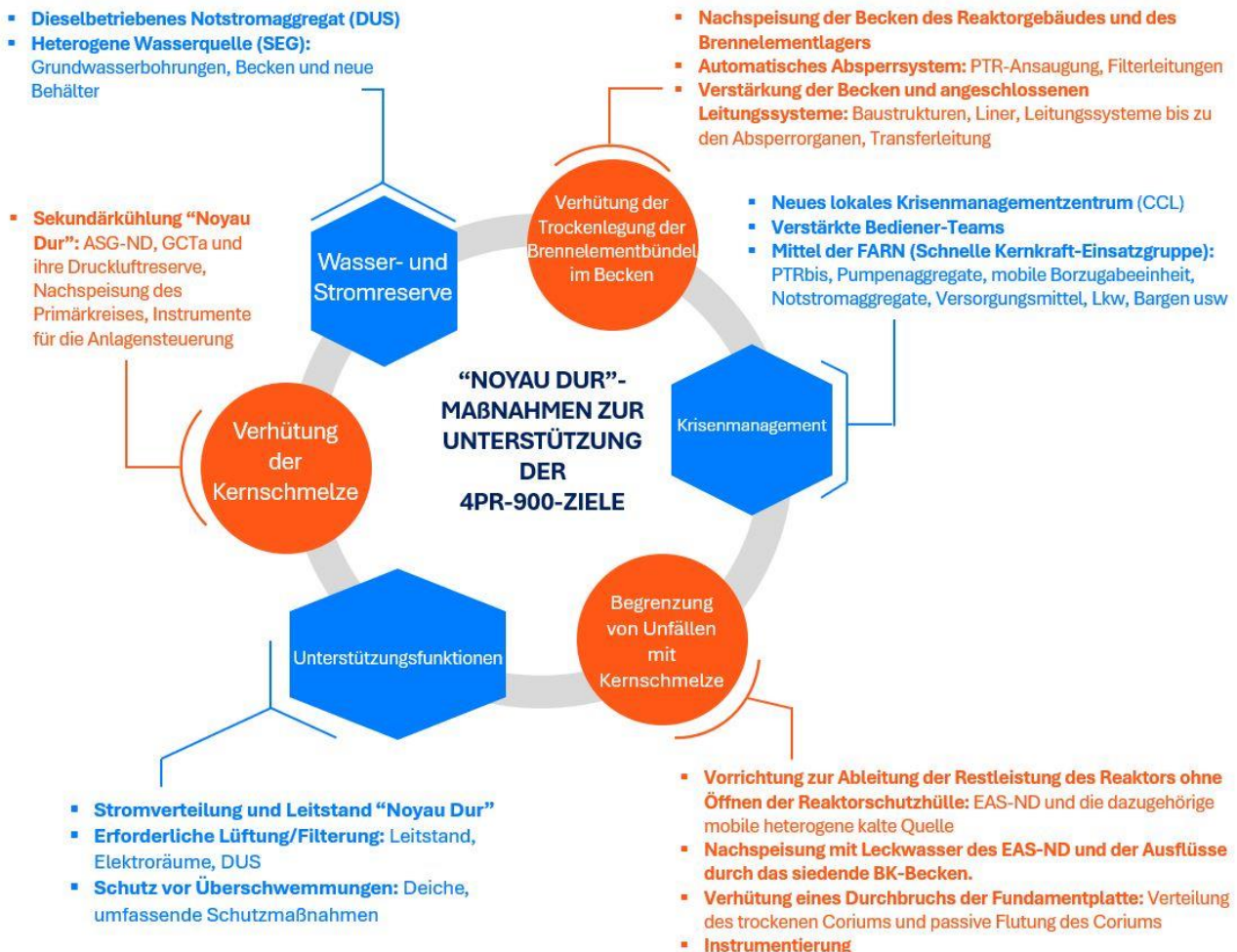
Im Hinblick auf die Verbesserungsziele, die für die 4. periodische Sicherheitsüberprüfung der 900 MWe-Reaktoren festgelegt wurden, ist die Fortsetzung des Betriebs für 10 weitere Jahre mit der Implementierung der von EDF im Abschlussbericht über die Sicherheitsprüfung vorgeschlagenen Maßnahmen verbunden,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

Die Verbesserungsmaßnahmen bestehen teils aus der Berücksichtigung der für die Einbeziehung der Erfahrungen aus dem Unfall des Kernkraftwerks von Fukushima Daiichi (Japan) 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.

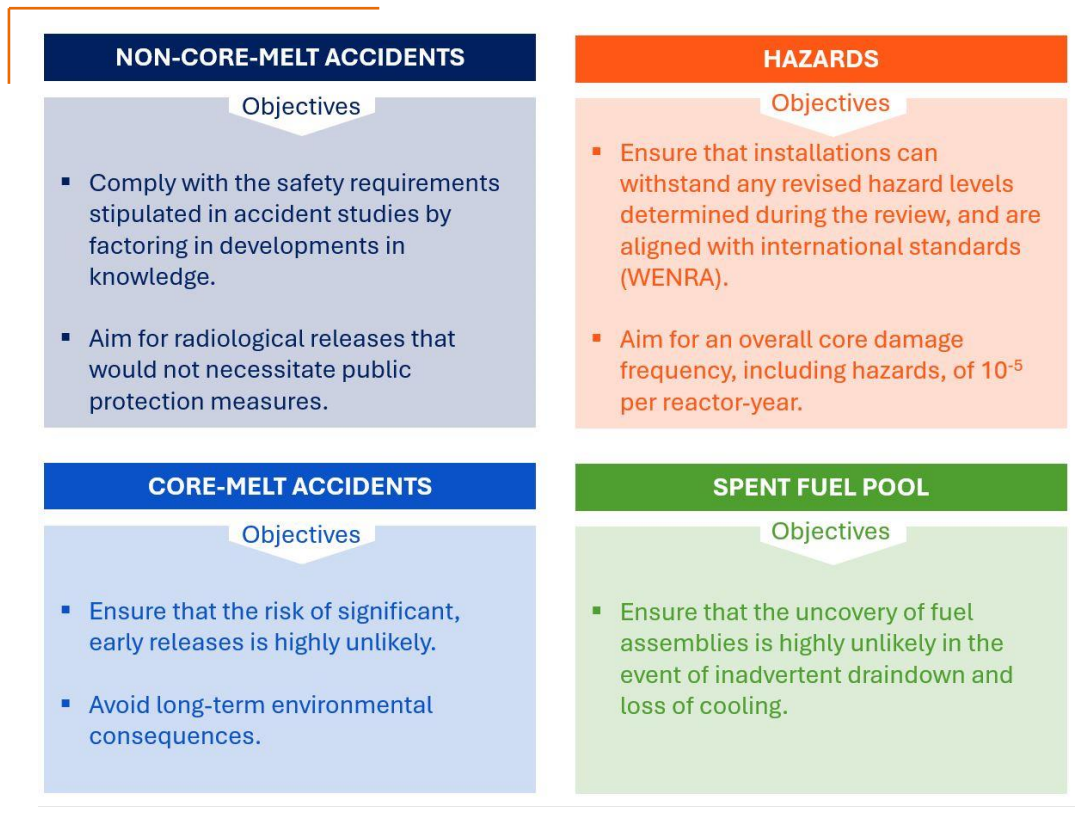
Der „Noyau Dur“ besteht aus fest verankerten und widerstandsfähigen Hardware-Mitteln, vervollständigt durch mobile Mittel zur Vermeidung massiver radioaktiver Schadstoffausstöße und langfristiger Auswirkungen auf die Umwelt in Situationen, die sich aus extremen externen Naturereignissen ergeben können. Dabei geht es vor allem um Erdbeben, externe Überschwemmungen und ähnlicher 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 Bugey 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 sind<sup>6</sup>:

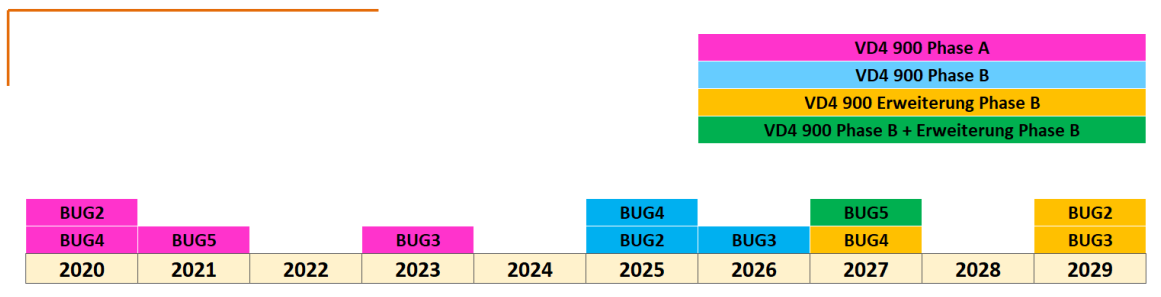
- Die **Phase A** entspricht den Maßnahmen, die während des Betriebs des Blocks oder während der Stillsetzung im Rahmen der zehnjährlichen Sicherheitsüberprüfung stattfinden. Diese Maßnahmen beinhalten auch die Aktualisierung der Betriebsunterlagen;
- Die **Phase B** entspricht den Maßnahmen, die während des Betriebs des Blocks oder während der Reaktorrevisionen spätestens 6 Jahre nach der Vorlage des Abschlussberichts über die Sicherheitsprüfung durchgeführt werden.
- Der **Zusatz 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.

<sup>6</sup>Zur 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.

## Öffentliches Anhörungsverfahren für die Reaktoren von Bugey

**Dokument 3bis** – Dokument bezüglich der Auswirkungen auf die Umwelt, die mit dem Betrieb des Reaktors während der nächsten zehn Jahre verbunden sind

Die folgende Grafik zeigt den Jahresterminplan der aus der 4. Sicherheitsüberprüfung der Reaktoren von Bugey 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 Bugey und den Abstand zu den Nachbarländern der Französischen Republik, zumindest über die ersten 1.000 Kilometer.

### KERNKRAFTWERK VON BUGEY (AIN)

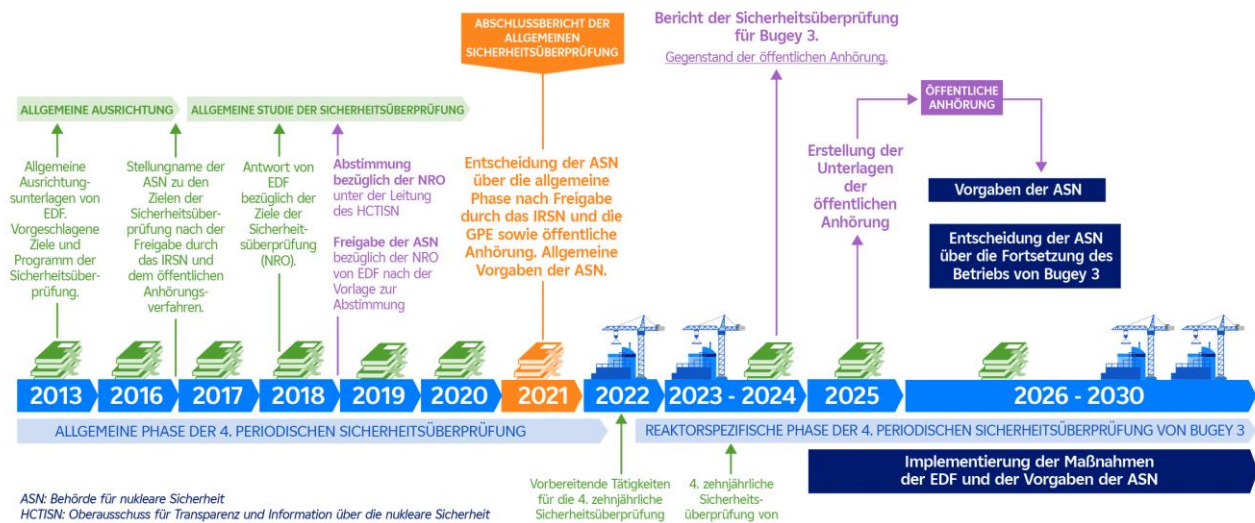


Geografische Lage des Kraftwerks von Bugey im Verhältnis zu den Nachbarländern

## 3.3. Terminplan des Regelungsverfahrens

Der Präfekt des Départements Ain 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 Bugey beschrieben.



# 4. NUKLEARE SICHERHEIT DES KERNKRAFTWERKS



Kernkraftwerk von Bugey, Département Ain  
Copyright EDF/BERNARD Gaëtan/CAPA  
PICTURES

## 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 Achievable<sup>7</sup>).
- **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.

<sup>7</sup> So niedrig wie vertretbarerweise möglich.

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 Unfallsituationen.

## 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.

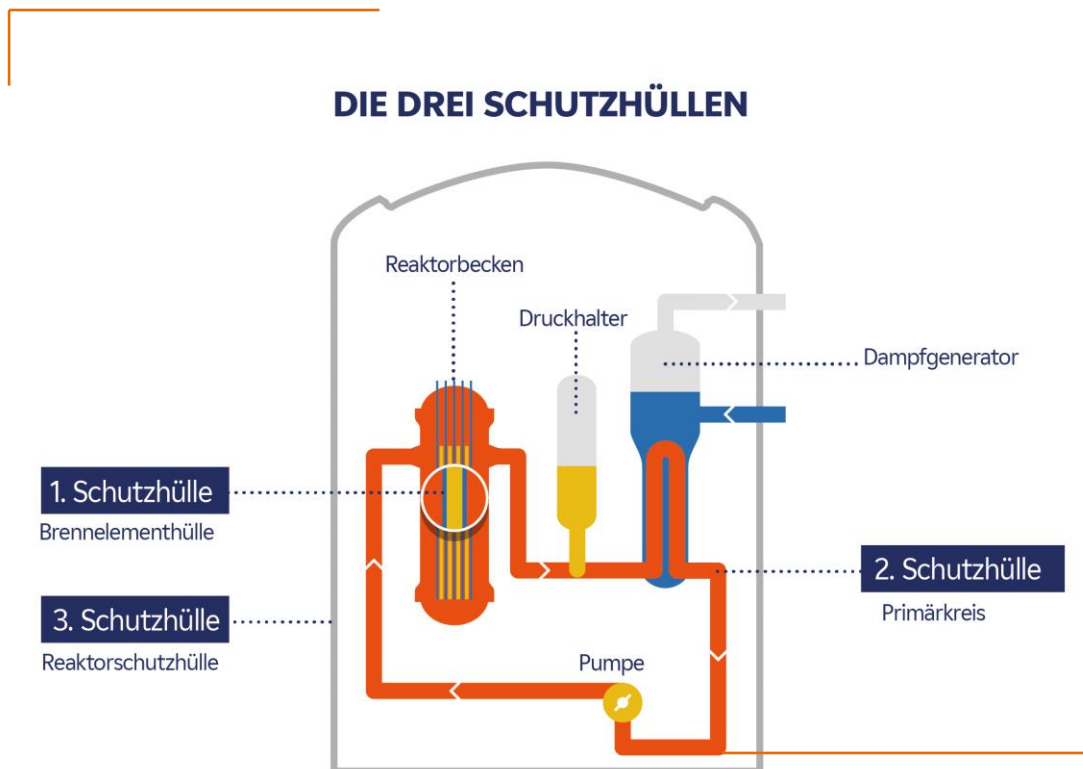


### 4.2.1. Begrenzung der radiologischen Risiken

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 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.

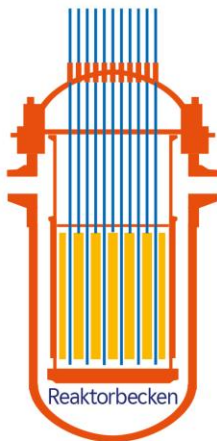
Zur dauerhaften und situationsunabhängigen Aufrechterhaltung der Schutzhüllen wurden Gerätschaften und Systeme entwickelt, die die permanente Wirksamkeit der drei „Sicherheitsfunktionen“ gewährleisten.

## DIE DREI SICHERHEITSFUNKTIONEN

**1**

### Steuerung der Kettenreaktion

- Position der Steuerbündel
- Borkonzentration des Wassers

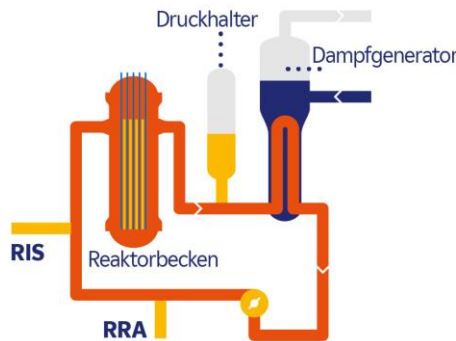


**2**

### Kühlung der Brennelemente

Ableitung der Wärme:

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

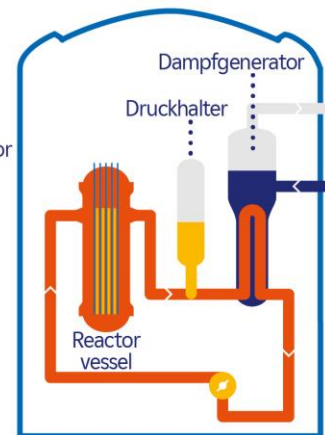


**3**

### 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 vorgreifen, 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 (Verfahrensweisungen für Störfälle und Unfälle);
- 4. Abschwächung (4. Stufe):** Situationsmanagement zur Begrenzung der radiologischen Folgen für die Umwelt und die Bevölkerung (Abschließende Verfahrensweisungen);
- 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 Bugey 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 Bugey in ihren Referenzunterlagen ein robustes Konzept für Unfälle mit Kernschmelze. Die betrachteten Szenarien führen zur Implementierung von Maßnahmen<sup>8</sup> 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 zur 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 Dampfgeneratorrohrbrüchen (RTGV – Rupture de tube de générateur de vapeur),
- die radiologischen Folgen möglicher Unfälle mit Kernschmelze.

---

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

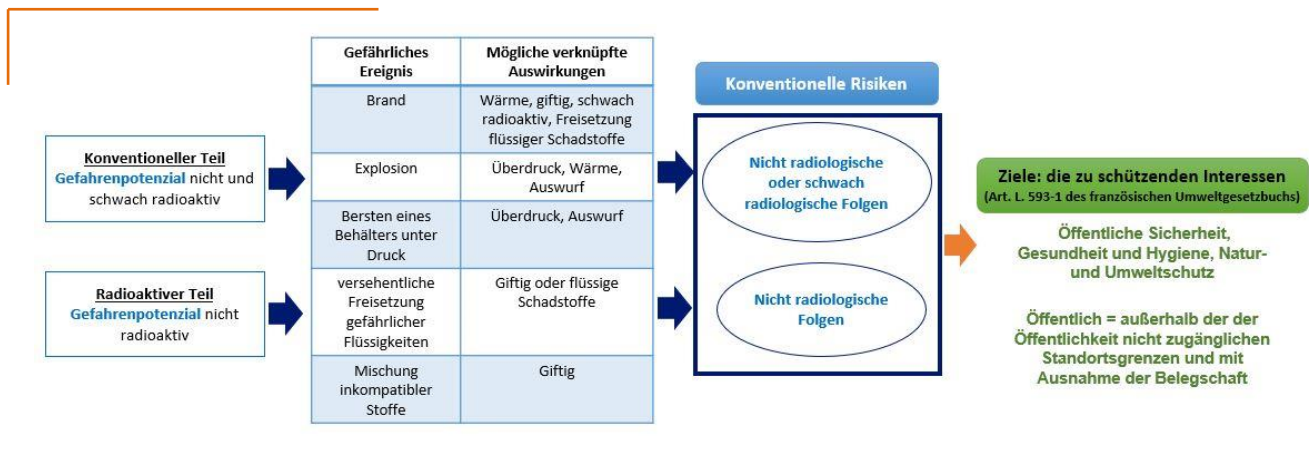
## 4.2.2. Begrenzung der konventionellen Risiken

### 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 nuklearen 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 Radionukleiden 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 der 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 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 Analyse 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 (EIP – Élément important pour la protection des intérêts und AIP – Activité importante 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 Bugey

##### ■ **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 Bugey durchgeführte Risikoanalyse hat zwei konventionelle Unfallszenarien ausgewiesen, die die zu schützenden Interessen beeinträchtigen können:

- Im Lagerbereich der Packungen bei den Anlagen zur Aufbereitung und Lagerung von pathogenen Abfällen könnte ein Großbrandszenario im Anschluss an einen von dem in diesem Bereich für das Handling der Packungen verwendeten Flurförderfahrzeug verursachen Brand zu Wärmeentwicklung führen;
- In den Zapfbereichen des Monochloraminaufbereitungsgebäudes und der Entkarbonisierungsstation, in dem verschiedenen Produkte von den Tanklastwagen abgezapft werden, kann ein Szenario mit Freisetzung

einer giftigen Chlorwolke nach Erzeugung eines inkompatiblen Gemischs unter den Anlagen während eines Zapfvorgangs auftreten.

Die vielfältigen vorhandenen Vorbeugungsmaßnahmen verhindern das Auftreten solcher Unfälle: Schulung der zuständigen Personen, Erstellung detaillierter Verfahrensanweisungen, Implementierung von optischen Signalen und Unverwechselbarkeitsvorrichtungen zur Begrenzung der Risiken durch Anschlussfehler, Einrichtung von Maßnahmen zur Steigerung der Zuverlässigkeit der Mitarbeiter bei diesen Vorgängen usw.

Die Begrenzung der Risiken wird von den Maßnahmen zur Vorbeugung, Überwachung und Begrenzung der Auswirkungen sichergestellt, die beim Entwurf der Anlagen und/oder während des Betriebs gemäß dem Prinzip der Tiefenabwehr ergriffen wurden. Folgende Maßnahmen gewährleisten die Begrenzung der bestehenden Risiken:

- Die Zusammensetzung der verkalkten Packungen ist nicht entzündlich;
- Die Zündquelle ist räumlich begrenzt und auf die Verwendung des Flurförderfahrzeugs in Anwesenheit eines Bedieners beschränkt;
- Diese Bereiche und ihr Umfeld werden kontinuierlich vom Standortschutzdienst überwacht. Bei Bedarf sorgen organisatorische Maßnahmen am Standort für einen sofortigen Eingriff.

Andererseits besteht die Anlage zur Lagerung pathogener Abfälle schon seit 2005, ohne dass bisher ein Brand verzeichnet wurde. Zusätzlich hat der Standort einen Plan zur Auflösung der Packungslagerbereiche erstellt, um diese Bereiche in den kommenden Jahren zu leeren.

Das Risikolevel des Szenarios eines Großbrandes im Packungslagerbereich im Umfeld der Aufbereitungs- und Lageranlagen für pathogene Abfälle ist akzeptabel. Die Wahrscheinlichkeit seines Eintretens entspricht der eines sehr unwahrscheinlichen Ereignisses (weniger als 1 mal alle 1.000 Jahre).

Für das Szenario inkompatibler Gemische werden besondere Vorbeugungsmaßnahmen ergriffen, um die Wahrscheinlichkeit des Eintretens zu verringern. Diese Maßnahmen zur Risikobegrenzung werden als wichtige Tätigkeiten für den Schutz der Interessen (AIP) ergriffen und speziell an jedes Szenario angepasst. Diese Vorbeugungsmaßnahmen müssen vor dem Zapfen stattfinden und gestalten sich wie folgt:

- Die systematische Begleitung der Lastwagen vom Standorteingang bis zu den Zapfbereichen, wo sie für die Lieferungen an die CTE-Anlagen und die Entsalzungsstation erwartet werden, um so die Wahrscheinlichkeit einer Verwechslung des Zapfbereichs zu begrenzen;
- Das gelieferte Produkt wird anhand einer Probenentnahme kontrolliert, um sicherzustellen, dass das gelieferte Produkt die erwarteten Spezifikationen erfüllt;
- Eine dritte Person führt eine Prüfung durch, um anhand einer physischen Handlung sicherzustellen, dass die Zapffreigabe erteilt ist (z. B. Entriegelung des Ventils).

In Anbetracht der ergriffenen Maßnahmen ist die Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines Szenarios mit inkompatiblen Gemischen ein 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 gelten alle Unfallszenarien hinsichtlich der zu schützenden Interessen als kontrolliert.

### ■ 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 Bugey 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 Bugey,
    - 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<sup>e</sup> visite décennale) durchgeführt wurden;
    - Die Einführung von Hafnium, einer neutronenabsorbierenden Substanz, in die Brennelementbündel der Reaktoren von Bugey 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 Bugey 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 Bugey, Département Ain  
Copyright EDF/COLIN Mathieu/TOMA

## 5.1. Vorgehensweise

Abschnitt 5 beschreibt die Bewertung der Auswirkungen des Betriebs des Kraftwerks von Bugey 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 Bugey mit der Umwelt zum aktuellen Zeitpunkt und für die kommenden 10 Jahre.

Der Unterabschnitt 5.7 beschreibt die Auswirkungen des Betriebs des Kraftwerks von Bugey 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 dargestellt.

## 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 Bugey auf die Gesundheit und Umwelt bewerten sowie nachweisen, dass sie akzeptabel sind.

### ■ **Luft und Klimafaktoren**

Die Analyse der Auswirkungen des Betriebs des Kraftwerks von Bugey 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 (Art. 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-Richtlinien 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 Bugey, 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 Bugey 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 Bugey 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.

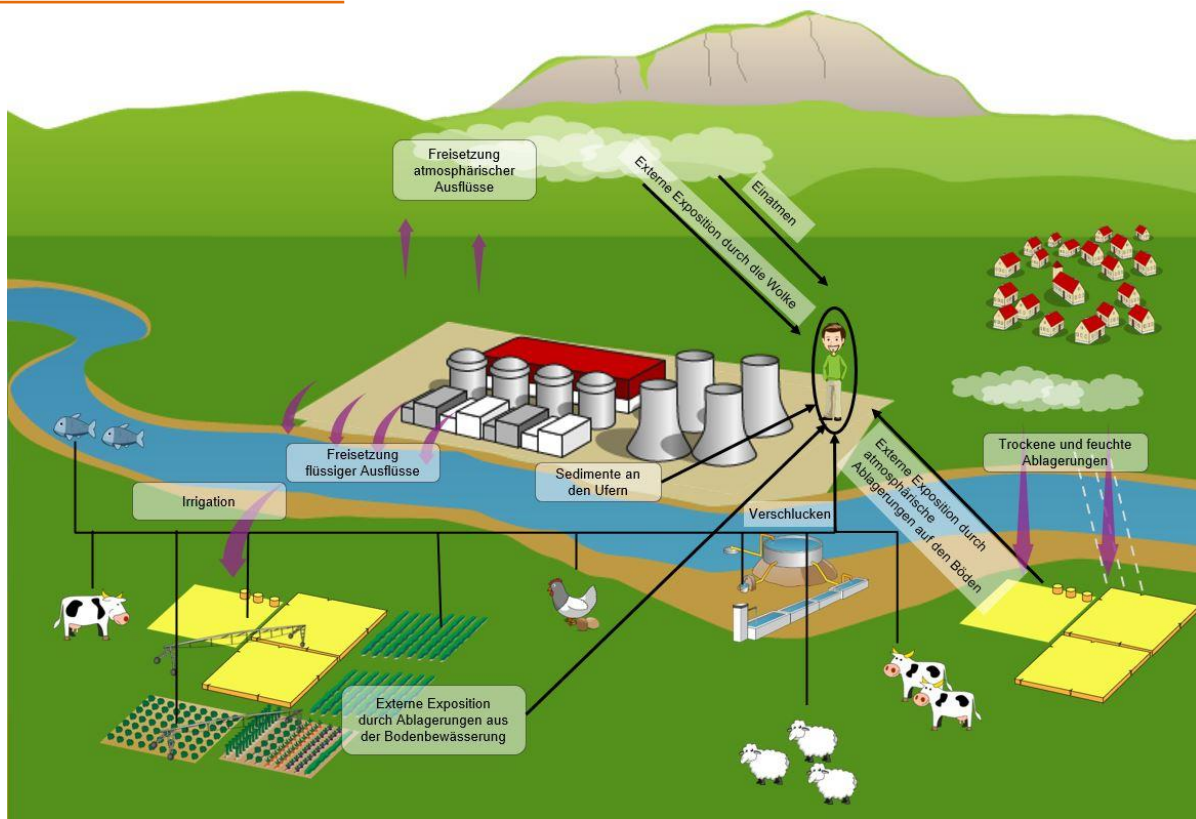
Folgende Expositionswege werden berücksichtigt (siehe nachfolgende Abbildung):

- 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 Gesamtwirkdosis 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 Bugey 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 Bugey 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. Datum 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.

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 Bugey 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 Bugey 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 Bugey 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 ASNR 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

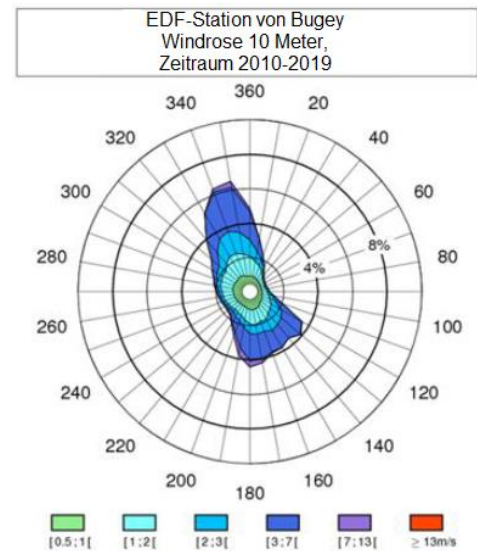
### 5.5.1. Luft und Klimafaktoren

#### ■ **Klima**

Die Region, in dem sich der Standort von Bugey befindet, verfügt über ein gemäßigtes Klima mit regelmäßigen Hitzewellen im Sommer und häufigem Frost im Winter. Das Rhône-Tal und die Nähe der Bergmassive sorgen für orographische Auswirkungen. Die monatlichen Durchschnittstemperaturen in Bugey liegen zwischen 3,6 °C im Januar und 21,5 °C im Juli. Es regnet etwa 180 Tage im Jahr (Zeitraum 2010 bis 2019) und der Wind kommt hauptsächlich aus Nord-Nord-Osten und Süden.

#### ■ **Luftqualität**

Die Luftqualität im Umfeld des Standorts von Bugey gilt als gut, trotz zahlreicher umweltschutzkritischer Anlagen (ICPE – Installation classée pour la protection de l'environnement) im Umkreis.



Grafik der in 10 m Höhe gemessenen Winde,  
Wetterstation des Standorts von Bugey,  
Zeitraum von 2010 bis 2019

### 5.5.2. Oberflächengewässer

#### ■ **Hydrologie**

Die Rhône entspringt hoch in den Alpen, fließt 290 km durch die Schweiz und den Genfer See, dann 520 km durch Frankreich bis zu ihrer Mündung im Mittelmeer. Am Fuß des Mont Blanc ist der Wasserhaushalt der Rhône vom Gletscherwasser geprägt. Unterhalb des Genfer Sees kommt der Einfluss der Schneefälle und Niederschläge hinzu. Der Lauf der Rhône wurde über seine gesamte Länge für diverse Wasserkraftanlagen ausgebaut, von denen sechs flussaufwärts von Bugey liegen.

Für den Zeitraum von 1920 bis 2018 beträgt das jahresübergreifende Modul der Rhône 455 m³/sek. Im Bereich des Standorts von Bugey verringert sich die Durchflussmenge zwischen August und Dezember. Der niedrigste Wasserstand tritt meist zwischen September und November auf. Seit dem Bau des Staudamms von Salut-Brénaz im Jahr 1986 gewährleistet ein vom Standort von Bugey und der Compagnie Nationale du Rhône (CNR) abgeschlossener Vertrag eine Mindestdurchflussmenge von 150 m³/sek. am Standort.



*Standort des Kraftwerks von Bugey im Einzugsgebiet der Rhône.*

### ■ **Wärmehaushalt**

Die Analyse des Wärmehaushalts der Rhône oberhalb des Kraftwerks von Bugey beruht auf den Messungen der Rhône-Temperatur oberhalb des Kraftwerks aus den Jahren 1977 bis 2018.

Aus dieser Analyse ergeben sich folgende Erkenntnisse:

- Die Temperaturschwankungen innerhalb eines Tages sind im Sommer stärker und betragen ca. 1,1 °C wohingegen sie im Winter bei ca. 0,3 °C bis 0,4 °C liegen.
- Die jahreszeitlich bedingten Schwankungen ergeben Durchschnittstemperaturen von ca. 19 °C im Sommer und 6 °C im Winter. Über den gesamten Sommer (von Juni bis September) liegt die Temperatur der Rhône flussaufwärts des Kraftwerks nur 5 % der Zeit über 23 °C und noch nicht einmal 0,5 % der Zeit über 25 °C.
- Die Untersuchung der beobachteten jahresübergreifenden Schwankungen zeigt seit dem Ende der 1970er Jahre eine Tendenz zu höheren Wassertemperaturen. Die festgestellte durchschnittliche Entwicklung liegt insgesamt bei +0,8 °C von 1977 bis 1997 und 1998 bis 2018, wobei der Anstieg der durchschnittlichen Sommertemperaturen deutlicher ist.



#### ■ **Physikalisch-chemische und biologische Qualität**

Der Standort von Bugey liegt im Bereich der Oberflächengewässermasse „FRDR2004“. Diese Wassermasse begrenzt den Abschnitt der Rhône zwischen dem Staudamm von Sault-Béraz und der Brücke von Jons. Sie gehört zur Kategorie der natürlichen Wassermassen.

Nach der vom Ausschuss „Bassin Rhône Méditerranée Corse“ 2019 freigegebenen Bestandsaufnahme weist diese Wassermasse einen guten ökologischen und chemischen Zustand auf.

Die Befunde der chemischen und gewässerökologischen Überwachung am Standort von Bugey während des Zeitraums 2009-2018 ergeben eine zufriedenstellende Qualität der Gewässer, sowohl hinsichtlich der chemischen Parameter als auch der physikalisch-chemischen Daten oder biologischen Kennzahlen.

**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 Umweltqualitäts-normen (NQE – Normes de qualité environnementale) ermittelt.

### 5.5.3. Böden und Grundwasser

#### ■ **Geologie**

Am Standort von Bugey bestehen die obersten Bodenschichten aus 6 bis 14 m natürlich entstandenem oder aufgeschüttetem Sand- und Kiesschwemmböden.

Das Substrat unter der Oberflächenschicht besteht aus leicht wasserdurchlässiger Molasse, die unter den darauf verankerten nuklearen Anlagenteilen eine Kuppelform aufweist.

Im Norden und Süden des Standorts versinkt die Molassenkuppel unter zwei Lehm- und Puddingsteinschichten, die zwischen den oberflächlichen Schwemmböden und dem Molassesubstrat liegen.

Der Begriff **Molasse** bezeichnet Sedimentgesteine, die am Rand von Gebirgszügen auftreten. Molassen sind häufig lehmhaltige Zementsandsteine.

Der Begriff **Puddingstein** bezeichnet ein Sedimentkonglomerat aus Kieseln und natürlichem Zement.

#### ■ **Hydrogeologie**

Zwei Grundwasserschichten befindet sich unter dem Standort: eine freie Grundwasserschicht in den oberflächlichen Schwemmböden und eine weitere in der Molasse.

Die Grundwasserschicht in der Molasse weist einen etwas höheren Druck (einige Dezimeter) als die in den Schwemmböden auf. Dadurch ergibt sich ein leicht ansteigender Abfluss durch die Molasse, der in sehr geringem Maße das Grundwasser in den Schwemmböden speist.

Bei den Erdarbeiten am Standort wurden geotechnische Einfriedungen eingerichtet, um die Baugrube trocken zu halten. Diese Einfriedungen wurden in der Oberfläche der Molasse um ca. 0,5 m verankert und nach Abschluss der Bauarbeiten im Boden belassen.

Heute weist die Physiognomie des Grundwassers außerhalb und innerhalb der geotechnischen Einfriedungen gewisse Unterschiede auf.

- Außerhalb der Einfriedungen wird das Grundwasser durch die Nordost-Ecke der Einfriedung der Kühltürme in zwei geteilt. Ein Teil des Wassers fließt nördlich des Kraftwerks in die Rhône. In diesem Bereich beträgt das hydraulische Gefälle ca. 1,3 %, bei einer Last zwischen 191 m NGF und 196 m NGF. Der andere Teil fließt am Kraftwerk entlang nach Westen und im Bereich des Reaktors Nr. 1 in die Rhône. Sein hydraulisches Gefälle beträgt ca. 0,5 %, bei einer Last zwischen 191 m NGF und 196 m NGF. Das Grundwasser fließt von Westen in die geotechnischen Einfriedungen und nach Osten durch die Durchbrüche in die Rhône ab.
- Im Innern der geotechnischen Einfriedungen fließt das Grundwasser um die auf der Molasse verankerten Bauwerke und sucht sich passende Adern durch die Schuttböden. Der Wasserstand im Innern der Einfriedungen schwankt zwischen 193 m NGF und 194 m NGF bei den Reaktoren Nr. 4/5 und zwischen 192 m NGF und 193 m NGF bei den Reaktoren Nr. 2/3.

#### ■ *Zustand der Böden*

Die geochemischen Hintergrundwerte unter dem Standort wurden aus den nationalen Datenbanken ermittelt. Besonders für metallische Spurenelemente stellt das Netz zur Messung der Bodenqualität (RMQS<sup>9</sup> – Réseau de mesures de la qualité des sols) lokale Hintergrundwerte zur Verfügung.

In Bezug auf Radionukleide findet eine jährliche radioökologische Überwachung statt. Sie beinhaltet die Entnahme von Proben aus den oberflächennahen Schichten der Böden in der Nähe des Standorts und die Analyse dieser Proben auf die wichtigsten Radionukleide künstlichen Ursprungs in den am Standort in die Atmosphäre freigesetzten Schadstoffen.

### 5.5.4. Radioökologie

In der Nähe des Standorts von Bugey wurde die Umwelt radiologischen Untersuchungen unterzogen, um einerseits die Radioaktivitätslevel zu ermitteln, die vor dem Betrieb des Standorts an Land und in den Gewässern vorhanden waren (ursprünglicher Referenzzustand), und andererseits langfristig zu bewerten, in welchem Maße die vom Standort freigesetzten Schadstoffe im Verhältnis zu den anderen ermittelten Quellen zur Einleitung der Radioaktivität in die Umwelt beitragen.

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

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

#### ■ *Radiologischer Zustand der Umwelt*

Die Analyse der Ergebnisse der vom Betreiber an Land und in den Gewässern im Umkreis des Standorts von Bugey durchgeführten radioökologischen Untersuchungen betont den weitestgehend natürlichen Ursprung der Radioaktivität, die hauptsächlich von Potassium 40 und Beryllium 7 verursacht wird.

Die Radioaktivität künstlichen Ursprungs stammt hauptsächlich aus der Remanenz der atmosphärischen Niederschläge der atmosphärischen Nuklearversuche, den Unfällen von Tschernobyl und, in geringerem Maße, von Fukushima, der in der Vergangenheit im Département Haut-Rhône ansässigen Uhrenindustrie sowie aus den am Standort von Bugey und an den flussaufwärts an der Rhône gelegenen Anlagen des Standorts von Creys-Malville freigesetzten Schadstoffen.

### 5.5.5. Artenvielfalt

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

- Zuerst wurden die beachtenswerten Naturgebiete und ökologischen Funktionen in einem Umkreis von 10 km um das Kraftwerk beschrieben;
- Anschließend wurde eine Studie der Auswirkungen auf den Studienbereich durchgeführt, in dem sich die potentiellen Einflussbereiche an Land und in den Gewässern überlagern. Er entspricht einem Umkreis von 7 km, in dessen Mittelpunkt sich der Standort von Bugey befindet.

---

<sup>9</sup> Das INRA hat das nationale Programm des Netzes zur Messung der Bodenqualität (RMQS) im Jahre 2001 eingeführt. Dieses Netz besteht aus einem quadratischen Raster von 16 km mit 2.240 land- und forstwirtschaftlichen Standorten in allen Teilen des französischen Staatsgebiets (einschließlich der Überseegebiete). Alle 10 Jahre werden an den Standorten Proben entnommen. Ziel ist die langfristige Überwachung der Entwicklung der französischen Böden, unabhängig von ihrer Nutzung oder den landwirtschaftlichen Methoden.

## Öffentliches Anhörungsverfahren für die Reaktoren von Bugey

**Dokument 3bis** – Dokument bezüglich der Auswirkungen auf die Umwelt, die mit dem Betrieb des Reaktors während der nächsten zehn Jahre verbunden sind

### ■ **Beachtenswerte Naturgebiete**

Folgende beachtenswerte Naturgebiete wurden in einem Umkreis von 10 km um das Kraftwerk von Bugey erfasst:

- Vier Standorte des Natura 2000-Netzwerks : drei besondere Schutzgebiete vom Typ FFH-Gebiet „Zones Spéciales de Conservation“ (ZSC FR8201653 – Unteres Tal des Ain, Zusammenfluss Ain/Rhône; ZSC FR8201727 – L’Isle-Crémieu und ZSC FR8201639 – Steppen von Valbonne) und ein besondere Schutzgebiete vom Typ Europäisches Vogelschutzgebiet „Zone de Protection Spéciale“ (ZPS FR8212011 – Steppen von Valbonne).



Die in einem Umkreis von 10 km um den Standort von Bugey erfassten „Natura 2000“-Gebiete

- Sechzehn schützenswerte Naturgebiete (ENS – Espace naturel sensible);
- Einhundertdreizehn Feuchtgebiete;
- Vierzehn Verordnungen für den Schutz von Biotopen (APB – Arrêtés préfectoraux de protection de biotope);
- Zwei Standorte des Conservatoire des Espaces Naturels (CEN);
- Neunundfünfzig Naturgebiete mit besonderer Bedeutung bezüglich der Umwelt, Fauna und Flora (ZNIEFF – Zone naturelle d’intérêt écologique, faunistique et floristique) vom Typ I und sechs vom Typ II;
- 465 Trockenrasen.

Die sogenannten Naturgebiete mit besonderer Bedeutung bezüglich der Umwelt, Fauna und Flora (ZNIEFF), 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 sind vielfältige Lebensräume vorhanden, die zu fünf großen Komplexen gehören: vom Menschen veränderte und umgestaltete Siedlungsräume, Feuchtgebiete und Wasserlebensräume, offene Lebensräume (Trockenrasen, Wiesen), halboffene Lebensräume (Dickichte, Heideland, Buschland) und Wälder.

Die meisten Flächen werden landwirtschaftlich genutzt. Auch Wälder sind östlich der Rhône, auf dem Plateau von L'Isle Crémieu und in den unterschiedlich gut erhaltenen Flußauenwäldern des Ain und der Rhône gut vertreten.

Besonders anspruchsvolle Lebensräume sind die Sandbankrasen, Trockenrasen, Sedumplatten, alkalischen Niedertorfmoore, Mischwälder in Hanglagen und Schluchten, Uferwälder (Eschen- und Erlenwälder, Mischwälder der großen Flusstäler), Sumpfwälder und das Plateau von Larina.

### ■ **Pflanzenwelt**

Ungefähr 300 Arten (Land-, Ufer- und Wasserpflanzen) wurden in den Gemeinden des Studiengebiets erfasst. 120 davon sind bemerkenswerte (geschützte und/oder schützenswerte) Arten, die dem Studiengebiet einen mäßigen bis hohen Umweltanspruch verleihen.

Außerdem wurden im Studiengebiet 8 invasive exotische Arten festgestellt, die hinsichtlich dieser Problematik eine große Herausforderung darstellen.



Rote Kuhschelle (*Pulsatilla rubra*)



Beifußblättriges Traubenkraut (Ambrosia artemisiifolia)

### ■ **Tierwelt**

Im Studienbereich sind die meisten Tierarten häufig bis sehr häufig vertreten und Teil der üblichen biologischen Vielfalt.

Bibliographische Daten und zusätzliche Daten aus Erhebungen vor Ort ergaben 135 Arten großer Wirbellose, 27 Insektenarten, darunter 14 geschützte Arten, 2 Muschelarten, 29 Fischarten, davon 2 vom Aussterben bedrohte Arten (Aal und Hecht), 16 geschützte Amphibienarten, 11 geschützte Reptilienarten, 110 Vogelarten, darunter 94 geschützte, 25 Fledermausarten und 10 Säugetierarten, darunter 9 geschützte und der vom Aussterben bedrohte europäische Iltis (jagdbar).

Diese Befunde zeigen, dass im Studienbereich viele Arten leben, die aufgrund ihres geschützten und/oder schützenswerten Status als bemerkenswert gelten. Die hinsichtlich des Standorts empfindlichsten Arten sind die, die an den Flussläufen von Rhône, Ain und deren Zuflüsse leben.



Invasive exotische Wirbellosen- und Fischarten wurden im Studiengebiet ebenfalls festgestellt.



*Ringelnatter (Natrix helvetica)*



*Europäischer Biber*

### ■ **Ökologische Funktionen**

Der Standort von Bugey liegt am Ufer der Rhône, die strukturierender Teil der sogenannten „Trame bleue“ („Blaues Raster“, d. h. ein Netzwerk aus ineinander übergehender Oberflächengewässer.) und der wichtigsten Zugrouten vieler Arten ist und insgesamt einen „wiederherzustellenden“ Erhaltungszustand aufweist.

Gemäß dem Regionalplan für ökologische Zusammenhänge (SRCE – Schéma régional de cohérence écologique) Rhône-Alpes liegt der Standort von Bugey in einer verbauten Zone, die negative Auswirkungen auf die Umweltkorridore hat. Dennoch befindet sich der Standort auf lokaler Ebene nicht in der Nähe von Bereichen, die vom SRCE als **Artenvielfaltreserven** und grüne Korridore gekennzeichnet wurden.

**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.

## 5.5.6. Bevölkerung und deren Gesundheit

### ■ **Bevölkerung**

Das erweiterte Studiengebiet von 50 km soll die Verteilung der Bevölkerung im Umfeld des Standorts von Bugey beschreiben, wohingegen das lokale Studiengebiet von 10 km der Ermittlung von bedeutsamen Bevölkerungsgruppen dient.

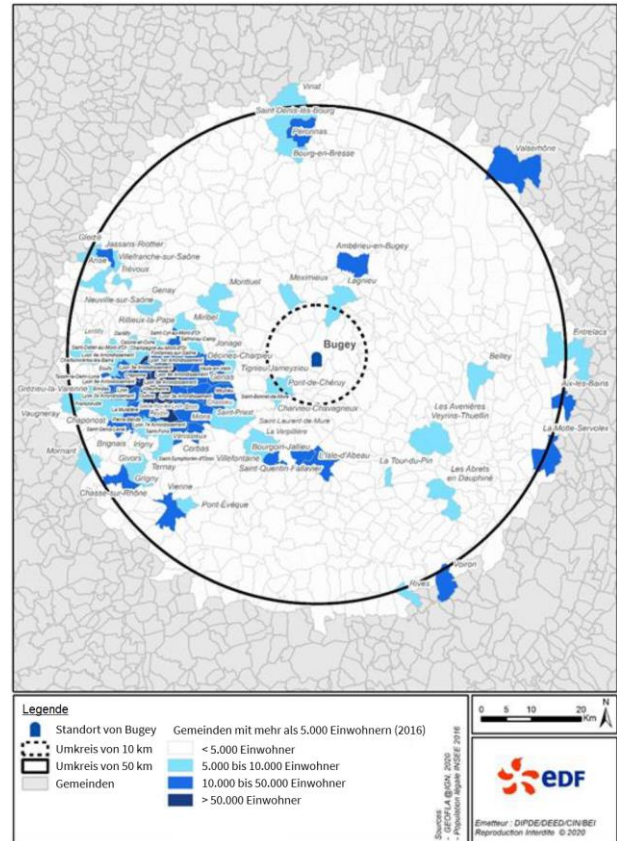
In einem Umkreis von 50 km beträgt die durchschnittliche Bevölkerungsdichte ca. 300 Einwohner/km<sup>2</sup>, jedoch nur ca. 173 Einwohner/km<sup>2</sup> im Umkreis von 10 km. In beiden Bereichen liegt der Wert über dem französischen Durchschnitt von ca. 120 Einwohnern/km<sup>2</sup> (mit Ausnahme der Überseegebiete).

Wichtigste Gemeinden im Umkreis von 50 km: Lyon (515.695 Einwohner), Villeurbanne (149.019 Einwohner) und Vénissieux (65.405 Einwohner).

Innerhalb des Studienumkreises von 10 km sind die einzigen Gemeinden mit über 5.000 Einwohnern die Orte Charvieu-Chavagneux (9.292 Einw.), Meximieux (7.669 Einw.), Tignieu-Jamezieu (7.145 Einw.), Lagnieu (7.090 Einw.) et Pont-de-Chéruy (5.703 Einw.).

Die nächstgelegenen gefährdeten Bevölkerungsgruppen (Schulen, Gesundheitseinrichtungen, soziale Einrichtungen und medizinisch-soziale Einrichtungen) liegen ca. 600 m nördlich der Grundstücksgrenzen des Standorts in der Gemeinde von Saint-Vulbas.

Die dem Standort von Bugey nächstgelegenen Wohnstätten liegen unmittelbar jenseits der nördlichen Grundstücksgrenze des Standorts in der Gemeinde Saint-Vulbas.



Gemeinden mit mehr als 5.000 Einwohnern im Umkreis von 50 km um den Standort von Bugey

### ■ **Lärm- und Lichtbelastung**

Im Umfeld des Standorts von Bugey wurde im Oktober 2019 eine Messkampagne zur Erfassung der Lärmbelastungspegel durchgeführt.

Die Lichtbelastung im Umkreis des Standorts von Bugey wird vor allem durch die Beleuchtung des Industriegebiets von Plaine de l'Ain und die Straßenbeleuchtung der Gemeinde von Pont-de-Chéruy verursacht.

## 5.5.7. Menschliche Aktivitäten

### ■ **Flächennutzung**

Die Flächen in einem Umkreis von 10 km um den Standort von Bugey werden unterschiedlich genutzt, hauptsächlich als Ackerland ohne Bewässerung (ca. 34 %) und als Laubwald (18 %), Insgesamt entsprechen die landwirtschaftlich genutzten Flächen, Waldwirtschaftsflächen und verbauten Flächen (lockeres Stadtgefüge, Industrie- und Gewerbegebiete, Werkstoffabbau) jeweils 61 %, 22 % bzw. 14 % der Flächen des Betrachtungsumfangs.

### ■ **Landschaft und Kulturerbe**

Fünf Landschaftstypen dominieren in einem Umkreis von 10 km um den Standort von Bugey:

- Das Tiefland des Rhônetals besteht aus einem Talboden, der dem Lauf der Rhône folgt und zwischen dem Plateau der Île Crémieu und den Klippen von Bugey liegt. Innerhalb des Umkreises von 10 km um den Standort entspricht diese Landschaft mit 1 % der Flächen dem geringsten Flächenanteil.
- Das Ballungsgebiet von Charvieu-Chavagneux/Pont-de-Chéruy/Tignieu-Jameyzieu ist stark vom Menschen geprägt, betrifft aber nur 2 % der untersuchten Flächen.
- Die Ebene im Osten von Lyon besteht zu 65 % aus landwirtschaftlich genutzten Flächen und zahlreichen Industriegebieten, und entspricht etwa 15 % des Studiengebiets.
- Das Plateau von Île Crémieu im Osten des Standorts von Bugey besteht zu jeweils 62 % bzw. 31 % aus landwirtschaftlich und forstwirtschaftlich genutzten Flächen und betrifft 34 % des Studiengebiets.
- Die Ebene des Ain und der Rhône flussaufwärts von Loyettes besteht zu 61 % aus landwirtschaftlich genutzten Flächen und Industrie-Infrastrukturen (Standort von Bugey, Industriegebiet der Ain-Ebene) und ist mit 48 % der großflächigste Landschaftsabschnitt des Studiengebiets.

In einem Umkreis von 10 km um den Standort von Bugey befinden sich:

- Zwei unter Denkmalschutz stehende Standorte: der Zusammenfluss von Ain und Rhône ca. 4 km westlich des Standorts und die Höhlen von Balme ungefähr 7 km nordöstlich des Standorts;
- Ein eingetragener Standort: das mittelalterliche Stadtzentrum von Crémieu, etwa 7 km südlich des Standorts.

### ■ **Wassernutzung**

In den im Umkreis von 10 km um den Standort von Bugey gelegenen Gemeinden dienen die Wasserentnahmen drei Nutzungsarten:

- Trinkwasser: Der erste Entnahmepunkt ca. 8,2 km flussabwärts des Standorts von Bugey ist eine Bohrung in die Grundwasserschicht der Talebene in der Gemeinde Anthon. In der Rhône selber sind keine Trinkwasserentnahmepunkte vorhanden.
- Bewässerungswasser: Der erste Entnahmepunkt ca. 1,4 km flussabwärts des Standorts von Bugey ist eine Bohrung in die Grundwasserschicht der Talebene in der Gemeinde Saint-Vulbas. Mehrere Entnahmepunkte befinden sich direkt in der Rhône flussabwärts des Standortes von Bugey. Der Erste liegt ca. 3,2 km vom Standort in der Gemeinde Loyettes.
- Industrierwasser: Der erste Entnahmepunkt ca. 7 km flussabwärts des Standorts von Bugey ist eine Bohrung in die Grundwasserschicht der Talebene in der Gemeinde Saint-Romain-de-Jalionas. In der Rhône selber sind keine Wasserentnahmepunkte vorhanden.

### ■ **Infrastrukturen und Kommunikationswege**

In einem Umkreis von 10 km um den Standort von Bugey befinden sich:

- Mehrere Landstraßen, darunter auch die D20, die an der westlichen Grundstücksgrenze des Standorts von Bugey verläuft;
- Zwei Bahnlinien führen am Standort von Bugey vorbei; die erste verbindet den Standort mit Ambérieu-en-Bugey, führt durch das Industriegebiet der Ain-Ebene und wird nur wenig befahren, und die zweite von Lyon nach Crémieu, die bereits stillgelegt ist;
- Obwohl die Rhône über 330 km Länge von Lyon bis Port-Saint-Louis schiffbar ist, gilt dies nicht für den Abschnitt von Montalieu-Vercieu 11 km flussaufwärts des Standorts bis Lyon 36 km flussabwärts desselben, der nicht schiffbar ist.

### ■ **Industrieumfeld**

In einem Umkreis von 10 km um den Standort von Bugey befinden sich ca. sechzig umweltkritische Anlagen (ICPE – Installation Classée pour la Protection de l’Environnement), darunter vier der Klasse SEVESO mit hohem Risiko und fünf der Klasse SEVESO mit geringem Risiko. Diese Anlagen befinden sich im Industriegebiet der Ain-Ebene.

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 den Standort von Bugey herum sind die Jagd und der Angelsport zugelassen. Das ansässige Hoch- und Niederwild sowie die Zug- und Wasservögel sind die wichtigsten jagdbaren Arten. Geangelt werden hauptsächlich Hechte, Zander, Bachsaiblinge, Seeforellen, Bachforellen, Regenbogenforellen, europäische Äschen, Gelbaale, Teichfrösche und Grasfrösche. Blankaale und Bachkrebse dürfen nicht gefangen werden.

In der Region im Bereich des Standorts von Bugey werden zahlreiche Sport- und Freizeitaktivitäten (Wandern, Reiten, Baumklettern, Klettern...), aber auch kulturelle und touristische Aktivitäten (Museen, Naturschutzgebiete, Besichtigungen, historische Sehenswürdigkeiten...) angeboten.

Die nächstgelegene Sehenswürdigkeit liegt 2 km östlich des Standorts. Hier befindet sich das Museum „Maison du patrimoine de Hières-sur-Amby“.

In der Nähe des Standorts von Bugey ist das Baden flussabwärts in der Rhône verboten. Dennoch befindet sich innerhalb des Umkreises von 10 km um den Standort von Bugey ein Badebereich, nämlich am Campingplatz „Les Plages de l’Ain“ ca. 6 km westlich des Standorts am Ufer des Ain.

### ■ **Sonstige Nutzungen**

Die Vereinigung der gewerblichen Fischer der Saône, des Doubs und des Rhône-Oberlaufs zählt insgesamt ca. dreißig Mitglieder. Diese wichtige Vereinigung umfasst die Départements Haute-Saône, Doubs, Jura, Territoire de Belfort, Côte-d’Or, Saône-et-Loire, Ain und Rhône.

Die gewerblichen Fischer dieser Vereinigung bewirtschaften Standorte an sämtlichen Gewässern, am Oberlauf der Rhône von der Schweizer Grenze bis Lyon, an der Saône, der Seille, einem linksseitigen Zufluss der Saône und dem Doubs. Jeder Fischer bewirtschaftet 5 bis 10 km Flusslauf.

Gefischt werden hauptsächlich Zander und kleine Fischarten.

### ■ **Energieverbrauch**

2024 hat das Kraftwerk von Bugey 18,5 Twh Strom erzeugt, die 40 % des Bedarfs der Region Auvergne-Rhône-Alpes decken.

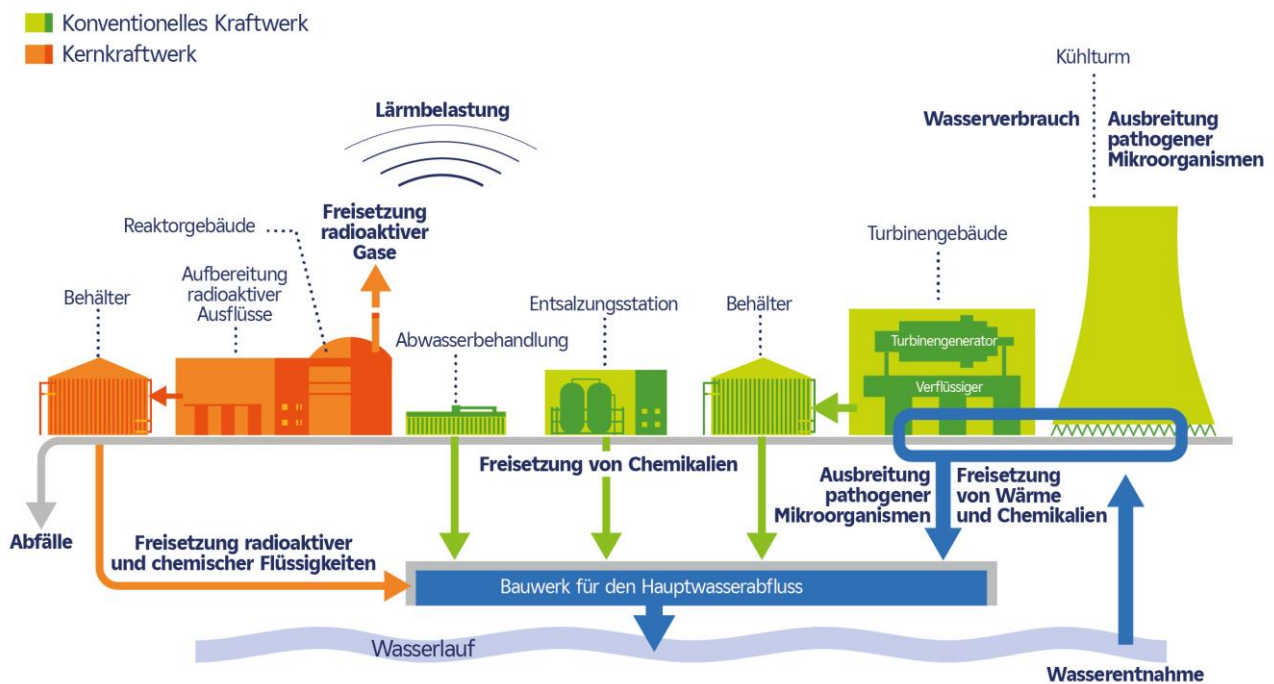
## 5.6. Wechselbeziehungen des Kraftwerks von Bugey mit der Umwelt

Dieser Unterabschnitt 5.6 beschreibt die Wechselbeziehungen des Betriebs des Kraftwerks von Bugey 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 5.6.8 beschrieben.

Der Unterabschnitt 5.6.9 erläutert die Entwicklung dieser Wechselbeziehungen in den kommenden 10 Jahren.

### DARSTELLUNG DER AUSWIRKUNGEN NACH ANLAGENBEREICHEN Kalte Quelle im "geschlossenen" Kreislauf

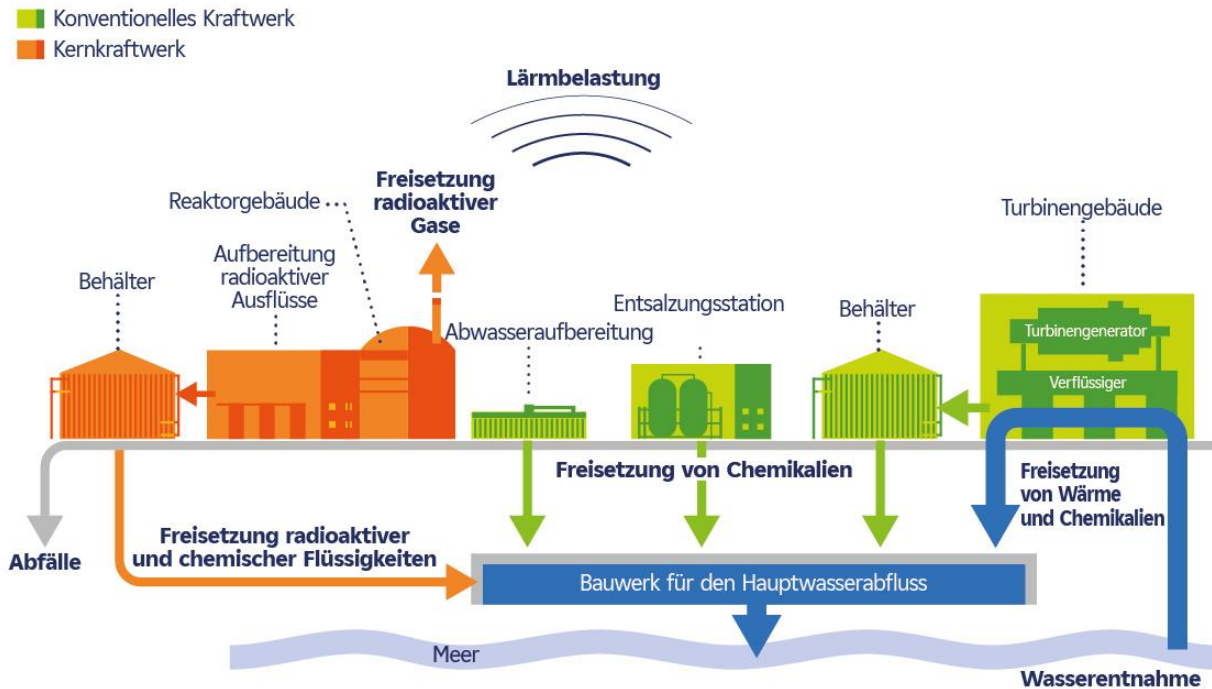


*Darstellung der Auswirkungen für die Blöcke 4-5 von Bugey*



## DARSTELLUNG DER AUSWIRKUNGEN NACH ANLAGENBEREICHEN

### Kalte Quelle im “offenen” Kreislauf



*Darstellung der Auswirkungen für die Blöcke 2-3 von Bugey*

### 5.6.1. Wasserentnahme und -verbrauch

Für den Betrieb ihrer Anlagen entnimmt das Kraftwerk von Bugey Wasser aus den folgenden Lebensräumen:

- Aus der Rhône: Zur Speisung der Leitungssysteme zur Reinigung der Filtertrommeln, der Kühlung der Nebenaggregate der Nuklearheizkessel, der Nebenaggregate in den Maschinenräumen, der Verflüssiger, der Aufbereitung des Industrie- und Löschwassers.
- Aus der Grundwasserschicht der Rhône: Für die periodischen Prüfungen des Rohwasserzuleitungssystems für das letzte Notstromaggregat.

Außerdem versorgt das Wasserleitungsnetz von Saint-Vulbas den Standort mit Trinkwasser für den normalen Gebrauch (Catering, Wasserspender, Brauchwasser und Waschküchenwasser).

Das Kraftwerk von Bugey ist mit 2 Kühltystemtypen ausgestattet:

- Ein offenes Kühltystem für die Reaktoren Nr. 2 und Nr. 3. Dazu werden durchschnittlich 92 m<sup>3</sup>/sek. aus der Rhône entnommen, die vollumfänglich in den Fluss zurückgeleitet werden.
- Ein geschlossenes Kühltystem für die Reaktoren Nr. 4 und Nr. 5, das mit jeweils zwei Kühltürmen pro Reaktor ausgestattet ist. Hier beträgt die durchschnittliche Wasserentnahme aus der Rhône 12 m<sup>3</sup>/sek.

Die Grenzwerte für die Wasserentnahme werden durch Vorschriften der Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASN – Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz) 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 Grenzwerten (Beschluss Nr. 2022-DC-0726<sup>10</sup>).

Die folgende Tabelle zeigt die Grenzwerte der Wasserentnahme sowie die Entnahmebilanz über zehn Jahre.

Für die kommenden zehn Jahre sind keine Änderungen der Wasserentnahmen vorgesehen und es steht kein Antrag zur Änderung der unten aufgeführten vorgeschriebenen Grenzwerte an.

| Entnahmequelle               | Nutzung                    | Maximales Volumen   |   |
|------------------------------|----------------------------|---|---|
|                              |                            | Vorgeschriebener Grenzwert  | Jährliches Durchschnittsvolumen 2013 – 2022 |
| Rhône-Wasser                 | Kühl- und Industrierwasser | 3.300 Millionen m <sup>3</sup>                                      | 2.750 Millionen m <sup>3</sup>              |
| Grundwasserschicht der Rhône | Letzte Wasserversorgung    | 6.000 m <sup>3</sup> (46.000 m <sup>3</sup> während der Probeläufe) | 4.620 m <sup>3</sup>                        |
| Trinkwasser                  | Trinkwasser                | /   | 166.000 m <sup>3</sup>                      |

(\*): berechneter Durchschnitt für das Jahr 2018-2022 (Durchführung von Probeläufen)

*Tabelle 1: Vorgeschriebene Grenzwerte und Wasserentnahmebilanz am Standort von Bugey*

## 5.6.2. Freisetzung flüssiger und gasförmiger radioaktiver Schadstoffe

Im Kernreaktor bilden sich radioaktive Stoffe (Radionukleide), von denen ein winziger Bruchteil in die Ausflüsse gerät. Diese Ausflüsse werden selektiv gesammelt und geeigneten Aufbereitungs- bzw. Lagersystemen zugeführt, bevor sie in flüssiger Form über den Abflusskanal in die Rhône geleitet oder als Gas über die Schornsteine der Hilfsnuklearanlagegebäude in die Atmosphäre freigesetzt werden.



*© EDF Schornstein eines  
Hilfsnuklearanlagegebäudes  
des Kraftwerks*

<sup>10</sup> Beschluss Nr. 2022-DC-0726 der Autorité de sûreté nucléaire vom 18. Juni 2022 zur Änderung des Beschlusses Nr. 2014-DC-0442 der Autorité de sûreté nucléaire vom 15. Juli 2014, der die Vorgaben hinsichtlich der Modalitäten zur Entnahme und zum Verbrauch des Wassers und zur Freisetzung in die Umwelt der flüssigen und gasförmigen Ausflüsse der von Électricité de France (EDF-SA) in der Gemeinde Saint-Vulpas (Département Ain) betriebenen, grundlegenden Nuklearanlagen Nr. 45, Nr. 78, Nr. 89 und Nr. 173 festlegt.

Das Kraftwerk setzt Radionukleide 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.
- Tritium wird durch Spalten des Urans in den Brennstäben und Aktivierung der Aufbereitungsprodukte (Bor und Lithium) erzeugt. Das in den Brennstäben gebildete Tritium bleibt dort fast vollständig eingeschlossen. Das in den flüssigen und gasförmigen Ausflüssen vorhandene Tritium entstammt der Aktivierung. Derzeitig sind aufgrund seiner geringen Aktivitätskonzentration keine industriellen Methoden verfügbar, die das Tritium auf technisch und wirtschaftlich tragbare Weise aus diesen Ausflüssen beseitigt. Da seine radiologische Wirkung gering ist, wird das im Rahmen der Energieerzeugung entstehende Tritium in die Umwelt freigesetzt.
- 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 ausgefiltert. Aufgrund ihrer kurzen Halbwertszeit verschwinden sie bald.
- Die sonstigen Spaltungs- oder Aktivierungsprodukte („autres PF/PA“ – autres produits de fission ou d’activation) 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 gasförmigen Ausflüssen auftreten, werden durch radioaktiven Abbau in Lagerbehältern aufbereitet bzw. in Jobabscheidern (Aktivkohle) und Hochleistungsfiltern ausgefiltert. In den flüssigen Ausflüssen werden die sonstigen Spaltungs- oder Aktivierungsprodukte weitgehend von den Aufbereitungssystemen (Filter oder Harze) des kontinuierlichen Primärkreiswasser-dekontaminationssystems und des Ausflussaufbereitungssystems abgefangen.
- 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 **Neutronenaktivierung** ist der Vorgang, der eines oder mehrere der Elemente eines Stoffs durch Bestrahlung mit einem Neutronenfluss radioaktiv macht.

Die Grenzwerte für die Freisetzung radioaktiver Ausflüsse im Kraftwerk von Bugey werden von der Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR) (Beschluss Nr. 2015-DC-0527<sup>11</sup>) vorgeschrieben.

<sup>11</sup> Beschluss Nr. 2022-DC-0727 der Autorité de sûreté nucléaire vom 18. Juni 2022 zur Änderung des Beschlusses Nr. 2014-DC-0443 der Autorité de sûreté nucléaire vom 15. Juli 2024, der die Grenzwerte zur Freisetzung in die Umwelt der flüssigen und gasförmigen Ausflüsse der von Électricité de France (EDF-SA) in der Gemeinde Saint-Vulpas (Département Ain) betriebenen, grundlegenden Nuklearanlagen Nr. 45, Nr. 78, Nr. 89 und Nr. 173 festlegt.

## ↘ 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 Grenzwerte vorgenommene Bewertung der Auswirkungen der freigesetzten Schadstoffe gilt als Referenzwert für die tatsächlichen Schadstofffreisetzungen des Standorts.

Die für den Betrieb des Kraftwerks von Bugey 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 Bugey während eines Zeitraums von 10 Jahren freigesetzt werden (durchschnittliche Schadstofffreisetzungen von 2013 bis 2022).**

- Ableitungsbilanz flüssiger radioaktiver Stoffe von 2013 bis 2022:

|  | Jährliche Grenzwerte<br>(GBq/Jahr) | Durchschnittliche, jährlich<br>freigesetzte Radioaktivität<br>GBq/Jahr |
|--|------------------------------------|--|
| Tritium  | 90.000                             | 45.090   |
| Radiokohlenstoff C <sup>14</sup>                   | 260                                | 22,2   |
| Jod  | 0,4                                | 0,017  |
| Sonstige Spaltungs-<br>und<br>Aktivierungsprodukte | 36                                 | 1,36   |

- Ableitungsbilanz gasförmiger radioaktiver Stoffe von 2013 bis 2022:

|  | Jährliche Grenzwerte<br>(GBq/Jahr) | Durchschnittliche, jährlich<br>freigesetzte Radioaktivität<br>GBq/Jahr |
|--|------------------------------------|--|
| Tritium  | 8.000                              | 688  |
| Radiokohlenstoff C <sup>14</sup>                   | 2.200                              | 480  |
| Edelgase   | 60.000                             | 1.439  |
| Jod  | 1,2                                | 0,039  |
| Sonstige Spaltungs-<br>und<br>Aktivierungsprodukte | 0,28                               | 0,003  |

### 5.6.3. Freisetzung flüssiger und gasförmiger chemischer Schadstoffe

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

In den sogenannten „geschlossenen“ Kühlsystemen mit Kühltürmen (Bugey Nr. 4 und 5) sind Behandlungen zu folgenden Zwecken erforderlich:

- Um das Verschmutzen der Leitungssysteme durch das naturgemäß mit Schwebstoffen und Mineralsalzen belastete Rhône-Wasser durch Zugabe einer Kesselsteinbehandlung, parallel zur Erneuerung des Kühlwassers zu begrenzen;
- Um das Risiko der Verbreitung von pathogenen Mikroorganismen (Legionellen und Amöben) durch die vorbeugende Wartung der Leitungssysteme und die Umsetzung einer Biozidbehandlung durch Zugabe von Monochloramin, einem Produkt der Reaktion von Natriumhypochlorit mit Ammoniak, zu begrenzen.

#### ■ **Flüssige Chemikalienausflüsse**

Beim Betrieb eines Kernkraftwerks werden Chemikalien verwendet, die flüssige oder atmosphärische Schadstofffreisetzungen in die Umwelt verursachen. Auch andere Substanzen aus dem Verschleiß der Leitungen und Anlagen werden freigesetzt. Die wichtigsten Parameter bezüglich der Freisetzung chemischer Schadstoffe durch das Kraftwerk von Bugey betreffen die flüssigen Ausflüsse.

Folgende in die Umwelt freigesetzte Substanzen können problematisch sein:

- Borsäure, Hydrazin, Morpholin und Gesamtstickstoff aus der Aufbereitung der Primär- und Sekundärkreise;
- Phosphate aus der Aufbereitung einiger nuklearer und konventioneller Nebenschleife, hauptsächlich der Zwischenkühlkreise und Wasserüberhitzungskreise;
- Polyacrylate und Natrium aus der Aufbereitung zur Vermeidung von Kesselsteinbildung in den Kühlsystemen;
- AOX (organohalogeniert aus der Reaktion eines halogenhaltigen oxidierenden Biozids mit organischen Stoffen), CRT (Gesamtrestchlor), Natrium, Chlorate, Ammonium, Nitrite und Nitrate aus der Biozidbehandlung der Kühlsysteme.

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 sollten 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 Freisetzung in die Rhône (aus den aktuell gültigen Grenzwertbeschlüssen und Modalitäten) sowie eine Schadstoffbilanz der vergangenen kritischen Chemikalienfreisetzungen aus dem Kraftwerksbetrieb über einen Zeitraum von 10 Jahren.

| Stoff            | Jahresfluss (kg)                     |   |
|------------------|--------------------------------------|---|
|                  | Freisetzungshöchstwerte              | Freigesetzte Menge (Durchschnitt 2013-2022) |
| Borsäure         | 23.000                               | 9.005                                       |
| Morpholin        | 2090                                 | 629   |
| Hydrazin         | 32                                   | 2,5   |
| Gesamtstickstoff | 8.900                                | 3.106*                                      |
| Phosphate        | 1.550                                | 696   |
| Polyacrylate     | Keine Begrenzung der Jahresausflüsse | 242.294**                                   |
| Natrium          | 462.990                              | 23.705                                      |
| Chlorate         | 191.857                              | 36.363                                      |
| Ammonium         | 25.410                               | 631   |
| Nitrate          | 226.418                              | 31.448                                      |
| Nitrite          | 4.261                                | 409   |
| AOX              | 1.500                                | 305   |
| CRT              | 13.000                               | 1338  |

(\*) Gesamtstickstoff, berechnet für den Zeitraum (2015-2022)

(\*\*) Polyacrylate, berechnet für den Zeitraum (2015-2022)

#### ■ **In die Atmosphäre freigesetzte Chemikalienausflüsse**

In die Atmosphäre werden die folgenden Chemikalien freigesetzt:

- Abgase aus den Hilfsverbrennungsanlagen (Schwefel- und Stickoxid);
- Formol- und Kohlenmonoxiddämpfe, die von den neuen Isolierungen aus Glaswolle während der ersten Temperaturanstiege freigesetzt werden;
- Vom Turbinenbypass (VCDa) erzeugte Ammoniakfreisetzungen aus dem Hilfsspeisewasser der Dampfgeneratoren (ASG) und der Wärmezersetzung des Hydrazins aus der Dampfgenerator-Konservierungslösung während der Wiederanlaufphase des Reaktors;
- Morpholin- und Ethanolaminfreisetzungen des VCDa aus dem ASG-Wasser und dem wärmebedingten Cracking im Anschluss an die Nasskonservierung der Dampfgeneratoren (GV);
- Ammoniak aus dem Abführungssystem der nicht kondensierbaren Stoffe im Sekundärkreis während der Aufrechterhaltung des Unterdrucks im Verflüssiger, das durch den Schornstein des Hilfsnuklearanlagegebäude (BAN – Bâtiment des auxiliaires nucléaires) freigesetzt wird;
- Freisetzungen von Gesamtrestchlor (CRT), Ammoniak, Hypochlorsäure (HOCl) und Trihalomethanen (THM) aus den Kühltürmen bei der Durchführung von Biozidbehandlungen;
- Diffuse Emissionen von Kältemitteln und SF<sub>6</sub>, 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.

## 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, ca. zwei Drittel, wird als Wärme über den Verflüssiger an eine kalte Quelle übertragen, bei der es sich entweder um ein Gewässer (kalte Quelle im „offenen“ Kreislauf) oder um die Atmosphäre (über Kühltürme, kalte Quelle im „geschlossenen“ Kreislauf) handeln kann. Somit wird Wärme in die Umwelt freigesetzt.

Das Kühlsystem des Kraftwerks von Bugey weist eine Besonderheit auf: Die Reaktoren Nr. 2 und 3 werden im offenen System gekühlt, während die Reaktoren Nr. 4 und 5 über ein geschlossenes System gekühlt werden.

Im Kraftwerk von Bugey unterliegen die folgenden Parameter den Vorschriften bezüglich der Wärmeemissionen: Die Erwärmung flussaufwärts/flussabwärts nach dem Mischen und die berechnete Temperatur flussabwärts nach dem Mischen.

Die Kühlung der Verflüssiger der Reaktoren Nr. 2 und 3 des Kraftwerks von Bugey erfolgt im sogenannten „offenen“ Kreislauf: Das Kühlwasser wird der Rhône entnommen und anschließend vollumfänglich in den Fluss zurückgeleitet.

Die Kühlung der Verflüssiger der Reaktoren Nr. 4 und Nr. 5 erfolgt im sogenannten „geschlossenen“ Kreislauf: das erwärmte Wasser aus den Verflüssigern wird in den Kühltürmen mit Luft gekühlt und dann hauptsächlich zurück in die Kühlkreise geleitet. Die Wärme entweicht über den Wasserdampf, der über den Türmen eine Wolke bildet. Ein kontinuierlicher Wasserzufluss in die Leitungssysteme ist erforderlich, um den Wasserverlust durch die Verdunstung in den Türmen auszugleichen und das Wasser in den Leitungssystemen zur Kesselsteinbegrenzung zu erneuern. Der Zufluss des Erneuerungswassers verursacht leicht erwärmte Freisetzungen in die Rhône durch Ablassen der Kaltwasserbecken der Kühltürme zur Verdünnung.

Wärmeemissionen unterliegen den Vorschriften, die die Erwärmung des Wassers nach dem Mischen und einleiten in die Rhône begrenzen und eine flussabwärts nach dem Mischen berechnete durchschnittliche Tagestemperatur festlegen.

**Grenzwerte der Wärmeemissionen des Kraftwerks  
von Bugey**

|   | Erwärmung<br>flussaufwärts/flussabwärts,<br>berechnet nach dem Mischen (°C) | Flussabwärts nach dem Mischen<br>berechnete Temperatur (°C) |
|---|---|---|
| Grenzwert bei normalen Klimabedingungen*          | 5 °C – 7 °C   | 24 °C – 26 °C   |
| Grenzwert bei außergewöhnlichen Klimabedingungen* | 1 °C  | 27 °C   |

\* Der Wert schwankt im Laufe der Jahreszeiten (vom 01.05 bis 15.09 oder vom 16.09 bis 30.04)

Die vom Kraftwerk nach dem Mischvorgang anhand der flussaufwärts und flussabwärts gemessenen Werte berechnete Erwärmung beträgt im Durchschnitt 2,1 °C für den Zeitraum von 2009 bis 2018 bei einem gemessenen Höchstwert von 6,7 °C.

Die berechnete Durchschnittstemperatur flussabwärts nach dem Mischen beträgt 14,9 °C, mit einem gemessenen Höchstwert von 26 °C.

Das Kraftwerk von Bugey erfüllt die geltenden Vorgaben hinsichtlich der Wärmeemissionen während des betrachteten Zeitraums, wobei in manchen Fällen die Leistung der Reaktoren Nr. 2 und 3 (mindestens) entsprechend reduziert wird.







## 5.6.5. Abfallerzeugung

Der Betrieb des Kraftwerks von Bugey 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 (Lacke, Kohlenwasserstoffabfälle, Asbest...).

Kategorien radioaktiver Abfälle und zugehörige Sektoren für das Abfallmanagement

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

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

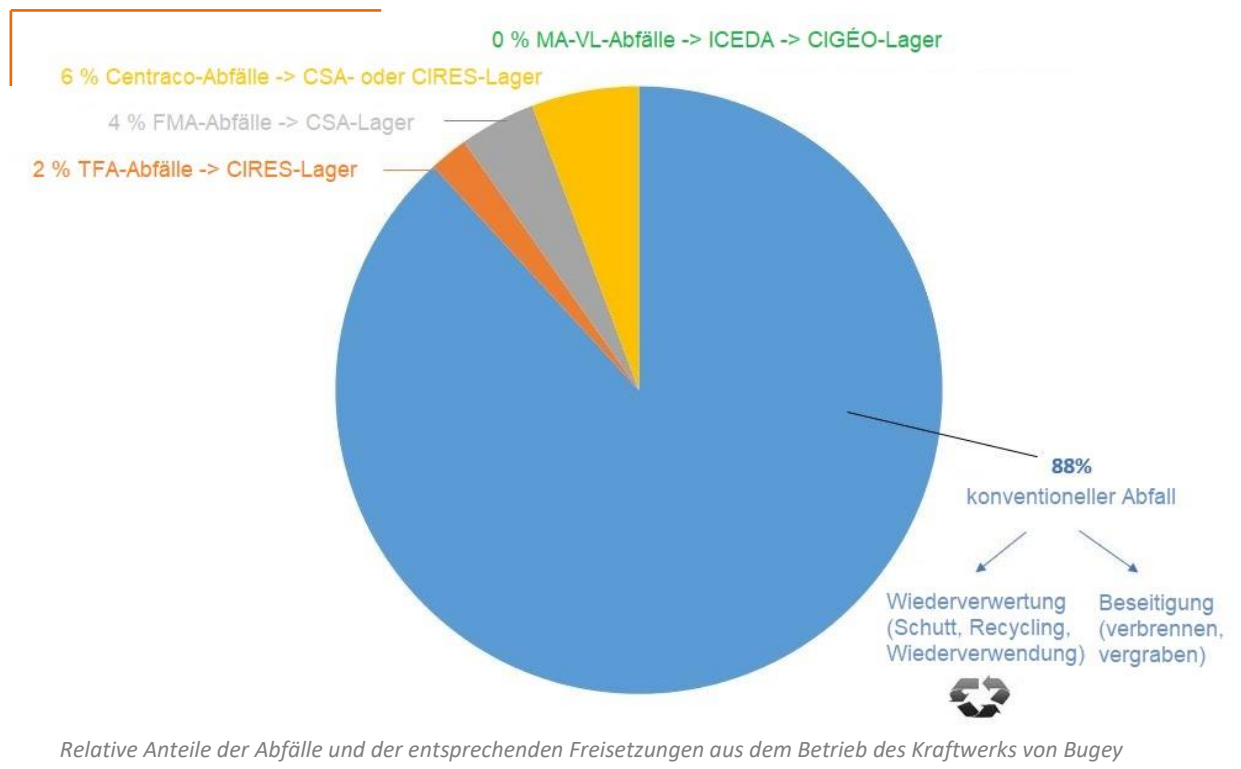
\*\* Radioaktivitätslevel der radioaktiven Abfälle.

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 Bugey erzeugen konventionelle Abfälle (93 % der erzeugten Abfälle) und radioaktive Abfälle (7 % der erzeugten Abfälle).



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

Insgesamt liegt die vorgesehene Menge der in den kommenden Jahren vom Kernkraftwerk von Bugey erzeugten radioaktiven Abfälle in der gleichen Größenordnung wie die Abfallmenge, die während des Referenzzeitraums erzeugt wurde. Der Anstieg der Menge der aufzubereitenden festen FA-VC-Abfälle in den kommenden Jahren ist auf die Planung von zusätzlichen vorbeugenden Wartungsmaßnahmen und die aktuell am Standort umgesetzte Auslagerungspolitik zurückzuführen. Die Verringerung der aufzubereitenden flüssigen FA-VC-Abfallmengen beruht auf der Tatsache, dass die Ausflüsse der Dampfgeneratorreinigung während des Zeitraums von 2013 bis 2022 zur Verbrennung an Centraco weitergeleitet wurden. Diese Ausflüsse werden soweit wie möglich am Standort aufbereitet.

| Radioaktive Abfälle                                     | Durchschnittliches Jahresvolumen<br>Packstücke (m³)<br>(Durchschnitt von 2013 bis 2022) | Voraussichtliches durchschnittliches<br>Jahresvolumen Packstücke (m³)<br>(Durchschnitt von 2025 bis 2028) |
|---|---|---|
| Feste TFA-Abfälle zur Lagerung im CIREs                 | 244   | 248   |
| Feste MA-VC-Abfälle zur Lagerung im CSA                 | 351   | 462   |
| Feste FA-VC-Abfälle zur direkten Lagerung im CSA        | 127   | 124   |
| Feste FA-VC-Abfälle zur Aufbereitung<br>(Einschmelzen)  | 96  | 146   |
| Feste FA-VC-Abfälle zur Aufbereitung<br>(Verbrennen)    | 481   | 506   |
| Flüssige FA-VC-Abfälle zur Aufbereitung<br>(Verbrennen) | 98  | 9   |



## 5.6.6. Lärm- und Vibrationsbelastung

In einem Kernkraftwerk können bestimmte Anlagen sowie zeitlich begrenzte Maßnahmen oder Bauarbeiten zur Lärmbelastungen führen. EDF führt Messungen der Lärmbelastungspegel und akustische Modellierungen zur Ermittlung der Lärmquellen durch.

Außerdem sind die von dem Betrieb der Anlagen (hauptsächlich von laufenden Maschinen) erzeugten Vibrationen aufgrund der Gebäudekonzepte und der Bodenbeschaffenheit nur im Innern der Anlagen zu spüren.

Die eventuellen Bau- und Straßenarbeiten sowie die verschiedenen Leitungsnetze, die Vibrationen verursachen, befinden sich innerhalb der Grundstücksgrenzen des Standorts, sind zeitlich begrenzt und beschränken sich auf die normalen Arbeitszeiten an Werktagen.

## 5.6.7. Flächennutzung

Der Standort von Bugey erstreckt sich über eine Fläche von 100 Hektar und umfasst verschiedene Industriebetriebe. Diese Fläche ist mehrheitlich bebaut (Gebäude, Fahrbahnen, gepflegte Grünanlagen). Für die kommenden zehn Jahre ist keine Änderung der für den Betrieb der 4 Reaktoren des Kraftwerks von Bugey erforderlichen Grundfläche geplant.

## 5.6.8. Sonstige Wechselbeziehungen

Sonstige untersuchte Wechselbeziehungen des Kraftwerks von Bugey mit seiner Umwelt: Geruchsbelästigung, Lichtemissionen, Straßenverkehr, Energieverbrauch, Wärme und Strahlung. Für die kommenden zehn Jahre sind keine Änderungen dieser Wechselbeziehungen geplant.

## 5.6.9. Prognose über 10 Jahre hinsichtlich der Wechselbeziehungen des Kraftwerks von Bugey mit der Umwelt

Die vergangenen und aktuellen Wechselbeziehungen des Betriebs des Kraftwerks von Bugey mit der Umwelt wurden in den vorstehenden Abschnitten 5.6.1 bis 5.6.8 beschrieben.

Wie in der folgenden Tabelle angegeben bleiben die Wechselbeziehungen des Betriebs des Kraftwerks von Bugey 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 Bugey wird durch die Entnahmepunkte in der Rhône und der Grundwasserschicht der Rhône sowie das Trinkwassernetz von Saint-Vulbas gedeckt. Die reglementierten Wasserentnahmen (Rhône und Grundwasser) liegen immer schon unter den vorgeschriebenen Grenzwerten (Beschluss Nr. 2022-DC-0726 <sup>10</sup> ). | Hinsichtlich der Wasserversorgungsmodalitäten sind keine Änderungen geplant.<br><br>Die für den Betrieb des Kraftwerks von Bugey 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. |

**Öffentliches  
Anhörungsverfahren für  
die Reaktoren von Bugey**

**Dokument 3bis** – Dokument bezüglich der Auswirkungen auf die Umwelt, die mit dem Betrieb des Reaktors während der nächsten zehn Jahre verbunden sind

| Wechselbeziehungen mit der Umwelt                      | Vergangener Betrieb  | Prognose für die kommenden 10 Jahre   |
|--|--|---|
| Freisetzung flüssiger radioaktiver Schadstoffe         | Die Rückleitung der radioaktiven Ausflüsse in die Rhône erfolgt an den Ablaufkanälen.<br>Die Freisetzungen unterliegen den Vorgaben der Beschlüsse Nr. 2022-DC-0726 <sup>10</sup> und Nr. 2022-DC-0727 <sup>Erreur ! Signet non défini.</sup> .        | Hinsichtlich der Anordnung der Rückleitungspunkte sind keine Änderungen geplant.<br>Die für den Betrieb des Kraftwerks von Bugey 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 radioaktiver Schadstoffe in die Atmosphäre | Die atmosphärischen radioaktiven Schadstoffe werden über die Schornsteine der Hilfsnuklearanlagengebäude freigesetzt.<br>Die Freisetzungen unterliegen den Vorgaben der Beschlüsse Nr. 2022-DC-0726 <sup>10</sup> und Nr. 2022-DC-0727 <sup>11</sup> . | Hinsichtlich der Freisetzungspunkte in die Atmosphäre sind keine Änderungen geplant.<br>Die für den Betrieb des Kraftwerks von Bugey 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 Freisetzungen flüssiger chemischer Schadstoffausflüsse unterliegen den Vorgaben der Beschlüsse Nr. 2022-DC-0726 <sup>10</sup> und Nr. 2022-DC-0727 <sup>11</sup> .   | Die für den Betrieb des Kraftwerks von Bugey geplanten Freisetzungen 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  | Wärmeemissionen unterliegen den Vorschriften, die die Erwärmung des Wassers nach dem Mischen und Einleiten in die Rhône und die rechnerisch ermittelte Temperatur des Rhône-Wassers nach dem Mischen begrenzen.  | Für die Wärmeemissionen sind keine Änderungen geplant, da sie die vorgeschriebenen Grenzwerte beachten werden.  |
| Erzeugung radioaktiver Abfälle                         | Jahresabfallvolumen (m <sup>3</sup> )<br>– Sehr schwache Radioaktivität: 244<br>– Schwache Radioaktivität: 802<br>– Mittlere Radioaktivität: 851   | Die geplanten Volumen radioaktiver Abfälle liegen grundsätzlich in der gleichen Größenordnung wie das Abfallvolumen, das im Laufe der letzten zehn Jahre erzeugt wurde. Eine Zunahme der aufzubereitenden festen FA-VC-Abfallmengen ist aufgrund der Planung von zusätzlichen vorbeugenden Wartungsmaßnahmen und der aktuell am Standort umgesetzte Auslagerungspolitik vorgesehen. |

| Wechselbeziehungen mit der Umwelt | Vergangener Betrieb   | Prognose für die kommenden 10 Jahre  |
|-----------------------------------|---|--|
| Lärmbelastung                     | Im Kraftwerk von Bugey finden alle zehn Jahre Messkampagnen zur Erfassung der Lärmbelastung statt. Die letzte Messkampagne zeigt, dass die Lärmpegel den in den Vorschriften festgelegten Zielen entsprechen. | Keine maßgeblichen Änderungen, jedoch können zeitweise Lärm und Vibrationen auftreten, die von eventuellen Änderungen und Bauarbeiten verursacht werden. |
| Flächennutzung                    | Das Kraftwerk von Bugey erstreckt sich über 100 Hektar  | Für die kommenden zehn Jahre ist keine Änderung der für den Betrieb der 4 Reaktoren des Kraftwerks von Bugey erforderlichen Grundfläche geplant.         |
| Sonstige Wechselbeziehungen       | Sonstige Wechselbeziehungen mit der Umwelt: Geruchsbelästigung, Lichtemissionen, Straßen- und Schienenverkehr, Energieverbrauch, Wärme und Strahlung  | 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 Kernkraftwerks von Bugey 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, Wärme- und Strahlenemissionen, 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 Bugey mit der Umwelt in den kommenden zehn Jahren auf dem gleichen Niveau wie während des vorherigen Jahrzehnts.

Die Auswirkungen des Kraftwerkbetriebs von Bugey 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 6 bezüglich der grenzüberschreitenden Auswirkungen von Unfällen). Die vergleichsweisen Auswirkungen auf den Klimawandel durch die Fortsetzung des Betriebs oder die endgültige Stilllegung (siehe Abschnitt 1.2) 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 (CO<sub>2</sub>), 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 CO<sub>2</sub>** 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 Bugey 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 Bugey 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 Standorts auf die Luftqualität auf. Hinsichtlich der Stoffe, die keiner Luftqualitätsnorm unterliegen (z. B. Formol, Ammoniak, SF<sub>6</sub>, Kältemittel), beeinträchtigen die Konzentrationen in der Umwelt die Luftqualität nicht.

Der untersuchte Bereich 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.



## 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 – Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires).

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 Auvergne-Rhône-Alpes wurde am 19. Und 20. Dezember 2019 vom Conseil régional verabschiedet und am 10. April 2020 vom Präfekten der Region durch einen entsprechenden Erlass bestätigt. Der SRADDET Auvergne-Rhône-Alpes legt für 11 Themenbereiche die mittelfristigen und langfristigen Ziele für das Gebiet der Region fest.

### ■ *Empfindlichkeit gegenüber dem Klimawandel*

Die lokalen Prognosen der wichtigsten Klimafaktoren, die von EDFs F&E-Abteilung erstellt wurden, zeigen eine Tendenz zu höheren Jahresmittelwerten der Lufttemperaturen, wobei je nach Klimaszenario die Entwicklungen bis 2035 in der Größenordnung von +1,1 °C bis +1,3 °C im Verhältnis zum betrachteten historischen Zeitraum (1982 bis 2012) liegen.

Mit Ausnahme eines leichten Anstiegs des Kühlbedarfs der Tertiär- und Industriegebäude, beeinflussen die obigen Klimaentwicklungen nicht die Analyse der Auswirkungen der vom Standort von Bugey in die Atmosphäre freigesetzten Schadstoffe auf die Luftqualität und das Klima.

## 5.7.2. Oberflächengewässer

### ■ *Auswirkungen auf den Wasserhaushalt*

#### Einfluss auf die Durchflussmenge

Das von den Reaktoren Nr. 2 und 3 entnommene Rhône-Wasser wird vollumfänglich und fast sofort wieder in den Fluss zurückgeleitet. Das für die Reaktoren Nr. 4 und 5 entnommene Wasser wird nur teilweise in den Fluss zurückgeleitet, da ein Teil in den Kühltürmen verdampft. Die verdampfte Durchflussmenge beträgt im Durchschnitt 1,2 m³/sek. Dies entspricht ca. 0,3 % des Jahresmoduls der Rhône und 0,9 % der Niedrigwasser-Durchflussmenge von 150 m³/sek., den der Wasserversorger „Compagnie Nationale du Rhône“ (CNR) am Standort von Bugey gewährleistet. Unabhängig von der betrachteten Wasserhaushaltssituation (normaler Wasserstand oder Niedrigwasser) sind die verdampften Mengen gering und beeinflussen nicht die durchgehende Nutzung des Flusses.

#### Einfluss auf den Abfluss

Im Bereich des Standorts von Bugey ist die Rhône nicht als schiffbarer Wasserlauf eingestuft. Außerdem ist der Wasserentnahmepunkt von Bugey nicht so gestaltet, dass er den Lauf der Rhône behindern oder maßgeblich ändern könnte.

### ■ *Auswirkungen auf die Temperatur der Oberflächengewässer*

Auf lokaler Ebene zieht sich die wärmebedingte Wolke (durch die Wiedereinleitung des erwärmten Wassers in die Rhône) des Kraftwerks von Bugey am rechten Ufer der Rhône über die ersten fünf Kilometer hin und löst sich mit und mit bis zum Zusammenfluss mit dem Ain vollständig auf. Der Abstand bis zum flussaufwärts liegenden

Einleitungspunkt des Kraftwerks beträgt etwa 10 km. Bei geringeren Durchflussmengen der Rhône wird die vollständige Durchmischung früher erreicht.

Auf regionaler Ebene zieht die vom Kraftwerk verursachte Erwärmung flussabwärts und nimmt dabei stetig ab. Die durchschnittliche Resterwärmung durch den Kraftwerksbetrieb beträgt ca. 95 km flussabwärts, oberhalb des Kraftwerks von Saint-Alban, 0,7 °C, und in Arles, mehr als 320 km flussabwärts, nicht einmal mehr 0,3 °C.

#### ■ **Auswirkungen auf die Qualität der Oberflächengewässer**

Die Analyse der Ergebnisse der Überwachung des Wasserhaushalts und der Chemikalienbelastung der Umwelt zeigt, dass die physikalisch-chemischen, chemischen und biologischen Entwicklungen des oberhalb und unterhalb des Standorts von Bugey beobachteten Umfelds nicht durch die vergangenen und aktuellen Schadstofffreisetzungen des Standorts verursacht werden.

Die substanzspezifische Bewertung der Auswirkungen der flüssigen Chemikalienfreisetzungen bei Mittel- und Höchstwerten zeigt keine Umweltfolgen für die Ökosysteme der Rhône flussabwärts des Standorts von Bugey.

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

#### ■ **Empfindlichkeit gegenüber dem Klimawandel**

Die von der F&E von EDF berechneten Prognosen bezüglich der Wassertemperaturentwicklung über einen Zeitraum von 30 Jahren schätzen den von der Klimaentwicklung verursachten Anstieg der jährlichen Durchschnittstemperatur des Rhône-Wassers auf +0,3 bis +0,4 °C pro Jahrzehnt. Es wird davon ausgegangen, dass diese Entwicklung sich während der kommenden 10 Jahre nicht auf den Befund der Auswirkungsstudie auswirkt.

Die von der F&E von EDF auf der Grundlage des zukünftigen Klimas berechneten Prognosen bezüglich der Entwicklung der durchschnittlichen Durchflussmengen der Rhône zeigen, dass die durchschnittliche Jahresdurchflussmenge der Rhône im Mittel in den Jahren 2020 bis 2050 abnimmt, jedoch auf unmaßgebliche Weise (Tendenz zu einer Verringerung um etwa +/- 1 % im Jahresdurchschnitt für 2020 bis 2050), wobei die jahreszeitlichen Gefälle zunehmen werden (geringere Durchflussmengen im Sommer und höhere im Winter.). So wird davon ausgegangen, dass die potentiellen Verringerungen der Durchflussmengen in den kommenden 10 Jahren im Verhältnis zu den bereits an der Rhône beobachteten jahreszeitlichen und jährlichen Schwankungen relativ gering sein werden und keine Auswirkung auf die Schlussfolgerungen der Auswirkungsstudie für die nächsten 10 Jahre haben.

## STUDIE ÜBER DIE KUMULIERTEN AUSWIRKUNGEN DER KRAFTWERKE AN DER RHÔNE

2023 hat EDF eine Studie über die kumulierten Auswirkungen der Kernkraftwerke an der Rhône durchgeführt. Für die Studie wurden zwei sich ergänzende Ansätze verwendet:

- Ein qualitativer Ansatz, der sich auf die Daten der Überwachung der Umwelt flussaufwärts und flussabwärts der Standorte stützt, um eventuelle Entwicklungen am Fluss zu ermitteln;
- Ein quantitativer Ansatz der Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit, der auf der Modellberechnung einer Kumulierung der Schadstofffreisetzungen durch die Standorte entlang des Wasserlaufs in den Jahren 2018 und 2017 beruht, die jeweils einem durchschnittlichen Jahr und einem Jahr mit einem deutlichen Niedrigwasser entsprechen.

Der qualitative Ansatz zeigt, dass die flüssigen Chemikalienfreisetzungen keinen wesentlichen Einfluss auf die Chemie, physikalische Chemie und Biologie haben, mit Ausnahme der Überwachung der benthischen großen Wirbellosen und des Fischbestandes, bei denen Populationsschwankungen beobachtet werden, die wahrscheinlich im Zusammenhang mit Wärme- und Standortfaktoren stehen. Der quantitative Ansatz zeigt keine wesentlichen Auswirkungen auf das Ökosystem der Rhône bezüglich der vier untersuchten Bewertungspunkte. Diese vier Punkte wurden über die Länge des Flusslaufs verteilt, um die bis zur Rhône-Mündung erhobenen Werte zu kumulieren.

Die Analyse der Auswirkungen der Wärmeemissionen wurde nach dem gleichen Prinzip vorgenommen. Die Simulationen stellen die zeitliche und räumliche Entwicklung der Wassertemperatur der Rhône sowie die Resterwärmung (Differenzwert zwischen der Wassertemperatur der Rhône während des Reaktorbetriebs und der Wassertemperatur beim Stillstand aller Reaktoren) durch die Wärmeemissionen der Standorte dar. Die Erwärmung der Rhône durch die Freisetzungen der Kraftwerke kann nicht einfach von der Quelle zur Mündung addiert werden, da sie sich mit und mit verringert: wird zusätzliche Wärme in die Rhône eingeleitet, verteilt sie sich mehr oder weniger schnell in Abhängigkeit von den Wetterbedingungen und der Wassermengen ihrer Zuflüsse, insbesondere der Saône und der Isère. Bei Niedrigwasser ist die Erwärmung stärker, die Ableitung jedoch ähnlich. Die Entwicklung des Wärme- und Wasserhaushalts sowie der Wasserqualität beeinflussen die Funktion der Gemeinschaften und der Ökosysteme in und an den Gewässern. Dennoch ist trotz der Abhängigkeit dieser ökologischen Entwicklungen von bekannten physischen Verläufen der Zusammenhang zwischen diesen Komponenten nicht leicht zu erkennen.

### 5.7.3. Böden und Grundwasser

#### ■ Auswirkungen auf die Böden

Die Entwicklung des Standorts hat die Topografie und Geologie vor Ort verändert und seine gesamte Fläche an die Betriebsbedürfnisse angepasst.

Die Untersuchung historischer und ökologischer Daten über den Zustand der Böden am Standort von Bugey beruht auf Literaturrecherchen, Aussagen der Standortmitarbeiter, Begehungen der Anlagen und Bodenanalysen, einschließlich einer Diagnose, die 2019 durchgeführt wurde.

Abschließend ergeben sich aus den Befunden bezüglich des Zustands der Böden des Kraftwerks die folgenden Punkte:

- Eine radioaktive Quelle mit sehr schwacher spezifischer Aktivität, die in den Ionenaustauscherharzen im Bereich der „Butte de Bugey“ verblieben ist und in der nationalen Liste radioaktiver Abfälle der ANDRA geführt wird (Blatt Nr. RHO 59); diese Liste wurde im Rahmen des nationalen Plans zur Verwaltung radioaktiver Stoffe und Abfälle (PNGMDR – Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs) erstellt. Dieser Plan wird im Rahmen der vorschriftsmäßigen Überwachung des Grundwassers aktualisiert und hat keine strahlentechnische Belastung ausgewiesen;
- Co60- und Cs137-Belastungen wurden bei Untersuchungen im Rahmen des im Dezember 2017 gemeldeten umweltrelevanten Ereignisses im Bereich besonderer Punkte entlang des BONNA PTR-Kanals festgestellt.

Dieser Bereich erfordert keine Verwaltungsmaßnahmen;

- Belastungen mit Metallspuren, insbesondere in den oberen Bodenschichten, aller Wahrscheinlichkeit nach durch Schuttböden, die keine Verwaltungsmaßnahmen erfordern; Einzelne Belastungen mit Sulfat und Kjeldahl-Stickstoff, ohne sichtbaren Zusammenhang mit den Tätigkeiten des Kraftwerks, die keine Verwaltungsmaßnahmen erfordern;
- Kohlenwasserstoffbelastungen wurden in 3 getrennten Bereichen festgestellt, von denen eine keine Belastung des Grundwassers ergab. Die beiden anderen Bereiche werden von zwei 2021 eingerichteten Piezometern überwacht, um zu bestätigen, dass keine Migration in das Grundwasser stattfindet.

#### ■ Auswirkungen auf das Grundwasser

Der Bau von Anlagen und Bauwerken hat den Verlauf des Grundwassers vor Ort geändert (tiefe Fundamente und Wasserbauwerke).

Seit seiner Inbetriebnahme erfolgt im Kraftwerk von Bugey eine qualitative und quantitative Überwachung der Grundwasserschicht der Talebene im Bereich des Kraftwerks. Diese Überwachung hat sich im Laufe des Betriebs weiterentwickelt, um sie an die Anlagen und die Änderungen der gesetzlichen Anforderungen anzupassen. Sie wurde zur Berücksichtigung der Gebiete mit besonderer Bedeutung optimiert.

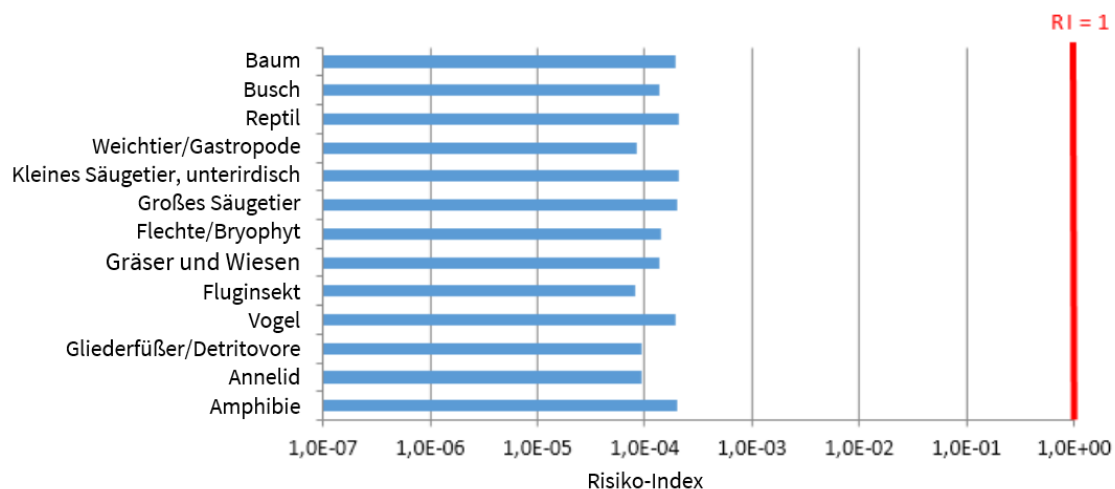
Die Prüfung aller Maßnahmen zu Überwachung des Grundwassers, die zwischen 2014 und 2018 stattfand, belegt hinsichtlich des Grundwassers die folgenden Punkte:

- Die Belastung mit Chemikalien (Natrium, Sulfat, Leitfähigkeit) im Bereich der Entsalzungsstation, die 2015 zur Meldung eines umweltrelevanten Ereignisses geführt hat. Der Betreiber hat behebbende Maßnahmen ergriffen, mit denen Ende 2018 Konzentrationen erreicht werden konnten, die unter den Grenzwerten und Qualitätskennzahlen liegen;
- Strahlentechnische Belastungen (Tritium) aufgrund von Betriebszwischenfällen, die 2012, 2014, 2017 und 2023 zur Meldung umweltrelevanter Ereignisse geführt haben. Die vom Betreiber ergriffenen Maßnahmen zur Beseitigung und Behebung des Schadens haben zu einer deutlichen Verringerung der Tritiumaktivitätskonzentration geführt, die nun seit März 2023 unter dem Untersuchungsgrenzwert S1 liegt. Derzeit werden Behebungsmaßnahmen für das im Januar 2023 gemeldete Ereignis unternommen.

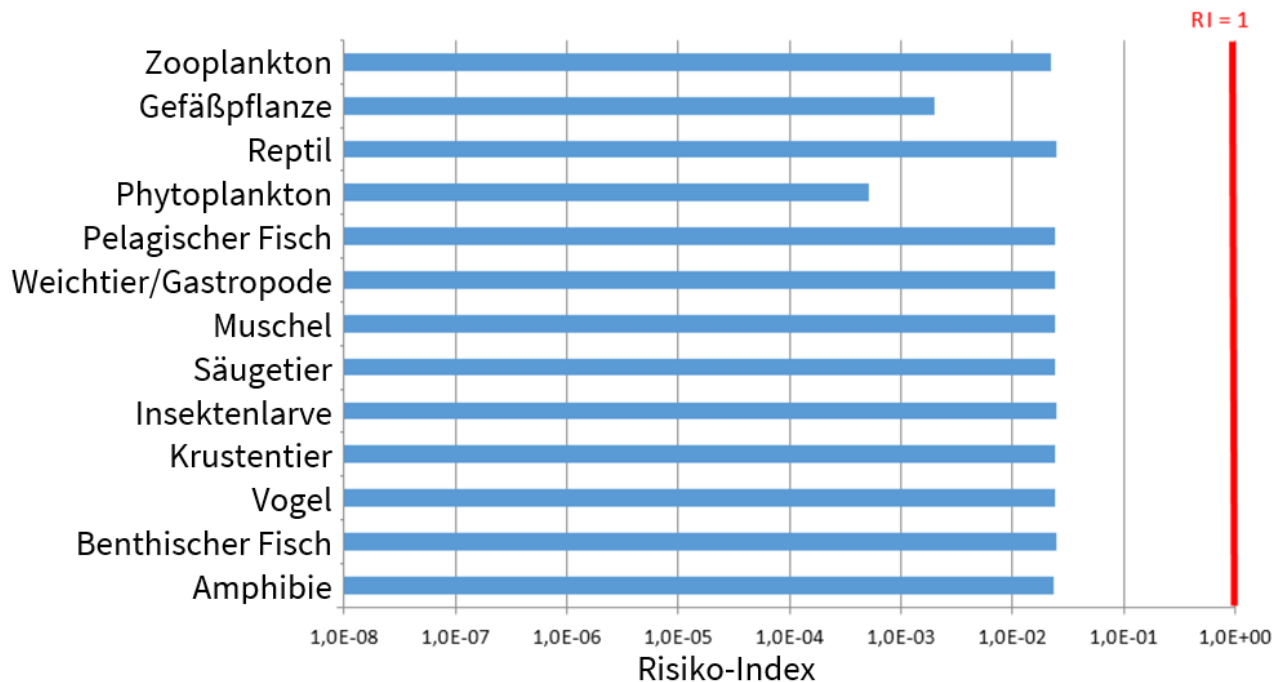
### 5.7.4. Radioökologie

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 Ökosysteme in Binnengewässern berechneter Risiko-Index bis zu der Entfernung der vollständigen Verdünnung*

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



## STUDIE ÜBER DIE KUMULIERTEN AUSWIRKUNGEN DER KRAFTWERKE AN DER RHÔNE

2023 hat EDF eine Studie über die kumulierten Auswirkungen der Kernkraftwerke an der Rhône durchgeführt. Für die Studie wurden zwei sich ergänzende Ansätze verwendet:

- Ein qualitativer Ansatz, der sich auf die Daten der Überwachung der Umwelt flussaufwärts und flussabwärts der Standorte stützt, um eventuelle Entwicklungen am Fluss zu ermitteln;
- Ein quantitativer Ansatz der Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit, der auf der Modellberechnung einer Kumulierung der Schadstofffreisetzungen durch die Standorte entlang des Wasserlaufs in den Jahren 2018 und 2017 beruht, die jeweils einem durchschnittlichen Jahr und einem Jahr mit einem deutlichen Niedrigwasser entsprechen.

Der qualitative Ansatz belegt, dass die in der Rhône vorhandene Radioaktivität hauptsächlich natürlichen Ursprungs ist. In einigen Gewässermatrizen zeigt sich ein gewisser Einfluss durch flüssige radioaktive Schadstoffe, hauptsächlich flussabwärts der Einleitungspunkte. Bei Tritium und Radiokohlenstoff C14 wird entlang der Rhône ein diskontinuierlicher Anstieg der Radioaktivität in bestimmten Matrizen festgestellt. Der quantitative Ansatz zeigt, dass der Risiko-Index für die Referenzorganismen weit unter dem Referenzwert liegen und dass das Umweltrisiko somit vernachlässigbar ist.

### 5.7.5. Artenvielfalt

Die bereits vorgestellte Analyse der Auswirkungen des Betriebs des Kraftwerks von Bugey auf die Luft und die Klimafaktoren, die Oberflächengewässer und den strahlentechnischen Zustand der Umwelt zeigt keine maßgeblichen Auswirkungen des Kraftwerks von Bugey auf die ökologischen Eigenschaften der Umwelt auf.

Der Kraftwerksbetrieb in Bugey 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.

Darüber hinaus weist der Standortbetrieb keine merklichen Auswirkungen auf, weder auf die Arten, die sich im Studiengebiet bewegen oder wandern können (Wanderfische, Zug- und Nistvögel), noch auf die ökologischen Funktionen der im Studiengebiet vorhandenen Lebensräume.

Abschließend ergeben sich für die Analyse der direkten und indirekten, vorübergehenden oder dauerhaften Auswirkungen des Betriebs am Standort von Bugey keine Beeinträchtigungen des Erhaltungszustands der vorrangigen oder schützenswerten Lebensräume und Arten, die zur Einrichtung der folgenden „Natura 2000“-Gebiete im Studiengebiet geführt haben:

- ZSC Nr. FR8201727 „L’Isle-Crémieu“;
- ZPS Nr. FR8201653 „Unteres Tal des Ain, Zusammenfluss Ain/Rhône“;
- ZSC Nr. FR8201639 „Steppen von Valbonne“;
- ZPS Nr. FR8212011 „Steppen von Valbonne“.

Darüber hinaus beeinträchtigt der Standort von Bugey nicht die in den Managementplänen (DOCOB) der Natura 2000-Standorte FR8201727 „L’Isle-Crémieu“, FR8201653 „Unteres Tal des Ain, Zusammenfluss Ain/Rhône“, FR8201639 „Steppen von Valbonne“ und FR8212011 „Steppen von Valbonne“ festgelegten Ziele.

## 5.7.6. Bevölkerung und deren Gesundheit

### ■ **Bewertung der dosisbedingten Auswirkungen auf den Menschen**

Die Auswirkungen, die den zulässigen Freisetzungsgrenzwerten der radioaktiven Ausflüsse des Standorts von Bugey zugeschrieben werden, wurden für Referenzpersonen ermittelt, d. h. den Personen, die in einem Umkreis von 5 km um den Standort leben und ggf. am stärksten exponiert sind.

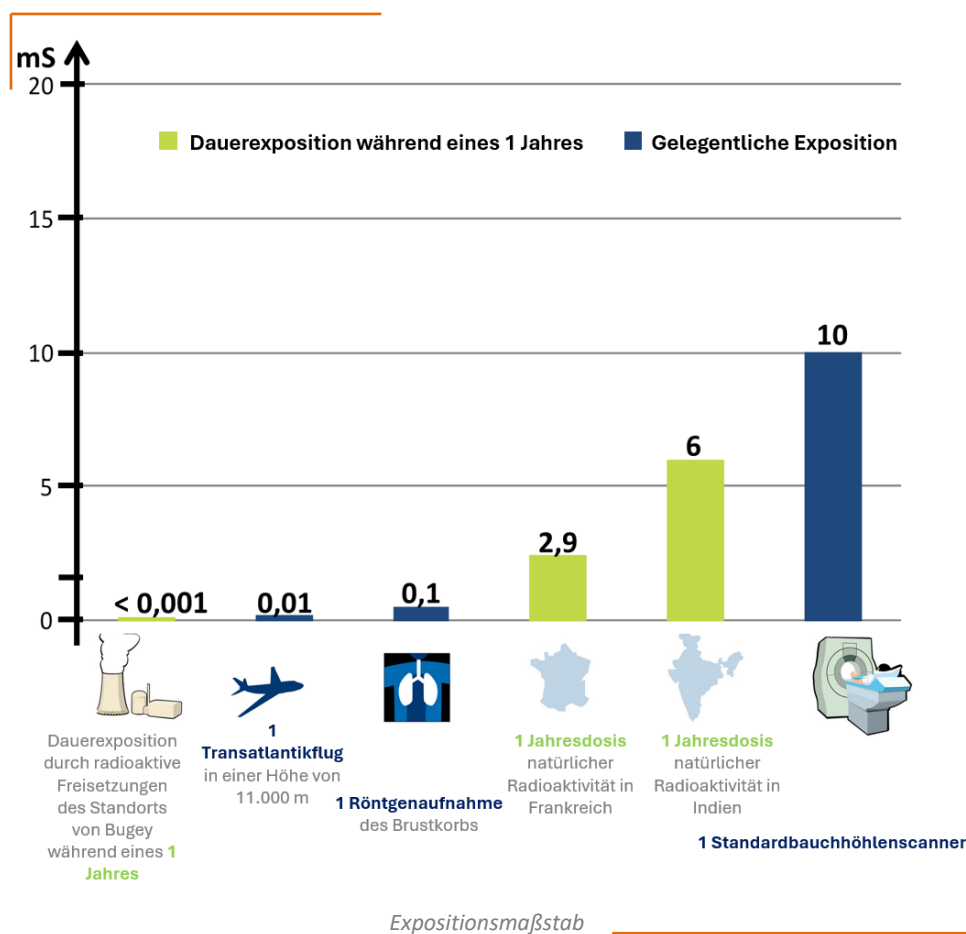
Die jährliche **Gesamtwirkdosis** durch die interne und externe Exposition durch die freigesetzten flüssigen radioaktiven Schadstoffe des Standorts wird geschätzt:

- für Erwachsene auf 0,00054 mSv/Jahr;
- für zehnjährige Kinder auf 0,00043 mSv/Jahr;
- für einjährige Kinder auf 0,00054 mSv/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 1/1.000 des jährlichen Expositionsgrenzwerts, 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**

Die Freisetzungen flüssiger Chemikalienausflüssen am Standort beeinträchtigen nicht die Kompatibilität des Rhône-Wassers mit den festgestellten Nutzungsarten.

Außerdem weist die Studie keine Gesundheitsrisiken durch Freisetzungen flüssiger Chemikalienausflüssen durch den Standort von Bugey für die benachbarten Bevölkerungsgruppen auf, die potentiell durch den Konsum von Rhône-Wasser und flussabwärts des Standorts von Bugey in der Rhône gefischten Fischen den Substanzen ausgesetzt sein könnten. Desgleichen weist die Studie auch keine Gesundheitsrisiken durch atmosphärische Freisetzungen von Chemikalienausflüssen im Rahmen des Betriebs des Standorts von Bugey für die benachbarten Bevölkerungsgruppen auf, die potentiell die Substanzen einatmen könnten.

## ➤ **STUDIE ÜBER DIE KUMULIERTEN AUSWIRKUNGEN DER KRAFTWERKE AN DER RHÔNE**

2023 hat EDF eine Studie über die kumulierten Auswirkungen der Kernkraftwerke an der Rhône durchgeführt. Für die Studie wurden zwei sich ergänzende Ansätze verwendet:

- Ein qualitativer Ansatz, der sich auf die Daten der Überwachung der Umwelt flussaufwärts und flussabwärts der Standorte stützt, um eventuelle Entwicklungen am Fluss zu ermitteln;
- Ein quantitativer Ansatz der Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit, der auf der Modellberechnung einer Kumulierung der tatsächlichen Schadstofffreisetzungen durch die Standorte entlang des Wasserlaufs in den Jahren 2018 und 2017 beruht, die jeweils einem durchschnittlichen Jahr und einem Jahr mit einem deutlichen Niedrigwasser entsprechen.

**Radiologische Auswirkungen auf die Bevölkerung:** die Gesamtdosen aufgrund der Kumulierung flüssiger radioaktiver Schadstofffreisetzungen betragen weniger als 1/1.000stel des für die Bevölkerung vorgeschriebenen Dosisgrenzwerts von 1 mSv/Jahr.

**Gesundheitliche Auswirkungen auf die Bevölkerung:** der Auslegungsansatz für den Zustand der Umwelt schließt, dass die kumulierten Ausflüsse in die Rhône keinen Einfluss auf die chemische Zusammensetzung des Flusses hat und somit die Kompatibilität des Wassers mit den ermittelten Nutzungsarten nicht beeinträchtigt ist. Die quantitative Bewertung der Gesundheitsrisiken ergibt keine Gesundheitsrisiken durch die flüssigen Chemikalienfreisetzungen, die den Kernkraftwerken entlang der Rhône zuzuschreiben sind, für die benachbarten Bevölkerungsgruppen, die potentiell durch die Stoffe exponiert sind.

### ■ **Nachweis der Begrenzung der mikrobiologischen Risiken**

Die Maßnahmen zur Vorbeugung, Überwachung und Einschränkung der Vermehrung und Verbreitung von Amöben und Legionellen, die vom Kraftwerk von Bugey implementiert wurden, erfüllen die Anforderungen der Vorschriften.

Die Überwachung der Amöben- und Legionellenkonzentration zeigt, dass das Kraftwerk von Bugey durch seine vorbeugende Strategie zur Aufbereitung des Wassers in der Lage ist, die mikrobiologischen Gesundheitsrisiken zu begrenzen.

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

Die Ergebnisse der Konformitätsanalysen zeigen, dass die Lärmpegel des Standorts von Bugey den in den Vorschriften festgelegten Zielen entsprechen.

Außerdem sind die von dem Betrieb der Anlagen (hauptsächlich von laufenden Maschinen) erzeugten Vibrationen aufgrund der Gebäudekonzepte und der Bodenbeschaffenheit nur im Innern der Anlagen zu spüren. Für die benachbarten Bevölkerungsgruppen besteht somit keinerlei Risiko von Emissionen durch die bestehenden Anlagen.

Die eventuellen Bau- und Straßenarbeiten sowie die verschiedenen Leitungsnetze, die Vibrationen verursachen, befinden sich innerhalb der Grundstücksgrenzen des Standorts, sind zeitlich begrenzt und beschränken sich auf die normalen Arbeitszeiten an Werktagen. Dadurch ist die mögliche Vibrationsbelastung begrenzt.

#### ■ **Bewertung der Auswirkungen der Lichtemissionen**

Die Lichtemissionen am Standort 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 des Kraftwerks von Bugey zeigt keine Gesundheitsrisiken für die potentiell exponierten benachbarten Bevölkerungsgruppen auf, die durch den Betrieb des Kraftwerks verursacht würden (siehe Abs. 5.7.6).

Daraus kann auf ein Ausbleiben maßgeblicher Auswirkungen auf die Flächennutzung, insbesondere landwirtschaftlich genutzter Flächen, sowie auf Sachwerte (Wohnstätten, Industriegebiete usw.) geschlossen werden.

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

Der Bau des Standorts von Bugey hat 1965 begonnen. Somit besteht der Standort seit 55 Jahren und ist nun Teil der Landschaft.

Der Betrieb des Standorts von Bugey ändert nicht seine Auswirkungen auf die Landschaft und das Kulturerbe (unter Denkmalschutz stehende Standorte, registrierte Standorte, historische Sehenswürdigkeiten und archäologische Standorte).

#### ■ **Analyse der Auswirkungen auf die Wassernutzung**

Der Betrieb des Standorts von Bugey verursacht diverse Wasserversorgungsbedürfnisse, wobei der Hauptwasserverbrauch der Kühlung der Verflüssiger dient. Die Verflüssiger der Reaktoren Nr. 2 und 3 sind jeweils mit einem offenen Kühlsystem ausgestattet. Das in der Rhône entnommene Wasser wird vollumfänglich wieder in den Fluss zurückgeführt. Die Verflüssiger der zwei anderen Blöcke (Reaktoren Nr. 4 und 5) sind jeweils mit einem geschlossenen Kühlsystem mit Kühltürmen ausgestattet. Anhand der Kühltürme kann die in der Rhône zur Kühlung des Verflüssigers entnommene Wassermenge begrenzt werden.

Die Bewertung der gesundheitlichen Auswirkungen der radioaktiven und chemischen Ausflüsse zeigt keine Gesundheitsrisiken für die potentiell exponierten benachbarten Bevölkerungsgruppen auf, die durch den Betrieb des Kraftwerks von Bugey verursacht würden.

Der Betrieb des Kraftwerks von Bugey hat somit keine Auswirkungen auf die Verfügbarkeit der Wasserressource und die Art der Ausflüsse stellt die Nutzung des Wassers in der Nähe des Standorts nicht in Frage.

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

Im Jahr 2020 hat der Betrieb des Standorts von Bugey ein tägliches Verkehrsaufkommen von fast 2.000 Pkw und 80 Lkw verursacht.

Der gesamte vom Standort verursachte Verkehr entspricht jeweils 36,7 % bzw. 40,0 % (Pkw und Lkw) des gesamten Verkehrs auf den Landstraßen D20 (5.664 Fahrzeuge) und D65 (5.200 Fahrzeuge).

Im Vergleich zum Verkehr auf dem benachbarten Straßennetz kann das vom Standort von Bugey verursachte Verkehrsaufkommen als hoch betrachtet werden.

Der Schienenverkehr betrifft hauptsächlich den Abtransport der verbrauchten Brennstäbe des Standorts (etwa 20 Züge jährlich). Die Schienentrasse wird auch von den Unternehmen des Industriegebiets der Ain-Ebene genutzt (2019 lag das Schienenverkehrsaufkommen des Industriegebiets der Ain-Ebene bei fast 280 Zügen).

#### ■ **Analyse der Auswirkungen auf das Industrieumfeld**

Der Standort von Bugey pflegt keine Wechselbeziehungen mit den anderen Industrieanlagen des Studiengebiets. Somit hat der Betrieb des Standorts auch keine Auswirkungen auf sein industrielles Umfeld.

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

Die Bewertung der gesundheitlichen Auswirkungen der radioaktiven und chemischen Ausflüsse aus dem Betrieb des Kraftwerks von Bugey zeigt keine Gesundheitsrisiken für die potentiell exponierten benachbarten Bevölkerungsgruppen auf. Daher haben die chemischen und radioaktiven Ausflüsse im Rahmen des Betriebs des Kraftwerks von Bugey keine relevanten Auswirkungen auf Freizeitanlagen und -aktivitäten.

#### ■ **Analyse der Auswirkungen auf sonstige Nutzungen**

Der Betrieb des Standorts hat keine relevanten Auswirkungen auf die anderen ermittelten Nutzungsarten (Fischereigewerbe).

#### ■ **Analyse der Auswirkungen auf den Energieverbrauch**

Der Betrieb des Kraftwerks von Bugey dient der Erzeugung von elektrischer Energie: 18,5 TWh für das Jahr 2024.

Der Standort verbraucht weniger als 0,5 Twh jährlich. Dies entspricht noch nicht einmal 3 % des vom Kraftwerk erzeugten Stroms.

Der Standort von Bugey verfügt auch über Diesel-Notstromaggregate. Deren ordnungsgemäße Funktion wird durch periodische Probeläufe gewährleistet. Von 2016 bis 2018 lag der mit diesen Probeläufen verbundene durchschnittliche jährliche Kraftstoffverbrauch bei etwa 181 m<sup>3</sup> Offroad-Diesel („roter“ Diesel).

## 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 Bugey zwei Arten von Abfällen: radioaktive Abfälle und konventionelle Abfälle.

- Radioaktive Abfälle werden entsprechend ihrer Radioaktivitätsklasse und der Halbwertszeit der enthaltenen Radionukleide 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...).

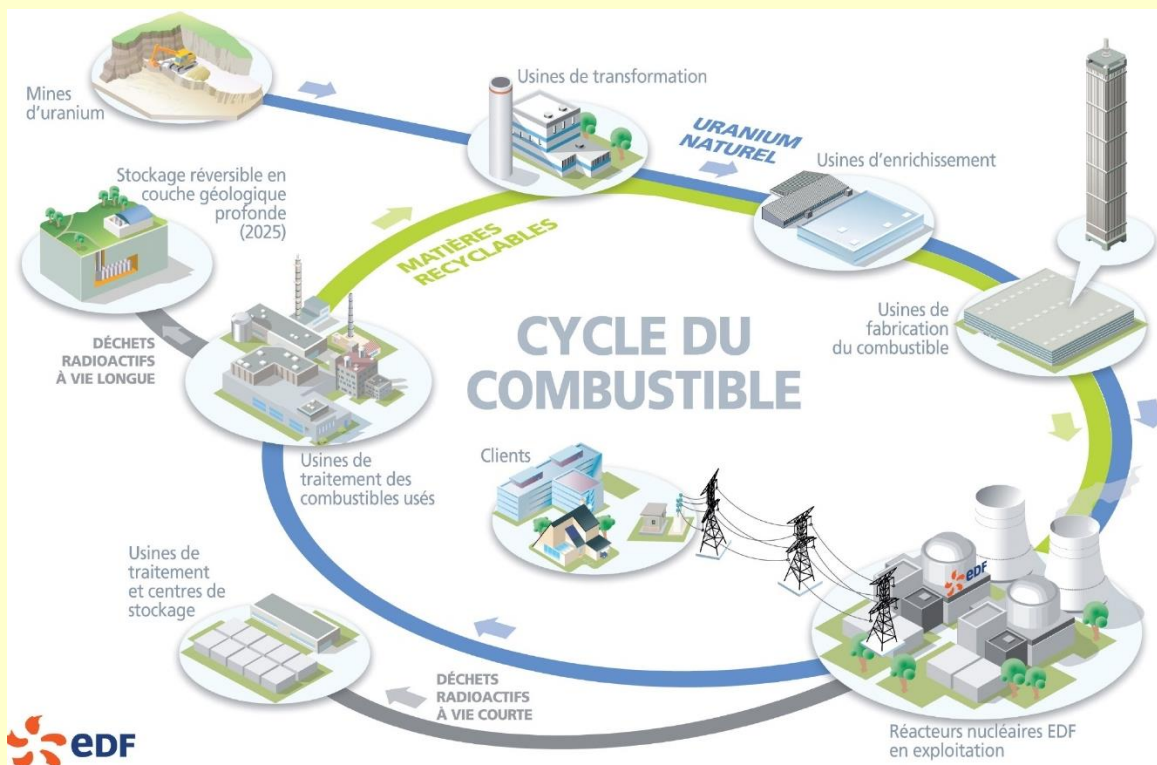


## WEITERE INFORMATIONEN ÜBER ... DEN ZYKLUS DER BrenNELEMENTE IN FRANKREICH

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 recyclebaren 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 TRAiement 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 an den C3-Portalen (Strahlenschutzprüfgerät zur Gewährleistung, dass am Standortausgang keine Kontamination vorhanden ist) weitergeleitet werden.

Die vom Kraftwerk von Bugey für konventionelle Abfälle eingesetzten Sektoren werden in zwei Arten unterteilt: der Abfallbeseitigungssektor und der Wiederverwertungssektor.

Die Wahl des Sektors wird von den drei 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;
- Der Eignung der lokalen/regionalen/nationalen Vorbeugungs- und Abfallmanagementpläne

## 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.

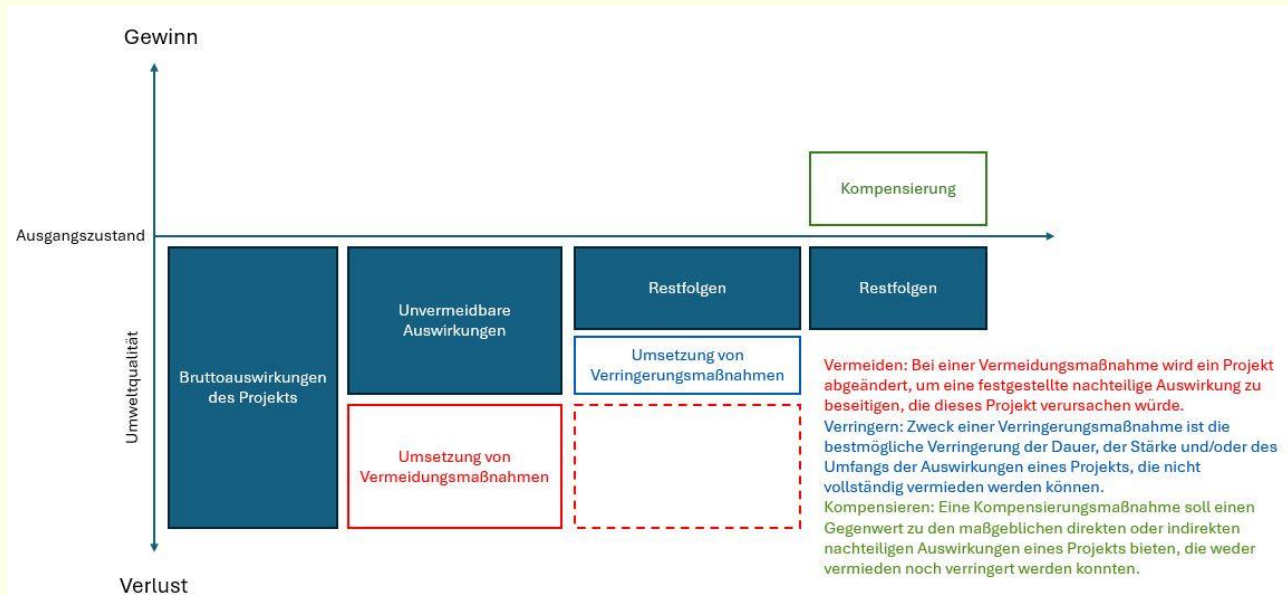


Abbildung der ERC-Sequenz in der französischen Rechtsprechung (Quelle: [environnement.gouv.fr](http://environnement.gouv.fr))

### Luft und Klimafaktoren

Im Kraftwerk werden Maßnahmen zur besseren Begrenzung der freigesetzten Gase umgesetzt:

- Bezüglich des Betriebs der Dieselmotoren: Verwendung eines sehr schwefelarmen Kraftstoffs und Pflege der Sauberkeit der Motorzylinder.
- Bezüglich der Minimierung der Treibhausgase:
  - Durch den Betrieb der Anlagen: Umsetzung eines nationalen Plans zur Beschränkung der SF6-Freisetzungen. Dieses Isoliergas wird in elektrischen Anlagen verwendet.
  - Durch den Mitarbeitertransport: Bereitstellung von Shuttles, Förderung der Elektromobilität einschließlich der Bereitstellung von Bereitschaftselektrofahrzeugen und der Anschaffung eines Elektrobusses im Jahr 2019 für den Transport der Mitarbeiter zwischen dem Parkplatz und dem Kraftwerkseingang, Einrichtung eines Fahrgemeinschaftssystems im Jahr 2019, Verringerung der betriebsinternen Shuttles und ihrer Touren, Einrichtung eines Mobilitäts-Hubs mit Solarenergie

(vernetzte Bushaltestellen zur Förderung von Fahrgemeinschaften, Bau von Photovoltaik-Beschattungen auf den Standortparkplätzen).

### ■ **Oberflächengewässer**

Der Standort von Bugey ergreift Maßnahmen zur optimierten Begrenzung seiner Ausflüsse, insbesondere durch Verringerung ihrer Erzeugung am Entstehungspunkt, durch selektives Sammeln, durch Aufbereitung in leistungsstarken Anlagen und durch Optimierung der Aufbereitung der Leitungssysteme, um die Freisetzung von Chemikalien auf das absolute Minimum zu beschränken.

Außerdem wird der Betrieb der Reaktoren zur Verringerung der Auswirkungen der Wärmeemissionen des Kraftwerks von Bugey unter Beachtung der Anforderungen der Vorschriften angepasst, insbesondere bei besonderen Klimasituationen wie zum Beispiel Hitzewellen.

Darüber hinaus ergreift das Kraftwerk von Bugey Maßnahmen zur Verringerung seiner Wasserentnahmen und seines Wasserverbrauchs, z. B. durch die Wiederverwendung des Kühlwassers der Hilfskreise als Zufluss für die Kühltürme.

### ■ **Böden und Grundwasser**

Die wichtigsten Maßnahmen zur Vermeidung von Auswirkungen auf die Böden und das Grundwasser zielen darauf ab, die Risiken einer Freisetzung in den Boden und das Grundwasser auf ein Minimum zu reduzieren. Dazu werden spezielle Anlagen für den Umgang mit den Stoffen, die die Böden und das Grundwasser belasten könnten, gebaut, betrieben und gewartet.

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 verfügt der Standort von Bugey 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 **Filterung** oder eine spezielle Aufbereitung vor der Freisetzung (z. B. Ionentauscherharz);
- Durch Optimierung der Aktivitätskonzentration der in den Ausflüssen vorhandenen Radionukleide anhand des **radioaktiven Zerfalls** dieser Radionukleide;
- Durch Steuerung der Freisetzungen.

Die **Filterung** dient dazu, den Großteil der Radionukleide 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**

Die Analyse der direkten und indirekten, zeitweiligen und dauerhaften, kurz-, mittel- und langfristigen Auswirkungen des Standorts von Bugey zeigt keine Folgen für die beachtenswerten Naturgebiete, die Tier- und Pflanzenwelt und die ökologischen Funktionen auf. Daher sind weder zusätzliche Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung der Auswirkungen, noch Kompensierungsmaßnahmen erforderlich.

### ■ **Bevölkerung und deren Gesundheit**

Die Maßnahmen zur Vermeidung und Reduzierung der Auswirkungen der Freisetzungen in die Atmosphäre und die Oberflächengewässer wurden bereits 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**

Da die Rückleitungen und Entnahmen keine merklichen Auswirkungen auf die menschlichen Tätigkeiten verursachen, werden außer den in den anderen Abschnitten beschriebenen keine zusätzlichen Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung der Folgen umgesetzt.

Um die vom Standort von Bugey genutzte Fläche zu minimieren wurde die Anordnung der Anlagen bereits während der Planungsphase so strukturiert, dass sie möglichst wenig Raum einnehmen und so weit wie möglich die bereits vorhandene Infrastruktur nutzen.

### ■ **Abfallmanagement**

Das Konzept des Standorts von Bugey ermöglicht ein optimiertes Abfallmanagement, das auf folgenden Punkten beruht:

- Der Verringerung der Menge und Schädlichkeit der Abfälle an der Quelle;
- Der Sortierung und selektive Sammlung der Abfälle;
- Der Überwachung der Beachtung aller Vorschriften bezüglich des Abfallmanagements;
- Der Verringerung des Gefahrenpotenzials der industriellen und konventionellen Abfälle;
- Der Optimierung der Verpackung der Abfälle, insbesondere durch Verringerung des Volumens (Verdichtung, Shreddern, Zerkleinerung) oder die Aufbereitung zur Weiterleitung an die entsprechenden Sektoren (Kübel für konventionelle Abfälle, Metall- oder Kunststofffässer für schwach radioaktive technologische Abfälle);
- Der Verkürzung der Zwischenlagerungsdauer der Abfälle am Standort und des zeitnahen Abtransports der Packstücke. Dieses Prinzip ermöglicht außerdem den einfacheren Umgang mit ungewöhnlich hohen Abfallmengen (insbesondere bei Wartungsmaßnahmen während des Reaktorstilllegung) oder einer zeitweiligen Unverfügbarkeit der Sektoren;
- Der Bevorzugung einer Recycling- oder Aufbereitungslösung.



### 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 CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro kWh gemäß der [Lebenszyklusanalyse \(ACV\) der kWh aus Kernkraft](#) für den gesamten Lebenszyklus des aktuellen französischen Kraftwerksparks, im Verhältnis zu einem Durchschnittswert von 275 g CO<sub>2</sub>/kWh für den europäischen Energiemix (<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-du-climat-2024/fr/livre>).

Das Kraftwerk von Bugey erzeugt durchschnittlich ca. 25 TWh/Jahr Strom, wobei ca. 100.000 Tonnen CO<sub>2</sub> freigesetzt werden. Im Falle einer endgültigen Stilllegung des Kernkraftwerks von Bugey würde der CO<sub>2</sub>-Ausstoß zur Erzeugung der gleichen Menge Strom aus dem europäischen Energiemix um mehr als 6 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> ansteigen.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup>Ausgehend von der CO<sub>2</sub>-Absorptionskapazität von ca. 4 T CO<sub>2</sub>/ha/Jahr eines Laubwaldes müssten etwa 1,5 Millionen Hektar (150 km x 100 km) Wald gepflanzt werden, um die Freisetzung dieser zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Menge in die Atmosphäre zu kompensieren.

# 6. BEWERTUNG DER GRENZ- ÜBERSCHREITENDEN AUSWIRKUNGEN

Kernkraftwerk von Bugey, Département Ain  
Copyright EDF/BERNARD Gaëtan

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. 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.

## 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 die den Reaktoren von Bugey nächstgelegenen Wohnstätten befinden (450 m bzw. in den konventionellen Entfernungen von 2, 5 und 10 km).

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)).

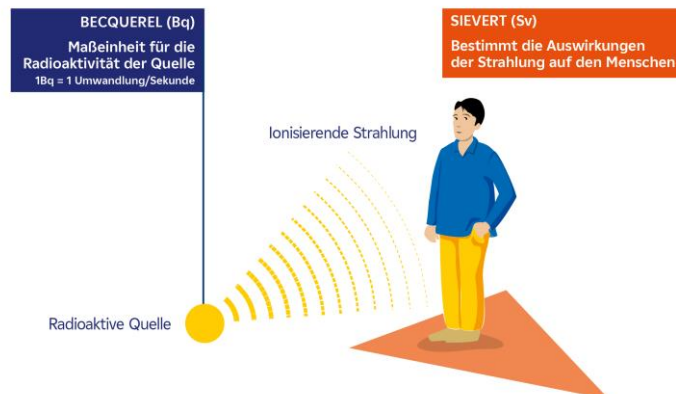
Alle diese Dosimetriebewertungen berücksichtigen die Unsicherheiten aufgrund mangelnder Kenntnisse. Es wurden keine Kenntnislücken festgestellt, die eine aussagekräftige Bestimmung dieser Dosen verhindern könnten, deren Ergebnisse im Folgenden näher beschrieben werden.

## 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 Mikorsievert (µSv) angegeben.

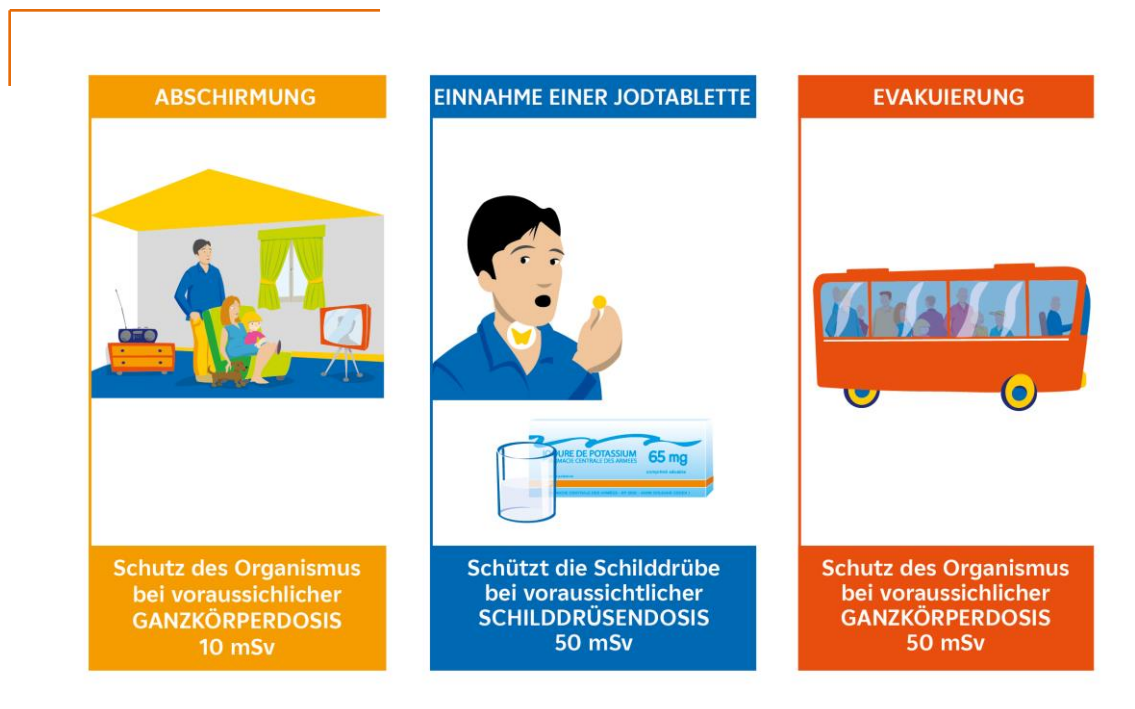
**Beispiel: in Frankreich liegt die Exposition einer Person durch natürliche Radioaktivität im Durchschnitt bei 3 mSv pro Jahr.**

## Öffentliches Anhörungsverfahren für die Reaktoren von Bugey

**Dokument 3bis** – Dokument bezüglich der Auswirkungen auf die Umwelt, die mit dem Betrieb des Reaktors während der nächsten zehn Jahre verbunden sind

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.



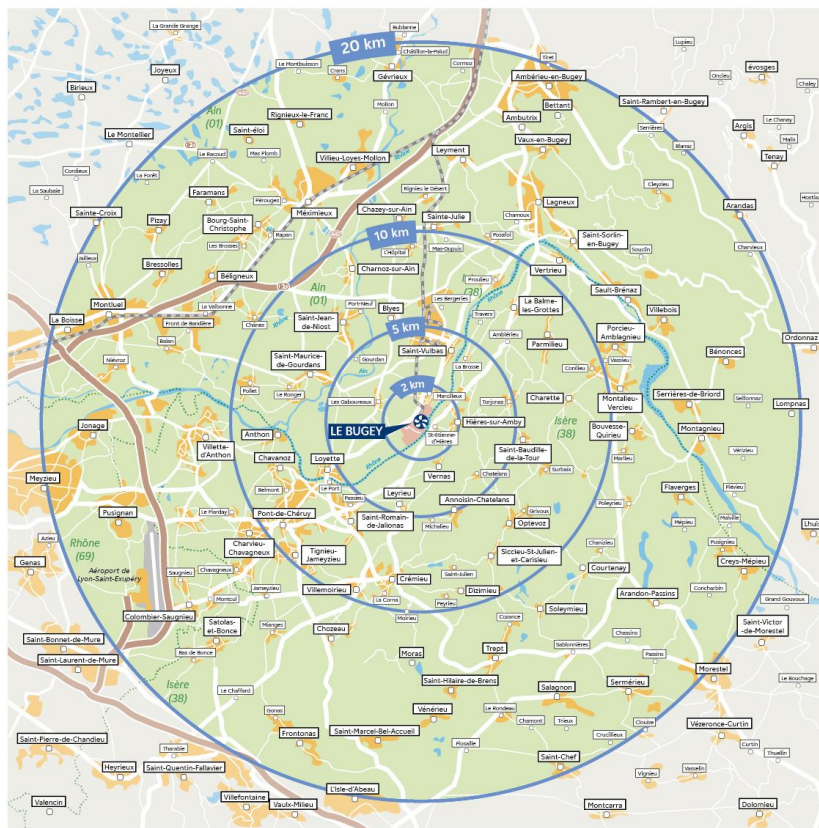
Bei den **langfristigen Gesamtwirkdosen** aus Unfällen entspricht der festgelegte Referenzwert dem Dosisgrenzwert aus dem französischen Arbeitsgesetzbuch, d. h. 1 Sv (Grenzwert im Verhältnis zu der von einem Arbeitnehmer für die Gesamtlebensdauer erhaltene Gesamtwirkdosis bei radiologischen Notstandssituationen,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



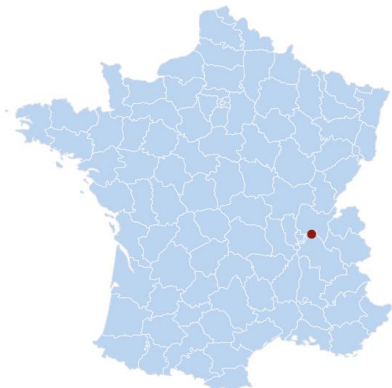
## 6.2. Radiologische Folgen

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

### KERNKRAFTWERK VON BUGEY (AIN)



**Gemeinden innerhalb  
eines Umkreises von 20 km**



□ Gemeinde  
□ Weiler

### 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 450 m (erste Wohnstätten bei den Reaktoren von Bugey) in der Größenordnung eines Dutzends  $\mu\text{Sv}$  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:

|   | Kurzfristige Gesamtwirkdosis (mSv) |
|---|------------------------------------|
| Bezugswerte   | 1 mSv                              |
| Verlust aller externen Stromversorgungen  | $9,5 \cdot 10^{-4}$ mSv            |
| Unbeabsichtigtes Öffnen eines Ventils im Sekundärkreis (OISS) oder Bruch einer Dampfleitung | $2,8 \cdot 10^{-3}$ mSv            |

Bei Störfällen der 2. Kategorie ist die Gesamtwirkdosis im Bereich der ersten Wohnstätten für alle Kraftwerke der 900 MWe-Klasse auf 0,1 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 Dampfgenerators führt lediglich zur Umgehung der 3. Schutzhülle.

Folgende kurzfristige radiologische Folgen solcher Unfälle der 3. Kategorie für die strahlenempfindlichsten Bevölkerungsgruppen in einem Abstand von 450 m (erste Wohnstätten bei den Reaktoren von Bugey) sind möglich:

|   | Gesamtwirkdosis (mSv)   | Schilddrüsenäquivalente Dosis (mSv) |
|---|-------------------------|-------------------------------------|
| Bezugswerte   | 10 mSv                  | 50 mSv                              |
| Verlust des Kältemittels im Primärkreis (kleiner Riss mit einem Durchmesser von max. 25 mm) | $1,1 \cdot 10^{-2}$ mSv | 0,19 mSv                            |
| Entnahme eines einzigen Bündels zur Leistungsregelung                                       | 1,6 mSv                 | 14 mSv                              |
| Bruch des Behälters zur Volumen- und Chemikalienprüfung                                     | $5,5 \cdot 10^{-2}$ mSv | $6,4 \cdot 10^{-4}$ mSv             |
| Bruch des Behälters zur Lagerung gasförmiger Ausflüsse                                      | 0,34 mSv                | $3,9 \cdot 10^{-2}$ mSv             |
| Bruch einer Leitung des Dampfgenerators (RTGV – Rupture de tube de générateur de vapeur)    | 1,7 mSv                 | 15 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 Dampfgenerators 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 450 m (erste Wohnstätten bei den Reaktoren von Bugey) sind möglich:

|   | Gesamtwirkdosis<br>(mSv) | Schilddrüsenäquivalente<br>Dosis (mSv) |
|---|--------------------------|--|
| Bezugswerte   | 50 mSv                   | 50 mSv                                 |
| Unfall beim Handling der Brennelemente  | 2,8 mSv                  | 33 mSv                                 |
| Umfangreicher Bruch einer Dampfleitung  | $3,9 \cdot 10^{-2}$ mSv  | 0,26 mSv                               |
| Blockieren des Rotors einer Primärkreispumpe  | 0,65 mSv                 | 6,0 mSv                                |
| Auswurf eines Bündels zur Leistungsregelung   | 2,1 mSv                  | 19 mSv                                 |
| Bruch einer Leitung des Dampfgenerators, zusammen mit dem Blockieren eines Ventils in geöffneter Stellung (RTGV Kategorie IV) | 30 mSv                   | 180 mSv                                |
| Unfall mit Verlust von Primärkreisältemittel (APRP – Accident de perte réfrigérant primaire)                                  | 6,0 mSv                  | 68 mSv                                 |

Ein Unfall mit Bruch einer Leitung des Dampfgenerators 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). Außerdem wird die schilddrüsenäquivalente Dosis des Unfalls mit Verlust von Primärkreisältemittel auf der Grundlage von „Worst-Case“-Hypothesen mit Bruch der Brennelementhüllen bewertet, die sehr hohe Dosishüllwerte ergeben, ohne dass dabei der Referenzwert überschritten würde.

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 Dampfgenerators (RTGV) der 4. Kategorie liegt die Gesamtwirkdosis unter 70 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 Dampfgenerators (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 Dampfgenerators (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 Situationen wären 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 Bugey 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 450 m (erste Wohnstätten bei den Reaktoren von Bugey) sind möglich:

|  | Gesamtwirkdosis<br>(mSv) | Schilddrüsenäquivalente<br>Dosis (mSv) |
|--|--------------------------|--|
| Bezugswerte  | 50 mSv                   | 50 mSv                                 |
| Unfall mit Verlust des Kühlsystem des stillgelegten Reaktors (RRA – Refroidissement du réacteur à l'arrêt) | 0,39 mSv                 | 7,6 mSv                                |
| Verlust der Kühlung des Beckens im Brennelementelager  | $1,7 \cdot 10^{-2}$ mSv  | 0,1 mSv                                |
| Unfall mit Verlust aller externer Stromversorgungen (PTAE – Perte totale des alimentations électriques)    | $6,8 \cdot 10^{-2}$ mSv  | 0,41 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.

**Kernschmelzenbedingte 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 Radionukleiden 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 freigesetzte 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 (mSv) | Gesamtwirkdosis in 5 km (mSv) | Schilddrüsenäquivalente Dosis in 10 km (mSv) |
|-------------------------------|-------------------------------|--|
| 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 Kontaminierung 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 Bugey, einschließlich der „Worts Case“-Ergebnisse, die für jedes Land festgestellt werden.

Die Berechnungen zur Langstreckenausbreitung der Emissionen des Kraftwerks von Bugey 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<br>[1 Jahr bis 2 Jahre]          | Kinder<br>[2 Jahre bis 7 Jahre] | Ältere Kinder<br>[7 Jahre bis 12 Jahre] | Erwachsene<br>[17 Jahre und mehr] |
| Schweiz                     | 65                                | 0,39   | 0,40                            | 0,36                                    | 0,37                              |
| Italien                     | 120                               | 0,11   | 0,11                            | 0,10                                    | 0,10                              |
| Deutschland                 | 265                               | 0,13   | 0,13                            | 0,12                                    | 0,11                              |
| Liechtenstein <sup>13</sup> | 350                               | 0,06   | 0,06                            | 0,06                                    | 0,06                              |
| Österreich                  | 360                               | 0,07   | 0,08                            | 0,07                                    | 0,07                              |
| Luxemburg                   | 405                               | 0,12   | 0,13                            | 0,11                                    | 0,12                              |
| Belgien                     | 410                               | 0,09   | 0,09                            | 0,08                                    | 0,08                              |
| Spanien                     | 410                               | 0,04   | 0,04                            | 0,04                                    | 0,03                              |
| Andorra                     | 455                               | 0,03   | 0,03                            | 0,03                                    | 0,03                              |
| Niederlande                 | 600                               | 0,05   | 0,05                            | 0,05                                    | 0,05                              |
| Slowenien                   | 625                               | 0,03   | 0,03                            | 0,03                                    | 0,03                              |
| Kroatien                    | 640                               | 0,02   | 0,02                            | 0,02                                    | 0,02                              |
| Vereinigtes Königreich      | 645                               | 0,04   | 0,03                            | 0,03                                    | 0,03                              |
| Tschechische Republik       | 685                               | 0,05   | 0,05                            | 0,05                                    | 0,05                              |
| Bosnien                     | 820                               | 0,02   | 0,02                            | 0,02                                    | 0,02                              |
| Ungarn                      | 830                               | 0,02   | 0,02                            | 0,02                                    | 0,02                              |
| Polen                       | 900                               | 0,04   | 0,04                            | 0,04                                    | 0,03                              |
| Slowakei                    | 920                               | 0,03   | 0,03                            | 0,02                                    | 0,02                              |
| Portugal                    | 1030                              | 0,00   | 0,00                            | 0,00                                    | 0,00                              |
| Dänemark                    | 1040                              | 0,02   | 0,02                            | 0,02                                    | 0,02                              |
| Serbien                     | 1040                              | 0,02   | 0,02                            | 0,02                                    | 0,02                              |
| Montenegro                  | 1090                              | 0,02   | 0,02                            | 0,02                                    | 0,02                              |
| Irland                      | 1100                              | 0,01   | 0,01                            | 0,01                                    | 0,01                              |

<sup>13</sup> 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 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 die Schweiz ermittelt und beträgt ca. 0,4 mSv über 50 Jahre für Kleinkinder und Kinder. Vergleichsweise beträgt die natürliche Radioaktivität in der Schweiz 4,1 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 Bugey sehr begrenzt oder sogar vernachlässigbar.

## 6.3. Maßnahmen zur 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 Bugey 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.

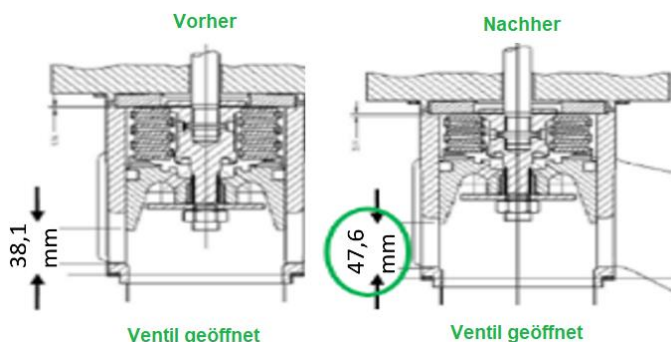
### 6.3.1. Wichtigste Maßnahmen bezüglich der Unfälle ohne Kernschmelze

Im Folgenden sind die wichtigsten Betriebs- und/oder Entwicklungsmaßnahmen im Rahmen der 4. periodischen Sicherheitsüberprüfung von Bugey 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 VDCa-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 VDCa-Ventils geändert.



#### Pädagogikhinweise

Das sogenannte VDCa-Leitungssystem dient der Freisetzung des von den Dampfgeneratoren erzeugten Dampfs direkt in die Atmosphäre. Es steuert die Kühlung des Reaktors durch die Dampfgeneratoren 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.

## Öffentliches Anhörungsverfahren für die Reaktoren von Bugey

**Dokument 3bis** – Dokument bezüglich der Auswirkungen auf die Umwelt, die mit dem Betrieb des Reaktors während der nächsten zehn Jahre verbunden sind

- Senkung des Radioaktivitätsgrenzwerts des Wassers im Primärkreis

### Beschreibung der Maßnahme

Die Reaktoren von Bugey 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 Dampfgeneratorrohrbruch (RTGV – Rupture de tube de générateur de vapeur) zu verringern.

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 Dampfgeneratorrohrbruch.

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

### Beschreibung der Maßnahme

EDF hat zur Verbesserung der Stilllegungsbedingungen des Notkühlsystems eine Weiterentwicklung der Steuerung des Übergangs bei Dampfgeneratorrohrbruch 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 m<sup>3</sup>.

Außerdem wurden bereits Maßnahmen zur Begrenzung der Flüssigkeitsfreisetzungsmengen implementiert:

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

### 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.

### Pädagogikhinweise

Das Notkühlsystem ist ein Nachspeisesystem des Primärkreises zur Kompensierung von Wasserverlusten in Unfallsituationen mit Bruch des Primärkreises oder der Leitungen eines Dampfgenerators. 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.

- 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 Primärkreisältemittel (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 Primärkreisältemittel 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 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 Bugey, 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.



## Öffentliches Anhörungsverfahren für die Reaktoren von Bugey

**Dokument 3bis** – Dokument bezüglich der Auswirkungen auf die Umwelt, die mit dem Betrieb des Reaktors während der nächsten zehn Jahre verbunden sind

### Brand

Die Maßnahmen in Bezug auf Brandgefahren sollen die Feuerfestigkeit der Brandbereichs-einteilungsvorrichtungen 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 Bugey dazu, extrem heftige, anlagenexterne, natürliche Aggressionen zu bekämpfen, die zum Zweck des Nachweises der nuklearen Sicherheit über die Anforderungsniveaus hinausgehen, die bisher angewandt wurden.

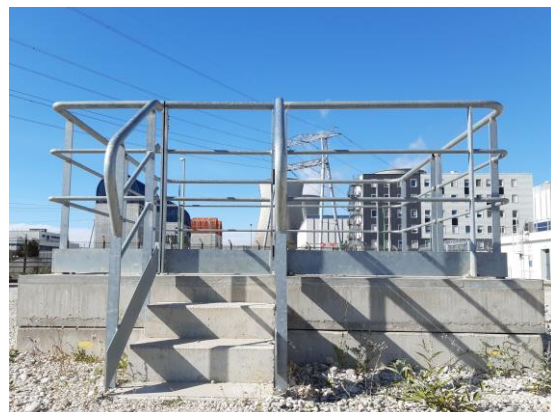
Der „**Noyau Dur**“ besteht aus fest verankerten und widerstandsfähigen Hardware-Mitteln, vervollständigt durch mobile Mittel zur Vermeidung massiver radioaktiver Schadstofffreisetzungen und langfristiger Auswirkungen auf die Umwelt in Situationen, die sich aus extremen externen Naturereignissen ergeben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

Um diesen extremen Situationen standzuhalten wurden an jedem Reaktor von Bugey 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 – Source d’eau diversifiée).



(DUS) von 3 MWe

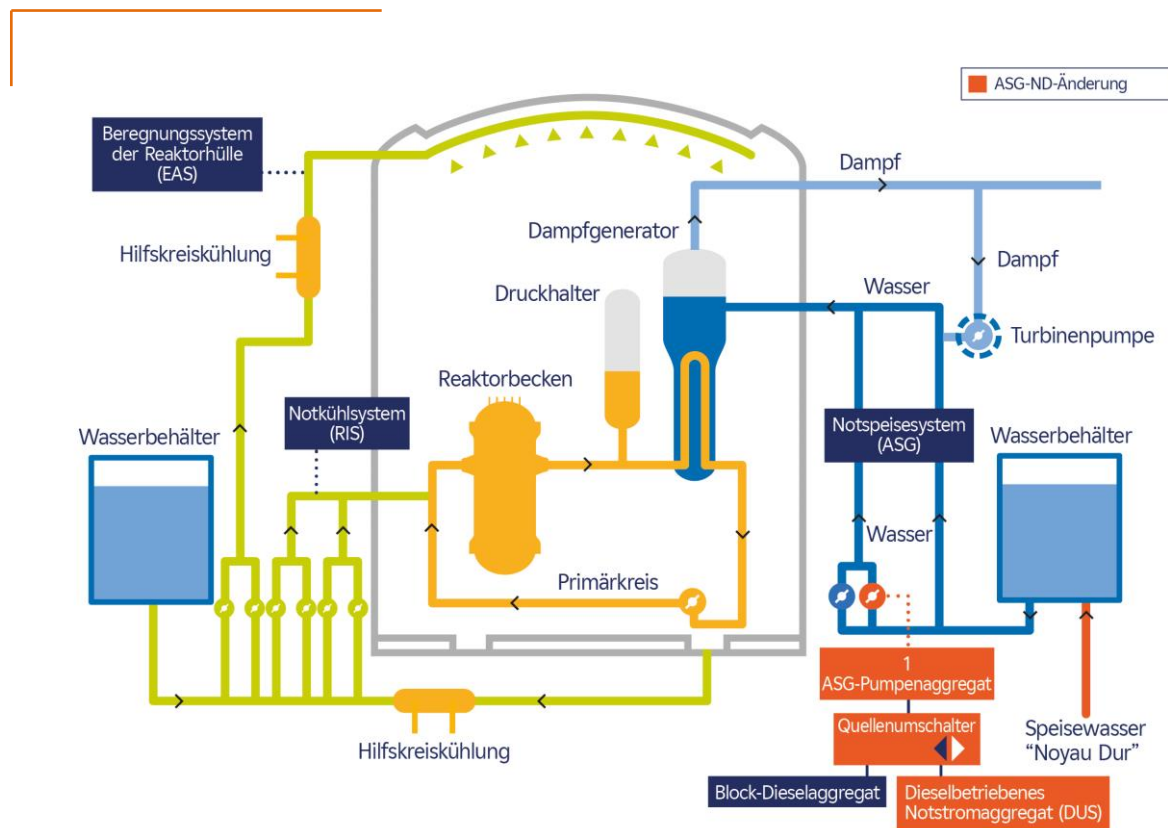


Dieselbetriebene letzte Notstromaggregate Heterogene Wasserquelle (SEG)

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

In einem solchen Fall übernehmen die Vorrichtungen des „Noyau Dur“ die Funktionen der nuklearen Sicherheit: ein Teil der Notspeisung der Dampfgeneratoren 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.



Prinzipschaltbild 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 Bugey 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.

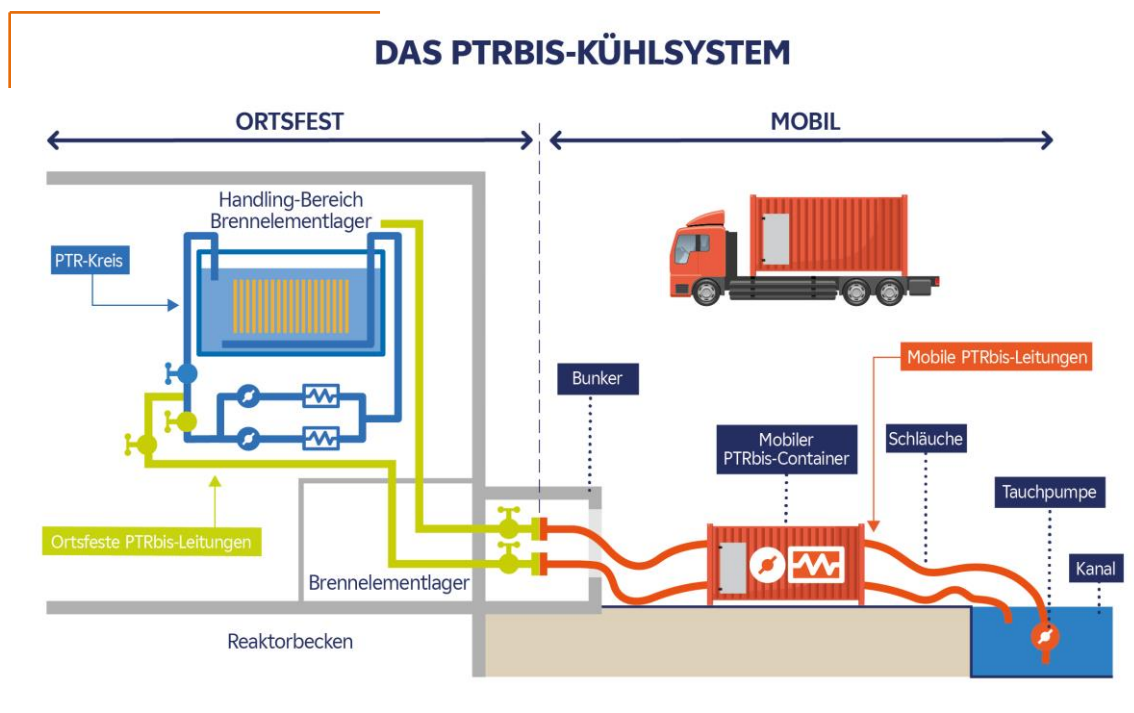
### Übertragung der Unfallsituationen im EPR FLA3 auf die Kraftwerke der 900 MWe-Klasse

Die Bewertung des Verhaltens der Brennelementbecken in den 900 MWe-Kraftwerken, zu denen die Reaktoren von Bugey 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 Bugey, 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.

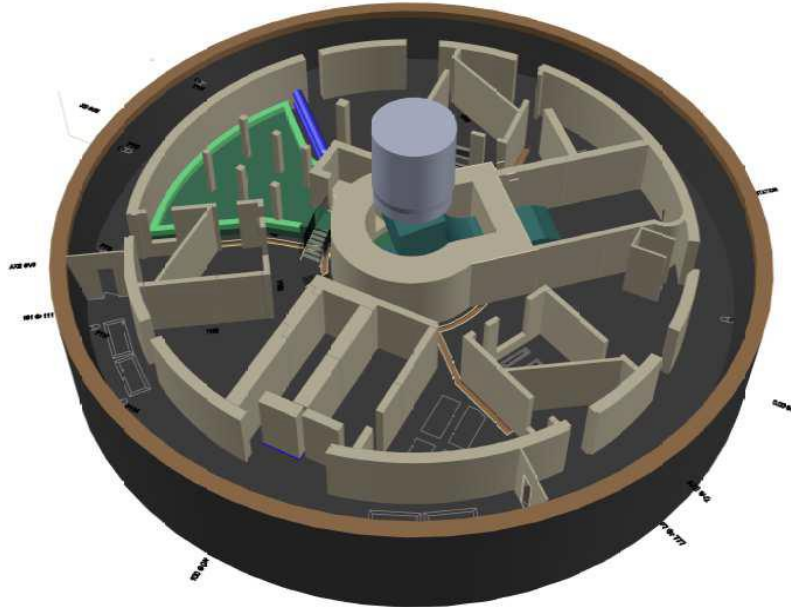
Ziel des Managements von Unfällen mit Kernschmelze ist die Ausbreitung des Coriums in „trockenem“ Zustand – d. h. ohne Wasser – am Boden des Reaktorgebäudes. Einmal verteilt bietet es eine große Austauschfläche und kann mit einer Zugabe von Borwasser stabilisiert werden. Das Borwasser kühlt das verteilte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

- Sicherergestellt 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.

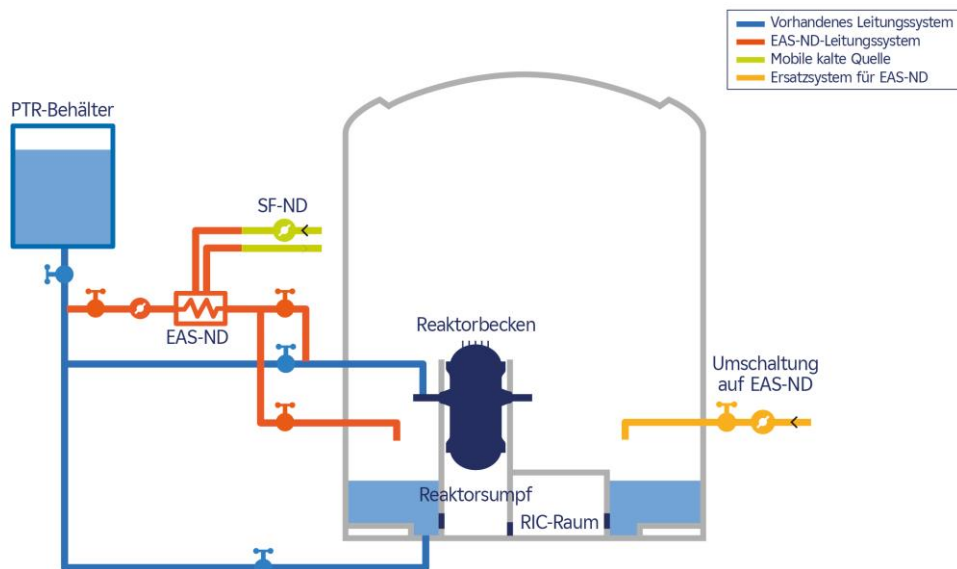
Folgende Maßnahmen werden im Fall eines Unfalls mit Kernschmelze in einem Reaktor von Bugey implementiert:

- **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 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 werden  
(Beckensumpf und Instrumentenraum des Reaktorkerns)



## KÜHLUNG BEI EINEM UNFALL MIT KERNSCHMELZE



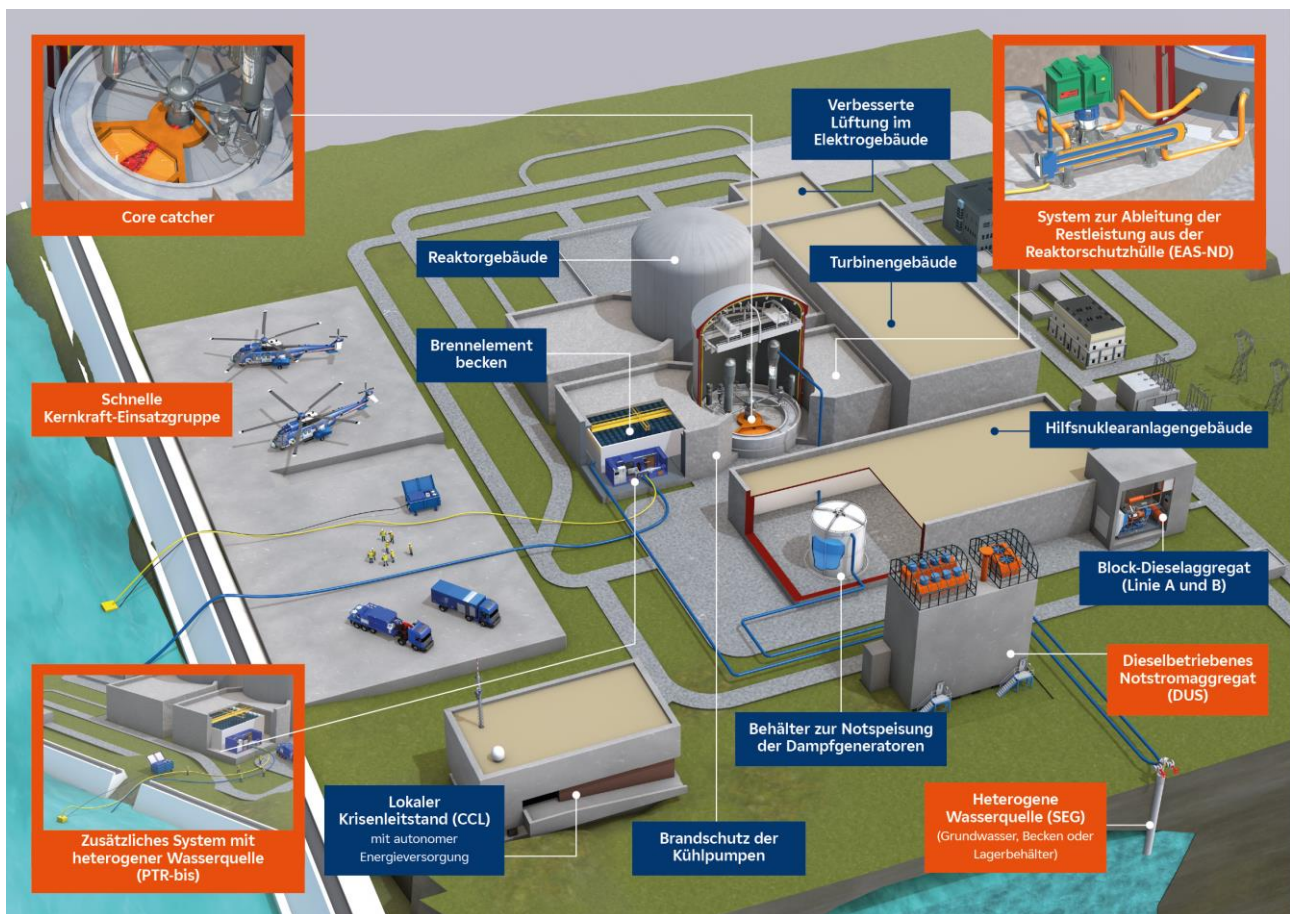
Die „EAS-ND“-Maßnahme beruht auf den folgenden Mitteln:

- 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,

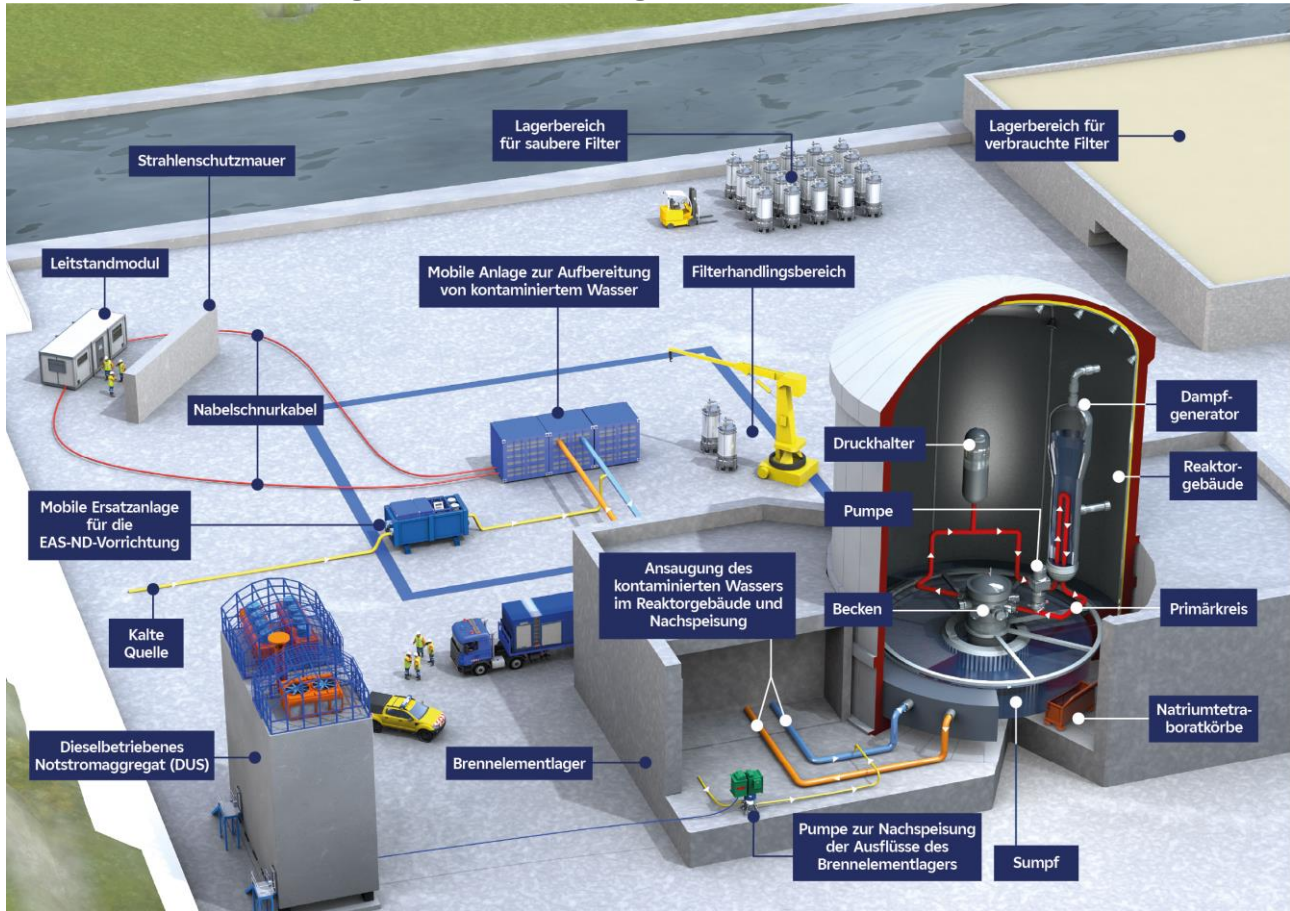


Die mobilen Gerätschaften der „Noyau Dur“-Systeme werden von der **Force d'action rapide du nucléaire (FARN – schnelle Kernkraft-Einsatzgruppe)** gehandhabt. Die FARN ist das Ergebnis der im Zusammenhang mit dem Unfall in Fukushima erworbenen Erfahrung und besteht aus 300 geschulten EDF-Mitarbeitern, 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





Kernkraftwerk von Bugey, Département Ain  
Copyright EDF/BERNARD Gaëtan

# 7. ÜBERWACHUNG DER UMWELT

## 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 Bugey für geschützte Interessen aufweist. Daher werden die Überwachungsprogramme unverändert fortgeführt. Die Überwachungsmaßnahmen werden im folgenden Abschnitt beschrieben.

## Öffentliches Anhörungsverfahren für die Reaktoren von Bugey

**Dokument 3bis** – Dokument bezüglich der Auswirkungen auf die Umwelt, die mit dem Betrieb des Reaktors während der nächsten zehn Jahre verbunden sind

### 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 insbesondere 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;
- Die Freisetzungen flüchtiger Stoffe aus der Aufbereitung der Sekundärkreise (Ethanolamin, Ammoniak);
- Die Freisetzungen von Treibhausgas und Kältemitteln.

Das Kraftwerk von Bugey überwacht auch das Wetter mithilfe einer automatischen Wetterstation (Druck-, Temperatur-, Luftfeuchtigkeits- und Niederschlagsmessungen) und einem SODAR-Gerät (Ermittlung der Windrichtung, Wind-geschwindigkeit und Höhenturbulenzen)..



© EDF

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

### Oberflächengewässer

- Die Entnahme und der Verbrauch des Oberflächenwassers werden anhand von Messvorrichtungen überwacht, um die Durchflussmenge und das Volumen zu bestimmen, die aus der Rhône, dem Grundwasser und dem Trinkwassernetz entnommen werden.
- Die flüssigen Freisetzungen (einschließlich der Wärmeemissionen und der Ausbreitung pathogener Mikroorganismen) werden regelmäßig geprüft, insbesondere durch ein Ausfluss-Prüflabor und vier Überwachungsstationen zur Überwachung der Qualität der Freisetzungen.



© EDF

Überwachung der flüssigen Schadstoffe

Der Standort Bugey überwacht auch die Gewässer durch chemische, physikalisch-chemische und hydroökologische Analysen anhand von vier autonomen Multiparameter-Überwachungsstationen sowie Probenentnahmekampagnen:

- Ziel der chemischen Überwachung ist die Feststellung der Konzentration der vom Standort freigesetzten Chemikalien im Wasser;
- Ziel der hydroökologischen Überwachung ist die Erfassung der natürlichen Entwicklung im aufnehmenden Umweltbereich zur Feststellung anormaler Entwicklungen, die

vom Standortbetrieb verursacht würden;

### ■ **Böden und Grundwasser**

Seit seiner Inbetriebnahme betreibt der Standort von Bugey ein Programm zur qualitativen und quantitativen Überwachung der Grundwasserschicht der Talebene im Bereich des Kraftwerks. Diese Überwachung hat sich im Laufe des Betriebs weiterentwickelt, um sie an die Anlagen und die Änderungen der gesetzlichen Anforderungen anzupassen.

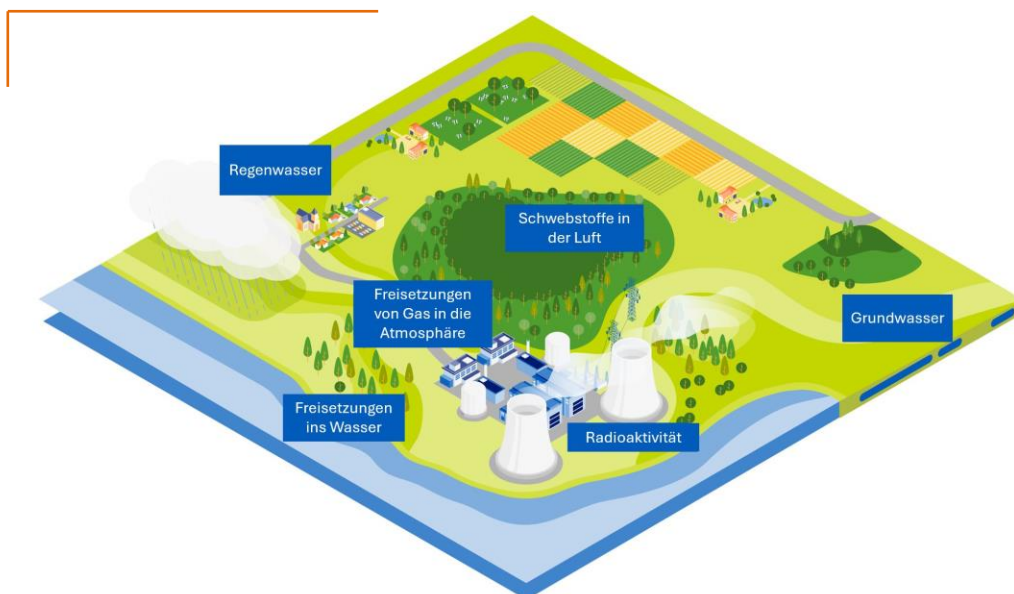
Die chemische und radiologische Überwachung des Grundwassers anhand von Piezometern soll eventuelle Schadstoffbelastungen des Grundwassers durch den Betrieb der Anlagen aufzeigen.

Außerdem werden auch die für die periodischen Probeläufe der Vorrichtungen der letzten Wasserversorgung entnommenen Mengen überwacht, um die Einhaltung der vorgeschriebenen Grenzwerte zu gewährleisten.

### ■ **Radioökologie**

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

- Den Schornsteinen zur Freisetzung der atmosphärischen Schadstoffe;
- Den Lagerbehältern für atmosphärische Ausflüsse vor deren Freisetzung;
- Den Absaugleitungen der Belüftungssysteme der Räumlichkeiten, die möglicherweise kontaminiert sein könnten, um sicherzustellen, dass keine künstliche Radioaktivität vorhanden ist;
- Den Lagerbehältern für flüssige Ausflüsse vor deren Freisetzung;
- Dem Regenwasser sowie dem Ventil- und Abwasser, um sicherzustellen, dass keine künstliche Radioaktivität vorhanden ist.



© EDF

Prinzipschaltbild der radiologischen Überwachung der Umwelt

Die Radioaktivität in der Umwelt des Standorts von Bugey wird im Rahmen der folgenden Maßnahmen überwacht:

- Ein vorgeschriebener radiologischer Überwachungsplan, der vom Standort durchgeführt wird;
- Radioökologische Studien auf Veranlassung des Betreibers (Jahresbilanz, Zehnjahresbilanz, Sonderstudien), deren Durchführung zugelassenen Fachlaboren anvertraut wird;



- Ein radiologischer Überwachungsplan, den die Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR – Behörde für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz) systematisch auf eigene Kosten von seinen Abteilungen des „Gutachten“-Zentrums durchführen lässt.

### ■ **Bevölkerung und deren Gesundheit**

Die Überwachung der Auswirkungen des Standorts von Bugey auf die Gesundheit der benachbarten Bevölkerung wird durch die Überwachung der Bereiche Atmosphäre, Gewässer und Radioökologie umgesetzt (siehe obige Ausführungen).

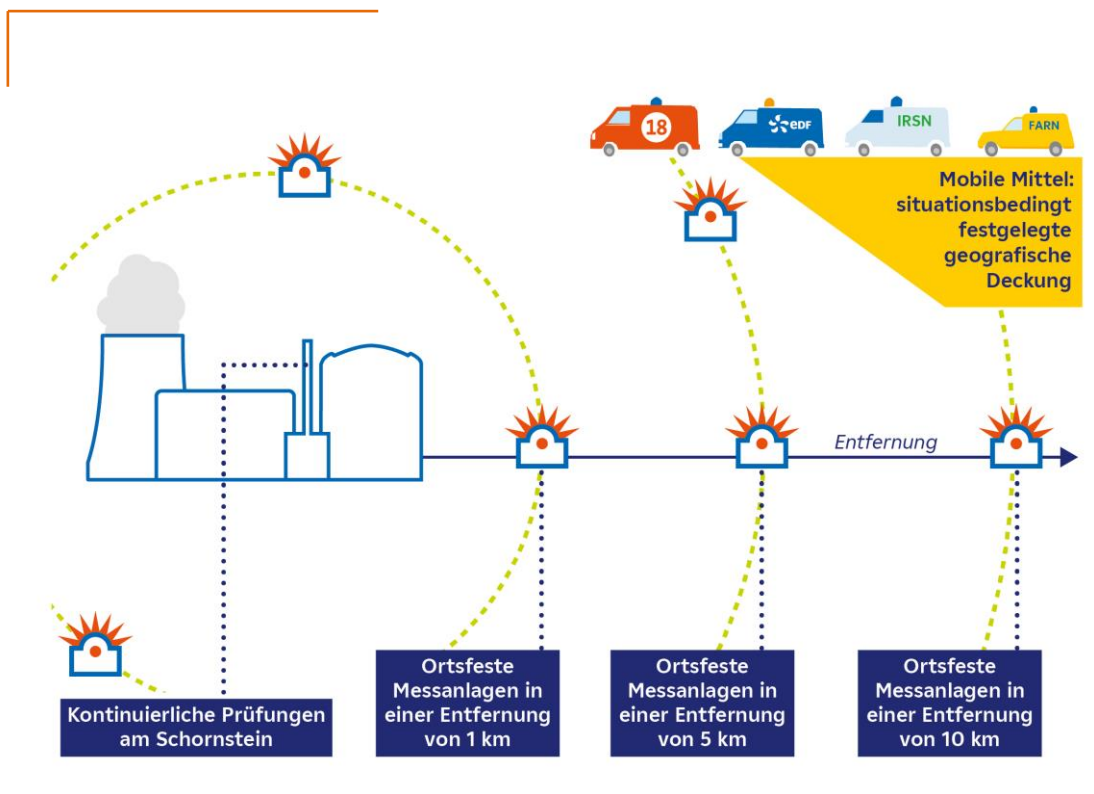
Die Lärmbelastung wird im Rahmen von periodischen Messkampagnen überwacht, die gewährleisten sollen, dass die Vorschriften beachtet werden.

Außerdem wird eine mikrobiologische Überwachung der Anlagen und Gewässer durchgeführt (Überwachung der Amöben *Naegleria fowleri* und der Legionellen *Legionella pneumophila*), um die mögliche Freisetzung pathogener Mikroorganismen über die Kühlkreise in der Umwelt zu unterbinden.

## 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. SCHLUSS- FOLGERUNGEN

Kernkraftwerk von Bugey, Département Ain  
Copyright EDF/BERNARD Gaëtan

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 – ASNR) 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 Bugey 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 Bugey 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 Bugey – 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 Bugey bis 50 Jahre fort und trägt so zur Aufrechterhaltung einer Stromerzeugung mit niedriger CO<sub>2</sub>-Bilanz bei, deren CO<sub>2</sub>-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 Bugey erwartet. Seine Stilllegung würde keine nennenswerten Vorteile für die Umwelt bieten. Sie würde jedoch zu einem deutlichen Einbruch der CO<sub>2</sub>-freien Stromerzeugung führen, die dem Verbrauch von fast 4 Millionen Haushalten entspricht. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen zur Erzeugung der entfallenen Produktion durch den europäischen Energiemix lägen bei über 6 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> im Jahr.

# GLOSSAR



Kernkraftwerk von Bugey, Département Ain  
Copyright EDF/BERNARD Gaëtan

| 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   |
| AOX                    | Adsorbierbares organisch gebundenes Halogen für die Messung der Wasserqualität   |
| APRP                   | Accident de perte de réfrigérant primaire – Unfall mit Verlust von Primärkreisältemittel   |
| ASG-ND                 | Système de refroidissement secondaire « Noyau Dur » – System „Noyau Dur“ zur Sekundärkreisälung  |
| 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 Stoffs (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  |
| 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 – Berechnungssystem 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 – Dampfgenerator   |
| 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.  |
| RTGV        | Rupture de tube de générateur de vapeur – Bruch einer Leitung des Dampfgenerators   |
| RTGV4       | Rupture d'un Tube de Générateur de Vapeur de catégorie 4 – Bruch einer Leitung des Dampfgenerators 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 Dampfgeneratorrohrbrüchen                         |
| SEG         | Système Source d'Eau diversifiée – System mit heterogener Wasserquelle  |
| 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  |
| 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  |



EDF SA  
22-30, avenue de Wagram  
75382 Paris cedex 08 – Frankreich  
Grundkapital 2.084.365.041 €  
Handelsregisternr. 552 081 317 R.C.S. Paris  
[www.edf.fr](http://www.edf.fr)