



**Kernkraftwerk Fessenheim - INB 75  
Änderungsantrag gemäß Artikel 26**

# **Nicht technische Zusammenfassung der Umweltverträglichkeitsprüfung**



# INHALTSVERZEICHNIS

<b>0</b>	<b>EINLEITUNG.....</b>	<b>4</b>
	0.1. Rahmenbedingungen.....	4
	0.2. Ziele der Umweltverträglichkeitsprüfung .....	4
	0.3. Struktur der Umweltverträglichkeitsprüfung .....	4
<b>1</b>	<b>DAS KERNKRAFTWERK FESSENHEIM .....</b>	<b>5</b>
	1.1. STANDORT .....	5
	1.2. Funktionsprinzip .....	7
<b>2</b>	<b>BESCHREIBUNG UND BEGRÜNDUNG DES PROJEKTES .....</b>	<b>8</b>
	2.1. M01 – Möglichkeit der Verwendung von Ethanolamin im Sekundärkreislauf .....	8
	2.2. M02 – Anpassung der Grenzwerte für die Wasserentnahme und die Schadstoffabgabe .....	9
	2.3. M03 – Ausbaggern des Einlasskanals und Reinigung der Kavernen und Kanäle aus Beton .....	10
<b>3</b>	<b>ANALYSE DES AUSGANGSZUSTANDES DES STANDORTES UND DER UMWELT .....</b>	<b>11</b>
	3.1. LANDSCHAFT .....	11
	3.2. GEWÄSSER .....	12
	3.3. NATÜRLICHE LEBENSÄRÄUME UND ARTENVIELFALT .....	13
	3.4. BEVÖLKERUNG UND LOKALE WIRTSCHAFT .....	14
	3.5. STRAHLENSCHUTZSTUDIE .....	16
<b>4</b>	<b>ANALYSE DER AUSWIRKUNGEN DES PROJEKTES AUF DIE UMWELT .....</b>	<b>17</b>
	4.1. AUSWIRKUNGEN AUF DIE TERRESTRISCHE UMWELT .....	17
	4.2. AUSWIRKUNGEN AUF DIE GEWÄSSER.....	18
	4.3. AUSWIRKUNGEN AUF GESCHÜTZTE ARTEN UND NATURSCHUTZGEBIETE.....	20
	4.4. AUSWIRKUNGEN AUF DIE MENSCHLICHE UMWELT .....	20
	4.5. AUSWIRKUNGEN AUF DEN ENERGIEVERBRAUCH, DIE KLIMAFAKTOREN UND DIE ABFALLENTSORGUNG .....	21
	4.6. AUSWIRKUNGEN AUF NATURA-2000-ZONEN .....	22
<b>5</b>	<b>KUMULATIVE EFFEKTE DES PROJEKTES MIT ANDEREN BEKANNTEN PROJEKTEN .....</b>	<b>23</b>
<b>6</b>	<b>WESENTLICHE ERPROBTE ALTERNATIVLÖSUNGEN .....</b>	<b>24</b>

<b>7</b>	<b>VEREINBARKEIT DES PROJEKTES MIT DEN PLÄNEN FÜR DAS WASSERMANAGEMENT.....</b>	<b>25</b>
<b>8</b>	<b>MAßNAHMEN ZUR VERMEIDUNG, REDUZIERUNG ODER ZUM AUSGLEICH NEGATIVER AUSWIRKUNGEN DES PROJEKTES .....</b>	<b>26</b>
<b>9</b>	<b>UMWELTÜBERWACHUNG UND KONTROLLE .....</b>	<b>26</b>
	9.1. KONTROLLE DER ENTNAHMEN UND ABGABEN .....	26
	9.2. ÜBERWACHUNG DER UMWELT .....	27
<b>10</b>	<b>ANGEWANDTE METHODEN .....</b>	<b>28</b>
	10.1. BEWERTUNG DER ÖKOLOGISCHEN AUSWIRKUNGEN VON RADIOAKTIVEN EMISSIONEN .....	28
	10.2. BEWERTUNG DER ÖKOLOGISCHEN AUSWIRKUNGEN VON BAGGERSCHLAMM .....	28
	10.3. BEWERTUNG DER ÖKOLOGISCHEN AUSWIRKUNGEN VON CHEMISCHEN ABWÄSSERN .....	29
	10.4. SCHÄTZUNG DES STRAHLUNGSRIKOS AUF DEN MENSCHEN .....	29
	10.5. BERECHNUNG DES GESUNDHEITSRIKOS DURCH CHEMISCHE ABFÄLLE .....	29
	<b>ANLAGE 1 – WICHTIGE GRENZWERTE.....</b>	<b>30</b>
	<b>ANHANG 2 – WAS IST RADIOAKTIVITÄT ? .....</b>	<b>33</b>

Thema dieses Antrages sind die drei Änderungen des KKW Fessenheim, die aufgrund von technologischen Fortschritten, von Änderungen der Vorschriften sowie dem Rückfluss aus Erfahrungen erforderlich sind. Die Auswirkungen dieser drei Änderungen wurden hinsichtlich ihrer gesundheitlichen Auswirkungen sowie der Auswirkungen auf die verschiedenen Ökosysteme untersucht.

### 0.1. RAHMENBEDINGUNGEN

Aufgrund ihrer Art unterliegen die Änderungen nicht dem Erlass Nr. 2007-1557 vom 2. November 2007 (über **Grundlast-Kernkraftwerke**, Überwachung der nuklearen Sicherheit und des Transports von radioaktiven Stoffen), sondern fallen unter Artikel 26 des genannten Erlasses. Änderungsgenehmigungen müssen nach Vorlage der Planungsunterlagen durch die öffentliche Hand in der Verantwortung der französischen Aufsichtsbehörde für nukleare Sicherheit (ASN) erteilt werden.

In Frankreich werden Industrieanlagen, die Radionuklide erzeugen, als „**Grundlast-Kernkraftwerke**“ bezeichnet.

Das KKW Fessenheim trägt die INB Nr. 75 (INB), französische Abkürzung für „Installations Nucléaires de base“).

### 0.2. ZIELE DER UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG

Ziel dieser Prüfung ist, die direkten und indirekten Auswirkungen des Projektes auf die Umwelt und die Umgebung auf kurze und lange Sicht zu beurteilen. Die Umweltverträglichkeitsprüfung muss drei Anforderungen erfüllen:

- Den Betreiber EDF dabei unterstützen, ein umweltverträgliches Projekt zu konzipieren ;
- Die Verwaltungsbehörde über Natur und Inhalt der zu treffenden Entscheidung aufklären ;
- Die Öffentlichkeit informieren und ihr die Möglichkeit geben, ihre Rolle als aufgeklärte und wachsame Bürger wahrzunehmen.

### 0.3. STRUKTUR DER UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG

Diese Umweltverträglichkeitsprüfung, die hier in einer Zusammenfassung vorliegt, wurde gemäß den Anforderungen des Erlasses Nr. 2011-2019 vom 29. Dezember 2011 erstellt. Sie berücksichtigt die Reform der Umweltverträglichkeitsprüfungen von Arbeits-, Werks- und Bauprojekten und entspricht den Anforderungen der Verordnung Nr. 2007-1557 vom 2. November 2007.

Der Inhalt:

- Projektbeschreibung;
- Analyse des gegenwärtigen Zustands der Anlage und der Umwelt vor Umsetzung der Änderungen ;
- Analyse der Auswirkungen der geplanten Änderungen auf die Umwelt und die Gesundheit ;
- Vergleich der Auswirkungen des Projektes mit bereits realisierten Projekten ;
- Übersicht über die wichtigsten überprüften Alternativen ;
- Alle Informationen, die erforderlich sind, um die Vereinbarkeit des Vorhabens mit den Plänen, Diagrammen, nationalen und europäischen Programmen bewerten zu können;

- Maßnahmen, die ergriffen werden, um negative Auswirkungen des Projektes auf die Umwelt und die Gesundheit zu vermeiden, zu minimieren und auszugleichen;
- Beschreibung der angewendeten Methoden zur Wiederherstellung des Ausgangszustandes sowie zur Bewertung der Auswirkungen;
- Beschreibung der möglicherweise auftretenden Schwierigkeiten;
- Namen und Qualifikationen der Autoren.

# 1

## DAS KERNKRAFTWERK FESSENHEIM

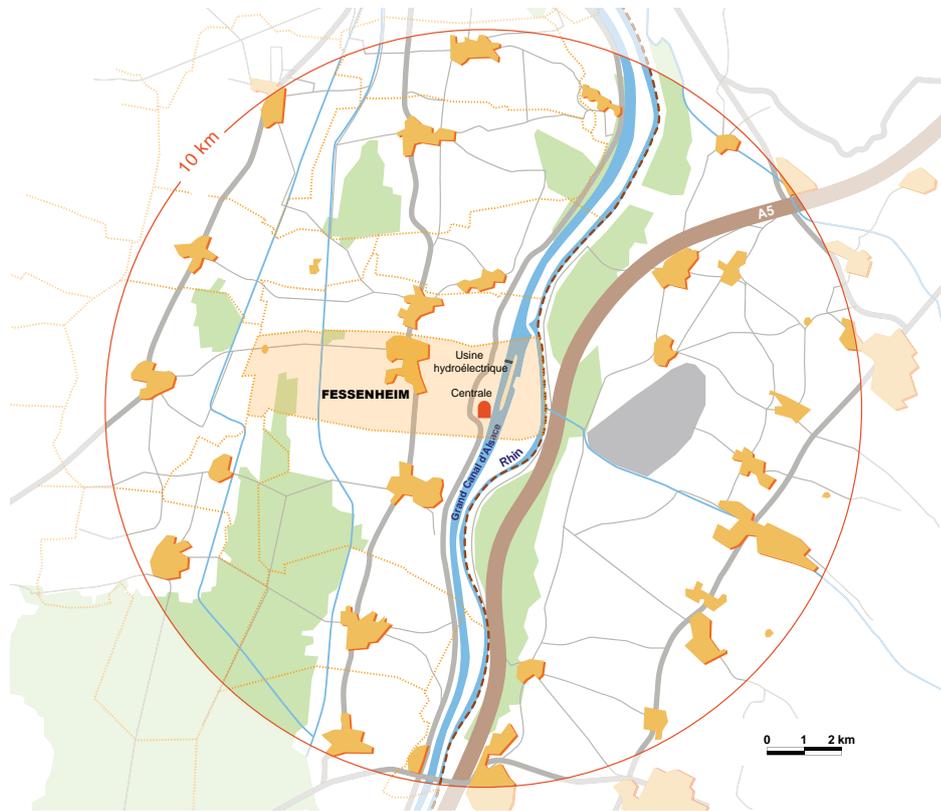
### 1.1. STANDORT

Das KKW Fessenheim befindet sich im Herzen des Elsass, im Departement Haut-Rhin (Ordnungsnummer 68). Es liegt 26 km nordöstlich von Mulhouse, ungefähr 25 km südöstlich des Ballungsgebietes Colmar und südwestlich von Freiburg.

Die Anlage befindet sich am linken Ufer des Rheinseitenkanals; etwas weiter flussabwärts liegen die Schleusen und das Wasserkraftwerk Fessenheim.

1,5 km weiter östlich verläuft der Rhein, der die natürliche Grenze zwischen Deutschland und Frankreich bildet.





© Médiathèque EDF – Marc DIDIER

Das Kraftwerk besteht aus zwei identischen Blöcken zur Stromerzeugung aus Kernenergie. Die Druckwasserreaktoren (REP) haben je Einheit eine Kapazität von 900 MW; sie werden mit Wasser aus dem Rheinseitenkanal gekühlt.

Die beiden Blöcke des Kernkraftwerkes (Fessenheim 1 und Fessenheim 2) gingen 1977 ans Netz.

Die Jahresproduktion der beiden Blöcke beträgt durchschnittlich 10 Milliarden KWh. Dies entspricht etwa 70% des Stromverbrauchs im Elsass.

770 EDF-Mitarbeiter sind hier beschäftigt. Zusätzlich sind pro Jahr mehr als 220 Mitarbeiter von externen Vertragsfirmen ständig im Kraftwerk tätig. Bei Revisionsstillständen kommen durchschnittlich etwa 1.000 Mitarbeiter von Dienstleistungsunternehmen hinzu.



**Weitere  
Informationen...**

**Kapitel 0.** Einleitung und  
Vorstellung des Standortes

## 1.2. FUNKTIONSPRINZIP

Ob Wärmekraftwerk oder Kernkraftwerk - die Art und Weise der Stromerzeugung ist die gleiche: Ein Brennstoff produziert Wärme, die in Dampf umgewandelt wird. Dieser treibt dann eine Turbine und einen elektrischen Generator an.

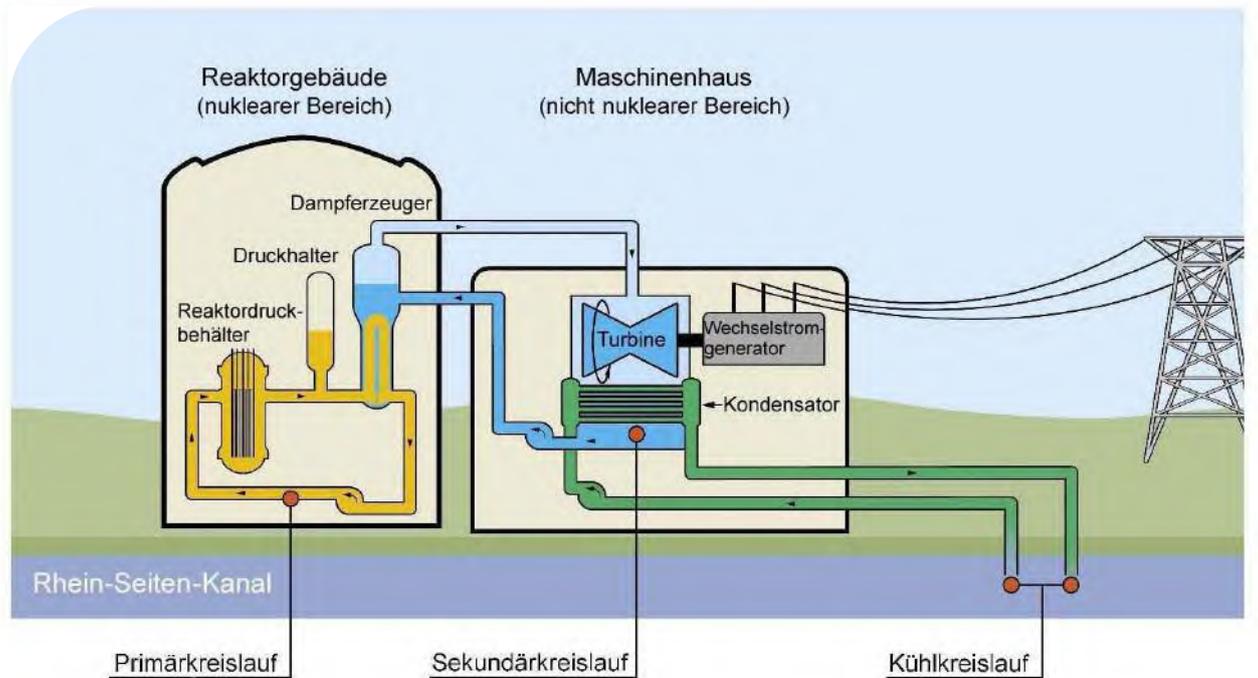
In einem klassischen Wärmekraftwerk wird Wärme durch Verbrennung von Kohle, Gas oder Heizöl erzeugt, in einem Kernkraftwerk geschieht dies durch **Kernspaltung** zum Beispiel mit Uran.

Mit **Kernspaltung** bezeichnet man die Spaltung der Atomkerne des Urans. Dabei werden Neutronen, Strahlung und Wärme freigesetzt.

Die beiden Produktionseinheiten in Fessenheim sind sogenannte Druckwasserreaktoren. Sie verfügen jeweils über drei voneinander unabhängige Kreisläufe:

- Der **Primärkreislauf** ist ein geschlossener Kreislauf, der die im Reaktorkern produzierte Wärme transportiert. Dieser Kreislauf befindet sich im Sicherheitsbehälter und ist von einer Sicherheitshülle aus Beton umgeben ;
- Der **Sekundärkreislauf** ist ebenfalls ein geschlossener Kreislauf. In ihm wird das Wasser verdampft. Der Wasserdampf wird in eine Turbine geleitet, die den Generator antreibt, der elektrischen Strom erzeugt ;
- Im **Kühlkreislauf** wird der Kondensator des Sekundärkreislaufs gekühlt. Im Kondensator wird der Wasserdampf wieder in den flüssigen Zustand zurückversetzt. Das Wasser fließt dann zurück zu den Dampferzeugern. Dieser Kreislauf ist offen, wenn das Wasser direkt aus dem Meer oder dem Fluss entnommen und zurückgeführt wird, oder geschlossen, wenn ein Kühlturm verwendet wird. Die beiden Blöcke des KKW Fessenheim haben jeweils einen Kühlkreislauf. Das Wasser für die Kühlung wird dem Rheinseitenkanal entnommen und später wieder in den Kanal komplett zurückgegeben. Das Wasser kommt während der Kühlung nie in Berührung mit Radioaktivität.

Obwohl die Primär- und Sekundärkreisläufe geschlossen sind, wird doch eine geringe Menge radioaktiver Stoffe freigesetzt. Gründe dafür sind zum Beispiel die Belüftung der Räume oder Säuberungsaktionen in den geschlossenen Kreisläufen. Die freigesetzten Stoffe werden als radioaktiver Abfall entsorgt. Nur ein sehr kleiner Teil Restabfall wird, nachdem er behandelt und kontrolliert wurde, in Form von flüssigen oder gasförmigen Abgaben freigesetzt.



©EDF

## 2

# BESCHREIBUNG UND BEGRÜNDUNG DES PROJEKTES

Das vorliegende Dossier der Änderungserklärung wird durch die drei folgenden Änderungen begründet:

- Änderung M01: Möglichkeit der Wasseraufbereitung im Sekundärkreislauf mit Ethanolamin
- Änderung M02: Anpassung der Grenzwerte für die Wasserentnahme und die Schadstoffabgabe
- Änderung M03: Ausbaggern des Einlasskanals und Reinigung der Kavernen und Kanäle aus Beton

### 2.1. M01 – MÖGLICHKEIT DER VERWENDUNG VON ETHANOLAMIN IM SEKUNDÄRKREISLAUF

Zurzeit wird in den Sekundärkreisläufen beider Reaktorblöcke die Chemikalie Morpholin eingesetzt.

Die Änderung M01 hat das Ziel, den Einsatz von Ethanolamin zu ermöglichen. Damit könnten die nukleare Sicherheit der Anlagen weiter optimiert und ein besserer Schutz gegen Korrosion gewährleistet werden. Gleichzeitig könnte die Umwelt durch eine Verringerung der Schadstoffabgaben und den Einsatz eines biologisch besser abbaubaren Produktes entlastet werden.

Die Produkte werden dem Wasser beigemischt, um Korrosionsrisiken zu mindern und um die Funktionsfähigkeit und Leistung aller Teile des Sekundärkreislaufs zu gewährleisten (Dampferzeuger, Turbine, Rohrleitungen, ...). Der Schutz des Dampferzeugers trägt zur Optimierung des Sekundärkreislaufs und somit auch zur Optimierung der nuklearen Sicherheit bei.

## 2.2. M02 – ANPASSUNG DER GRENZWERTE FÜR DIE WASSERENTNAHME UND DIE SCHADSTOFFABGABE

Diese Änderung betrifft die Überarbeitung der Vorschriften bezüglich der Berechtigung zur Wasserentnahme und Schadstoffeinleitung. Die geltenden Genehmigungen (Erlasse der Präfektur vom 26. Mai 1972 und vom 17. April 1974 sowie Ministerialerlasse vom 17. November 1977) und die aktuelle Regelung (Erlass vom 26. November 1999) sollen aktualisiert werden, um die empfindliche Umwelt vor möglichen Schäden zu bewahren.

Zum einen soll mit dieser Änderung erreicht werden, dass alle Vorschriften zu einem einzigen Text zusammengefasst werden, zum anderen sollen die Vorschriften und Modalitäten aktualisiert werden, um eine kontinuierliche Verbesserung zu gewährleisten. Außerdem werden präzise Definitionen für einige Vorschriften vorgeschlagen (siehe Details in Anhang 1).

- Begrenzung der **Kühlwasserentnahme**: **Vorschlag** für neue Grenzwerte. Der Genehmigungsrahmen soll erweitert werden. Vorgeschlagen wird, den derzeitigen Höchstwert, der durch den Erlass der Präfektur von 1972 festgelegt wurde, neu festzulegen und mit einer Maximalmenge für die Tages- und die Jahresentnahmen zu verknüpfen.
- Begrenzung **der Grundwasserentnahme**: Formalisierung der Grenzwerte. Entsprechend der aktuellen Regelung ist die Entnahme von Grundwasser für die Produktion von destilliertem Wasser Gegenstand einer Erklärung gewesen, sie wird jedoch in den Erlassen des Präfekten von 1972 und 1974 nicht erwähnt. Die vorliegende Änderung schlägt vor, Grenzen für diese Nutzung festzusetzen.
- Begrenzung **der Wärmeabgaben**: Einschränkung der Vorschriften. Die derzeitigen Vorschriften zur Erwärmung des Rheinseitenkanals und zur Wassertemperatur flussabwärts werden durch den Erlass der Präfektur von 1974 bestimmt. Mit dem vorliegenden Dossier soll eine Senkung dieser Grenzwerte erreicht werden. Außerdem sollen Grenzwerte für außergewöhnliche klimatische Bedingungen festgelegt werden.
- Vorschriften zu **radioaktiven Abfällen**: Einschränkung der Vorschriften. Die aktuell geltenden interministeriellen Erlasse von 1977 legen eine Maximalmenge an Abfällen fest. Das vorliegende Dossier schlägt vor, die Maximalmenge der jährlichen Abfallrate und die Aktivitätskonzentration anzupassen.
- Vorschriften zu **chemischen Abfällen**: Einschränkungen der bestehenden und neue Vorschriften. Die derzeitige Höchstmenge für Chemieabfälle ist durch ein detailliertes Schreiben des SCPRI vom 30. Dezember 1987 festgelegt. Das vorliegende Dossier schlägt vor, diese Vorschriften zu überarbeiten und Obergrenzen für die Abgabe verschiedener Substanzen festzulegen. Zudem soll der Einsatz von Ethanolamin im Sekundärkreislauf erlaubt werden (in Verbindung mit M01).



Die Pumpstation am Ufer des Rheinseitenkanals © EDF – Kernkraftwerk Fessenheim

### 2.3. M03 – AUSBAGGERN DES EINLASSKANALS UND REINIGUNG DER KAVERNEN UND KANÄLE AUS BETON

Mit dieser Änderung soll das KKW Fessenheim die Erlaubnis erhalten, regelmäßig (zwei- bis dreimal jährlich) folgende Überprüfungen durchzuführen, um die für die Kühlung der Anlagen erforderliche Wassermenge bereitzustellen und die Wasserversorgung für den Brandschutz sicherzustellen:

- das **Ausbaggern** des Einlasskanals, um die Ablagerungen zu entfernen, die sich im Inneren des Kanals ansammeln;
- Die **Reinigung** von vier Kavernen, die den Produktionskreislauf und den Brandschutz versorgen, und der Kanäle aus Beton, in denen Wasser des Notkühlungskreislaufes fließt. Auch hier, auf dem Niveau der Pumpstation, sammeln sich Ablagerungen.

Die Änderung zielt darauf ab, die Ablagerungen am linken Ufer des Rheinseitenkanals auf Höhe des Wasserkraftwerkes Fessenheim einzuleiten.



**Weitere  
Informationen...**

**Kapitel 1.** Beschreibung der grundlegenden Änderungen im Projekt

# 3

## ANALYSE DES AUSGANGSZUSTANDES DES STANDORTES UND DER UMWELT

Der Begriff „Umwelt“ wird hier im weiteren Sinne verstanden und umfasst die folgenden Bereiche:

- **Die Landschaft:** Klimafaktoren, Meteorologie, Bewuchs, Flächennutzung, natürliche Lebensräume und Artenvielfalt ;
- **Die Gewässer:** Hydrologie, Erwärmung, physikalisch-chemische und hydrobiologische Wasserqualität ;
- **Natürliche Lebensräume** und geschützte Arten, ZNIEFF-Naturschutzgebiete (Umweltschutzgebiete, Flora, Fauna), Natura 2000 ;
- **Menschlicher Lebensraum:** Bevölkerung, regionale Wirtschaft

Zudem wird ein **Statusbericht zum Strahlenschutz** vorgestellt, der speziell auf die Problematik von Radionukliden in der Umwelt eingeht.

### 3.1. LANDSCHAFT

#### ■ *Klima*

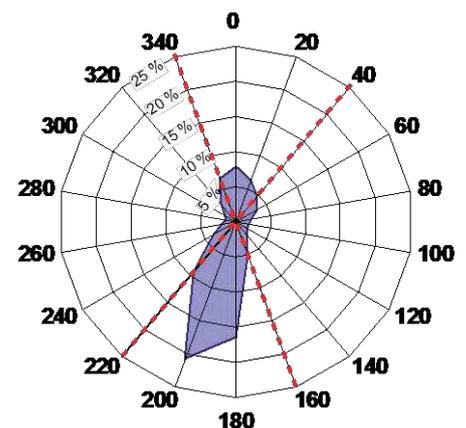
Das KKW Fessenheim liegt in der flachen Rheinebene des Elsass. Das dort herrschende Kontinentalklima sorgt für große Temperaturunterschiede im Jahresverlauf. Je nach Jahreszeit ist die Niederschlagsmenge ebenfalls sehr unterschiedlich.

Die hier herrschenden Winde kommen im Allgemeinen mit mäßiger Geschwindigkeit aus Süden, Südwesten und Norden (siehe Windrose).

#### ■ *Landschaft und Flächennutzung*

Das Landschaftsbild rund um das Kraftwerk wird geprägt durch die Rheinebene, deren Felder und Wälder zu beiden Seiten des Flusses. Hier werden **drei Arten von Landschaftsbildern** unterschieden, die sich zu beiden Seiten entlang des Rheinufers befinden:

- Große hydraulische Anlagen (Schleusen, Stromleitungen, Schifffahrtskanäle), mehrere Verkehrsadern (Autobahnen) sowie ein bewaldeter Bereich am steilen Rheinufer.
- Die Felder in den Gemarkungen Hardt und Baden, die sich östlich und westlich des Rheins befinden, werden landwirtschaftlich genutzt.
- Das eher trockene Gebiet des Harthwaldes befindet sich im Westen und Südwesten des KKW und gehört zu einer der größten zusammenhängenden Naturlandschaften des Elsass.



**Windrose**  
bei trockenem Wetter in 67m Höhe,  
gemessen zwischen 2001 und 2010



Das Wasserkraftwerk Fessenheim © Médiathèque EDF - Philippe ERANIAN

Süßwasservorkommen, stehende Gewässer, Flussbette, Heideland und Wiesen, Wälder und Felder sowie Kulturlandschaften prägen ebenfalls das Landschaftsbild der Region und bieten einen natürlichen Lebensraum für viele Lebewesen: Für die Fisch- und Vogelwelt, für **Fledermäuse** und Säugetiere wie den Fischotter und den Biber. Typische Baumarten der Region sind Eiche, Weißbuche, Waldkiefer, Weide, Esche, Erle und Ulme.

Rechts vom KKW gelegen hat der Fluss im Zeitalter des Quartärs Ablagerungen gebildet. Das dadurch entstandene Grundwasserreservoir enthält nahezu die gesamte Menge der quartären Ablagerungen und ist mit 50 Milliarden Kubikmetern eines der größten Trinkwasserreservoirs in Europa.

**Avifauna** : Die Gesamtheit aller in einer Region vorkommenden Vogelarten.

**Fischfauna** : Die Gesamtheit aller in einer Region vorkommenden Fischarten.

**Fledermäuse** : Fliegende Säugetiere.

### 3.2. GEWÄSSER

Das KKW Fessenheim wurde am Ufer des Rheinseitenkanals gebaut. Dieser künstlich angelegte Wasserweg wurde erbaut, um eine Überflutung der Weiden in der flachen Rheinebene zu vermeiden, die früher regelmäßig stattfand. 1959 wurde der Kanal fertiggestellt. Er befindet sich am linken Rheinufer, ist 52 km lang und für Schiffe befahrbar. Vier Wasserkraftwerke sind entlang des Kanals gebaut worden: Zwei flussaufwärts vom KKW und zwei flussabwärts, wovon eines sich in der Gemeinde Fessenheim befindet.

Die Höhe des Wasserspiegels im Rheinseitenkanal hängt von der Schnee- und Eisschmelze des Rheins ab. Hochwasser treten zwischen Mai und September auf. Zwischen Oktober und März sinkt der Wasserspiegel. Die erlaubte Wassergeschwindigkeit für Schiffe im Kanal beträgt  $1400 \text{ m}^3/\text{s}$ , der jährliche Durchschnitt wird auf  $955 \text{ m}^3/\text{s}$  geschätzt. Die Wassertemperatur des Rheinseitenkanals und des Rheins hängt eher von der Temperatur des flussaufwärts gelegenen Bodensees ab als von den lokalen Wetterverhältnissen.

Der Rheinseitenkanal ist ein künstliches Gewässer, in dem zahlreiche Fischarten (Rotauge, Döbel, Barsch und Aal) leben.



**Weitere Informationen...**

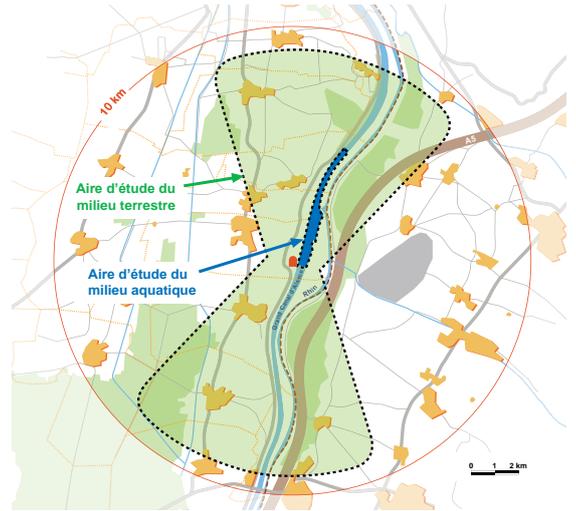
**Kapitel 2.3. Gewässer.**

### 3.3. NATÜRLICHE LEBENSRAÜME UND ARTENVIELFALT

Einige Naturschutzgebiete sowie geschützte Tier- und Pflanzenarten in der Umgebung des KKW könnten durch dieses beeinträchtigt werden, wenn sie innerhalb der festgelegten Einflusszone liegen.

Dieser Radius wurde wie folgt festgelegt:

- Abwässer: Sie werden hinter dem KKW in den Rheinseitenkanal eingeleitet. Das Einflusssrisiko besteht für die ersten 5 Kilometer flusswärts vom KKW.
- Abluft: Für sie wird ein Umkreis von 9 Kilometern betrachtet (abhängig von der Windrichtung und der Windgeschwindigkeit), hinzu kommt eine Pufferzone von einem Kilometer. Diese sanduhrförmige Zone entsteht durch entgegengesetzte starke Winde. Diese Zone überschneidet sich mit der Zone der Abwässer.



In der Einflusszone des KKW liegen:

- 1 ZNIEFF-Zonen
- Insgesamt 7 Natura-2000-Schutzgebiete, davon 5 auf französischem und 2 auf deutschem Gebiet (siehe 4.6.)

Darüber hinaus ist der Rhein ein Feuchtbiotop von internationaler Bedeutung, da dort 9.000 Pflanzenarten, 260 Vogelarten, 55 Libellenarten und 47 Säugetierarten beheimatet sind und viele Wasservögel hier überwintern.



**Weitere  
Informationen...**

**Kapitel 2.4. Bemerkenswerte  
Naturräume und Naturschutz**



© Médiathèque EDF - Philippe ERANIAN

### 3.4. BEVÖLKERUNG UND LOKALE WIRTSCHAFT

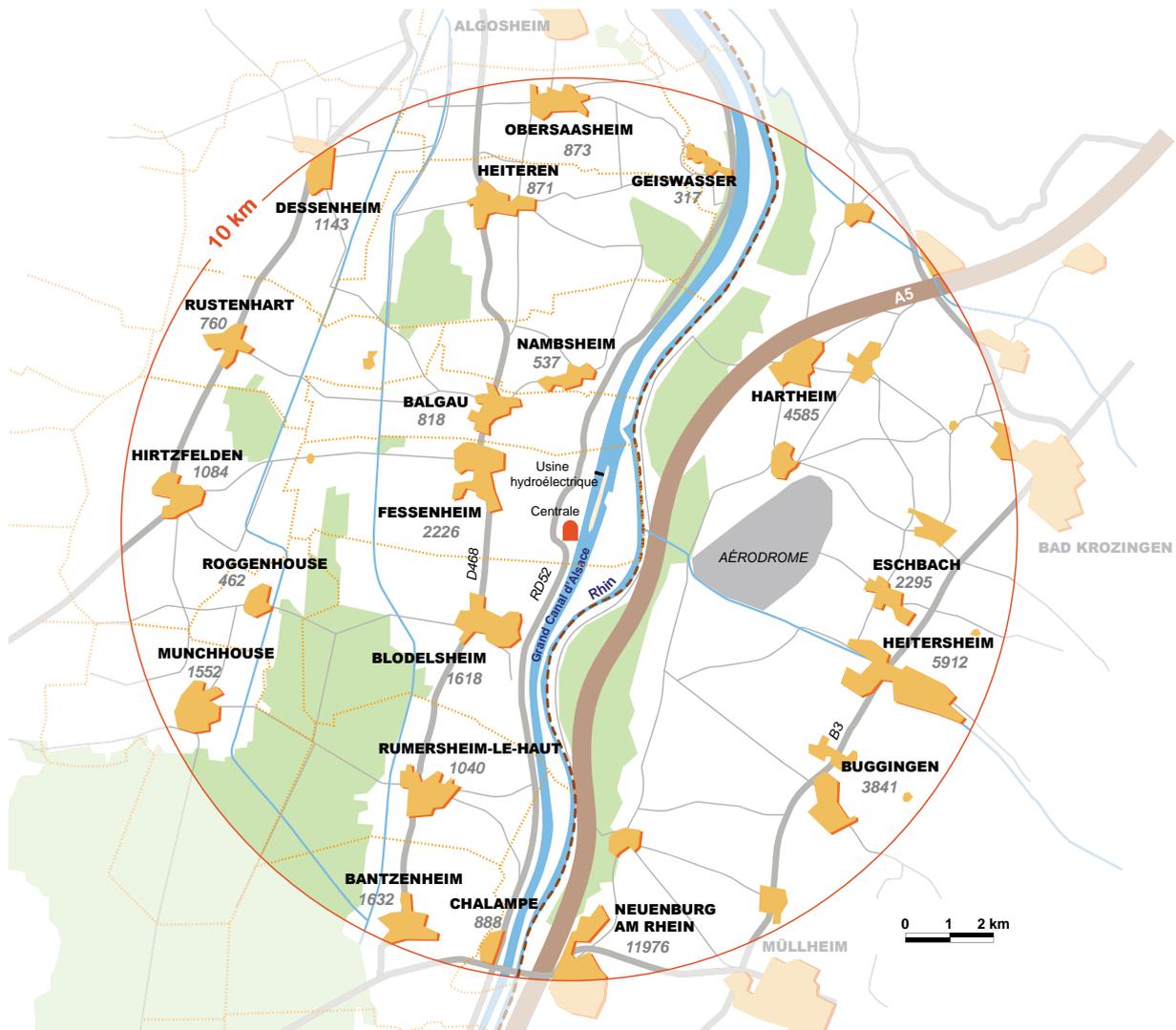
Im Umkreis von 10 Kilometern um das KKW herum liegt die Bevölkerungsdichte bei 142 Einwohnern pro km<sup>2</sup> (Frankreich hat insgesamt 113 Einwohner pro km<sup>2</sup>).

44.530 Personen leben in diesem Zehn-Kilometer-Umkreis, der zwölf Gemeinden (mit jeweils mehr als 1.000 Einwohnern) umschließt. Zwei dieser Gemeinden sind deutsch und haben mehr als 5.000 Einwohner.



Weitere Informationen...

Kapitel 2.5. Bevölkerung



#### Landwirtschaft und Viehzucht

Sowohl auf deutscher wie auch auf französischer Seite innerhalb der Zehn-Kilometer-Zone um das KKW werden im Wesentlichen Weizen und Mais angebaut, die hauptsächlich als Futtermittel genutzt werden. Auf französischer Seite wird viel Geflügel erzeugt, auf deutscher Seite eher Schweine.

## ■ **Verkehrswege**

Die RD52, über die das Kraftwerk Fessenheim erreichbar ist, verläuft westlich des KKW und des Rheinseitenkanals. Noch weiter westlich verläuft die RD468, die 2,2 Kilometer vom KKW entfernt ist. Beide Hauptstraßen verlaufen in Nord- und Südrichtung.

Auf deutscher Seite verläuft die Bundesautobahn A5 etwa 1,5 Kilometer vom KKW entfernt, ferner die Bundesstraße B3, die etwa parallel zum Rhein verläuft und 7 Kilometer vom KKW entfernt liegt.

Der Schiffsverkehr auf dem Rheinseitenkanal ist besonders stark. Auf dem Rheinseitenkanal werden vor allem Mineralöl und chemische Produkte transportiert. Auf Höhe des KKW teilt sich der Kanal in zwei Teile, von denen nur der östliche Zweig befahrbar ist.

## ■ **Wassernutzung**

In einem Umkreis von 10 Kilometern um das KKW herum

- wird das Trinkwasser den Grundwasservorräten entnommen, während
- das Brauchwasser für die Industrie sowohl aus den Grundwasservorräten als auch aus dem Rhein entnommen wird. Der nächstgelegene Industriebetrieb, das Wasserkraftwerk Fessenheim, liegt 2,2 Kilometer flussabwärts vom KKW entfernt.
- Das Wasser, das für landwirtschaftliche Zwecke genutzt wird, wird sowohl dem Grundwasser als auch dem Oberflächenwasser entnommen (direkte Entnahme aus den Bächen). Die nächstgelegenen Stellen für die Entnahme von Oberflächenwasser befinden sich in der Gemeinde Fessenheim. Außerdem befindet sich in unmittelbarer Nachbarschaft des Wasserkraftwerkes eine Entnahmestelle, die den Muhlbach für die landwirtschaftliche Bewässerung speist.

## ■ **Fischfang, Jagd und Freizeitbeschäftigungen**

Der Fischfang rund um das KKW ist auf französischer wie auf deutscher Seite des Flusses sehr beliebt. Hier werden Hecht, Karpfen und Plötze gefangen. Ferner werden hier Rehe, Wildschweine, Schnepfen und Fasane gejagt.

Im und auf dem Rhein sind vor allem Wassersportarten beliebt. Entlang des Flusses wurden Tauchzonen angelegt, zum Beispiel in Geiskopf und Neuf-Brisach. Wander- und Radwege führen über Talsperren, durch Wälder und Dörfer. Für zahlreiche andere Sport- und Freizeitaktivitäten ist ebenfalls ausreichend Raum in der Umgebung.

## ■ **Industrielle Aktivitäten**

In den Gemeinden, die innerhalb oder am Rande des Zehn-Kilometer-Radius rund um das Kraftwerk liegen, gibt es auf französischer Seite zwei Industriebetriebe der „Seveso-Klasse“, die sich im Industriegebiet Chalampé, ungefähr 11,5 km südlich des Kraftwerkes befinden. Die Unternehmen beschäftigen sich mit Chemie, Parachemie, Erdöl und Gasen.

Darüber hinaus gibt es zehn genehmigte umweltrelevante Betriebe (ICPE) – Schweine- und Rinderzucht, Steinbrüche und Schrotthandel.

Auf deutscher Seite liegen ebenfalls zehn Betriebe, die dem Artikel 30 des deutschen Katastrophenschutzgesetzes unterworfen sind. Bei diesen Anlagen handelt es sich hauptsächlich um landwirtschaftliche Genossenschaften, Erdgasverdichtungsanlagen, Lager und Handlungen mit chemischen Produkten, Herstellung von Feuerwerkskörper oder Munition. Auch ein Unternehmen, das der Störfallverordnung unterliegt, befindet sich in Müllheim, etwas weiter als 10 km im Südosten des Kraftwerkes. Es handelt sich um ein Unternehmen, das Sanitärarmaturen herstellt.

### 3.5. STRAHLENSCHUTZSTUDIE

In regelmäßigen Abständen wird die Umgebung des KKW auf Radionuklide untersucht. Es geht darum, Radionuklide ausfindig zu machen und herauszufinden, welche Emissionen dem Kraftwerk und welche der natürlichen Strahlung zuzuordnen sind.

Eine erste Studie beschreibt den Zustand des Geländes vor dem Bau des KKW in den Jahren 1973 und 1976. Die Studie führten das Nationale Institut für Agronomieforschung (INRA) und das Labor für Atomphysik der Universität Straßburg durch.

Es folgten zwei weitere Studien in Verbindung mit der Zehnjahresinspektion des KKW. Seit 1992 prüft das Institut für Strahlenschutz und nukleare Sicherheit jährlich die Umgebung auf das Vorkommen von Nukliden. Die Ergebnisse der Messungen von Radioaktivität in der Umwelt sind im Internet auf [www.mesure-radioactivite.fr](http://www.mesure-radioactivite.fr) zu finden.

Die wichtigsten Ergebnisse der Studien:

- Natürliche Radioaktivität ist die Hauptkomponente.
- Künstliche Radioaktivität stammt vor allem aus Fallouts und aus der Tschernobyl-Katastrophe und nimmt konstant ab.
- Bodenproben zeigen, dass es keine Erhöhung der Radioaktivität gab, die durch das KKW verursacht werden könnte.
- Wasserproben weisen die Präsenz von künstlichen Nukliden nach - sowohl flussaufwärts als auch flussabwärts des KKW. Grund dafür können alle schon erwähnten Punkte sein, aber auch die Schweizer Kraftwerke, die Leuchtfarbenindustrie oder die Anwendung von Nukliden in der Medizin kommen in Frage.

Aufgrund dieser Tatsache ist der tatsächliche Eintrag radioaktiver Stoffe aus dem KKW Fessenheim schwer zu bestimmen. Nur das Vorkommen von Silber, das nur einmal im Jahr 2004 beobachtet wurde, und das Vorkommen von Kohlenstoff 14 sowie von Tritium flussabwärts des KKW sind auf die Aktivitäten des KKW Fessenheim zurückzuführen.



**Weitere Informationen...**

**Kapitel 2.6.** Status der radiologischen Vergleichswerte.

**Weitere Informationen zur Radioaktivität : siehe Anhang 2**



Umweltüberwachung - © Médiathèque EDF - Philippe ERANIAN

# 4

## ANALYSE DER AUSWIRKUNGEN DES PROJEKTES AUF DIE UMWELT

Das Begriff „Projekt“ steht in diesem Kapitel für die drei Änderungen, die in Kapitel 2 beschrieben werden

- Änderung M01: Möglichkeit der Verwendung von Ethanolamin im Sekundärkreislauf
- Änderung M02: Anpassung der Grenzwerte für die Wasserentnahme und die Schadstoffabgabe
- Änderung M03: Ausbaggern des Einlasskanals und Reinigung der Kavernen und Kanäle aus Beton

### 4.1. AUSWIRKUNGEN AUF DIE TERRESTRISCHE UMWELT

#### ■ *Landschaft und Flächennutzung*

Da das Projekt keine neuen Bauten beinhaltet, hat es keine Auswirkungen auf die Landschaft, die Natur oder die Bodennutzung. Das Ausbaggern des Einlasskanals wird durch Pumpvorrichtungen ausgeführt, die ebenfalls keine Auswirkungen auf Landschaft, Natur und Bodennutzung haben.



**Weitere Informationen...**

**Kapitel 3.3.**  
Analyse der Auswirkungen auf die terrestrische Umwelt.

#### ■ *Grundwasservorräte*

An der rechten Seite des KKW wird Wasser aus dem Grundwasserreservoir entnommen, um die Produktionsanlage mit demineralisiertem Wasser zu versorgen, das für den Betrieb erforderlich ist. Da es keine Änderungen am Volumen der Entnahme gibt, und der Rhein über einen großen, sich ständig neu bildenden Wasserspeicher verfügt, hat diese Änderung ebenfalls keinerlei Auswirkung auf die Umwelt.

#### ■ *Auswirkungen der Abgabe radioaktiver Stoffe*

Im Rahmen des Projektes wird eine Reduzierung der Grenzwerte für radioaktive Abgabe des KKW beantragt. Zukünftige Abgaben sollen die Strahlungsmenge im Ökosystem nicht erhöhen. Seit dreißig Jahren wird die Strahlungsmenge in der Umgebung des KKW überprüft. Ergebnisse dieser Prüfungen zeigen, dass die Strahlung um das KKW nicht höher ist als in Gebieten, die nicht in der Nähe eines Kernkraftwerks liegen. An dieser Tatsache wird sich auch in Zukunft nichts ändern.

#### ■ *Auswirkungen der chemischen Abgase*

Chemische Abgase, die durch den Betrieb der Anlage entstehen, treten nur stellenweise und in geringen Mengen auf. Sie stellen keine Gefahr für die Umwelt nahe des KKW dar. Die Änderung M01 steht in Übereinstimmung mit dieser Tatsache, da es bei M01 darum geht, stickstoffhaltige Emissionen zu reduzieren.



Schwäne in der Nähe des Kraftwerks - © Médiathèque EDF - Philippe ERANIAN

## 4.2. AUSWIRKUNGEN AUF DIE GEWÄSSER

### ■ **Wasserentnahme**

Das Volumen der Wasserentnahme wird sich nicht verändern. Das entnommene Wasser wird nach der Kühlung der Anlage wieder vollständig in den Kanal zurückgeleitet. Die Wasserentnahme des KKW hat keinerlei Einfluss auf den Wasserstand im Rheinseitenkanal oder auf die im Wasser lebenden Tiere. Verglichen mit der Gesamtzahl der Lebewesen im Kanal wird jährlich nur ein sehr geringer Anteil von Fischen bei der Wasserentnahme angesaugt.

Somit ist die Auswirkung des KKW auf das Gewässer sehr gering und wird es zukünftig auch bleiben.

### ■ **Thermischer Einfluss auf den Rheinseitenkanal**

Das Projekt beantragt eine Senkung der thermischen Grenzwerte im Vergleich zu den aktuellen Werten, die im Erlass vom 26. Mai 1972 vorgeschrieben sind. Die beantragten Grenzwerte berücksichtigen die Erfordernisse der Ökosysteme besser als bisher und berücksichtigen die gegenwärtig gültigen Vorschriften für **Cyprinidengewässer**.

Die Abwärme des Kraftwerkes von Fessenheim beeinträchtigt weder die physikalisch-chemische Qualität des Wassers im Rheinseitenkanal noch im Rhein stromabwärts.

### ■ **Auswirkungen von radioaktiven Abwässern**

Radioaktive Abwässer des Kernkraftwerkes Fessenheim sollen durch die Änderungen reduziert werden.

Das Vorkommen von künstlichen Radionukliden in den Gewässern rund um das KKW hat mehrere Ursachen: die Tschernobyl-Katastrophe, Atomwaffentests, Industriebetriebe in der Nähe des KKW (z. B. Leuchtfarbenindustrie, medizinische und Forschungszentren, ...). Aufgrund dieser Tatsache ist der Anteil der radioaktiven Abwässer des KKW Fessenheim schwer zu bestimmen.



**Weitere  
Informationen...**

#### **Kapitel 3.4.**

Analyse der Auswirkungen  
auf die Gewässer

**Cyprinidengewässer :**  
Gewässer, in denen das  
Leben von Fischen wie  
Karpfenfischen  
(Cyprinidae) oder Arten wie  
Hecht(*Esox lucius*),  
Flussbarsch(*Perca  
fluviatilis*) und  
Europäischer Aal(*Anguilla  
anguilla*) erhalten wird oder  
erhalten werden könnte.

Mithilfe der neuen ERICA-Methode können das Strahlungsrisiko und das Vorkommen von Radionukliden bestimmt werden, dem die Umwelt in der Nähe des KKW ausgesetzt ist. Dabei wird die Strahlung in der Nähe eines Kernkraftwerkes mit der Strahlung in neutralen Gegenden verglichen. Bei der Bewertung des Umweltrisikos wurden die gesetzlichen Grenzwerte und die radioaktiven Emissionen des KKW Fessenheim des Jahres 2010 zugrunde gelegt. In beiden Fällen liegt das errechnete Potenzial weit unterhalb des Wertes, der ein Risiko für die Organismen darstellen könnte.

Demzufolge stellen die Auswirkungen der radioaktiven Emissionen des KKW keine Gefahr für die Umwelt dar.

#### ■ **Auswirkungen der chemischen Abgaben in Abwässern**

Die Grenzwerte von Abwässern, die chemische Stoffe enthalten, sollen reduziert werden.

Die Analyse der Ergebnisse der hydroökologischen Umweltüberwachung zeigt, dass das KKW die physikalisch-chemische und biologische Entwicklung flussabwärts und flussaufwärts nicht beeinflusst hat. Die chemischen Stoffe in den Abwässern wurden einzeln untersucht:

- Die folgenden Elemente haben keine erkennbaren Auswirkungen auf das Gewässer flussabwärts des Betriebs: CBS, Ammonium, Nitrat, Phosphat, Chlorid, Natrium, Borsäure, Lithium, Hydrazin, Aminoethanol, Morpholin, deren Abbauprodukte (Glycolsäure, Ameisensäure, Essigsäure, Oxalsäure), Detergenzien und Metalle (Eisen, Kupfer, Zink, Chrom, Nickel, Aluminium, Blei, Mangan)
- Lediglich das Vorkommen von Hydrazin könnte ein potenzielles Risiko darstellen. Jedoch zeigt die hydroökologische Überwachung, die seit 2005 läuft, dass Hydrazin nicht umweltschädlich ist. Diese Substanz ist nicht schädlich für Lebewesen und wasserlöslich. Bei einer Senkung der Grenzwerte im Rahmen des Projektes haben Hydrazin sowie alle weiteren aufgezählten Substanzen keine Auswirkungen auf die Gewässer flussabwärts des KKW.

#### ■ **Auswirkungen einer Einleitung von Bagger- und Reinigungsschlamm**

Das Projekt sieht vor, den Schlamm, der beim Ausbaggern des Einlasskanals und bei der Reinigung von Kavernen anfällt, in den Rheinseitenkanal zurückzuführen. Dies soll am linken Kanalufer erfolgen. Die Einleitung erfolgt oberhalb des Wasserkraftwerkes Fessenheim ungefähr 100 m unterhalb des Kernkraftwerkes und berücksichtigt folgende Vorsichtsmaßnahmen:

- Die Bagger- und Reinigungsarbeiten werden außerhalb empfindlicher Zeiträume für die Fauna und die Flora durchgeführt
- Der Schlamm wird kontrolliert, um sicherzustellen, dass er nicht chemisch belastet ist.

Damit wird gewährleistet, dass die Arbeiten keine bleibenden Folgen auf das Gewässer flussabwärts der Anlagen hinterlassen.



Vegetation in der Nähe des Kraftwerkes- © Médiathèque EDF – Frédérick JACOB

### 4.3. AUSWIRKUNGEN AUF GESCHÜTZTE ARTEN UND NATURSCHUTZGEBIETE

Das Projekt wird keine negativen Auswirkungen auf möglicherweise betroffene Arten und Naturschutzgebiete haben.

Die geschützte Flora und Fauna wird nicht beeinträchtigt; der Status der Artenvielfalt und der geschützten Gebiete wird von dem Projekt nicht tangiert.



**Weitere Informationen...**

**Kapitel 3.5.** Analyse der Auswirkungen auf die besondere Naturräume und die Naturschutzgebiete

### 4.4. AUSWIRKUNGEN AUF DIE MENSCHLICHE UMWELT

#### ■ *Gesundheitsrisiken durch chemische Emissionen*

Nach derzeitigen Erkenntnissen und unter Berücksichtigung der im Projekt beantragten Grenzwerte ...

- sind die Stoffe nicht giftig, und die chemischen Abgase stellen keine Gefahr für die Gesundheit der Menschen im Kraftwerk und in seiner Umgebung dar.
- Es ist unwahrscheinlich, dass chemische Substanzen in den Abwässern des KKW Auswirkungen auf die Gesundheit der benachbarten Bevölkerung haben (z. B. über das Trinkwasser oder die Fischerei im Rheinseitenkanal).



**Weitere Informationen...**

**Kapitel 3.6.** Analyse der Auswirkungen auf die Bevölkerung

#### ■ **Bewertung der Strahlenbelastung auf den Menschen**

Die Gesamtbeurteilung der Auswirkungen berücksichtigt alle Einwirkungsarten, d.h. sowohl innere als auch äußere Einwirkungen, Expositionsgefahr durch gasförmige und flüssige radioaktive Abgaben, sowie die direkte Einwirkung ionisierender Strahlen, die durch das KKW verursacht werden.

Die gesundheitlichen Auswirkungen werden anhand der effektiven Dosis einer Gruppe von Personen gemessen, die der Strahlung (entscheidend sind hier nur die Abgase) des KKW am stärksten ausgesetzt sind. Diese Gruppe wird als Referenzgruppe bezeichnet. Aufgrund der Verteilung der Abgase und der vorherrschenden Windrichtungen wurde der Standort dieser Referenzgruppe, der „EDF Stadt“, auf 1250 m nördlich des KKW berechnet.

Berechnungen der Strahlendosis haben ergeben, dass die Gesamtmenge an effektiver Dosis 0,7µSv/Jahr beträgt (Unter Berücksichtigung der im Projekt beantragten Reduzierung der Abgaben). Somit stellt der errechnete Wert nur 7/10.000stel des jährlichen Wertes dar, dem einer Person ausgesetzt sein darf. Dieser Wert wurde durch Artikel R1333-8 des Gesetzes über das öffentliche Gesundheitswesen auf 1 mSv jährlich festgelegt.

**Die effektive Dosis** ist das Maß für die Einwirkung von Strahlen auf den Menschen und wird in der Einheit Sievert ausgedrückt (abgekürzt Sv).

Die natürliche Radioaktivität beträgt in Frankreich durchschnittlich 2,4 mSv/Jahr, der Grenzwert für künstliche Radioaktivität liegt bei 1 mSv/Jahr.

**Weitere Informationen über die Auswirkung von Strahlung** siehe Anlage 2 zum Thema Radioaktivität

#### ■ **Weitere Bereiche der menschlichen Umwelt (Bevölkerung und lokale Wirtschaft)**

Das Projekt hat keine Auswirkungen auf die Viehzucht und die Landwirtschaft, auf das kulturelle und historische Erbe, auf Sachgüter, Verkehrsnetze, das industrielle Umfeld, die Geräuschemission des KKW, die Wassernutzung, die Wohnqualität und auf Zonen, die zur Freizeitbeschäftigung dienen.

#### **4.5. AUSWIRKUNGEN AUF DEN ENERGIEVERBRAUCH, DIE KLIMAFAKTOREN UND DIE ABFALLENTSORGUNG**

Das Projekt setzt keinen neuen oder höheren Energieverbrauch voraus, und hat keine Auswirkung auf Klimafaktoren oder die Abfallentsorgung des KKW.



**Weitere Informationen...**

**Kapitel 3.7. bis 3.9.**  
Analyse des Energieverbrauchs, der Klimaeinflüsse, des Abfallmanagements

## 4.6. AUSWIRKUNGEN AUF NATURA-2000-ZONEN

Sieben Natura-2000-Zonen befinden sich teilweise innerhalb der potenziellen Einflusszone, die im Abschnitt 3.3. beschrieben wird.

Fünf dieser Zonen liegen in Frankreich:

- SIC FR4201813 « Hardt Nord » ;
- ZSC FR4202000 « Secteur alluvial Rhin-Ried-Bruch, Haut-Rhin » ;
- ZPS FR4211808 « Zones agricoles de la Hardt » ;
- ZPS FR4211809 « Forêt domaniale de la Hardt » ;
- ZPS FR4211812 « Vallée du Rhin d'Artzenheim à Village-Neuf ».

Zwei befinden sich in Deutschland :

- ZPS DE8011401 « Rheinniederung Neuenburg-Breisach » ;
- SIC DE8111341 « Markgräfler Rheinebene von Neuenburg bis Breisach ».

Das Projekt hat keinen wesentlichen direkten, indirekten, dauerhaften oder vorübergehenden Einfluss auf den Status der Erhaltung der natürlichen Lebensräume, auf geschützte Arten oder Vögel der Natura-2000-Gebiete. Außerdem stellt das Projekt nicht die in den DOCOB-Dokumenten festgelegten Ziele in Frage.

 **Weitere Informationen...**

**Kapitel 3 ff.** Bewertung der Auswirkungen des Projektes auf Natura-2000-Zonen

**Natura 2000** ist ein europäisches Netz von Schutzgebieten, die zum Schutz gefährdeter wildlebender heimischer Pflanzen- und Tierarten und ihrer natürlichen Lebensräume dienen.

Es gibt zwei Arten von Schutzzonen:

**-Die spezielle Schutzzone** schützt die wildlebenden Vogelarten.

**-Die besonderen Erhaltungsgebiete**, vorher Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung genannt, dienen dem Schutz der natürlichen Lebensräume, der Flora und der Fauna.



Eine Helm-Azurjungfer - © EGIS Environnement 2011

# 5

## KUMULATIVE EFFEKTE DES PROJEKTES MIT ANDEREN BEKANNTEN PROJEKTEN

Die bekanntesten Projekte sind:

- die Dokumentation der Ereignisse gemäß Natura 2000 und ihrer Anhörungsverfahren
- eine Studie über die Auswirkungen, die eine staatliche sachverständige Verwaltungsbehörde auf dem Gebiet des Umweltschutzes veröffentlicht hat



**Weitere  
Informationen...**

**Kapitel 4.** Analyse der kumulierten Auswirkungen des Projektes auf andere bekannte Projekte

Die betreffenden Projekte des KKW, die den Umweltschutz (ICPE) betreffen und die derzeit in Arbeit sind, wurden für den Umkreis von 50 Kilometern um das Kraftwerk zusammengestellt. Für diese Projekte sind die potenziellen kumulierten Wirkeffekte auf verschiedene ökologische, vom Projekt betroffene Komponenten geprüft worden.

Für keines der bekannten Projekte konnten kumulative Effekte im Zusammenhang mit dem Projekt festgestellt werden.

## WESENTLICHE ERPROBTE ALTERNATIVLÖSUNGEN

Für jede der Änderungen in dieser Vorlage wurde für die Lösung (von allen Lösungen, die in Frage kamen), Folgendes berücksichtigt: Erfahrungen aus den französischen und ausländischen Kernkraftwerksparks, bewährte Praktiken aus anderen, nicht kerntechnischen Industriebetrieben sowie die Berücksichtigung der bestmöglichen technischen Lösungen.



**Weitere Informationen...**

**Kapitel 5.** Entwurf der wesentlichen Ersatzlösungen und Gründe, aus denen das Projekt zurückgestellt worden ist

### ■ **Modifikation M01: Möglichkeit der Verwendung von Ethanolamin im Sekundärkreislauf**

Um Korrosion zu vermeiden, muss dem Sekundärkreislauf eine basische Chemikalie zugesetzt werden. Drei Chemikalien kommen dafür in Frage: Morpholin, Ammoniak und Ethanolamin, wobei Ammoniak wegen seiner stickstoffhaltigen Abgase ausgeschlossen werden kann. Morpholin, das zurzeit im KKW Fessenheim eingesetzt wird, soll durch Ethanolamin ersetzt werden. Diese Chemikalie hat folgende Vorteile:

- Besserer Schutz gegen Korrosion und Erosion des Stahls im Sekundärkreislauf
- Bessere Einhaltung des vorgegebenen pH-Wertes (d.h. weniger Verbrauch und somit weniger Abwässer und Abgase)
- Höhere Stabilität bei hohen Temperaturen
- Bessere biologische Abbaubarkeit

### ■ **Modifikation M02: Anpassung der Grenzwerte für die Wasserentnahme und die Schadstoffabgabe**

Diese Änderungen der Grenzwerte für die Wasserentnahme und die Schadstoffabgabe macht keine Änderungen bei den Materialien erforderlich, demnach ist die Darstellung von alternativen Lösungen nicht erforderlich.

Die beantragten Grenzwerte sind strenger als die bestehenden und stehen im Einklang mit den kontinuierlichen Optimierungsmaßnahmen, die EDF vornimmt, um die Entnahmen und Abgaben der Kraftwerke zu optimieren. Die beantragten Grenzwerte berücksichtigen die Erfahrungen und die bewährten Praktiken am Standort sowie im französischen und ausländischen Kernkraftwerksparks.

### ■ **Modifikation M03 : Ausbaggern des Einlasskanals und Reinigung der Kavernen und Kanäle aus Beton**

Eine Studie französischer Dokumentationen über bewährte Verfahrensweisen bei Ausbaggerungen und bei der Reinigung von Wasserläufen und Kanälen ergab die folgenden wesentlichen Anforderungen:

- Die Ausbaggerungstechniken müssen entsprechend der Ablagerungen ausgewählt werden und die geotechnische sowie chemische Kontamination berücksichtigen.
- Die Arbeiten müssen in Zeiten durchgeführt werden, in denen die Umwelt nicht beeinträchtigt wird.
- Die Rückführung der Ablagerungen erfolgt mit der besten verfügbaren Technik.

Die von EDF beantragten Änderungen berücksichtigen umfassend die bewährten Praktiken mit dem Ziel, optimale Ergebnisse zu erzielen.

# VEREINBARKEIT DES PROJEKTES MIT DEN PLÄNEN FÜR DAS WASSERMANAGEMENT

## ■ *Pläne für das Wassermanagement*

Hydrographisch gesehen ist das Gebiet von Fessenheim Teil des Maas-Rhein-Beckens („III Nappe Rhin“).

Das Projekt ist vereinbar mit:

- der Richtlinie zur Bewirtschaftung und Verwaltung der Gewässer (SDAGE) 2010-2015 des Maas-Rhein-Beckens
- dem Plan zur Bewirtschaftung und Verwaltung der Gewässer (SAGE) III – Grundwasser Rhein
- dem „Aal-Plan“
- dem Plan „Rhein 2020“ für die nachhaltige Entwicklung des Rheins
- dem Plan „Fischwanderungen“



**Weitere Informationen...**

**Kapitel 6.** Verträglichkeit des Projektes mit anderen geplanten Vorhaben und mit Managementplänen

## ■ *Pläne für Luftmanagement*

Das Projekt ist vereinbar mit dem „Regionalplan zur Luftqualität (Plan Régional pour la Qualité de l’Air“; PRQA) 2010-2015 für die Region Elsass. Da das KKW Fessenheim nicht in der Nähe eines Ballungsgebietes mit mehr als 250.000 Einwohnern liegt, unterliegt es nicht dem „Plan zum Schutz der Atmosphäre“ (Plan de Protection de l’Atmosphère, PPA).

## ■ *Pläne zur Abfallbehandlung*

Was den radioaktiven Abfall angeht ist das Projekt mit dem Nationalplan zum Umgang mit radioaktiven Materialien und Abfällen (Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs, PNGMDR) vereinbar. Die Entsorgung der übrigen Abfälle unterliegt den Vorschriften, die im ersten Kapitel dieses Dokuments erläutert werden.

## ■ *Der „Regionalplan für ökologische Zusammenhänge“ (Schéma Régional de Cohérence Écologique, SRCE)*

Das SRCE für das Elsass wird zurzeit erarbeitet. Die Veröffentlichung ist für das Jahr 2013 geplant.

Der **SRCE** dient der Raumplanung und dem Schutz natürlicher Ressourcen (z. B. die Artenvielfalt).

Der SRCE ist eine der Verpflichtungen des „Grenelle-Forums zum Umweltschutz von 2007“.

# 8

## MAßNAHMEN ZUR VERMEIDUNG, REDUZIERUNG ODER ZUM AUSGLEICH NEGATIVER AUSWIRKUNGEN DES PROJEKTES

In diesem Antrag geht es um kleinere Änderungen im KKW. Hierdurch soll die Sicherheit der Anlagen erhöht, Stickstoffabgase verringert und die Abwassermenge des KKW begrenzt werden. **Die Änderungen haben keine negativen Auswirkungen auf die Umwelt oder auf die menschliche Gesundheit.**

Ziel der EDF ist es, die Auswirkungen auf die Umwelt zu minimieren. Dafür arbeitet die EDF seit Jahren aktiv an einem Ansatz zur Aufbereitung von radioaktiven und nicht radioaktiven Stoffen, um die Aktivität und die Menge der freigesetzten Chemikalien so weit wie möglich und auf eine verträgliche Menge zu reduzieren.

Aus diesem Grund werden in diesem Antrag keine Maßnahmen zur Vermeidung, Reduzierung oder zum Ausgleich aufgeführt.



**Weitere Informationen...**

**Kapitel 7.** Messungen zur Vermeidung, Reduzierung und Kompensation von negativen Auswirkungen des Projektes auf die Umwelt und die Bevölkerung

# 9

## UMWELTÜBERWACHUNG UND KONTROLLE

Zahlreiche Kontrollen sorgen dafür, dass alle Richtlinien und Grenzwerte eingehalten werden. Ergänzt werden die Kontrollen durch diverse Überwachungsverfahren, um die Effektivität der Maßnahmen zum Schutz von Mensch und Umwelt zu gewährleisten.

### 9.1. KONTROLLE DER ENTNAHMEN UND ABGABEN

#### ■ *Kontrolle der Wasserentnahme*

Die Menge des aus dem Rheinseitenkanal entnommenen Wassers wird mit Durchflussmessgeräten, anhand der Betriebszeit der Pumpen sowie durch Zeitmessungen ermittelt. Die Informationen werden überwacht und in einem Verzeichnis gespeichert.

#### ■ *Kontrolle der flüssigen und gasförmigen radioaktiven Abgaben*

**Die Abgase der Kreisläufe** werden für mindestens einen Monat lang in Tanks gespeichert und regelmäßig kontrolliert. So wird ein Teil der Radioaktivität auf natürliche Weise reduziert. Nach einer Filtration werden die Abgase über einen speziell angelegten Kamin unter ständiger Überwachung an die Atmosphäre abgegeben.

**Die Abwässer des Primärkreislaufs** werden zunächst vollständig zurückgehalten, um den größten Teil der radioaktiven Stoffe auszufiltern. Danach wird das Wasser zwischengelagert. Dabei wird es auf radioaktive und chemische Stoffe untersucht, bevor es der Umwelt (den Vorschriften gemäß) zurückgegeben wird

Auch das Regenwasser in der Umgebung wird an mehreren Stellen auf radioaktive Spuren untersucht. Die Resultate der Proben werden der ASN monatlich übermittelt.



**Weitere Informationen...**

**Kapitel 8.** Überwachung der Wasserentnahme und der Abfälle entsprechend der Auflagen und der Umweltüberwachung

## ■ Kontrolle der nicht-radioaktiven Abgaben

**Die Abgase der Kreisläufe** werden für mindestens einen Monat lang in Tanks gespeichert und regelmäßig kontrolliert. So wird ein Teil der Radioaktivität auf natürliche Weise reduziert. Nach einer Filtration werden die Abgase über einen speziell angelegten Kamin unter ständiger Überwachung an die Atmosphäre abgegeben.

**Die Abwässer des Primärkreislaufs** werden zunächst vollständig zurückgehalten, um den größten Teil der radioaktiven Stoffe auszufiltern. Danach wird das Wasser zwischengelagert. Dabei wird es auf radioaktive und chemische Stoffe untersucht, bevor es der Umwelt (den Vorschriften gemäß) zurückgegeben wird

Auch **das Regenwasser in der Umgebung** wird an mehreren Stellen auf radioaktive Spuren untersucht. Die Resultate der Proben werden der ASN monatlich übermittelt.

## 9.2. ÜBERWACHUNG DER UMWELT

Schon vor dem Bau des KKW Fessenheim erstellte EDF bereits eine Bilanz des Grundzustandes des Geländes. Sie dient als Referenz für spätere Analysen.

Die Umweltüberwachung wird durch tägliche, wöchentliche und monatliche Kontrollen des Ökosystems betrieben. Untersucht werden unter anderem die Luft, die Oberflächengewässer, in die das Abwasser eingeleitet wird, und das Grundwasser.

Jährlich werden fast 2.500 Proben entnommen und 6.000 Analysen im Labor des KKW erstellt.

Die Ergebnisse der Messungen werden vorschriftsmäßig dokumentiert und der ASN monatlich übermittelt. Die Ergebnisse werden monatlich im Internet auf [www.edf.com](http://www.edf.com) veröffentlicht und richten sich an die Bewohner im 10-Kilometer-Umkreis des KKW (auf französischer Seite).

Das Überwachungsprogramm berücksichtigt alle Vorschriften und unterliegt der Genehmigung durch die ASN. Je nach Stoff werden Art, Häufigkeit und Standort der verschiedenen Proben festgelegt, ebenso die Art der Analyse, die durchgeführt werden soll. Die ASN lässt (angekündigt und unangekündigt) zudem die genaue Anwendung des Überwachungsprogramms durch externe Gutachter kontrollieren.

Dies wird durch eine jährliche radioökologische und hydrobiologische Studie über die Auswirkungen auf die Ökosysteme vervollständigt. Die qualifizierten Labore (IRSN; ONEMA, Universitätslabore, Cemagref), die von der EDF für die Durchführung der Studie ausgesucht worden sind, sind zudem für die detailliertere radioökologische Studie zuständig, die alle zehn Jahre erarbeitet wird. Durch eine Vielzahl von Analysen können anhand dieser Studien sehr genau die Auswirkungen auf die Umwelt ermittelt werden.

Unter der Leitung der ASN wurde ein nationales Netzwerk von Messungen der Radioaktivität in der Umwelt (RNM) in Frankreich etabliert. Ziel dieses Netzwerkes ist es, das Management und die Validierung der Messungen zu optimieren, sei es durch öffentliche Institutionen, Ministerien, Kernkraftwerksbetreiber, Gebietskörperschaften oder Verbände.

Das RNM schlägt eine gemeinsame Datenbank vor, um die Bewertung der Strahlendosen, die auf die Bevölkerung einwirken, zu fördern. Die Datenbank ist über das Internet-Portal [www.mesure-radioactivite.fr](http://www.mesure-radioactivite.fr) zugänglich. Alle Messungen werden durch staatlich anerkannte Labore durchgeführt.

Seit dem 1. Februar 2010 sind die Ergebnisse der Messungen von Radioaktivität in der Umgebung des KKW Fessenheim für die Öffentlichkeit auf der Internetseite des RNM zugänglich.



Analyse in den Labors des Kraftwerkes

# 10

## ANGEWANDTE METHODEN

### 10.1. BEWERTUNG DER ÖKOLOGISCHEN AUSWIRKUNGEN VON RADIOAKTIVEN EMISSIONEN

Die Auswirkungen von Radionukliden auf die Ökosysteme werden nach der Methode ERICA bewertet, die im Rahmen eines europäischen Forschungsprojektes entwickelt wurde. ERICA vergleicht die Aktivität eines Radionuklids in der Umwelt mit einem Aktivitätswert, der keine Auswirkungen auf die Umwelt hat.

Die drei Stufen der Methode ERICA:

- Stufe 1, "Screening" genannt, sieht eine vereinfachte und konservative Bewertung vor, die es ermöglicht, mit Gewissheit die Emissionen auszuschließen, die kein Risiko für das Ökosystem bedeuten;
- Stufe 2 wird genutzt, um die Daten- und Transfermodelle der Radionuklide präziser einzuordnen;
- Stufe 3 folgt, wenn bei Stufe 2 Risiken identifiziert werden. Die Bewertung bezieht sich vollständig auf spezifischen Daten eines Standortes.

### 10.2. BEWERTUNG DER ÖKOLOGISCHEN VON BAGGERSCHLAMM

Die Auswirkungen des Schlamms auf die physikalische und chemische Wasserqualität werden anhand verschiedener Einflüsse bewertet, die beim Verschleiß von Materialien entstehen (Erhöhung der in der Aufhängung (Suspendierung), erhöhter **Feststoffgehalt**, Senkung des Sauerstoffgehalts).

Der **Feststoffgehalt** bezeichnet den Gehalt an Feststoffen in Flüssigkeiten.

### 10.3. BEWERTUNG DER ÖKOLOGISCHEN AUSWIRKUNGEN VON CHEMISCHEN ABWÄSSERN

Die Auswirkungen der chemischen Abwässer werden zunächst mit zahlreichen Parametern bestimmt, die zeigen, ob sie die Ökologie der Gewässer beeinflussen oder nicht. Für die Substanzen wie mineralische Salze und eutrophisierende Stoffe vergleicht man die Konzentration im Rheinseitenkanal mit den Schwellen- oder Grenzwerten, die von der Wasseragentur Rhein-Mosel (AERM) empfohlen werden.

Für potenziell giftige Substanzen erfolgt die Abschätzung zunächst durch einen Vergleich mit den Schwellen- und Grenzwerten der Empfehlung. Wenn keine Schwellenwerte vorliegen, wird eine annähernde ökotoxikologische Betrachtungsweise angewandt. Sie gibt Hinweise auf Risiken, indem sie die erwarteten Konzentrationen der Substanz in der Umwelt ins Verhältnis setzt zu den Konzentrationeneinschätzung, die für die Umwelt unschädlich sind.

### 10.4. SCHÄTZUNG DES STRAHLUNGSRIKOS AUF DEN MENSCHEN

Die Auswirkung der Strahlung wird anhand von Ausbreitungsmodellen und Übertragung auf den Menschen errechnet. Diese Modelle sind in zwei Rechenmodellen begründet (Modell MIRRAGE für die Abgabe radioaktiver Stoffe in die Atmosphäre und Modell BLIQID für die radioaktiven Abwässer), mit denen berechnet wird, wie sich die Stoffe auf bestimmte Bevölkerungsgruppen unter Berücksichtigung ihres Lebensmittelpunktes und ihrer Lebensweise auswirken. Diese Bevölkerungsgruppen werden als "Bezugsgruppen" bezeichnet.

### 10.5. BERECHNUNG DES GESUNDHEITSRIKOS DURCH CHEMISCHE ABFÄLLE

Die Berechnung des Gesundheitsrisikos durch chemische Stoffe erfolgt nach der „Quantitativen Abschätzung Sanitärer Risiken“ (EQRS), wie sie von **InVS** und von **INERIS** empfohlen werden. Sie umfasst vier Stufen:

- Identifizierung der Gefährdung (Erfassen der Substanzen und Charakterisierung ihrer Giftigkeit);
- Definition der Beziehungen zwischen Dosis und Auswirkung auf Grundlage der gegenwärtig verfügbaren wissenschaftlichen Daten;
- Abschätzung der Beeinträchtigung der Bevölkerung;
- Darstellung der Gesamtheit der toxikologischen Risiken.

**InVS** : Institut für die öffentliche Gesundheit

**INERIS** : Nationales Institut für Sicherheit und Umweltschutz in der Industrie

EQRS erfordert eine quantitative Abschätzung der Konzentrationen in der Umwelt. Für den Standort Fessenheim werden diese Konzentrationen mit Hilfe eines regionalen atmosphärischen Verbreitungsmodells bewertet, das ADMS genannt wird.

# ANLAGE 1 – WICHTIGE GRENZWERTE

## Reguläre Bezugssysteme der aktuellen Grenzwerte

[1] Erlass des Präfekten vom 26. Mai 1972

[2] Erlass des Präfekten vom 17. April 1974

[3] Erklärung zur Grundwasserentnahme durch EDF im August 1973, in Übereinstimmung mit der Verordnung Nr. 73-219 vom 23. Februar 1973

[4] Staatliche Abfallerlaubnis vom 17. November 1977, die radioaktiven Abgase des Kernkraftwerkes Fessenheim betreffend (Teile 1 und 2)

[5] Schreiben der SCPRI vom 30. Dezember 1987, die Abgabe von chemischen Stoffen in radioaktiven Abwässern und anderen Abwässern betreffend

## Grenzwerte für die Entnahme von Kühlwasser aus dem Rheinseitenkanal

	Aktuelle Genehmigung [1]	Anfrage zum Projekt	
Maximale kurzfristige Entnahmemenge	87,5 m <sup>3</sup> /s	87,5 m <sup>3</sup> /s	Unverändert
Tägliche Entnahmemenge	unbegrenzt	7,6.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /Tag	Neuer Grenzwert
Jährliche Entnahmemenge	unbegrenzt	2 760.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /Jahr	Neuer Grenzwert

## Grenzwert für die Entnahme von Grundwasser

	Aktuelle Genehmigung [3]	Anfrage zum Projekt	
Maximale kurzfristige Entnahmemenge	unbegrenzt	0,06 m <sup>3</sup> /s	Neuer Grenzwert
Tägliche Entnahmemenge	unbegrenzt	3 080 m <sup>3</sup> /Tag	Neuer Grenzwert
Jährliche Entnahmemenge	unbegrenzt	241 000 m <sup>3</sup> /Jahr	Neuer Grenzwert

## Grenzwert der thermischen Belastung

	Aktuelle Genehmigung [1] et [2]	Anfrage zum Projekt	
Temperatur am Einlasspunkt im Rhein [1]	30°C (dieser Wert gilt für gereinigte Abwässer und für Sumpfwässer, die nicht zurückgeführt werden)	/	Nicht mehr anwendbar
Erwärmung des Rheinwassers nach Vermischung, mittlerer Wert über 10 aufeinander folgende Tage [2]	7°C während der Monate Dezember, Januar und Februar 6,5°C während der Monate September, Oktober, November, März, April, und Mai 4°C während der Monate Juni, Juli und August	3°C bei normalen klimatischen Bedingungen 4°C während der Entnahme oder wenn die Entnahme unterhalb von 300m <sup>3</sup> /s liegt	Reduzierung
Temperatur des Rheinwassers im Auslasskanal des Wasserkraftwerkes (Station SMP flussabwärts) [2]	30 °C	28°C im laufenden Betrieb 29°C wenn die Temperaturen im Tagesmittel die 26°C-Grenze überschreiten (in diesem Fall ist die Erwärmung auf 2°C begrenzt).	Reduzierung

■ **Grenzwerte für radioaktive Abgase**

	<b>Aktuelle Genehmigung [4]</b>	<b>Anfrage zum Projekt</b>	
Jährliche Abgabemenge (GBq/Jahr)	40 KiloCurie/Jahr im Abgas (entspricht 1.480.000 GBq/Jahr) 3 Curie für Halogene und Aerosole (entspricht 111 GBq/Jahr)	Tritium: 5.000 GBq/Jahr Kohlenstoff 14: 1.100 GBq/Jahr Jod: 0,8 GBq/Jahr Andere Spaltprodukte mit Beta- oder Gammastrahlung: 0,2 GBq/Jahr (entspricht 43.000 GBq/Jahr)	Reduzierung und Präzisierung
Aktivitätsmenge am Kamin (Bq/S)	Kein Grenzwert	Tritium: 107 Bq/s Edelgase: 108 Bq/s Jod: 10 <sup>3</sup> Bq/s Andere Spaltprodukte mit Beta- oder Gammastrahlung: 103 Bq/s	Neuer Grenzwert
Aktivitätsvolumen in der Umwelt (Bq/m <sup>3</sup> )	Kein Grenzwert	Tritium: 50 Bq/m <sup>3</sup> Allgemeine Beta-Strahlung am Tag + 6 für Aerosole künstlicher Herkunft: 0,01 Bq/m <sup>3</sup>	Neuer Grenzwert

■ **Grenzwerte für radioaktive Abwässer**

	<b>Aktuelle Genehmigung [4]</b>	<b>Anfrage zum Projekt</b>	
Jährliche Abgabemenge (GBq/Jahr)	25 Curie/Jahr ohne Tritium (entspricht 925 GBq/Jahr) 2 KiloCurie für Tritium (entspricht 74.000 GBq/Jahr)	Tritium: 50.000 GBq/Jahr Kohlenstoff 14: 130 GBq/Jahr Jod: 0,3 GBq/Jahr Andere Spaltprodukte mit Beta- oder Gammastrahlung: 18 GBq/Jahr (entspricht < 150 GBq/Jahr ohne Tritium)	Reduzierung und Präzisierung
Aktivitätsmenge (Bq/S)	Kein Grenzwert	Tritium: 80 x D* Jod: 0,1 x D* Andere Spaltprodukte mit Beta- oder Gammastrahlung: 0,7 x D*	Neuer Grenzwert
Aktivitätsvolumen im betroffenen Umfeld (Bq/l)	Kein Grenzwert	Während der Abgabe: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 280 Bq/l im Stundenmittel</li> <li>▪ 140 Bq/l im Tagesmittel</li> </ul> Außerhalb der Abgabeperioden: 100 Bq/l im Tagesmittel	Neuer Grenzwert

\* D es die Vorbelastung des Rheinseitenkanals, angegeben in Liter pro Sekunde

■ **Grenzwerte der chemischen Abwässer in den zugehörigen radioaktiven Abwässern**

	<b>Aktuelle Genehmigung [5]</b>	<b>Anfrage zum Projekt</b>	
Jährliche Abfallmenge (kg/Jahr)	Borsäure: 47.000 kg/Jahr Lithin: 10 kg/Jahr Hydrazin: 100 kg/Jahr Oxalsäure*: 80 kg/Jahr EDTA*: 40 kg/Jahr	Borsäure: 18.000 kg/Jahr im Normalbetrieb, 21.100 kg/Jahr im außergewöhnlichen Betrieb Lithin: kein Grenzwert, da sehr geringe Emission (einige Kilogramm) Hydrazin: 21 kg/Jahr Morpholin: 950 kg/Jahr Ethanolamin: 500 kg/Jahr Stickstoff: 5.350 kg/Jahr Phosphat: 530 kg/Jahr Detergenzien: 5.650 kg/Jahr Metalle: 78 kg/Jahr	Reduzierung und neue Grenzwerte
Maximale Konzentration in den Abfallmengen (mg/l)	/	Borsäure: 25 mg/l im Normalbetrieb, 42 mg/l im außergewöhnlichen Betrieb Hydrazin: 0,010 mg/l Morpholin: 0,34 mg/l Ethanolamin: 0,086 mg/l Stickstoff: 0,35 mg/l Phosphat: 0,31 mg/l Detergenzien: 1,6 mg/l Metalle: 0,011 mg/l MES: 0,031 mg/l DCO: 0,79 mg/l	neue Grenzwerte
Volumenbezogene Konzentration in der Umgebung nach abgeschlossener Verdünnung (mg/l)	Bor: 0,5 mg/l Lithin: 10 µg/l Hydrazin: 50 µg/l Oxalsäure*: 100 µg/l EDTA*: 20 µg/l	/	entfällt

\* ETDA (Ethylen Diamin Tetra-Essigsäure) und Oxalsäure ( $H_2C_2O_4$ ) waren ursprünglich in den Laugen und den Dekontaminationsmitteln. EDF strebt seit 1988 an, keine Produkte zu nutzen, die diese Substanzen enthalten.

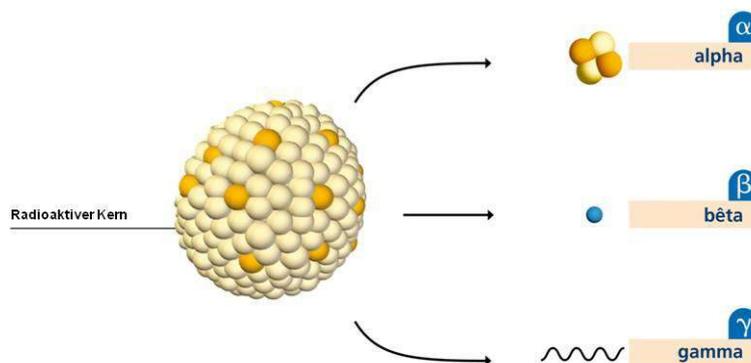
# ANHANG 2 – WAS IST RADIOAKTIVITÄT?

**Radioaktivität** entsteht bei der spontanen Umwandlung eines instabilen Atomkerns in einen stabileren, bei welcher Energie freigesetzt wird.

Dieses Phänomen lässt sich bei Atomkernen natürlichen Ursprungs (natürliche Radioaktivität) ebenso beobachten wie bei den Atomkernen, die als Spaltprodukte in Kernreaktoren vorhanden sind (künstliche Radioaktivität).

Diese Umwandlung setzt unterschiedliche Strahlung frei:

- **Alphastrahlen** = Abgabe eines Teilchens, das aus 2 Protonen und 2 Neutronen besteht
- **Betastrahlen** = Abgabe eines Elektrons
- **Gammastrahlen** = elektromagnetische Strahlen, vergleichbar mit Röntgenstrahlen

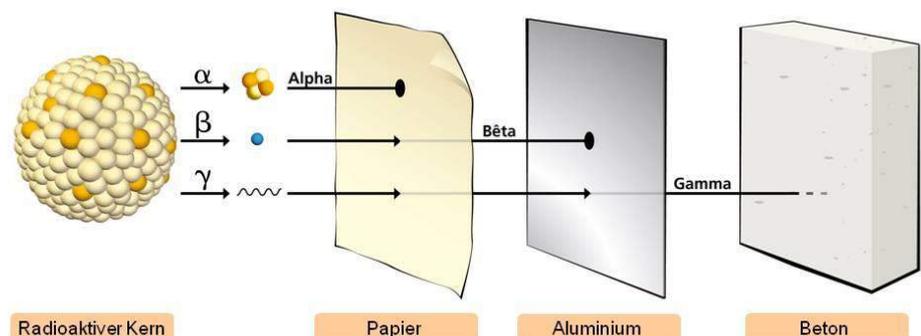


EDF©2009

## ■ **Wie schützt man sich gegen Strahlung**

- **Die Alphateilchen** haben eine sehr geringe Durchdringungskraft; sie können mit einem einfachen Blatt Papier aufgehalten werden.
- **Die Betateilchen** haben eine geringe Durchdringungskraft: ein Aluminiumblech kann sie aufhalten.
- **Die Gammastrahlen** haben eine hohe Durchdringungskraft; man kann sie mit einer dicken Bleiplatte, mit Beton, mit Stahl ... aufhalten.

Außerdem bildet Wasser eine exzellente Abschirmung (deshalb die Lagerung der Brennelemente in wassergefüllten Lagerbecken)

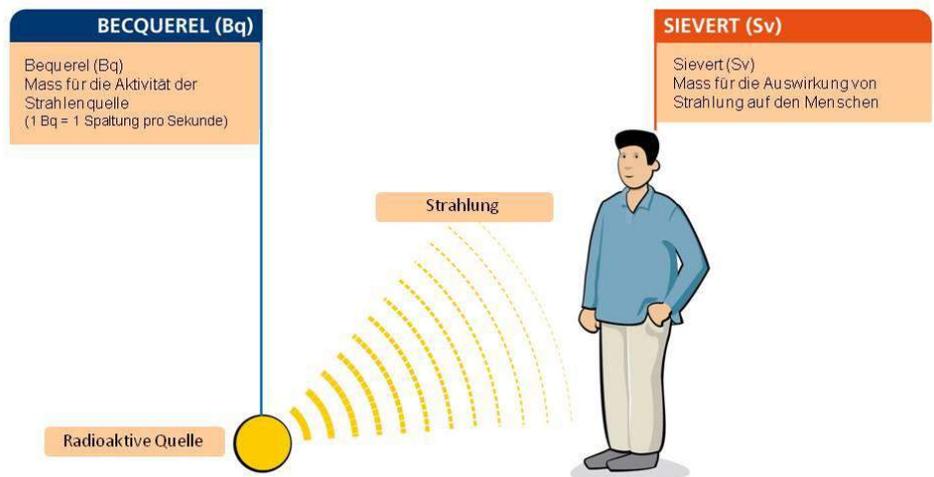


EDF©2009

## Die Maßeinheiten

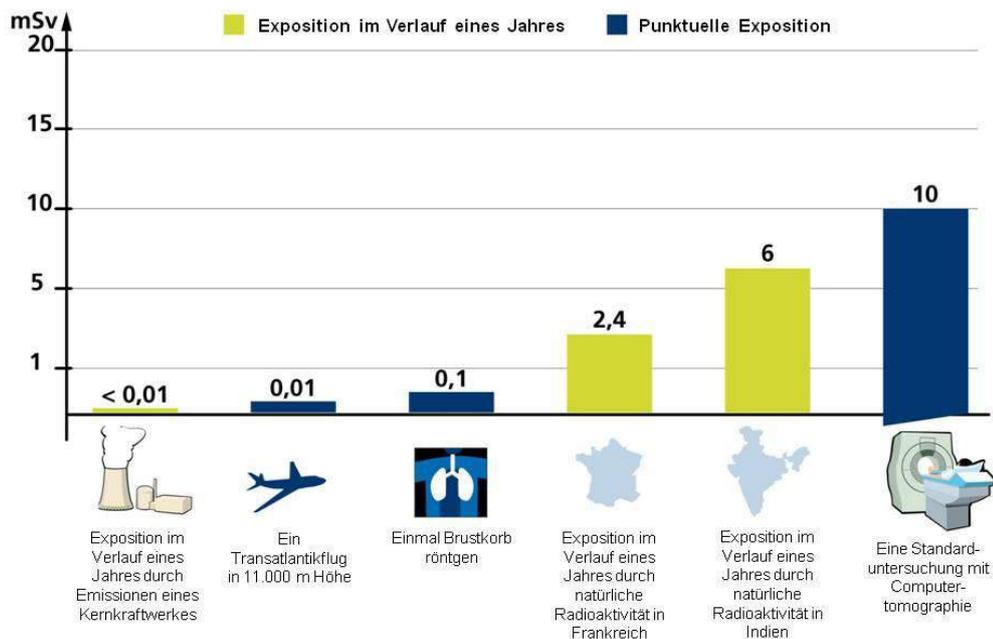
Zwei Maßeinheiten werden häufig verwendet:

- **Bequerel (Bq):** Maß für die **Aktivität einer Quelle**; gemessen wird die Anzahl der radioaktiven Umwandlungen pro Sekunde. Dies ist eine extrem kleine Einheit; ein Mensch, der 60 Kilogramm wiegt, hat eine Aktivität von rund 6.000 Bq/kg, die aus der radioaktiven Pottasche stammt, die in seinem Skelett vorhanden ist.
- **Sievert (Sv):** Maß für die **Einwirkung von Strahlung** auf den menschlichen Körper. Die Einwirkung wird normalerweise in Millisievert (mSv) oder Mikrosievert ( $\mu$ Sv) angegeben.



EDF©2009

## Skala der Einwirkung und der Schwellenwerte



EDF©2009