



EUROPÄISCHE KOMMISSION  
GENERALDIREKTION ENERGIE

Direktion D – Nukleare Energie, Sicherheit und ITER  
**D.3 – Strahlenschutz und nukleare Sicherheit**

---

**Technischer Bericht über die Überprüfung nach  
Artikel 35 Euratom-Vertrag**

---

**BELGIEN**

**KKW Tihange – Ableitungs- und Umweltüberwachung  
und  
nationales Netz zur Überwachung der Umgebungsradioaktivität im Umkreis  
des Kraftwerks  
14. bis 17. November 2016**

**Aktenzeichen: BE 16-05**

**ÜBERPRÜFUNGEN NACH ARTIKEL 35  
EURATOM-VERTRAG**

**EINRICHTUNGEN**            zur Überwachung der flüssigen und gasförmigen Ableitungen des  
Kernkraftwerks Tihange  
zur radiologischen Überwachung in der Umgebung des KKW Tihange und  
Bestandteile des nationalen Programms zur radiologischen  
Umweltüberwachung

**STANDORT**                Tihange, Belgien

**ZEITRAUM**                14. bis 17. November 2016

**AKTENZEICHEN**         BE 16-05

**TEAMMITGLIEDER**        Herr V. Tanner (Teamleiter), Generaldirektion Energie der Europäischen  
Kommission  
Herr A. Ozols, Generaldirektion Energie der Europäischen Kommission

**DATUM DES BERICHTS:** 29. Mai 2017

**UNTERSCHRIFTEN**

V. Tanner

A. Ozols

---

**INHALTSVERZEICHNIS**


---

1	<b>EINLEITUNG</b>	5
2	<b>VORBEREITUNG UND DURCHFÜHRUNG DER ÜBERPRÜFUNG</b>	5
2.1	<b>EINLEITUNG</b>	5
2.2	<b>UNTERLAGEN</b>	5
2.3	<b>BESUCHSPROGRAMM</b>	5
3	<b>ZUSTÄNDIGE ORGANISATIONEN</b>	7
3.1	<b>FÖDERALAGENTUR FÜR NUKLEARKONTROLLE</b>	7
3.2	<b>BEL V</b>	7
3.3	<b>DIRECTION GENERALE CENTRE DE CRISE</b>	7
4	<b>RECHTSRAHMEN FÜR DIE ÜBERWACHUNG DER UMWELTRADIOAKTIVITÄT</b>	7
4.1	<b>EINLEITUNG</b>	7
4.2	<b>RECHTSAKTE ZUR ÜBERWACHUNG DER UMWELTRADIOAKTIVITÄT</b>	7
4.3	<b>RECHTSAKTE ZUR RADIOLOGISCHEN ÜBERWACHUNG VON NAHRUNGSMITTELN</b>	8
4.4	<b>RECHTSAKTE ZUR ÜBERWACHUNG DER ABLEITUNGEN</b>	8
4.5	<b>INTERNATIONALE RECHTSVORSCHRIFTEN UND LEITLINIEN</b>	9
5	<b>DAS KKW TIHANGE UND SEIN RADIOLOGISCHES ÜBERWACHUNGSPROGRAMM</b>	11
5.1	<b>EINLEITUNG</b>	11
5.2	<b>UMWELTÜBERWACHUNGSPROGRAMM AM STANDORT</b>	12
5.2.1	Kontrolle der Umweltdosisleistung	12
5.2.2	Kontaminationskontrolle am Standort	13
5.2.3	Kontaminationskontrolle für das Standortgrundwasser	14
5.2.4	Kontaminationskontrolle der Gebäudedächer am Standort	14
6	<b>ÜBERWACHUNG DER FLÜSSIGEN UND LUFTGETRAGENEN ABLEITUNGEN DES KKW TIHANGE</b>	15
6.1	<b>EINLEITUNG</b>	15
6.2	<b>ABLEITUNGSGRENZWERTE</b>	16
6.2.1	Flüssige Ableitungen	16
6.2.2	Gasförmige Ableitungen	17
6.3	<b>ÜBERWACHUNG GASFÖRMIGER ABLEITUNGEN</b>	17
6.4	<b>ÜBERWACHUNG FLÜSSIGER ABLEITUNGEN</b>	19
6.5	<b>WARN- UND ALARMSCHWELLENWERTE</b>	20
7	<b>ÜBERWACHUNG DER UMWELTRADIOAKTIVITÄT IN BELGIEN</b>	21
7.1	<b>EINLEITUNG</b>	21
7.2	<b>AUTOMATISCHE EXTERNE RADIOLOGISCHE ÜBERWACHUNG</b>	22
7.2.1	Einleitung	22
7.2.2	TELERAD-Messstationen für die externe Dosisleistung	22
7.2.3	Spektroskopische TELERAD-Strahlungsdetektoren	23
7.2.4	TELERAD-Stationen zur Überwachung der Wasserradioaktivität	24
7.3	<b>ÜBERWACHUNG DER RADIOAKTIVITÄT IN DER LUFT</b>	25

7.3.1	Einleitung	25
7.3.2	Staubpartikel in der Luft	26
7.3.3	Atmosphärische Ablagerungen	27
<b>7.4</b>	<b>ÜBERWACHUNG DER RADIOAKTIVITÄT IN OBERFLÄCHEN- UND MEERESGEWÄSSERN</b>	<b>28</b>
<b>7.5</b>	<b>ÜBERWACHUNG DER RADIOAKTIVITÄT IN BÖDEN UND SEDIMENTEN</b>	<b>29</b>
7.5.1	Boden	29
7.5.2	Sedimente	30
<b>7.6</b>	<b>ÜBERWACHUNG DER RADIOAKTIVITÄT IN NAHRUNGSMITTELN UND TRINKWASSER</b>	<b>31</b>
7.6.1	Einleitung	31
7.6.2	Grund- und Trinkwasser	33
7.6.3	Milch	33
7.6.4	Gesamtnahrung	33
7.6.5	Andere Nahrungsmittel	34
<b>7.7</b>	<b>PROGRAMM ZUR ÜBERWACHUNG DER RADIOAKTIVITÄT IN DER UMGEBUNG – BETEILIGTE LABORS</b>	<b>34</b>
7.7.1	Institut des Radioéléments	34
7.7.2	Centre d'Étude de l'Énergie Nucléaire	34
<b>7.8</b>	<b>MOBILE MESSGERÄTE</b>	<b>35</b>
7.8.1	Mobile Überwachung der Gammadosisleistung	35
7.8.2	Mobiler Luftprobensammler	36
<b>8</b>	<b>ÜBERPRÜFUNGEN</b>	<b>36</b>
<b>8.1</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>36</b>
<b>8.2</b>	<b>ÜBERWACHUNG FLÜSSIGER ABLEITUNGEN AUS BLOCK 2 DES KKW TIHANGE</b>	<b>36</b>
<b>8.3</b>	<b>ÜBERWACHUNG GASFÖRMIGER ABLEITUNGEN AUS BLOCK 2 DES KKW TIHANGE</b>	<b>37</b>
<b>8.4</b>	<b>TIHANGE-2-ANALYSELABOR FÜR ABLEITUNGEN UND STANDORTINTERNE UMWELTPROBEN</b>	<b>38</b>
<b>8.5</b>	<b>KKW-INTERNE UMWELTÜBERWACHUNG</b>	<b>39</b>
8.5.1	Überwachung der Strahlendosis und der Strahlendosisleistung	39
8.5.2	Mobile Geräte für die Radioaktivitätsüberwachung	39
<b>8.6</b>	<b>KKW-EXTERNE UMGEBUNGSÜBERWACHUNG</b>	<b>40</b>
8.6.1	Überwachung der Strahlendosisleistung	40
8.6.2	Überwachung der Luftradioaktivität	40
8.6.3	Überwachung radioaktiver Ablagerungen	40
8.6.4	Überwachung der Radioaktivität in der Maas	41
<b>9</b>	<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN</b>	<b>42</b>
Anhang 1	Referenzdokumente und Unterlagen	
Anhang 2	Überprüfungsprogramm	
Anhang 3	Überwachungssysteme für gasförmige und flüssige Ableitungen des Blocks 1 des KKW Tihange	
Anhang 4	Überwachungssysteme für gasförmige und flüssige Ableitungen des Blocks 3 des KKW Tihange	

## 1 EINLEITUNG

Nach Artikel 35 Euratom-Vertrag müssen alle Mitgliedstaaten die notwendigen Einrichtungen zur ständigen Überwachung des Radioaktivitätsgehalts der Luft, des Wassers und des Bodens sowie zur Überwachung der Einhaltung der grundlegenden Sicherheitsnormen schaffen<sup>1</sup>. Ebenfalls nach Artikel 35 hat die Europäische Kommission Zugang zu diesen Überwachungseinrichtungen, um ihre Arbeitsweise und Wirksamkeit zu überprüfen. Für die Durchführung dieser Überprüfungen ist das Referat Strahlenschutz und nukleare Sicherheit der Generaldirektion Energie der Europäischen Kommission zuständig. Bei den Besuchen der Anlagen sowie bei der Erstellung der Berichte leistet die Generaldirektion Gemeinsame Forschungsstelle technische Unterstützung.

Der Hauptzweck der Überprüfungen nach Artikel 35 Euratom-Vertrag besteht in einer unabhängigen Überprüfung der Angemessenheit der Überwachungseinrichtungen für

- die Ableitungen flüssiger und luftgetragener radioaktiver Stoffe eines Standorts in die Umwelt;
- die Radioaktivität an den Standortgrenzen und in der marinen, terrestrischen und aquatischen Umwelt in der Umgebung des Standorts, für alle relevanten Expositionswege;
- die Radioaktivität auf dem Gebiet des Mitgliedstaates.

Am 4. Juli 2006 wurde unter Berücksichtigung früherer bilateraler Protokolle eine Mitteilung der Kommission<sup>2</sup> über die Verfahrensweise bei Überprüfungen nach Artikel 35 in den Mitgliedstaaten im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlicht.

## 2 VORBEREITUNG UND DURCHFÜHRUNG DER ÜBERPRÜFUNG

### 2.1 EINLEITUNG

Die Kommission hat Belgien über ihren Beschluss zur Durchführung einer Überprüfung nach Artikel 35 in einem an die Ständige Vertretung Belgiens bei der Europäischen Union gerichteten Schreiben unterrichtet. Die belgische Regierung beauftragte daraufhin die Föderalagentur für Nuklearkontrolle (FANK) mit der Leitung der Vorbereitungen für diesen Besuch. Es handelte sich dabei um die zweite Überprüfung dieser Art in Tihange; die erste fand 1996 statt [2].

### 2.2 UNTERLAGEN

Zur Unterstützung des Prüfteams übermittelten die nationalen Behörden diesem vorab ein Informationspaket. Weitere Unterlagen wurden während und nach der Überprüfung bereitgestellt. Alle zur Verfügung gestellten Unterlagen sind in Anhang 1 dieses Berichts aufgeführt. Die Informationen wurden bei der Erstellung der beschreibenden Teile dieses Berichts umfassend genutzt.

### 2.3 BESUCHSPROGRAMM

Die Europäische Kommission und die FANK erörterten und vereinbarten das in Anhang 2 aufgeführte Überprüfungsprogramm, wobei sie die Mitteilung der Kommission vom 4. Juli 2006 über die

---

<sup>1</sup> Richtlinie 96/29/Euratom des Rates vom 13. Mai 1996 zur Festlegung der grundlegenden Sicherheitsnormen für den Schutz der Gesundheit der Arbeitskräfte und der Bevölkerung gegen die Gefahren durch ionisierende Strahlungen (ABl. L 159 vom 29.6.1996), die künftig durch die Richtlinie 2013/59/Euratom des Rates vom 5. Dezember 2013 zur Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung und zur Aufhebung der Richtlinien 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom und 2003/122/Euratom (ABl. L 13 vom 17.1.2014, S. 1) ersetzt wird.

<sup>2</sup> Mitteilung der Kommission „Überprüfung der Einrichtungen zur Überwachung der Umweltradioaktivität gemäß Artikel 35 Euratom-Vertrag – Verfahrensweise bei der Durchführung von Überprüfungen in Mitgliedstaaten“ (ABl. C 155 vom 4.7.2006, S. 2).

Verfahrensweise bei der Durchführung von Überprüfungen in Mitgliedstaaten umfassend berücksichtigten.

Bei der Einführungssitzung stellte die FANK das nationale Überwachungsprogramm und ihre eigenen Tätigkeiten vor, während das Prüfteam Informationen zu Artikel 35 und dem Überprüfungsprogramm bereitstellte.

Anschließend gab Electrabel einen Überblick über die Überwachung der Ableitungen und die Umweltüberwachung am Standort des KKW Tihange.

Das Prüfteam hebt die Qualität und Vollständigkeit aller Vorträge und bereitgestellten Unterlagen hervor.

Es traf mit den folgenden Vertretern der nationalen Behörden und sonstigen Beteiligten zusammen:

**AFCN-FANC**

Kamr Eddine OULID DREN	Inspektor, IANBI
François MENNESON	Sachverständiger GLTOE (TELERAD)

**IRE Elit**

Benoit DECONNINCK Belgien	Verantwortlich für das radiologische Überwachungsprogramm in Belgien
Damien BRAEKERS	Verantwortlich für das Labor zur Messung der Radioaktivität
Tony DIEUDONNE	Technischer Verantwortlicher für die Gamma-Spektrometrie

**SCK•CEN**

Liesel SNEYERS	Messlabor für schwach radioaktive Stoffe
----------------	--

**Bel V**

Etienne MINNE	Betriebskontrolleur
Pierre BARRAS	Bereichsleiter

**Electrabel KKW Tihange**

Damien CARTON	Leiter der Abteilung Umwelt
Thierry HUART	Leiter der Abteilung Strahlenschutz
Stéphane DEVAHIF	Aufseher Strahlenschutz-Logistik
Philippe PETIT	Leiter der Abteilung Chemie
Philippe GILTAIX	Aufseher Chemie T2
Jacques MAQUINAY	Leiter der Abteilung Abfälle
Ronan GILSON	Ingenieur, Wartung der Instrumente
Christel MILICHE	Beraterin für nukleare Sicherheit

### 3 ZUSTÄNDIGE ORGANISATIONEN

#### 3.1 FÖDERALAGENTUR FÜR NUKLEARKONTROLLE

Die Föderalagentur für Nuklearkontrolle (FANK) ist die für den Strahlenschutz der Bevölkerung, die radiologische Umweltüberwachung und die Kontrolle von Nuklearanlagen zuständige belgische Behörde. Sie umfasst fünf Abteilungen und hat rund 150 Beschäftigte.

#### 3.2 BEL V

Bel V ist ein Tochterunternehmen der FANK, das seit dem 14. April 2008 für die zuvor von der anerkannten Überwachungsorganisation (Authorized Inspection Organization, AVN) wahrgenommene aufsichtsrechtliche Kontrolle kerntechnischer Anlagen zuständig ist. Die FANK stützt sich bei der Durchführung von Inspektionen in Kernkraftwerken und anderen kerntechnischen Anlagen in Belgien (Krankenhäuser, Universitäten und Produktionsanlagen von Radionukliden) auf das Sachwissen der Bel V. Bel V ist als Sachverständigenorganisation für die Beurteilung der Sicherheit von kerntechnischen Vorhaben tätig, nimmt an Sitzungen und Arbeitsgruppen im Rahmen internationaler Organisationen (Europäische Kommission, OECD, IAEO) teil, tauscht Informationen, Erfahrungen und Rückmeldungen mit belgischen und ausländischen Kollegen aus und trägt zur Erstellung der Notfallpläne für Nuklearunfälle bei.

#### 3.3 DIRECTION GÉNÉRALE CENTRE DE CRISE

Die Generaldirektion Krisenmanagement (Direction Générale Centre de Crise, DGCCR) ist das Krisenmanagementzentrum der belgischen Regierung. Es leistet Stand-by-Dienste und stellt unter anderem in den Bereichen Kerntechnik und Strahlenschutz analytische Kapazitäten für nationale Notfälle bereit.

### 4 RECHTSRAHMEN FÜR DIE ÜBERWACHUNG DER UMWELTRADIOAKTIVITÄT

#### 4.1 EINLEITUNG

Belgien verfügt über einen umfassenden Rechtsrahmen zur Überwachung der Radioaktivität. Nachstehend finden sich die wichtigsten nationalen Rechtsvorschriften für die Überwachung der Umweltradioaktivität und der Ableitungen sowie für die radiologische Überwachung von Nahrungsmitteln und die entsprechenden internationalen Leitlinien.

#### 4.2 RECHTSAKTE ZUR ÜBERWACHUNG DER UMWELTRADIOAKTIVITÄT

Die folgenden Rechtsakte regeln die Überwachung der Umweltradioaktivität in Belgien:

- *Loi du 15 avril 1994 relative à la protection de la population et de l'environnement contre les dangers résultant des rayonnements ionisants et relative à l'Agence fédérale de Contrôle nucléaire*<sup>3</sup> (Gesetz vom 15. April 1994 über den Schutz der Bevölkerung und der Umwelt vor den Gefahren ionisierender Strahlen und über die Föderalagentur für Nuklearkontrolle), Artikel 14, 15 und 21, Belgisches Staatsblatt vom 29. Juli 1994
- *Arrêté Royal du 20 juillet 2001 portant règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants* (Königlicher Erlass vom 20. Juli 2001 – Allgemeine Strahlenschutzverordnung), Artikel 70-71, Belgisches Staatsblatt vom 30. August 2001, Ausgabe 1 (GRR-2001)

Im Königlichen Erlass (GRR-2001) sind die grundlegenden Bestimmungen für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz festgelegt. Er wird von den Sicherheitsbehörden regelmäßig geändert und

<sup>3</sup> Geändert durch die königlichen Erlasse vom 7. August 1995 und vom 22. Februar 2001 sowie durch die Gesetze vom 12. Dezember 1997, 15. Januar 1999, 3. Mai 1999, 10. Februar 2000, 19. Juni 2001, 31. Januar 2003, 1. April 2003, 22. Dezember 2003, 20. Juli 2005 und 15. Mai 2007.

aktualisiert, um wissenschaftlichen und technischen Entwicklungen sowie den Richtlinien der Europäischen Union Rechnung zu tragen. In Artikel 20 ist die Dosisbegrenzung, in den Artikeln 33 bis 37 der Umgang mit radioaktiven Abfällen und Ableitungen geregelt.

Zudem wurden in einer Vereinbarung mit Frankreich vom 8. September 1998 die Grundsätze für die Umweltüberwachung in der Umgebung des Kernkraftwerks Chooz an der französisch-belgischen Grenze festgelegt.

#### 4.3 RECHTSAKTE ZUR RADIOLOGISCHEN ÜBERWACHUNG VON NAHRUNGSMITTELN

Die folgenden Rechtsakte regeln die radiologische Überwachung von Nahrungsmitteln in Belgien:

- *Loi du 15 avril 1994 relative à la protection de la population et de l'environnement contre les dangers résultant des rayonnements ionisants et relative à l'Agence fédérale de Contrôle nucléaire* (Gesetz vom 15. April 1994 über den Schutz der Bevölkerung und der Umwelt vor den Gefahren ionisierender Strahlen und über die Föderalagentur für Nuklearkontrolle), Artikel 14, 15 und 21, Belgisches Staatsblatt vom 29. Juli 1994
- *Arrêté Royal du 20 juillet 2001 portant règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants* (Königlicher Erlass vom 20. Juli 2001 – Allgemeine Strahlenschutzverordnung), Artikel 70-71, Belgisches Staatsblatt vom 30. August 2001, Ausgabe 1
- *Loi du 4 février 2000 relative à la création de l'Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne Alimentaire* (Gesetz vom 4. Februar 2000 zur Gründung der Föderalagentur für die Sicherheit der Nahrungsmittelkette), Artikel 4 und 5, Belgisches Staatsblatt vom 18. Februar 2000
- *Convention entre l'Agence Fédérale de Contrôle Nucléaire (AFCN) et l'Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne Alimentaire (AFSCA)* (Vereinbarung zwischen der Föderalagentur für Nuklearkontrolle (FANK) und der Föderalagentur für die Sicherheit der Nahrungsmittelkette (FASNK)) vom 6. April 2004, überarbeitet im Jahr 2012

#### 4.4 RECHTSAKTE ZUR ÜBERWACHUNG DER ABLEITUNGEN

Der folgende Rechtsakt regelt die radiologische Überwachung von Ableitungen in Belgien:

- *Arrêté Royal du 20 juillet 2001 portant règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants* (Königlicher Erlass vom 20. Juli 2001 – Allgemeine Strahlenschutzverordnung), insbesondere die Artikel 20, 34 und 36.

Nach diesem Erlass sind Ableitungen in den Boden in keinem Fall zulässig. Ableitungen in Oberflächengewässer und Abwasserleitungen sind untersagt, wenn die Konzentration im Abwasser (am Ableitungspunkt) ein Tausendstel des für die Aufnahme durch Erwachsene geltenden jährlichen Grenzwerts überschreitet. Abweichungen von diesen allgemeinen Grenzwerten können auf der Grundlage von Untersuchungen oder Studien zu den radiologischen Auswirkungen in den Genehmigungen für Anlagen der Klassen I oder II vorgesehen werden.

Für die Reaktorblöcke des KKW Tihange gelten insbesondere die folgenden Rechtsakte:

- *Arrêté royal du 5 septembre 1974 (S.4.216/B)* (Königlicher Erlass vom 5. September 1974) (Tihange 1)
- *Arrêté royal du 8 juin 1982 (S.5600/B)* (Königlicher Erlass vom 8. Juni 1982) (Tihange 2)
- *Arrêté royal du 17 décembre 1984 (S.7766/B)* (Königlicher Erlass vom 17. Dezember 1984) (Tihange 3)

Ableitungen sind definiert als genehmigte und kontrollierte Abgaben in die Umwelt innerhalb der behördlich vorgegebenen Grenzwerte. Zudem wurden im Zusammenhang mit einem Programm zur Benachrichtigung des Betriebspersonals, der Abteilung Strahlenschutz, Bel V und der FANK



betriebliche Freisetzungsgrenzwerte (die die Freisetzungen auf der Grundlage von Annahmen zeitlich regeln) festgelegt.

Im Einklang mit Artikel 81.2 des GRR-2001 wurden die bestehenden genehmigten Ableitungsgrenzwerte (für gasförmige und flüssige Ableitungen) im Jahr 2002 neu bewertet. Die Bewertung wurde vom Wissenschaftlichen Rat der FANK im Dezember 2006 förmlich verabschiedet. Dieser Bewertung zufolge stehen die Ableitungsgrenzwerte mit dem jährlichen Schwellenwert für die von der Bevölkerung aufgenommene Dosis von 1 mSv im Einklang.

Folgende Rechtsakte regeln die Zuständigkeiten der einzelnen Beteiligten in diesem Bereich:

- In Artikel 23 des Königlichen Erlasses vom 20. Juli 2001 sind die Vorgaben und Zuständigkeiten für die Führung eines Registers über die gasförmigen und flüssigen Ableitungen sowie über die radioaktiven Festabfälle des KKW Tihange festgelegt.
- Nach der Verwaltungsmitteilung AFCN 010-106-N-F „Déclaration périodique à l’AFCN et Bel V concernant les rejets des effluents radioactifs liquides et gazeux“ (Regelmäßige Meldung der flüssigen und gasförmigen radioaktiven Ableitungen an die FANK und Bel V) vom 14. Dezember 2010 muss das KKW Tihange die flüssigen und gasförmigen radioaktiven Ableitungen der FANK und Bel V monatlich melden.

#### 4.5 INTERNATIONALE RECHTSVORSCHRIFTEN UND LEITLINIEN

Nachstehend finden sich die wichtigsten internationalen Rechtsvorschriften und Leitlinien der Internationalen Atomenergieorganisation, der Internationalen Kommission für Strahlenschutz und der Europäischen Union, die die Grundlage für die Überwachung der Umweltradioaktivität sowie die radiologische Überwachung der Nahrungsmittel und der Ableitungen bilden.

- Übereinkommen über nukleare Sicherheit
- Übereinkommen über die frühzeitige Benachrichtigung bei nuklearen Unfällen
- Übereinkommen über Hilfeleistungen bei nuklearen Unfällen oder radiologischen Notfällen
- Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordostatlantiks (OSPAR-Übereinkommen)
- Richtlinie 2013/59/Euratom des Rates vom 5. Dezember 2013 zur Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung und zur Aufhebung der Richtlinien 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom und 2003/122/Euratom
- Richtlinie 2013/51/Euratom des Rates vom 22. Oktober 2013 zur Festlegung von Anforderungen an den Schutz der Gesundheit der Bevölkerung hinsichtlich radioaktiver Stoffe in Wasser für den menschlichen Gebrauch
- Empfehlung 2000/473/Euratom der Kommission vom 8. Juni 2000 zur Anwendung des Artikels 36 Euratom-Vertrag betreffend die Überwachung des Radioaktivitätsgehalts der Umwelt zur Ermittlung der Exposition der Gesamtbevölkerung
- Verordnung (EG) Nr. 733/2008 des Rates vom 15. Juli 2008 über die Einfuhrbedingungen für landwirtschaftliche Erzeugnisse mit Ursprung in Drittländern nach dem Unfall im Kernkraftwerk Tschernobyl
- Durchführungsverordnung (EU) Nr. 322/2014 der Kommission vom 28. März 2014 zum Erlass von Sondervorschriften für die Einfuhr von Lebens- und Futtermitteln, deren Ursprung oder Herkunft Japan ist, nach dem Unfall im Kernkraftwerk Fukushima
- „Clearance of materials resulting from the use of radionuclides in medicine, industry and research“, IAEA-TECDOC-1000, IAEA, Wien, 1998
- „Generic models for use in assessing the impact of discharges of radioactive substances to the environment“, Safety Reports Series No 19, IAEA, Wien, 2001

- „Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in temperate environments“, Technical Reports Series No 364, IAEA, Wien, 1994
- „International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources“, General Safety Requirements Part 3, No. GSR Part 3, IAEA, Wien, 2014
- „Management of radioactive waste from the use of radionuclides in medicine“, IAEA-TECDOC-1183, IAEA, Wien, 2000
- „Regulatory control of radioactive discharges to the environment: Safety Guide“, Safety Standards Series No. WS-G-2.3, IAEA, Wien, 2000
- „Sources and effects of ionizing radiation“, Wissenschaftlicher Ausschuss der Vereinten Nationen zur Untersuchung der Auswirkungen der atomaren Strahlung (UNSCEAR), Bericht an die Generalversammlung im Jahr 2000, Vol. I, Vereinte Nationen, New York, 2000
- Richtlinie 96/23/EG des Rates vom 29. April 1996 über Kontrollmaßnahmen hinsichtlich bestimmter Stoffe und ihrer Rückstände in lebenden Tieren und tierischen Erzeugnissen und zur Aufhebung der Richtlinien 85/358/EWG und 86/469/EWG und der Entscheidungen 89/187/EWG und 91/664/EWG
- IAEA Safety Standards, „Environmental and Source Monitoring for Purposes of Radiation Protection“, Safety Guide No. RS-G-1.8, 2005

## 5 DAS KKW TIHANGE UND SEIN RADIOLOGISCHES ÜBERWACHUNGSPROGRAMM

### 5.1 EINLEITUNG

Das Kernkraftwerk Tihange (nachstehend auch „KKW Tihange“ oder „KKWT“) wird von ENGIE Electrabel betrieben. Es besteht aus drei Blöcken mit je einem Druckwasserreaktor und jeweils drei Kühlwasserkreisläufen (Tabelle I): Tihange 1 (T1), Tihange 2 (T2) und Tihange 3 (T3). Die drei Blöcke bestehen aus ähnlichen Gebäudegruppen, die alle für den unabhängigen Betrieb des Blocks erforderlichen Systeme umfassen. Der 75 ha große Standort des KKWT liegt am rechten Ufer der Maas, flussabwärts in der Nähe der Stadt Huy (Abb. 1).



**Abbildung 1. KKW Tihange**

Die Leistung des Blocks Tihange 1 wurde 1994, 1995 und 1997 angehoben. Die Leistung des Blocks Tihange 2 wurde 1995 und 2001 ebenfalls erhöht; im Jahr 2009 wurde auch die Leistung des Blocks Tihange 3 angehoben. Der Kernbrennstoffzyklus aller drei Blöcke umfasst 18 Monate. In der Anlage wird Flusswasser der Maas als Kühlwasser für den äußeren (dritten) Kühlkreislauf genutzt. Dieses Kühlwasser gelangt zunächst durch einen Kondensator und wird anschließend (in jedem Block) durch einen Kühlturm mit Naturzug geleitet, bevor es in den Kreislauf zurückgeführt oder in die Maas abgegeben wird.

Derzeit sind alle drei Blöcke betriebsfähig; die Betriebsgenehmigungen gelten für 40 Jahre. Die Laufzeit des Blocks Tihange 1 wurde mit Wirkung vom 1. Oktober 2015 um 10 Jahre verlängert.

Das Umweltmanagement des KKW wurde 1999 von einer akkreditierten Stelle nach ISO 14001 zertifiziert. Tihange ist nach der Verordnung (EG) Nr. 1221/2009 im EMAS-Register eingetragen

(Gemeinschaftssystem für Umweltmanagement und Umweltbetriebsprüfung). Für die Anlage wird jährlich ein Umweltbericht<sup>4</sup> veröffentlicht.

**Tabelle I. Technische Spezifikationen für das KKW Tihange (PWR 3L – Druckwasserreaktor mit 3 Kühlkreisläufen, EBL – Electrabel, EDF – Electricité de France)**

	Tihange 1	Tihange 2	Tihange 3
Reaktortyp	PWR 3L	PWR 3L	PWR 3L
Inbetriebnahme	1975	1983	1985
Eigentumsanteil	EBL/EDF 50/50	EBL/EDF 89,81/10,19	EBL/EDF 89,81/10,19
Elektrische Nettoleistung	962 MWe	1008 MWe	1038 MWe

## 5.2 UMWELTÜBERWACHUNGSPROGRAMM AM STANDORT

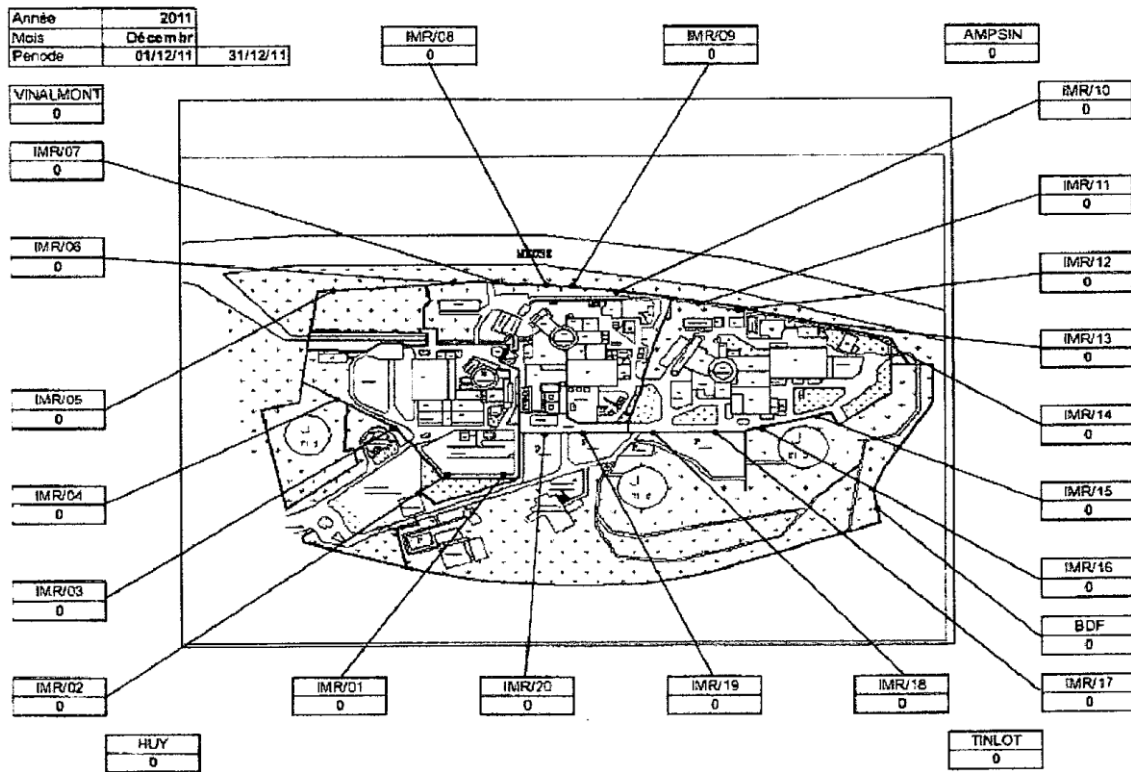
### 5.2.1 Kontrolle der Umweltdosisleistung

Die Umweltdosisleistung am Standort wird mithilfe von Geiger-Müller-Zählern („GammaTracer“) überwacht. Dabei sind 20 Überwachungsgeräte in der Peripherie des Standorts in der Nähe der TELERAD-Messstationen und etwa 20 weitere Überwachungsgeräte an speziellen Punkten auf dem Gelände (Zugang zum Verwaltungsgebäude, Versammlungspunkte etc.) installiert. Als Ausnahme bei der klaren Trennung zwischen Tätigkeiten innerhalb und außerhalb des Standorts ist zu erwähnen, dass auch in den Gärten von vier privaten Häusern von Electrabel in Ampsin, Huy, Tinlot und Vinalmont vier GammaTracer installiert sind.

Die Dosisleistungsdaten der GammaTracer werden dem Betriebspersonal nicht online übermittelt, sondern müssen monatlich abgelesen werden. Zur Überprüfung der Entwicklung werden die Ergebnisse in 12-monatliche Diagramme eingetragen. Die Daten der GammaTracer in der Peripherie des Standorts werden mitunter auch zur Überprüfung anormaler TELERAD-Messungen genutzt und nach jeder monatlichen Ablesung systematisch mit den TELERAD-Daten verglichen. Anhand der Messdaten einiger GammaTracer am Standort wird zudem überprüft, ob die Dosisleistung an diesen speziellen Punkten zu einer Exposition oberhalb des für die Bevölkerung geltenden Grenzwerts von 1 mSv führt.

Die Daten der GammaTracer werden von der Abteilung Strahlenschutz-Logistik (CARE-SRP) aufgezeichnet und analysiert, und die Ergebnisse werden im jährlichen Betriebsbericht („Rapport Annuel d’Exploitation“) an verschiedene beteiligte Akteure übermittelt, darunter die Sicherheitsbehörden FANK und Bel V. Abbildung 2 zeigt die Standpunkte der 20 GammaTracer in der Peripherie des Standorts.

<sup>4</sup> <http://corporate.engie-electrabel.be/wp-content/uploads/2016/10/declaration-environnementale-cnt-2016-bd.pdf>



**Abbildung 2. Periphere GammaTracer-Standorte**

### 5.2.2 Kontaminationskontrolle am Standort

Die radioaktive Kontamination außerhalb der kontrollierten Bereiche wird am Standort folgendermaßen überprüft:

- wöchentliche Kontrolle an den Ausgängen der kontrollierten Bereiche
- Kontrolle der Wege nach jeder Anlagenrevision
- monatliche Kontrolle der internen Transportmittel

Diese Kontrollen konzentrieren sich nicht auf die Abgabe radioaktiver Stoffe durch die Kamine, sondern auf radioaktive Stoffe, die sich während des standortinternen Transfers von kontaminiertem Material ablagern könnten. Anhand der Messungen kann jedoch auch überprüft werden, ob sich radioaktive Stoffe nach einer Freisetzung in die Atmosphäre abgelagert haben.

Das Messinstrument für die Wegekontrolle (Abb. 3) ist motorisiert und unterscheidet zwischen Alpha-, Beta- und Gamma-Strahlern. Bei Vorliegen einer örtlichen Kontamination werden Dekontaminierungsmaßnahmen getroffen und Proben mithilfe von Gamma-Spektrometrie analysiert, um die Art des Stoffes zu bestimmen.





**Abbildung 3. Messfahrzeug zur Kontrolle einer möglichen Kontamination der Wege**

### **5.2.3 Kontaminationskontrolle für das Standortgrundwasser**

Nach dem Störfall SOCATRI im Jahr 2008<sup>5</sup> wurden am KKW Tihange Grundwassermessungen eingeführt. Das dabei anzuwendende Verfahren wurde in der Vorschrift CH 509<sup>6</sup> formal festgelegt. Danach wird jährlich eine Wasserprobe für jeden Block analysiert, sodass für den Standort insgesamt drei Analysen pro Jahr durchgeführt werden. Die Proben werden aus dem Grundwasser entnommen, das zu den Vorrichtungen zur Herstellung von entmineralisiertem Wasser gepumpt wird. Die Analyse der Proben umfasst eine Langzeit-Gamma-Spektrometrie (50 000 s) sowie (für ein Drittel der Proben) Tritium-Radioaktivitätsmessungen und Alpha-Spektrometrie, die am Studienzentrum für Kernenergie (SCK-CEN) vorgenommen werden.

### **5.2.4 Kontaminationskontrolle der Gebäudedächer am Standort**

Eine mögliche Kontamination der Gebäudedächer am Standort wird durch die Kontaminationskontrolle des Regenwassers festgestellt. Dazu werden alle sechs Monate 1-Liter-Proben des von den Dächern der drei Maschinenhallen ablaufenden Regenwassers entnommen und im Standortlabor analysiert (Gamma-Spektrometrie).

---

<sup>5</sup> Am 7. und 8. Juli 2008 trat in der SOCATRI-Anlage in Tricastin, Frankreich, natururanhaltiges Wasser aus einem Tank aus. Ein Teil dieser Lösung gelangte auf den Boden der Anlage und in das Regenwassersystem.

<sup>6</sup> CNT-Vorschrift „Contrôle radiochimique des nappes phréatiques“ (radiochemische Grundwasserkontrolle), SAP 10010180670

## 6 ÜBERWACHUNG DER FLÜSSIGEN UND LUFTGETRAGENEN ABLEITUNGEN DES KKW TIHANGE

### 6.1 EINLEITUNG

Die drei Reaktorblöcke des KKW Tihange sind funktional unabhängig und geben über Abluftkamine gasförmige radioaktive Stoffe in die Atmosphäre und über ihre eigenen Kühlmittel-Ableitungskanäle flüssige radioaktive Stoffe in die Maas ab<sup>7</sup>. Die Ableitungspunkte sind der nachstehenden Abbildung 4 zu entnehmen.



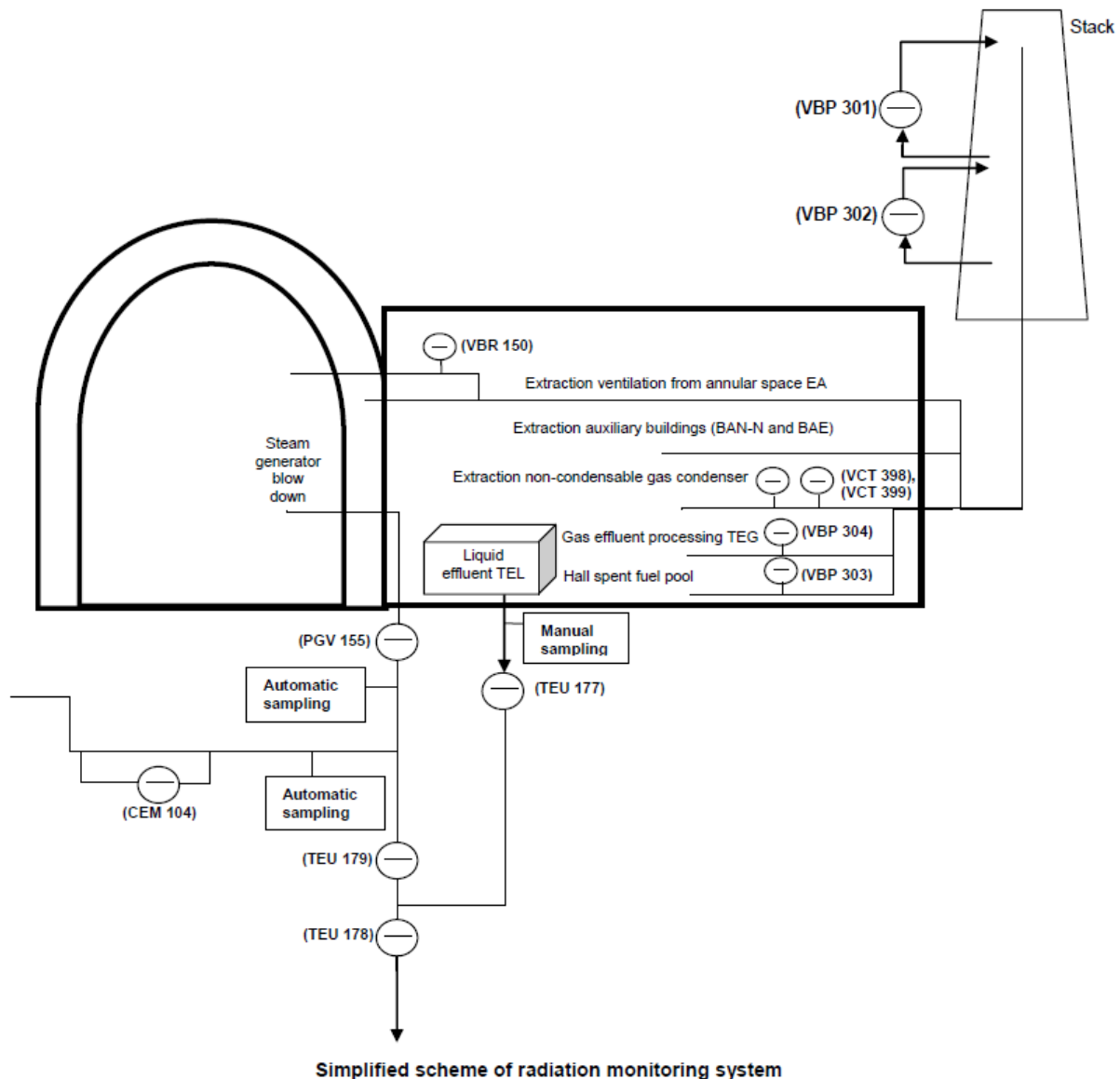
**Abbildung 4. Freisetzungspunkte für flüssige und gasförmige Ableitungen des KKW T**

- 1 – Tihange 1 Kühlwasser-Ableitungskanal
- 2 – Tihange 1 Abluftkamin
- 3 – Tihange 2 Kühlwasser-Ableitungskanal
- 4 – Tihange 2 Abluftkamin
- 5 – Tihange 3 Kühlwasser-Ableitungskanal
- 6 – Tihange 3 Abluftkamin

Jeder Block verfügt über Überwachungssysteme zur kontinuierlichen radiologischen Überwachung der gasförmigen und flüssigen Ableitungen. Abbildung 5 gibt einen Überblick über die Überwachungssysteme für flüssige und gasförmige Ableitungen des Blocks 2. Die entsprechenden Systeme der Blöcke 1 und 3 funktionieren ähnlich, unterscheiden sich jedoch in Einzelheiten (Anhänge 3 und 4).

Nach der FANK-Anweisung AFCN 010-16 muss der Anlagenbetreiber der Aufsichtsbehörde monatlich einen Bericht über die gasförmigen und flüssigen Ableitungen übermitteln. Diese Informationen werden auf der Website der FANK veröffentlicht.

<sup>7</sup> Aus betrieblichen Gründen werden Abwässer der Blöcke T1 und T3 teilweise in der Abwasserbehandlungsanlage des Blocks T2 behandelt und daher z. T. auch über den Ableitungspunkt dieses Blocks abgeleitet.



**Abbildung 5. Überblick über die Überwachungssysteme für flüssige und gasförmige Ableitungen aus Tihange 2**

## 6.2 ABLEITUNGSGRENZWERTE

### 6.2.1 Flüssige Ableitungen

Die Grenzwerte für flüssige Ableitungen sind im Königlichen Erlass vom 20. Juli 2001 festgelegt (Artikel 34: Lagerung, Behandlung und Entsorgung flüssiger Abfälle). Der Grenzwert entspricht dem Radioaktivitätsgrenzwert für Trinkwasser ( $0,1 \text{ MBq/m}^3$ ). Enthält die Flüssigkeit eine Mischung von Radionukliden, gelten die Grundsätze in Anhang III Abschnitt D des Erlasses. Ist die genaue Zusammensetzung der Mischung nicht bekannt, wird der konservativste Wert verwendet. Somit ist der niedrigste Grenzwert für die vorhandenen Isotope anzuwenden.  $^{131}\text{I}$  weist unter den im Abwasser potenziell enthaltenen Isotopen den niedrigsten Grenzwert auf:  $1 \cdot 10^5 \text{ Bq/m}^3$  ( $0,1 \text{ MBq/m}^3$ ). Die jährlichen Grenzwerte für Ableitungen des Standorts betragen:

- Isotope insgesamt ohne HTO und gelöste Edelgase  $8,88 \cdot 10^5 \text{ MBq}$
- HTO  $1,48 \cdot 10^8 \text{ MBq}$

Bel V ist zu benachrichtigen, wenn die Hälfte eines dieser Grenzwerte in drei aufeinanderfolgenden Monaten überschritten wird.



### 6.2.2 Gasförmige Ableitungen

Grenzwerte für gasförmige Ableitungen wurden in den Technischen Spezifikationen sowohl für die jährlichen Freisetzungen als auch für die maximale Radioaktivitätskonzentration im Kamin festgelegt (Tech. Spez. Abs. 16.3.13.2.3 für T2 und T3 und 16.4.10-4 für T1). Die Grenzwerte richten sich nach dem Dosisgrenzwert für die Bevölkerung (Königlicher Erlass vom 20. Juli 2001, Art. 36). Die Grenzwerte beziehen sich auf die Gesamtwerte des Standorts. Bei V ist zu benachrichtigen, wenn ein Achtel eines dieser Grenzwerte (für jede Anlage) in drei aufeinanderfolgenden Monaten überschritten wird (Tech. Spez. Tabelle 4.2.2.3-T.1). Die nachstehende Tabelle II enthält die jährlichen Grenzwerte, Tabelle III zeigt die maximal zulässigen Momentanwerte der gasförmigen Ableitungen (d. h. die maximale Radioaktivitätskonzentration innerhalb des Kamins).

**Tabelle II. Jährliche Grenzwerte für gasförmige Ableitungen des KKW Tihange**

	T2 u. T3	T 1	KKWT insgesamt
Edelgase (TBq)	740	740	2220
Jod 131 (GBq)	3,7	7,4	14,8
Aerosole (GBq)	37	37	111
Tritium (TBq)	18,5	18,5	55,5

**Tabelle III. Maximal zulässige Momentanwerte der gasförmigen Ableitungen des KKW T**

	T1	T2	T3
Edelgase (MBq/m <sup>3</sup> )	210	214,6	214,6
Aerosole (MBq/m <sup>3</sup> )	0,03	0,0296	0,0296
<sup>131</sup> I (MBq/m <sup>3</sup> )	5,9 10 <sup>-4</sup>	5,92 10 <sup>-4</sup>	5,92 10 <sup>-4</sup>

### 6.3 ÜBERWACHUNG GASFÖRMIGER ABLEITUNGEN

Die gasförmigen Ableitungen werden für jeden Reaktorblock von der Abteilung Betrieb (OPE) von den Kontrollraumpanels und den sekundären Kontrollräumen aus gesteuert und kontinuierlich überwacht. Die Online-Instrumente werden regelmäßig von der Wartungsabteilung und der Abteilung Strahlenschutz (CARE) überprüft. Die Proben werden von der Abteilung Chemie (OPC) analysiert.

#### Messinstrumente

Freisetzungen von Edelgasen, Jod und Aerosolen durch die Abluftkamine werden mithilfe fest installierter Strahlungsüberwachungssysteme (VBP21 und 301 für T1; VBP 301 und 302 für T2 sowie VBP 301, 302, 305 und 306 für T3) kontinuierlich überwacht. Die freigesetzten Edelgase werden zudem täglich gemessen (VBP 21 und 301 für T1, VBP301 und 302 für T2, VBP 301, 302, 305 und 306 für T3). Darüber hinaus werden kontinuierlich Jod- und Aerosol-Proben entnommen; die Filter werden wöchentlich ausgetauscht und die Konzentration durch Gamma-Spektrometrie bestimmt. <sup>14</sup>C wird im Einklang mit den Sicherheitsberichten physisch gemessen, und gasförmiges Tritium wird durch Berechnungen bestimmt.

Gasförmige Proben werden isokinetisch entnommen, und die Probenahmeleitungen werden bei Bedarf erhitzt. Die Überwachungsinstrumente jedes Abluftkamins sind der nachstehenden Tabelle IV zu entnehmen.

**Tabelle IV. Überwachungsinstrumente der Abluftkammine (1 – dünner Plastik-Szintillator für Elektronen mit Photovervielfacher (PM), 2 – PM-Gamma-Nal + Am, 3 – Geiger-Müller-Zähler, 4 – Ionisationskammer (2 Bereiche))**

Parameter	Instrument	Detektortyp	Bereich (Bq/m <sup>3</sup> )
<b>Tihange 1</b>			
Aerosole	VBP21 P	1	1E+00 bis 1E+07
Jod	VBP 21 I	2	1E+00 bis 1E+07
Edelgase	VBP 21 G	1	1E+04 bis 1E+10
Aerosole	VBP301 P	1	1E+00 bis 1E+07
Jod	VBP301 I	2	1E+00 bis 1E+07
Edelgase	VBP 301 G	1+4	1E+04 bis 1E+16
Kondensator-Gasauslass T1	VCT 34 / 1 und 2	1	1E+04 bis 1E+10
<b>Tihange 2</b>			
Aerosole	VBP301 P	1	1E+00 bis 1E+07
Jod	VBP301 I	2	1E+00 bis 1E+07
Edelgase	VBP 301 G	1+4	1E+04 bis 1E+16
Aerosole	VBP302 P	1	1E+00 bis 1E+07
Jod	VBP302 I	2	1E+00 bis 1E+07
Edelgase	VBP 302 G	1+3	1E+04 bis 1E+13
Kondensator-Gasauslass T2	VCT 398 und 399	1	8,6E+03 bis 8,6 E+08
<b>Tihange 3</b>			
Aerosole	VBP301 P	1	1E+00 bis 1E+07
Jod	VBP301 I	2	1E+00 bis 1E+07
Edelgase	VBP 301 G	1+3	1E+04 bis 1E+13
Aerosole	VBP302 P	1	1E+00 bis 1E+07
Jod	VBP302 I	2	1E+00 bis 1E+07
Edelgase	VBP 302 G	1+3	1E+04 bis 1E+13
Aerosole	VBP305 P	1	1E+00 bis 1E+07
Jod	VBP305 I	2	1E+00 bis 1E+07
Edelgase	VBP 305 G	1+4	1E+04 bis 1E+16
Aerosole	VBP306 P	1	1E+00 bis 1E+07
Jod	VBP306 I	2	1E+00 bis 1E+07
Edelgase	VBP 306 G	1+4	1E+04 bis 1E+16
Kondensator-Gasauslass T3	VCT 398 und 399	1	1E+04 bis 1E+10

## 6.4 ÜBERWACHUNG FLÜSSIGER ABLEITUNGEN

Flüssige Stoffe werden durch Vermischen von Wasser aus Abwassertanks mit dem in die Maas abzugebenden Kühlwasser abgeleitet. Jeder Block verfügt über einen eigenen Ableitungspunkt. Die flüssigen Ableitungen werden für jeden Reaktorblock von der Abteilung Betrieb (OPE) von den Kontrollraumpaneln und den sekundären Kontrollräumen aus gesteuert und kontinuierlich überwacht. Die Online-Instrumente werden regelmäßig von der Wartungsabteilung und der Abteilung Strahlenschutz (CARE) überprüft. Die Proben werden von der Abteilung Chemie (OPC) analysiert. In der nachstehenden Tabelle V sind die verwendeten Instrumente aufgeführt.

**Tabelle V. Überwachungsinstrumente für flüssige Ableitungen  
(3 – Geiger-Müller (GM), 5 – PM gamma (NaI), CF – Umrechnungsfaktor cpm – Bq/m<sup>3</sup>)**

System	Instrument	Detektortyp	Bereich (cpm oder Bq/m <sup>3</sup> )
TEU-Ableitung T1	TEL 197	5	1E+03 bis 1E+10 Bq/m <sup>3</sup>
TEU-Ableitung T1	TEL 198	5	5,2E+03 bis 5,2E+08 Bq/m <sup>3</sup>
TEU-Ableitung T2	TEU177-178-179	5	1E+00 bis 1E+06 cpm CF=370
TEU-Ableitung T3	PGV(TEU) 286, 287, 289	5	1E+04 bis 1E+09 Bq/m <sup>3</sup>
PGV-Blowdown T1	CEN80	5	1E+03 bis 1E+10 Bq/m <sup>3</sup>
PGV-Blowdown T1	PGV15	5	1E+00 bis 1E+06 cpm CF = 522
PGV-Blowdown T2	CEN 280, 281 und 282	5	3,7E+03 bis 3,7E+08 Bq/m <sup>3</sup>
PGV-Blowdown T2	PGV 155	5	1E+00 bis 1E+06 cpm CF = 370
PGV-Blowdown T3	CEN 092, 093 und 280	5	1E+09 bis 1E+14 Bq/m <sup>3</sup>
PGV-Blowdown T3	PGV 155	5	1E+04 bis 1E+09 Bq/m <sup>3</sup>
PGV-Dampf T1	CVP 90a-90b-90c	3	8,2E+09 bis 8,2E+14 Bq/m <sup>3</sup>
PGV-Dampf T2	CVP 401, 402 und 403	3	1,2E+10 bis 1,2E+15 Bq/m <sup>3</sup>
PGV-Dampf T2	CEN 279	3	1E+00 bis 1E+06 cpm CF = 370
PGV-Dampf T3	CEN 101, 102 und 103	3	1E+09 bis 1E+14 Bq/m <sup>3</sup>
PGV-Dampf T3	CEN 279	3	1E+04 bis 1E+09 Bq/m <sup>3</sup>
Flüssige Ableitungen aus dem Turbinengebäude T1	CED 101	5	1E+00 bis 1E+06 cpm CF = 522
Flüssige Ableitungen aus dem Turbinengebäude T2	CEM 104	5	1E+01 bis 1E+06 cpm CF = 370
Flüssige Ableitungen aus dem Turbinengebäude T3	CEM 104	5	1E+04 bis 1E+06 Bq/m <sup>3</sup>
Abwassertransferleitung T2	TEP 310	5	6,2E+03 bis 6,2 E+08 Bq/m <sup>3</sup>
Abwassertransferleitung T3	TEP310	5	1E+04 bis 1E+08 Bq/m <sup>3</sup>

## 6.5 WARN- UND ALARMSCHWELLENWERTE

Die Ableitungsüberwachungssysteme werden auch als Alarmsysteme genutzt, die das Betriebspersonal über die Radioaktivität bei verschiedenen Verfahren und an bestimmten Anlagenorten informieren.

Für jedes System wurden Warn- (S1) und Alarmschwellen (S2) festgelegt. Bei Erreichen der Warnschwelle S1 erfolgt ein Warnsignal, anhand dessen das Personal eine anormale Zunahme der Radionuklidkonzentration in Abwässern erkennen kann. Wird dieses Signal ausgelöst, sind Gegenmaßnahmen zu treffen. Bei jedem Überschreiten der Alarmschwelle S2 sind automatische Maßnahmen vorgesehen, etwa durch Schließen des Kreislaufs eines automatischen Ventils und Ändern der Fließrichtung oder durch vollständige Unterbrechung des Flüssigkeitstransports. Die Schwelle S2 wurde unter Berücksichtigung der radiologischen Auswirkungen auf die Umwelt und die Bevölkerung in den Technischen Spezifikationen festgelegt.

Im Normalbetrieb wird das Betriebspersonal im Kontrollraum bei Überschreiten der Schwelle S1 durch ein Alarmsignal (akustisch und durch Blinklicht) gewarnt. Bei Überschreiten der Schwelle S2 wird die Ableitung automatisch unterbrochen.

## 7 ÜBERWACHUNG DER UMWELTRADIOAKTIVITÄT IN BELGIEN

### 7.1 EINLEITUNG

Belgien verfügt über ein umfassendes Programm zur radiologischen Umweltüberwachung. Das Programm zur radiologischen Überwachung in der Umgebung des KKW Tihange ist Teil des nationalen belgischen Überwachungsprogramms im Sambre-Maas-Becken. Es dient zur Überwachung der Strahlendosisleistung und Radioaktivität in der Atmosphäre, dem Boden sowie den Nahrungsmitteln und Flüssen. Die nachstehende Tabelle VI gibt einen Überblick über das Programm.

**Tabelle VI. Radiologisches Überwachungsprogramm für das Sambre-Maas-Becken**

Bereich		Flussbecken und Ort der Probenahmepunkte		Art der Messung	Probenahme-frequenz
		Sambre	Maas		
Atmosphäre	Stäube	nahe dem IRE-Standort (Fleurus)	nahe dem Standort Tihange  Lixhe	$\gamma$ -Spektrometrie $^7\text{Be}$ , $^{134-137}\text{Cs}$ , $^{141-144}\text{Ce}$ , $^{103-106}\text{Ru}$ , $^{95}\text{Zr}$ , $^{95}\text{Nb}$ , ( $^{131}\text{I}$ bei IRE)  Spektrometrie $\beta$ insgesamt: auf Papierfiltern nach 5 Tagen Zerfall	alle 4 Wochen  täglich
	Oberflächen-ablagerungen (Tanks)	nahe dem IRE-Standort (Fleurus)	Heer-Agimont	$\gamma$ -Spektrometrie (unbehandeltes Wasser): $^7\text{Be}$ , $^{134-137}\text{Cs}$ , $^{141-144}\text{Ce}$ , $^{103-106}\text{Ru}$ , $^{95}\text{Zr}$ , $^{95}\text{Nb}$ , $^{131}\text{I}$	alle 4 Wochen
			nahe dem Standort Tihange	Spektrometrie $\beta$ insgesamt, $\alpha$ insgesamt, $^3\text{H}$ , $^{90}\text{Sr}$ (gefiltertes Wasser)	alle 4 Wochen
			Lixhe	Spektrometrie $\beta$ insgesamt, $\alpha$ insgesamt (Filterablagerungen)  $^{131}\text{I}$ (gefilterte Ablagerungen) bei IRE	alle 4 Wochen
Boden	Dauer-mähwiese (Oberflächen-schicht – 0,125 m <sup>2</sup> bis zu einer Tiefe von ~ 15 cm + kurz geschnittene s Gras)	nahe dem IRE-Standort (Fleurus)	nahe dem Standort Chooz  nahe dem Standort Tihange  Lixhe	$\gamma$ -Spektrometrie $^7\text{Be}$ , $^{134-137}\text{Cs}$ , $^{57-58-60}\text{Co}$ , $^{54}\text{Mn}$ , $^{65}\text{Zn}$ , $^{110\text{m}}\text{Ag}$ , $^{40}\text{K}$ , $^{226-228}\text{Ra}$ , $^{228}\text{Th}$  $^{131}\text{I}$ nahe IRE	jährlich
	landwirt-schaftliche Böden  Nutzpflanzen-erzeugung		halbkreisförmig um den Standort Chooz (24 Punkte)	Spektrometrie $\gamma$ , $\alpha$ , $^{90}\text{Sr}$ , $^{226}\text{Ra}$  $\gamma$ -Spektrometrie, $^{90}\text{Sr}$ , $^3\text{H}$ , $^{14}\text{C}$	jährlich
Fluss	Wasser	Floriffoux oder Mornimont	Heer-Agimont, Andenne, Huy, Ampsin, Monsin, Lixhe	$\gamma$ -Spektrometrie $^7\text{Be}$ , $^{134-137}\text{Cs}$ , $^{141-144}\text{Ce}$ , $^{103-106}\text{Ru}$ , $^{95}\text{Zr}$ , $^{95}\text{Nb}$ , $^{226}\text{Ra}$  Spektrometrie $\beta$ insgesamt, $\alpha$ insgesamt, $^3\text{H}$ , $^{40}\text{K}$ , $^{90}\text{Sr}$ ( $^{131}\text{I}$ nahe Ire)	alle 2 Wochen
	Sedimente	Floriffoux	Heer-Agimont, Andenne, Ampsin, Lixhe	$\gamma$ -Spektrometrie $^7\text{Be}$ , $^{134-137}\text{Cs}$ , $^{57-58-60}\text{Co}$ , $^{54}\text{Mn}$ , $^{65}\text{Zn}$ , $^{110\text{m}}\text{Ag}$ , $^{40}\text{K}$ , $^{226-228}\text{Ra}$ , $^{228}\text{Th}$	alle 4 Wochen
	Wasser-pflanzen, Moose, Muscheln	Floriffoux oder Mornimont	Heer-Agimont/Rivière/Hastière/Waulsort, Andenne/Gives, Huy, Ampsin/Amay, Lixhe	$\gamma$ -Spektrometrie $^7\text{Be}$ , $^{134-137}\text{Cs}$ , $^{57-58-60}\text{Co}$ , $^{54}\text{Mn}$ , $^{65}\text{Zn}$ , $^{110\text{m}}\text{Ag}$ , $^{40}\text{K}$ , $^{226-228}\text{Ra}$ , $^{228}\text{Th}$  $^3\text{H}$ organisch	vierteljährlich

## 7.2 AUTOMATISCHE EXTERNE RADIOLOGISCHE ÜBERWACHUNG

### 7.2.1 Einleitung

Belgien verfügt über ein modernes automatisches radiologisches Überwachungsnetz (TELERAD). Das Netz umfasst insgesamt 237 Messstationen (Abbildung 6) und deckt das gesamte belgische Gebiet ab. Die Messungen erfolgen alle 10 Minuten; im Falle erhöhter Strahlungswerte erhält die FANK eine automatische Warnung.

Das System besteht aus Geiger-Müller-Zählern, LaBr<sub>3</sub>-Spektroskopie-Zählern und Wasserüberwachungsstationen. Die Daten des Systems werden an die bei der FANK (Brüssel) und IRE (Fleurus) installierte PANORAMA-Software geleitet. Bei der FANK ist ein Team aus sechs Sachverständigen für Betrieb und Wartung des TELERAD-Netzes zuständig.



**Abbildung 6. TELERAD-Strahlungsüberwachungsnetz**

### 7.2.2 TELERAD-Messstationen für die externe Dosisleistung

Das TELERAD-Netz zur Überwachung der Dosisleistung besteht aus Geiger-Müller-Zählern. Die Stationen IMN und IMA stammen von dem deutschen Unternehmen ENVINET GmbH. Die IMR-Stationen verfügen über einen Spektrometrie-Detektor, der auch die Gamma-Dosisleistung misst. Jede Station ist mit einem Regendetektor, einer 80-Ah-Batterie, die einen unabhängigen Betrieb über 72 Stunden ermöglicht, und einem internen Heizsystem ausgerüstet. Die Kommunikation zwischen dem Netzzentrum und der Station erfolgt über einen DSL-Router und ein GPRS-Modem. Es gibt zwei Warnstufen: 200 nSv/h und 400 nSv/h.

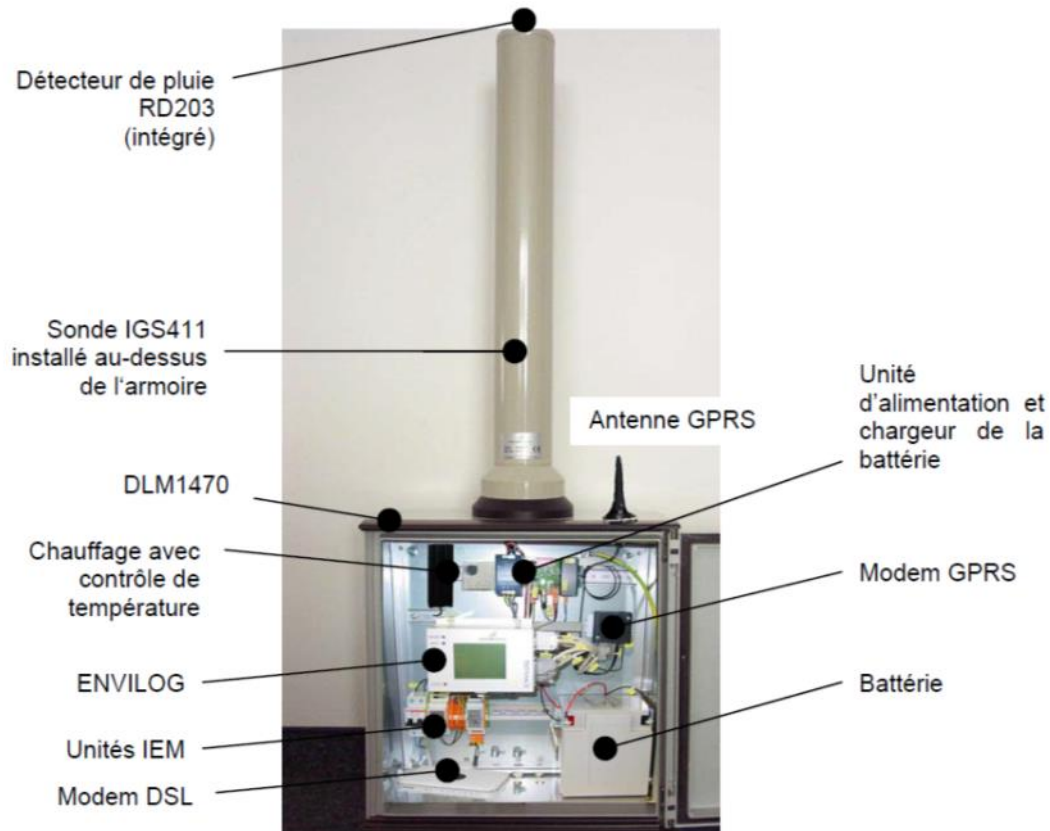


Figure 3-1: Composantes principales de la station de mesure de dose gamma

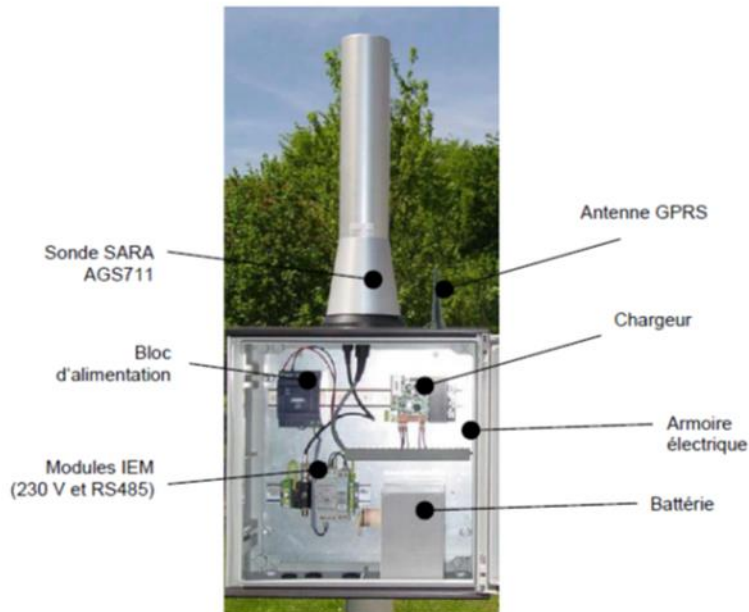
**Abbildung 7. Automatische TELERAD-Messtation mit Regendetektor zur Überwachung der Dosisleistung**

**7.2.3 Spektroskopische TELERAD-Strahlungsdetektoren**

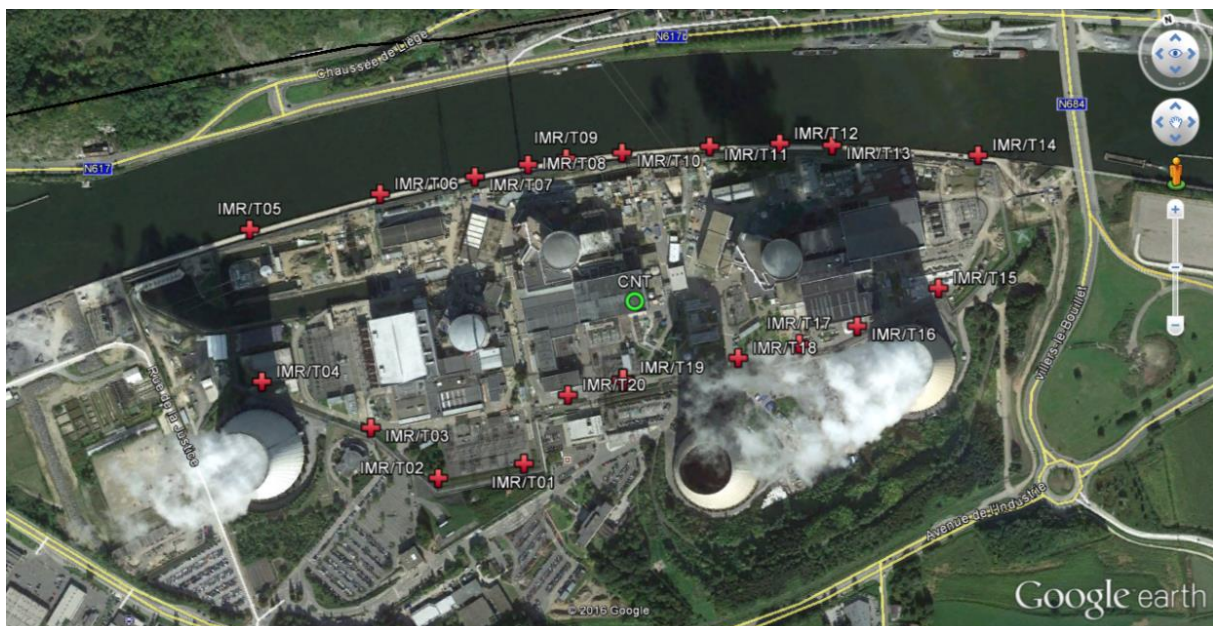
Die spektroskopischen TELERAD-Strahlungsdetektoren (IMR-Stationen) stammen von ENVINET GmbH. Die Stationen wurden kreisförmig um jede kerntechnische Anlage herum (Doel, Tihange, Mol und Fleurus) installiert. In Tihange sind die Stationen (20 Stück) am Anlagenzaun installiert (Abbildung 9).

Die Stationen verfügen über das Gamma-Spektroskopiesystem SARA, das im Normalbetrieb einen 1,5×1,5"-NaI-Detektor und bei hohen Dosisleistungen einen Geiger-Müller-Zähler nutzt. Jeder Ring hat eine eigene Back-up-Stromversorgung (USV und Diesel), die fünf Tage vorhält; zudem verfügt jede Station über eine Back-up-Batterieversorgung für 72 Stunden. Die Kommunikation zwischen der FANK und den Ringdetektoren erfolgt entweder über das Internet oder über GPRS; auch Einrichtungen zur Satellitenkommunikation stehen zur Verfügung, werden aber derzeit nicht genutzt.





**Abbildung 8. Automatische TELERAD-Spektroskopie-Messtation zur Überwachung der Dosisleistung**



**Abbildung 9. TELERAD-Ring und -Wasserüberwachungsstationen am KKW Tihange**

#### 7.2.4 TELERAD-Stationen zur Überwachung der Wasserradioaktivität

Das TELERAD-Netz umfasst darüber hinaus automatische Wasserüberwachungsstationen. Diese befinden sich an den Flüssen Schelde, Maas und Sambre und sind gewöhnlich sowohl flussaufwärts als auch flussabwärts in der Umgebung der kerntechnischen Anlagen installiert (Abbildung 10). Es werden zwei Arten von Wassermessstationen genutzt: der Typ BCD, der die Radioaktivität des Wassers misst, das in einen Messtank gepumpt wird, und der Typ BCI, dessen Detektor sich direkt im Wasserauslasskanal der kerntechnischen Anlage befindet. Beide Arten von Stationen verfügen über  $\text{LaBr}_3$ -Detektoren, sodass spektrometrische Daten für nuklidspezifische Analysen gewonnen werden können. In Tihange werden drei BCI-Detektoren (einer in jedem Kühlwasser-Austrittskanal) und eine BDC-Station (etwa 1 km flussabwärts von der Anlage) eingesetzt (Abbildungen 9 und 11).





**Abbildung 10. Automatische TELERAD-Wasserüberwachungsstationen**

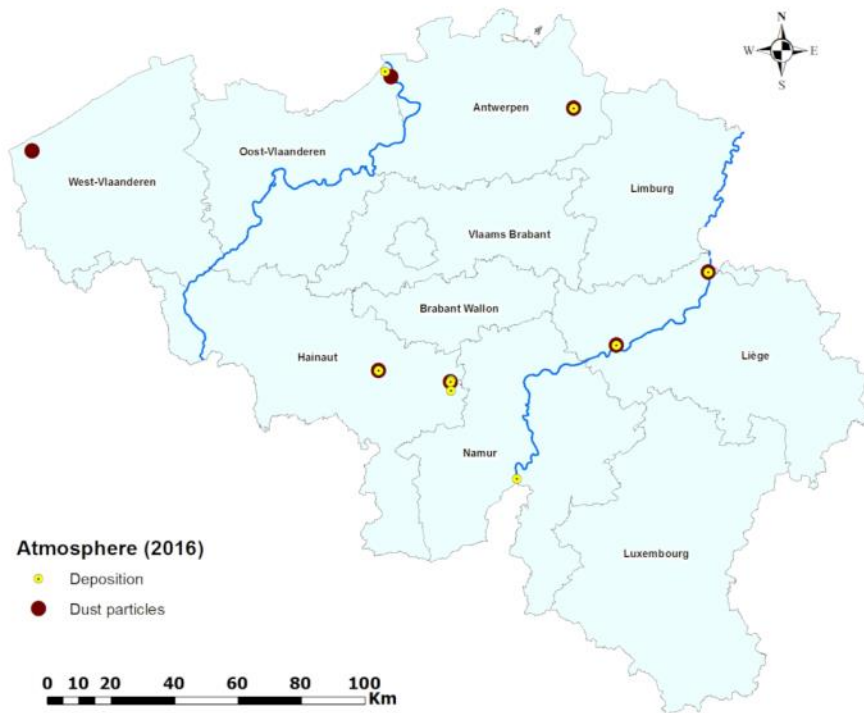


**Abbildung 11. Wasserüberwachungsstationen in der Umgebung des KWK Tihange**

### 7.3 ÜBERWACHUNG DER RADIOAKTIVITÄT IN DER LUFT

#### 7.3.1 Einleitung

Zur Überwachung der Atmosphäre in der Umgebung der kerntechnischen Anlagen sowie in den Referenzgebieten Brüssel-Hauptstadt, Coxyde (Nordseeküste) und Lixhe an der Maas (in der Nähe der niederländischen Grenze) werden Schwebstaubproben und Proben von Oberflächenablagerungen entnommen. Die Proben werden im IRE-Elit-Labor analysiert.



**Abbildung 12. Standorte von Sammelgeräten für Luftproben und Proben atmosphärischer Ablagerungen in Belgien**

### 7.3.2 Staubpartikel in der Luft

Schwebstaubproben werden täglich mit zweierlei Arten von Geräten gesammelt:

- in Fleurus, Tihange, Lixhe und Brüssel mithilfe eines automatischen Probenwechslers, der in der Lage ist, sieben Tage pro Woche im 24-Stunden-Takt und bei konstantem Durchfluss rund  $120 \text{ m}^3$  Luft zu pumpen (Abb. 13). Die sieben Filter (Glasfaserfilter von 50 mm Durchmesser) werden einmal wöchentlich ausgewechselt. Das durch die einzelnen Filter gepumpte Luftvolumen wird automatisch heruntergeladen.



**Abbildung 13. Luftprobensammler mit Filtern für jeden Wochentag**

- in Mol, Doel und Koksijde täglich mithilfe einer speziell konzipierten Anlage (bestehend aus einem Filterhalter, einem Papierfilter (Zellulosefilter) von 115 mm Durchmesser und einer Luftpumpe, die die Luft kontinuierlich durch das Filterpapier pumpt) (Abb. 14). Das

Gesamtvolumen der durch den Filter gepumpten Luft wird mithilfe eines Durchflusszählers (rund 300 m<sup>3</sup>/24 Stunden) gemessen. Das Filterpapier wird alle 24 Stunden ausgewechselt. Datum und Uhrzeit der Probensammlung und das Gesamtvolumen der durchgepumpten Luft werden aufgezeichnet.



**Abbildung 14. Luftprobensammler mit Einzelfilter**

Die Filterproben werden mindestens fünf Tage lang aufbewahrt, damit die natürlichen Radionuklide zerfallen können. Nach fünf Tagen Zerfallszeit werden die Gesamt-Beta-Strahlung (alle Filterproben) und die Gesamt-Alpha-Strahlung (Filterprobe in Mol) gemessen. Nach dieser Alpha- und/oder Beta-Gesamtstrahlenmessung werden die Filter gestapelt, zur Bildung einer 4-Wochen-Sammelprobe in einen Kunststoffbeutel/-behälter gegeben und anschließend im Labor spektrometrisch auf Gammastrahler untersucht.

### **7.3.3 Atmosphärische Ablagerungen**

Trockene und nasse Ablagerungen werden wöchentlich zur Probenahme in Sammelgeräten (siehe Abb. 15) gesammelt. Die Ablagerungsniederschläge werden auf einer mit einem Wasserfilm überzogenen Fläche von insgesamt 0,5 m<sup>2</sup> gesammelt. Das Sammelgerät ist mit einem Metallschutzgitter ausgestattet, damit Vögel das Wasser nicht kontaminieren können, und einem Heizaggregat, das ein Gefrieren des Wassers im Winter verhindert. Bei länger anhaltendem warmem und trockenem Wetter in den Sommermonaten wird die Wassermenge im Sammelgerät durch Zugabe von destilliertem Wasser auf dem für die Probenahme erforderlichen Niveau gehalten.

Jede Woche wird der Inhalt des Auffangbehälters zur Resuspendierung etwaiger Ablagerungen gründlich durchgerührt und in eine große Kunststoffflasche transferiert. Der Auffangbehälter wird anschließend mit destilliertem Wasser ausgespült, das ebenfalls in die Kunststoffflasche gegeben wird. Das Gesamtprobenvolumen wird gemessen und die Probe in zwei gleiche Teile (A und B) unterteilt. Teil A wird für die gammaspektrometrische Analyse, Teil B für Messungen der Brutto-Alpha-/Brutto-Beta- und der H-3-Aktivität verwendet. Beide Teile werden gefiltert und mit HCl auf einen pH-Wert von <2 gesäuert. Filtrate und Filter werden für die weitere Bearbeitung (wie Mischen zur Bildung von 4-Wochen-Proben) aufbewahrt. Die Filter werden mithilfe eines Trocknungsmittels (Silikagel) getrocknet.

Nach abgeschlossener Analyse und nach Übermittlung des regelmäßigen Berichts werden die beiden Filtersätze (Teil A und Teil B) einen Monat lang an einem trockenen Ort aufbewahrt. Dasselbe gilt für die Metallscheibe aus der Messung der Brutto-Alpha-/Brutto-Beta-Aktivität (Teil B). Die gammaspektrometrisch gemessenen Flüssigproben werden nach Übermittlung des vierteljährlichen Berichts einen Monat lang in einem kühlen und dunklen Raum (< 10° C) aufbewahrt.

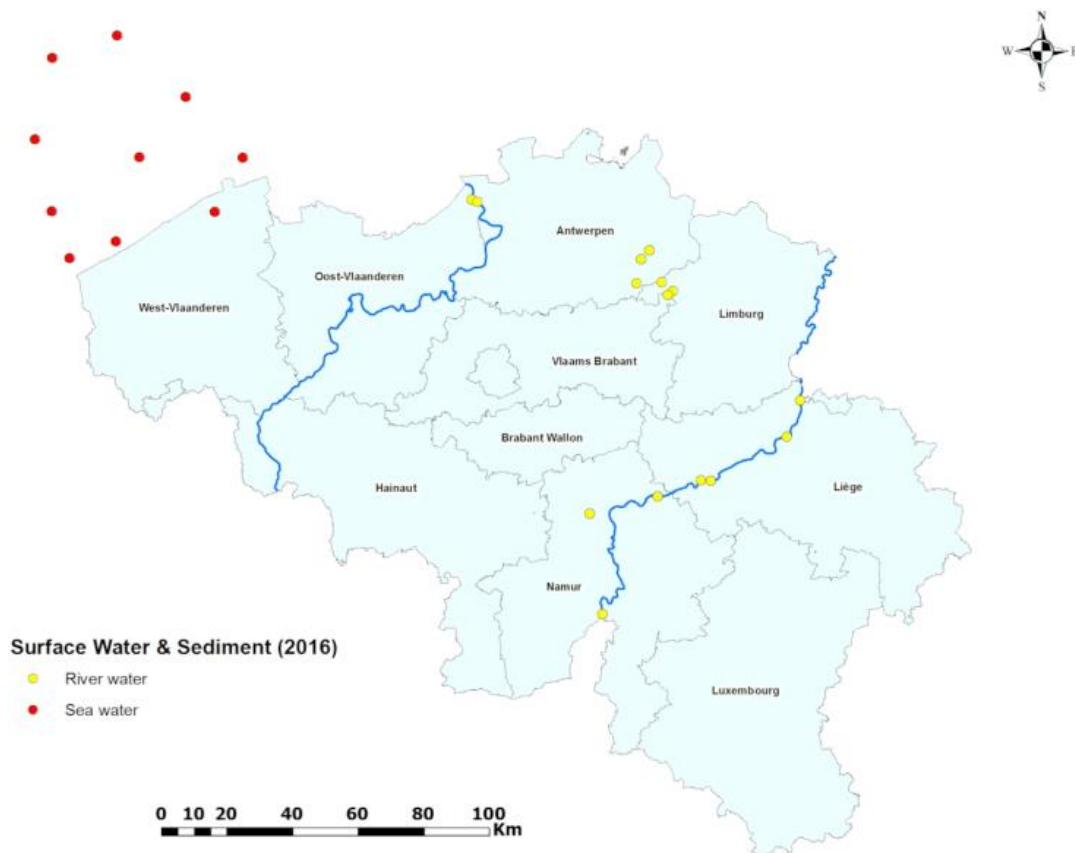




**Abbildung 15. Sammelgerät für atmosphärische Ablagerungen**

#### 7.4 ÜBERWACHUNG DER RADIOAKTIVITÄT IN OBERFLÄCHEN- UND MEERESGEWÄSSERN

Zur Überwachung der Radioaktivitätskonzentration in Gewässern werden regelmäßig Wasserproben entnommen und im Labor analysiert. Abbildung 16 zeigt die Entnahmestellen für Oberflächenwasser- und Flusssedimentproben (Sambre, Maas, Grote Laak, Winterbeek, Grote Nete, Molse Nete und Schelde) und für Meerwasserproben (Nordsee). Proben werden sowohl mithilfe automatischer Probensammler als auch von Hand entnommen.



**Abbildung 16. Orte für die Entnahme von Oberflächen-, Meerwasser- und Flusssedimentproben**

Zur Entnahme von Proben aus Molve Nete, Grote Nete, Grote Laak, Winterbeek, Schelde und Sambre werden automatische Probensammler (kontinuierliche 24-Stunden-Entnahme; Sammlung in separaten, individuell gekennzeichneten und in einer Kühlkammer gespeicherten 1-Liter- oder 2,5-Liter-Flaschen) eingesetzt. Die Proben werden (je nach Speicherkapazität) wöchentlich oder alle zwei Wochen abgeholt. Wasserproben aus der Schelde werden einmal wöchentlich mit in einem an einem Seil befestigten Eimer manuell gezogen. Ein Teil dieser Probe wird in eine individuell gekennzeichnete 5-Liter-Kunststoffflasche transferiert. Jede Probe wird mit konzentrierter Salpetersäure auf einen pH-Wert von  $< 2$  gesäuert. Vor ihrer weiteren Bearbeitung werden die Proben 24 Stunden lang an einem kühlen und dunklen Ort gelagert.

Durch Vermischen von 250-500 ml aus 14 nacheinander entnommenen Tagesproben wird eine Mischprobe gebildet und gefiltert; der Filter wird verworfen. Die restliche Probe wird in den ursprünglichen Flaschen in einem kühlen und dunklen Raum ( $< 10\text{ °C}$ ) gelagert. Diese Proben werden nach Übermittlung des vierteljährlichen Berichts einen Monat lang aufbewahrt. Die Mischprobe wird je nach Zahl der erforderlichen Analysen in Teilproben unterteilt. Wird eine  $^3\text{H}$ -Analyse verlangt, werden 100-250 ml der Mischprobe zur Messung ins Labor geschickt. Wird eine gammaspektrometrische Analyse verlangt, wird ein Aliquot der Mischprobe in einen Marinelli-Becher transferiert und dem Labor zur Messung zugestellt. Zur Messung der Brutto-Alpha-/Brutto-Beta-Strahlung erhält das Labor 250-1000 ml der Mischprobe. Zur Bestimmung des  $^{40}\text{K}$ -Gehalts werden dem Labor 100 ml der Mischprobe zugeschickt. Sollen Aktiniden gemessen werden (nur Schelde und Molve Nete), werden 500 ml der Mischprobe mit einer vergleichbaren Probe aus den vorangegangenen zwei Wochen vermischt, d. h. es wird eine Monatssammelprobe gebildet, die dem Labor zur alphaspektroskopischen Messung zugestellt wird.

Die restlichen Teilmengen der Mischprobe und die ursprünglichen Tagesproben werden gelagert. Zwischenproben (von den Messlaboratorien präpariert) werden nach der Messung verworfen. Proben werden in einem temperaturkontrollierten (gekühlten) dunklen Raum ( $< 5\text{ °C}$ ) gelagert und nach Übermittlung des vierteljährlichen Berichts noch einen Monat lang aufbewahrt.

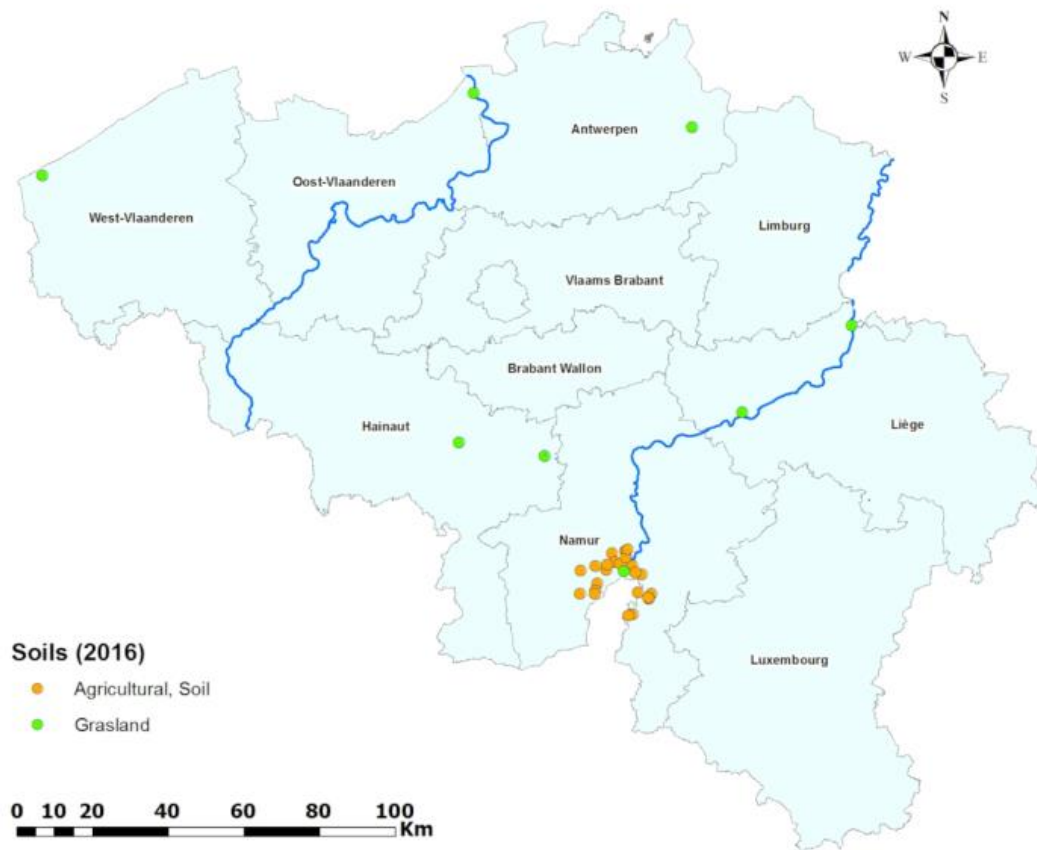
## 7.5 ÜBERWACHUNG DER RADIOAKTIVITÄT IN BÖDEN UND SEDIMENTEN

### 7.5.1 Boden

Bodenproben werden in der unmittelbaren Umgebung von kerntechnischen Anlagen und in bestimmten Kontrollregionen (Küste und Region Brüssel-Hauptstadt) sowie im Agrargebiet um die „Pointe de Givet“ (KKW Chooz) entnommen (Abb. 17). Die Proben haben eine Fläche von insgesamt  $0,125\text{ m}^2$  und eine Tiefe von  $0,15\text{ m}$ . Das Probenahmegebiet wird nach folgenden Kriterien sorgfältig ausgewählt:

- Liegt eine kerntechnische Anlage in der Nähe (z. B. Doel, Mol, Fleurus, Tihange), wird das Gebiet leeseitig (Hauptwindrichtung) gewählt.
- Die betreffende Fläche wird im freien Gelände gewählt (keine Nähe zu Bäumen, Straßen, Gebäuden usw.) und sollte möglichst eben sein.
- Werden mit Blick auf die Gesamtfläche von  $0,125\text{ m}^2$  mehrere Proben entnommen (mittels Kernbohrern), müssen die Bohrkerne im Interesse homogenerer Bodenproben über eine große Fläche verteilt werden.

Etwa vorhandene Vegetation (wie Gras) wird möglichst bodennah entfernt und verworfen. Nach abgeschlossener Entfernung wird bis in eine Tiefe von  $15\text{ cm}$  Erdreich entnommen und in einem geeigneten Behälter gesammelt.



**Abb. 17. Orte für die Entnahme von Bodenproben in Belgien**

### 7.5.2 Sedimente

Proben von Meeressedimenten (Nordsee) werden vom Ozeanographie-Forschungsschiff „Belgica“ gesammelt, das vom *Management Unit of the Mathematical Model of the North Sea* (MUMM), einer Verwaltungsabteilung des Königlichen Naturwissenschaftlichen Instituts von Belgien, betrieben wird. Drei Mal jährlich werden an vorab bestimmten Orten Meeressedimentproben entnommen. Letztere werden bis zu ihrer Abholung durch das Studienzentrum SCK•CEN in 10-Liter-Kunststoffbehältern an einem kühlen und dunklen Ort gelagert.

Für die Entnahme von Flusssedimentproben werden zwei verschiedene Sammelsysteme verwendet:

- in TELERAD-Kabinen installierte automatische Probensammler (Molse Nete, Sambre und Maas). Die Sedimentprobe wird alle vier Wochen entnommen und in einen 10-Liter-Behälter transferiert.
- Sedimentationsbehälter. Zu Beginn des Probenahmezeitraums wird ein am Ufer fixierter Sedimentationsbehälter auf den Flussgrund gestellt. Nach vier Wochen wird der Behälter eingeholt und das gesamte gesammelte Sediment in einen 10-Liter-Behälter transferiert.

Die (aus Fluss oder Meer) entnommenen Sedimentproben werden bei 40-80°C in einem Ofen auf ein konstantes Gewicht getrocknet oder (je nach Textur des Sediments) gefriergetrocknet. Falls notwendig, werden Steine und anderer Detritus (z. B. Muscheln) von Hand entfernt. Die Probe wird anschließend zu einer homogenen Masse vermahlen.

Je nach Sedimentmenge werden 20-500 ml dieser homogenisierten Probe für die gammaspektrometrische Messung in einen Becher gefüllt. Zur Bindung von Rn für die Ra-226-Messung wird nach frühestens drei Wochen Aktivkohle zugegeben. Zum Vernichten des in der getrockneten Probe vorhandenen organischen Materials werden 50-100 g der homogenisierten Probe einen Tag lang bei 550 °C kalziniert. Diese Probenmenge wird zur alphaspektroskopischen

Aktinidenmessung (Sedimente aus Molsen Nete und Nordsee) und zur  $^{90}\text{Sr}$ - und  $^{99}\text{Tc}$ -Messung (Molsen Nete) in das Labor geschickt.

Der Rest der getrockneten Sedimentprobe wird nach Übermittlung des vierteljährlichen Berichts einen Monat lang an einem trockenen Ort aufbewahrt.

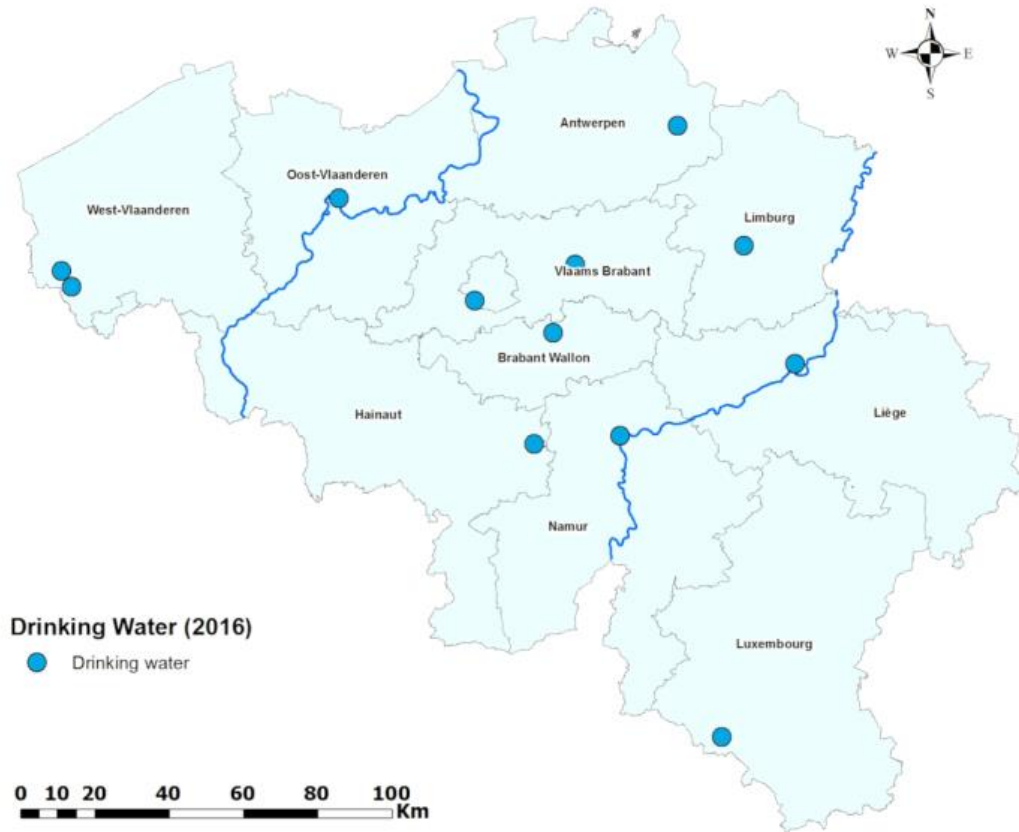
## 7.6 ÜBERWACHUNG DER RADIOAKTIVITÄT IN NAHRUNGSMITTELN UND TRINKWASSER

### 7.6.1 Einleitung

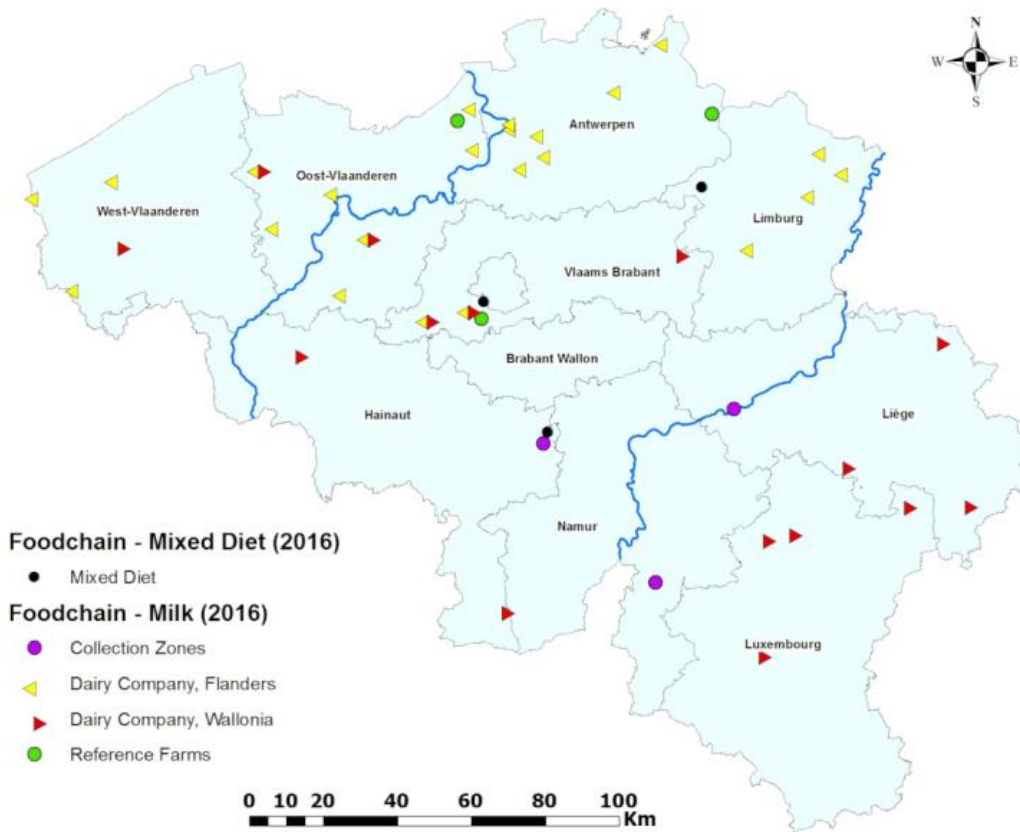
Die Radioaktivität in der Nahrungskette wird durch Analyse von Trinkwasser-, Milch-, Gesamtnahrungs- und Lebensmittelproben überwacht. Tabelle VII gibt einen Überblick über das Überwachungsprogramm. Die Abbildungen 18 und 19 zeigen die Probenahmepunkte.

**Tabelle VII. Strahlenüberwachungsprogramm für die Nahrungskette**

	Bereich	Ort der Probenahmepunkte	Art der Messung	Probenahmefrequenz
Trinkwasser	Hauptwasserleitung (Wasserhahn)	Brüssel (Brüssel-Hauptstadt) Wavre (Provinz Wallonisch-Brabant) Lüttich (Provinz Lüttich) Namur (Provinz Namur) Fleurus (Provinz Hainaut) Florenville (Provinz Luxemburg) Gent (Provinz Ostflandern) Löwen (Provinz Flämisch-Brabant) Poperinge und Reningelst (Provinz Westflandern) Mol (Provinz Antwerpen) Zepperen (Provinz Limburg)	Spektrometrie: Gesamt-Alpha, Gesamt-Beta, $^3\text{H}$ , $^{40}\text{K}$  Werden die Screening-Werte um 0,1 Bq/l (Gesamt-Alpha) und 1 Bq/l (Gesamt-Beta) überschritten, ist eine umfassende spektrometrische Analyse (Alpha-/Beta-/Gammastrahlen) erforderlich.	vierteljährlich
Milch	Molkereien Agrarbetriebe	Region Brüssel (Brabant) (1 Agrarbetrieb) Region Fleurus (75 Molkereien) Region Tihange (118 Molkereien) Region Doel (1 Molkerei) Region Dessel (1 Molkerei) Region Chooz (42 Molkereien)	Gamma-Spektrometrie: $^{134-137}\text{Cs}$ , $^{131}\text{I}$ , $^{40}\text{K}$  $^{90}\text{Sr}$	wöchentlich  alle vier Wochen
Nahrungsmittel	Gemüse Fleisch Fisch Sonstiges (Pilze, Mehl, usw.)	Kleiner und großer Einzelhandel, landesweit	Gamma-Spektrometrie: $^{134-137}\text{Cs}$ , $^{40}\text{K}$ , $^{40}\text{K}$  $^{90}\text{Sr}$	4 Fleisch-, Fisch- und Gemüseproben monatlich  4 Fleisch-, Fisch- und Gemüseproben jährlich
	Kontrollmahlzeit	Betriebskantinen Mol (SCK•CEN), Fleurus & Brüssel (Carrefour)	Gamma-Spektrometrie: $^{134-137}\text{Cs}$ , $^{40}\text{K}$ , $^{40}\text{K}$  $^{90}\text{Sr}$ und $^{14}\text{C}$	monatlich  vierteljährlich



**Abb. 18. Probenahmeorte – Trinkwasser**



**Abb. 19. Probenahmeorte – Lebensmittel und Gesamtnahrung**



### 7.6.2 Grund- und Trinkwasser

Abbildung 18 zeigt die Orte für die Entnahme von Grund- und Trinkwasserproben. Die Proben für die Messung von  $^{222}\text{Rn}$  und anderen Radionukliden werden nach unterschiedlichen Methoden analysiert. Sie werden so transportiert, dass ihre Entnahmetemperatur nicht überschritten wird (kein Einfrieren), wobei die Zeit zwischen Probenahme und Ankunft im Analyzelabor so kurz wie möglich zu halten ist (maximal zwei Tage). Bei der Probenvorbereitung wird wie folgt vorgegangen:

- 100-300 ml -> Tritium-Messung im Labor.
- 300-1000 ml -> Brutto-Alpha-/Brutto-Beta-Messung im Labor.
- ein Aliquot ->  $^{40}\text{K}$ -Bestimmung im Labor.
- 100 ml -> eventuell  $^{226}\text{Ra}$ -Messung durch Flüssigszintillationszählung im Labor; oder 500 ml ->  $^{226}\text{Ra}$ -Messung im Labor nach der LUCAS-Methode
- Ist eine  $^{210}\text{Pb}$ -Messung erforderlich -> Analyse von 1,5 l im Labor
- Ist eine  $^{228}\text{Pb}$ -Messung erforderlich -> Analyse von 1,5 l im Labor
- $^{222}\text{Rn}$  -> Analyse der Probe im Labor nach der LUCAS-Methode oder durch Flüssigkeitsszintillationszählung.

Die restliche Probe wird in den ursprünglichen Flaschen durch Zugabe einer ausreichenden Menge Salpetersäurekonzentrat auf einen pH-Wert von  $< 2$  gesäuert. Diese Proben werden nach Übermittlung des Quartalsberichts einen Monat lang in einem dunklen Raum ( $< 5\text{ °C}$ ) aufbewahrt.

### 7.6.3 Milch

Die Milchbeprobung betrifft Supermärkte und Molkereien, die von einer großen Anzahl Agrarbetriebe beliefert werden. Wochenproben werden wie folgt gesammelt:

- Im Umkreis der kerntechnischen Anlagen Fleurus, Tihange und Chooz: Bei jeder Lieferrunde eines Milchviehbetriebs im Umkreis der genannten Anlagen zieht der Lieferant jeweils 1 Liter Milch und transferiert diesen an das Büro des „Comité du lait“ in Battice.
- In den Regionen Postel, Doel und Brüssel: Es werden Tagesproben entnommen, die wöchentlich abgeholt werden. Die Proben werden anschließend gepoolt und im Labor unverzüglich auf Gammastrahlen analysiert.

Durch das Vermischen von Proben, die im Laufe einer Woche in den einzelnen Regionen gesammelt werden, werden gewichtete Wochendurchschnittsproben vorbereitet, die in einem geeigneten Becher zur gammaspektrometrischen Analyse ins Labor transferiert werden. Bei den Frischmilchproben wird je Probenahmeort eine Probe wöchentlich gammaspektrometrisch und eine Probe alle vier Wochen auf  $^{90}\text{Sr}$  analysiert. Die wöchentliche Gefrierprobe wird bei einer Temperatur von  $< -5\text{ °C}$  gelagert, und die gefriergetrockneten Proben werden nach Übermittlung des vierteljährlichen Ergebnisberichts einen Monat lang an einem dunklen und trockenen Ort aufbewahrt.

### 7.6.4 Gesamtnahrung

Für jede Region Belgiens (Brüssel, Flandern und Wallonien) werden monatlich in Betriebskantinen Gesamtnahrungsproben entnommen. Aus einem örtlichen Restaurant oder Internat werden Speisen abgeholt, die für die täglichen Mahlzeiten (Frühstück, Mittag- und Abendessen) einer Durchschnittsperson repräsentativ sind.

Alle (festen und flüssigen) Speisen werden zu einer homogenen Masse vermahlen und gefriergetrocknet oder bei  $40\text{ °C}$  getrocknet. Für die gammaspektrometrische Messung wird ein geeigneter Becher mit dieser homogenisierten Masse befüllt. Zur Bindung von Rn wird Aktivkohle zugegeben, und die Probe wird bis zum Erreichen eines Gleichgewichtszustands mindestens drei Wochen lang aufbewahrt und anschließend gemessen.

Alle drei Monate werden die Speisen auf  $^{14}\text{C}$  und  $^{90}\text{Sr}$  analysiert. Aus einem separaten Teil der getrockneten Probe wird durch Vermischen je eines Teils der 3-Monats-Proben eine Quartalsprobe vorbereitet. Ein Teil der getrockneten Quartalsprobe wird auf organisches  $^{14}\text{C}$  analysiert. Ein weiterer Teil dieser Quartalsprobe wird anschließend 24 Stunden lang bei 550 °C kalziniert und zur  $^{90}\text{Sr}$ -Messung ins Labor transferiert.

Eine Monatsprobe von jedem Probenahmeort wird so lange wie für die Vorbereitung der Quartalsprobe erforderlich gelagert. Die restliche Quartalsprobe wird nach Übermittlung des vierteljährlichen Ergebnisberichts einen Monat lang an einem trockenen Ort aufbewahrt.

### **7.6.5 Andere Nahrungsmittel**

Landesweit werden im Einzelhandel, in Supermärkten, auf Märkten, in Schlachthöfen, von Fischern usw. Proben unterschiedlicher Nahrungsmittel bezogen. Das Programm sieht mehrere Hundert Proben vor, auch von Grenzübergangsstellen (Drittlandzufuhren), Zollagenturen, Schlachthöfen, Agrarbetrieben, Lagerhallen, Verarbeitungsbetrieben und Großhändlern. Folgende Arten von Proben fallen darunter:

- Gängiges Gemüse (Kopfsalat, Lauch, Sellerie, Blumenkohl, Rosenkohl, Weißkohllarten, Rotkohllarten, Broccoli, Bohnen, Karotten, Chicorée, Spargel, Tomaten, Gurken, Paprikaschoten, Schwarzwurzeln, weiße Rüben, Auberginen, Zucchini, Spinat, rote Rüben, Fenchel, Kürbis, Zwiebeln, Kohlrüben, Kartoffeln, Zuchtpilze, Wildpilze usw.)
- Gängige Früchte (Birnen, Äpfel, Nektarinen, Kiwis, Pflaumen, Mangos, Melonen, Apfelsinen, Bananen, wilde Beeren, Erdbeeren, Brombeeren, Trauben usw.)
- Fleisch aus Märkten und Schlachthöfen (Rindfleisch, Kalbfleisch, Pferdefleisch, Schweinefleisch, Schaf- und Ziegenfleisch, Kaninchenfleisch, Lammfleisch, Geflügelfleisch, Rogen und Wildschweinfleisch (saisonal))
- Schnecken und Froschschenkel
- Zuchtfisch (Süßwasserfisch (Buntbarsche, Welse usw.)), Hochseefisch (Thunfisch, Schwertfisch, Brasse, Barsch, Kabeljau, Hering, Wittling, Rochen, Meerforelle, Äsche, Goldbarsch, Pollack, Lachs usw.) und Grundfisch (Scholle, Seezunge usw.)

## **7.7 PROGRAMM ZUR ÜBERWACHUNG DER RADIOAKTIVITÄT IN DER UMGEBUNG – BETEILIGTE LABORS**

### **7.7.1 Institut des Radioéléments**

Das *Institut National des Radioéléments* (IRE) ist eine öffentliche Einrichtung mit verschiedenen Zuständigkeiten im Nuklearbereich. Das IRE-Labor (IRE Elit) führt an verschiedenartigsten Proben – Trinkwasser, Nahrungsmittel, NORM-Proben, biologische Proben und Umweltproben – Radioaktivitätsanalysen durch. Mit seinen Ausrüstungen, Infrastrukturen und Technikern ist es in der Lage, schwach radioaktive Proben zu messen. Die vom IRE Elit angewandten Analysemethoden sind ISO-17025-akkreditiert (Akkreditierungsstelle ist BELAC). Zudem existiert ein mit Probenahmeausrüstungen ausgestattetes mobiles Labor.

### **7.7.2 Centre d'Étude de l'Énergie Nucléaire**

Das Studienzentrum für Kernenergie (SCK•CEN) ist eine öffentliche Einrichtung mit verschiedenen Zuständigkeiten im Nuklearbereich. Es beschäftigt rund 600 Personen und wurde von BELAC akkreditiert. In Bezug auf die Überwachung der Umweltradioaktivität fungiert SCK•CEN als Vertragslabor der FANK.

Innerhalb des Instituts gibt es mehrere Strahlenschutzlabors. Bei den ISO-17025-akkreditierten Analysemethoden handelt es sich um Folgende:

- Messung der Alpha-/Beta-Gesamtaktivität in Umweltproben
- Messung der Alpha-Gesamtaktivität
- Messung der Urankonzentration in Flüssigkeiten und Urin

- Alphaspektroskopie
- Messung von  $^{226}\text{Ra}$  und  $^{222}\text{Rn}$  in flüssigen und festen Proben
- Messung von  $^{131}\text{I}$  in Milch
- Flüssigszintillationszählung
- Gammaskopie (flüssige und feste Proben)

Jedes SCK•CEN-Labor verfügt über ein Laborinformations- und -managementsystem (LIMS), in dem alle eingehenden Proben und deren Messergebnisse erfasst werden. Die Umweltproben werden nach den Messungen und nach Erstellung des vierteljährlichen Berichts an die FANK drei Monate lang aufbewahrt und anschließend verworfen. Die Analysebefunde werden der FANK alle drei Monate übermittelt, ebenso wie ein Jahresbericht über die Gesamtergebnisse des Programms im ersten Quartal jedes Jahres.

## 7.8 MOBILE MESSGERÄTE

### 7.8.1 Mobile Überwachung der Gammadosisleistung

Die FANK verfügt über 24 mobile XL2-GammaTracer-Messsonden (Abb. 20), die im Jahr 2004 von Saphymo bezogen wurden. Sie sind Teil der Katastrophenschutz-ausrüstung und werden vom belgischen Zivilschutz und von der FANK eingesetzt und/oder installiert; für die Wartung ist die FANK zuständig.

Bei Routinebetrieb übertragen die Sonden einmal täglich Daten (4-Stunden-Messtakt) an den Server. So konfiguriert arbeiten die Geräte über ein Jahr lang autark. Die *Wake-Up*-Funktion der Sonden wird bei einer Strahlung von 200 nSv/h aktiviert. Oberhalb dieser Dosisleistung werden Daten alle 10 Minuten gemessen und übertragen. In diesem Falle arbeitet das Gerät nur wenige Wochen autark. Ein GPS-Sensor ortet die Sonden; die Koordinaten sind Teil jeder Datenübertragung.

Alle drei Monate wird ein Alarmtest durchgeführt, und das Gerät wird einmal jährlich eingehender gewartet (Batteriekontrolle, Parameterüberprüfung, Kalibrierung usw.).



**Abb. 20. Autark funktionierende mobile Messsonde zur Überwachung der Gammadosisleistung**



**Abb. 21. Tragbarer Luftprobensammler**

## 7.8.2 Mobiler Luftprobensammler

Für die Sammlung von luftgetragendem Staub und Jod steht ein Luftprobensammler zur Verfügung (Abb. 21). Die Proben werden mithilfe einer speziell konzipierten tragbaren Luftpumpe gesammelt, die mit einem Durchflussmesser und einem auf der Lufteinlassöffnung montierten Filtervorsatz ausgestattet ist. Letzterer enthält einen Papierfilter (für luftgetragenen Staub) und einen Aktivkohlefilter (u. a. für Jod). Filterpapier und/oder Aktivkohlepatrone werden nach Ablauf der notwendigen Probenahmedauer, d. h. wenn das erforderliche Probenvolumen durchgepumpt wurde, ausgewechselt. Die einzelnen Filter/Patronen werden in einem Kunststoffbeutel versiegelt ins Labor transferiert und dort sofort gamma-spektrometrisch analysiert.

# 8 ÜBERPRÜFUNGEN

## 8.1 EINLEITUNG

Zweck dieser Überprüfung nach Artikel 35 war die Kontrolle der Vorkehrungen zur Überwachung der flüssigen und gasförmigen Ableitungen des KKW Tihange und der Umweltüberwachungseinrichtungen im und im Umkreis des Kraftwerks.

Das Prüfteam kontrollierte die Anlagen für die Ableitungsüberwachung in Block 2 des KKW Tihange (T2), das Labor für die radiochemische Analyse von Ableitungsproben sowie ausgewählte Anlagen für die standortinterne und -externe Überwachung der Umweltradioaktivität. Betroffen waren sowohl standortspezifische KKW-betriebene Einrichtungen als auch Einrichtungen des nationalen Strahlenschutzsystems.

## 8.2 ÜBERWACHUNG FLÜSSIGER ABLEITUNGEN AUS BLOCK 2 DES KKW TIHANGE

Im KKW anfallende Abwässer werden in Ableitungstanks gesammelt. Vor jedem Leeren dieser Tanks wird die Radioaktivität im Tank kontrolliert, um sicherzustellen, dass die für die Anlage zulässigen Ableitungsgrenzwerte nicht überschritten werden. Daneben existieren Online-Überwachungsgeräte und automatisierte Probensammelsysteme für die Dampferzeuger-Abschlämme (d. h. Schlämme, die aus dem Sekundärkreislauf des Dampferzeugers abgeführt werden, um Schlammablagerungen und Korrosionsbildung zu vermeiden).

Zur Überprüfung der Vorkehrungen für die Überwachung flüssiger Ableitungen aus Block 2 des KKW Tihange besichtigte das Prüfteam folgende Einrichtungen:

### **Abwasserkontrolle**

Das Abwassertanksystem (Tanks für Ableitungen aus dem Primärkreislauf (*Traitement des Effluents Primaires*) oder TEP) wird vom Kontrollraum für Abwässer (*Traitement des Effluents Liquides*, TEL) aus gesteuert. Der zulässige Ableitungsdurchfluss wird auf Basis des <sup>3</sup>H-Gehalts der Ableitung und der Fließgeschwindigkeit der Maas berechnet<sup>8</sup>.

Der TEL-Kontrollraum ist der Ort, an dem der Betreiber den Inhalt voller Abwassertanks ableitet. Vor jeder Ableitung wird eine Probe entnommen, um den Radioaktivitätsgehalt der ableiteten Abwässer zu bestimmen; die Ergebnisse werden in einer Datenbank erfasst. Die Ableitungsrohre der einzelnen Tanks sind auch mit selbsttätigen Abschaltvorrichtungen ausgestattet, die den Ableitungsprozess im Falle ungewöhnlich hoher Radioaktivitätswerte automatisch stoppen.

### **Überwachungsgeräte für die Dampferzeuger-Abschlammung**

---

<sup>8</sup> Wasser aus der Maas wird auch für die Herstellung von Trinkwasser für den menschlichen Gebrauch verwendet, weshalb der <sup>3</sup>H-Parameterwert von 100 Bq/l eingehalten werden muss.

Die Ableitungen aus der Dampferzeuger-Abschlammung fließen kontinuierlich und in großen Mengen, sind jedoch gewöhnlich nicht radioaktiv<sup>9</sup>. Ein Online-Überwachungsgerät löst bei hohen Radioaktivitätswerten im Abschlammableitungsrohr einen Alarm aus. Zudem steht ein automatisches Bühler-Probenahmegerät zur Verfügung, ausgestattet mit einer 2-Liter-Flasche für jeden Wochentag. Proben werden in 50-ml-Fractionen gezogen und im KKW-eigenen Labor analysiert.

### **Beprobung der Abwassertankinhalte**

Abwässer werden in TEP-Tanks mit einem Fassungsvermögen von 500 oder 800 m<sup>3</sup> gesammelt. Vom Beprobungsraum aus führt eine Rohrleitung direkt in jeden Tank. Eine Umwälzpumpe homogenisiert den Tankinhalt, bevor die Proben entnommen werden, um deren Repräsentativität zu verbessern. Die Probenahmeleitung wird vor jeder Probenahme ausgespült.

### **Überwachung am Kanal für flüssige Ableitungen**

Flüssige Ableitungen werden mit dem aus dem KKW ausfließenden Kühlwasser vermischt. Der für die Radioaktivitätsüberwachung des T2-Kühlwasser-Ableitungskanals verwendete Detektor wurde dem Prüfteam demonstriert. Das Gerät befindet sich an der Stelle, an der die Ableitungen dem ausfließenden Kühlwasser, das vom zurückgepumpten Kühlwasser getrennt wird, zugemischt werden.

*Die Überprüfung ergab keinen Anlass zu Empfehlungen.*

## **8.3 ÜBERWACHUNG GASFÖRMIGER ABLEITUNGEN AUS BLOCK 2 DES KKW TIHANGE**

Gasförmige Ableitungen werden mithilfe von Online-Überwachungsgeräten und durch Probenahmen überwacht. Überwacht werden Abluftströme und Gasspeichertanks, bei denen vor der Ableitung des Gases eine Zerfallsdauer von 30-50 Tagen üblich ist (Xe-Zerfall). Zur Überprüfung dieser Überwachungsvorkehrungen in Tihange 2 besuchte das Prüfteam die folgende Einrichtungen:

### **Kontrolle gasförmiger Ableitungen aus Punktquellen**

Das System der Gasspeichertanks (*traitement d'effluents gazeux*, TEG) wird im TEG-Kontrollraum gesteuert. Die Tanks haben entweder den Status „in Befüllung“ oder „in Zerfall“. Bevor der Bediener den Tankinhalt ableiten kann, muss er die Genehmigung des Schichtleiters einholen.

Tanks, die sich „in Zerfall“ oder noch „in Befüllung“ befinden, erhalten entsprechende Aufkleber. Das Prüfteam stellte fest, dass diese Aufkleber sehr klein sind und leicht entfernt (falsch angebracht) werden können. Die Tanks haben kein Schlüsseltransfersysteme zur Vermeidung einer unbeabsichtigten Gasabführung aus einem falschen Tank (oder allen Tanks). Dem Prüfteam wurde mitgeteilt, dass T1 über ein solches System verfügt. T3 hat ein administratives Verriegelungssystem.

### **Abluftkamin**

Der Abluftkamin ist die einzige Stelle, an der kontrolliert radioaktive Gase in die Luft abgeleitet werden. Der Gesamtdurchflussmenge wird innerhalb des Kamins mithilfe von Pitotrohr-Durchflussmessern (Emerson Rosemount) gemessen. Sie liegt in der Regel bei 150 000 m<sup>3</sup>/Std.

### **Online-Überwachung gasförmiger Ableitungen**

Ableitungen über den Abluftkamin werden mithilfe der Online-Systeme VBP301 und VBP302 kontrolliert; die Überwachung erfolgt durch isokinetische Entnahme einer Abluftprobe über einen Bypass. Die Ermittlung erfolgt durch Überwachung der Beta-Aktivität auf Rollfilterpapier.

### **Beprobung von radioaktiven Schwebstoffen und <sup>131</sup>I**

<sup>9</sup> In Tihange 2 wurden alle Dampferzeuger 2001 ersetzt. Seither hat es keine Lecks aus Dampferzeuger-Rohren mehr gegeben, d. h. keine Radioaktivität in den Dampferzeuger-Abschlammungen.

Ein und dieselbe Probenahmeleitung (mit Online-Monitoring) enthält zwei parallele Sätze Gasfilterpapier und Aktivkohlekartuschen für die Schwebstoff- und die Jodüberwachung. Ein dritter Filtersatz befindet sich zudem auf der Probenahmeleitung des Geräts für die Online-Überwachung nach Störfällen (*Post-accident Monitoring*). Alle Filtersätze werden wöchentlich ausgewechselt und analysiert.

#### **Überwachung nach Unfällen (Post-accident monitoring)**

Da die Routineüberwachungssysteme bei Ableitungen infolge schwerer Störfälle überfordert wären, verfügt die Anlage über einen separaten Störfallmonitor (BIS 301) für Edelgasableitungen. Dieses System basiert auf einer Ionisationskammer und einem GM-Zähler mit breitem Messbereich ( $10^9$ - $10^{15}$  Bq/m<sup>3</sup>).

#### **Gasbeprobung**

Gasproben werden entnommen, indem 500 Liter Gas durch ein System aus Filterpapier mit Aktivkohlekartusche für <sup>131</sup>I-Beprobungen<sup>10</sup> geführt werden. Die Proben werden im KKW-Labor gaschromatografisch und gammaspektroskopisch analysiert.

Das Prüfteam wurde informiert, dass eine Tritium-Überwachung in Tihange zwar nicht gesetzlich vorgeschrieben ist, in Block T3 jedoch zurzeit ein Tritium-Monitor experimentell getestet wird.

*Das Prüfteam empfiehlt, auch in T2 ein Schlüsseltransfersystem einzuführen, um unbeabsichtigte Tankableitungen zu verhindern, und das Kennzeichnungssystem für die Gasspeichertanks zu verbessern.*

### **8.4 TIHANGE-2-ANALYSELABOR FÜR ABLEITUNGEN UND STANDORTINTERNE UMWELTPROBEN**

Alle Blöcke des KKW Tihange verfügen über eigene Labors, die mehr oder weniger identisch sind. In jedem Labor arbeiten sieben (in T2 acht) Beschäftigte. Das Prüfteam wurde informiert, dass das T2-Labor für Ableitungen vor allem folgende Analysen durchführt:

- Luftfilterpapier: Gammaspektroskopie
- Proben flüssiger Ableitungen: Gammaspektroskopie, Gesamt-Gamma-/Gesamt-Beta-Zählung, Beta-Zählung, Alpha-Zählung
- Gasprobenkanister: Gammaspektroskopie

Zudem analysiert das Labor monatlich Wassersammelproben, Regenwasserproben (auf dem Dach gesammelt) sowie einmal jährlich Grundwasserproben. Zur Überprüfung der Vorkehrungen für die Überwachung gasförmiger und flüssiger Ableitungen im Block 2 des KKW Tihange besichtigte das Prüfteam die folgenden Laboreinrichtungen:

#### **T2-Labor (kontrollierter Bereich – „Heißbereich“)**

Die Ableitungsproben aus dem kontrollierten Bereich werden vom Heißbereich des Labors entgegengenommen und in der LIMS-Datenbank erfasst. Jede Probe wird mit einer LIMS-Nummer gekennzeichnet.

Der „heißseitige“ Zählungsraum ist mit einem Canberra-7401-Alphaspektrometer, einem Canberra-Betaspektrometer, einem Gammaspektrometer (NaI-Detektor) und einem tri-Carb-2900-TR-Flüssigszintillationszähler (für <sup>3</sup>H-Messungen) ausgestattet. Die Geräte sind modern und werden gut gewartet.

#### **T2-Labor (unkontrollierter Bereich – „Kaltbereich“)**

---

<sup>10</sup> Zusätzlich zu den Proben aus dem Tank für gasförmige Ableitungen (TEG) können auch Gasproben aus den Tanks für flüssige Ableitungen (TEP) entnommen werden, um den Wasserstoffgehalt des Tanks zu bestimmen.

Der „Kaltbereich“ des Labors verfügt über zwei stickstoffgekühlte Canberra-Gammaspektrometer (davon einer mit N<sub>2</sub>-Rückführung). Beide Systeme werden zur Messung von Ableitungs- und Umweltproben bei mehreren Zählgeometrien verwendet. Leistungskalibrierungen werden nach Laborstandards durchgeführt, die auf kommerziellen Aktivitätsstandards basieren. Die wöchentlichen Systemkontrollen umfassen Energie-, Resolutions- und Leistungsstabilitätskontrollen. Die Ergebnisse der Zählung werden im LIMS-System des Labors erfasst und vom Laborleiter abgenommen.

Das Prüfteam überprüfte die jüngsten Aktivitätsergebnisse im LIMS-System für Regen- und Grundwasser.

*Die Überprüfung gab keinen Anlass zu Empfehlungen.*

## **8.5 KKW-INTERNE UMWELTÜBERWACHUNG**

### **8.5.1 Überwachung der Strahlendosis und der Strahlendosisleistung**

Zur Überprüfung der Vorkehrungen für die KKW-interne Überwachung der Strahlendosisleistung besichtigte das Prüfteam folgende Einrichtungen:

#### ***GammaTracer-Messgeräte am Anlagenzaun***

Entlang der Einfriedung des KKW sind 22 GammaTracer-Messstationen installiert, die vom Anlagenpersonal bedient werden. Das Prüfteam besichtigte eine flussseitige Messstation (4 Meter Entfernung zur Hochwasserschutzmauer) und eine zweite auf der anderen Seite des KKW-Geländes.

#### ***TELERAD-Messstationen IMR T18 und T07***

Entlang der Einfriedung des KKW sind 22 von der FANK betriebene ENVINET SARA-Messstationen installiert, die Teil des nationalen TELERAD-Netzes sind. Das Prüfteam besichtigte eine flussseitige Station und eine zweite auf der anderen Seite des KKW-Geländes (Stationen IMR-T18 und IMR-T07).

Die Zahl der Überwachungsstationen am Anlagenzaun ist beachtlich hoch. Das Prüfteam stellt fest, dass derart viele Stationen am Anlagenzaun im Falle eines ebenerdigen Radioaktivitätsaustritts aus einem KKW-Gebäude zwar eine sehr schnelle und akkurate Alarmauslösung gewährleisten, radioaktive Emissionen aus dem Kamin von den Zaundetektoren möglicherweise jedoch nicht erkannt werden. Diese Art von Emissionen kann von den TELERAD-Stationen erfasst werden, die sich in weiterer Entfernung vom KKW befinden.

#### ***FANK-Notstromaggregat (Diesel) und -USV-Systeme***

Der FANK-betriebene Notstromdieselmotor und die damit zusammenhängenden USV-Systeme wurden dem Prüfersystem demonstriert. Diese Systeme fungieren als Notstromaggregate für die TELERAD-Stationen am Anlagenzaun und in den Kühlwasserableitungskanälen.

*Die Überprüfung gab keinen Anlass zu Empfehlungen.*

### **8.5.2 Mobile Geräte für die Radioaktivitätsüberwachung**

Zur Überprüfung der Vorkehrungen für die mobile Radioaktivitätsüberwachung im KKW Tihange besichtigte das Prüfteam folgende Einrichtungen:

#### ***Mobiles Luftmessgerät***

Das mobile Berthold-Luftmessgerät kann am Überwachungsstandort (Innenraum) aufgestellt werden, um die radiologische Qualität der Umgebungsluft zu messen. Das System besteht aus einem Strahlendosismesser und Geräten zur Überwachung der Schwebstoffaktivität und ist an ein Datenlogger-System angeschlossen. Das KKW Tihange verfügt über zwei dieser Systeme.

#### ***Messgerät für die Wegekontrolle***



Das Saphymo-Messfahrzeug für die Wegekontrolle überwacht die Bodenkontamination (Alpha-/Betadetektor; keine Messung der Strahlenbelastung der Luft) mithilfe eines unter dem Fahrzeug angebrachten Gasproportionalzählers (Flächendetektor von 1800 cm<sup>2</sup>). Das System selbst zeichnet keine Daten auf, der Fahrer hört das Zählergebnis des Detektors vielmehr über Kopfhörer und kann so etwaige Strahlen-Hotspots auf dem Boden lokalisieren.

### ***Fahrzeuge für die Umgebungsüberwachung***

Das KKW Tihange verfügt über zwei mobile Strahlenmessfahrzeuge (Kleintransporter des Typs *Citroen Jumper*), die mit einem NaI-Detektorensystem für Umweltprobenmessungen und die Überwachung der Umweltdosisleistung (während der Fahrt) ausgestattet sind. Zudem verfügt die Anlage über ein mobiles Luftprobensammelgerät mit Filterpapieren für Schwebstoffproben und einem Aktivkohlefilter für Jodproben, das automatisch 1 m<sup>3</sup>-Luftproben sammelt. Das Fahrzeug ist außerdem mit handgeführten Geräten zur Messung der Dosisleistung und der Umweltkontamination ausgerüstet. Insgesamt wurden sechs Personen im Umgang mit diesem mobilen Überwachungsgerät geschult. Das System wird einmal im Monat an vier verschiedenen Standorten getestet.

*Die Überprüfung gab keinen Anlass zu Empfehlungen.*

## **8.6 KKW-EXTERNE UMGEBUNGSÜBERWACHUNG**

### **8.6.1 Überwachung der Strahlendosisleistung**

#### ***TELERAD-IMA/T01- und -Wetterstation***

Das Prüfteam besichtigte die TELERAD-Messstation für externe Dosisleistung IMA/T01, die etwa 2 km vom KKW entfernt am gegenüberliegenden Ufer der Maas in einem verriegelten Käfiggehäuse installiert ist. Der Standort auf offenem Gelände hoch über dem Maastal ist sehr gut.

Am selben Ort befindet sich auch eine TELERAD-Wetterstation, deren Sensoren (für Windgeschwindigkeit und Windrichtung) in 10 Metern Höhe installiert sind.

#### ***TELERAD IMA/T05***

Das Prüfteam besichtigte die TELERAD-Messstation IMA/T05 für die externe Dosisleistung, die etwa 1 km vom KKW entfernt maasabwärts am Ufer neben dem Flusswasser-Messbehälter installiert ist. Die Kalibrierung der Station mithilfe eines radioaktiven „Kalibrationsrings“ um den Detektor wurde dem Prüfteam demonstriert.

*Die Überprüfung gab keinen Anlass zu Empfehlungen.*

### **8.6.2 Überwachung der Luftradioaktivität**

Das Prüfteam besichtigte das IRE-Luftsammlergerät (Mittelvolumen), das etwa 2 km vom KKW entfernt am anderen Maasufer neben der TELERAD-Messstation IMA/T01 positioniert ist. Der Standort auf offenem Gelände hoch über dem Maastal ist sehr gut.

Das Gerät ist ausgestattet mit einzelnen Filtern für jeden Wochentag. Ein elektronisches Kontrollsystem sorgt dafür, dass die Luft den richtigen Filter passiert (wie Abb. 13). Da die Filter vom IRE wöchentlich eingesammelt werden, können die Luftradioaktivitätswerte für jeden Tag analysiert werden. Der Luftdurchfluss wird von einem Luftmengenmesser gemessen. Das System verfügt über eine Notbatterie für das Kontrollsystem, jedoch nicht für die Luftpumpe, d. h. bei Stromausfall wird keine Luft durch die Filter gepumpt, die Filterkontrolle wird jedoch aufrechterhalten, und die Daten über das Gesamtluftdurchflussvolumen je Filter werden weiter aufgezeichnet.

*Die Überprüfung gab keinen Anlass zu Empfehlungen.*

### **8.6.3 Überwachung radioaktiver Ablagerungen**

Das Prüfteam besichtigte den Nass-/Trocken-Ablagerungssammler, der etwa 2 km vom KKW entfernt am gegenüberliegenden Maasufer in der Nähe der TELERAD-Messstation IMA/T01 positioniert ist.



Der Sammelbehälter wird beheizt, um ein Gefrieren der Ablagerungen zu vermeiden. Wegen des kurzen Stromkabels wurde das System ca. 0,5 m von der Gebäudewand entfernt installiert. Die unmittelbare Nähe dieser Wand beeinflusst möglicherweise das Sammelvolumen bei bestimmten Windrichtungen, was die Repräsentativität der Probe geringfügig beeinträchtigen kann. Die Probe wird wöchentlich abgeholt und auf Gesamt-Alpha-/Gesamt-Betaaktivität und nuklidspezifische Gammastrahlen analysiert.

*Das Prüfteam empfiehlt eine Überprüfung der Probenrepräsentativität.*

#### **8.6.4 Überwachung der Radioaktivität in der Maas**

Das Prüfteam besichtigte den Messbehälter für die Überwachung der Wasserqualität, der etwa 1 km flussabwärts vom KKW hinter einem Wasserkraftwerk installiert ist. Der Behälter ist beheizt und mit Notstromaggregaten ausgestattet. Er enthält folgende Instrumente:

##### ***TELERAD-Wasserstation IMW/01***

Bei dieser Messstation handelt es sich um ein Wasserdurchflusssystem, dessen  $\text{LaBr}_3$ -Detektor sich unter dem Wasserspiegel befindet. Das System ist mit einem Durchflussmesser (ja/nein-Angabe) ausgestattet. Der Nennwasserdurchfluss beträgt etwa 64 l/min.

##### ***Sedimentsammelgerät***

Bei diesem Sedimentsammler handelt es sich um einen Container, auf dessen Boden sich über vier Wochen Flusswassersedimente ablagern, die zur Bildung einer Sedimentprobe gesammelt werden können. Diese 4-Wochen-Proben werden im IRE-Elit-Labor analysiert.

##### ***Automatisches Wassersammelgerät***

Dieses Sammelgerät entnimmt automatisch alle 30 Minuten Flusswasserproben, die in je einer Probeflasche/Tag gesammelt werden. Diese Tagesproben werden wöchentlich abgeholt und vom IRE analysiert.

*Die Überprüfung gab keinen Anlass zu Empfehlungen.*

## 9 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Alle geplanten Überprüfungen wurden erfolgreich durchgeführt. Die vor dem Besuch übermittelten Informationen sowie die während und nach der Überprüfung bereitgestellten zusätzlichen Unterlagen erwiesen sich als hilfreich.

Die übermittelten Informationen und die Überprüfungsergebnisse führen zu folgenden Schlussfolgerungen:

- (1) Die Überprüfungen ergaben, dass die für eine kontinuierliche Überwachung des Radioaktivitätsgehalts der Luft, des Wassers und des Bodens in Belgien erforderlichen Einrichtungen angemessen sind. Die Kommission konnte die Arbeitsweise und Wirksamkeit eines repräsentativen Teils dieser Einrichtungen überprüfen.
- (2) Die Überprüfungen ergaben, dass die für eine kontinuierliche Überwachung des Radioaktivitätsgehalts der Luft, des Wassers und des Bodens am Standort des KKW Tihange und in seiner Umgebung angemessen sind. Die Kommission konnte die Arbeitsweise und Wirksamkeit eines repräsentativen Teils dieser Einrichtungen überprüfen.
- (3) Die Überprüfungen ergaben, dass die für eine kontinuierliche Überwachung des Radioaktivitätsgehalts gasförmiger und flüssiger Ableitungen am Standort des KKW Tihange angemessen sind. Die Kommission konnte die Arbeitsweise und Wirksamkeit dieser Einrichtungen überprüfen.
- (4) Es wurden einige Empfehlungen formuliert, die insbesondere das Verriegelungssystem der Kontrolleinrichtung für die Gasspeichertanks in Block 2 des KKW Tihange und die Repräsentativität der Proben atmosphärischer Ablagerungen betreffen. Ungeachtet dieser Empfehlungen stehen die überprüften Teile des nationalen Überwachungssystems für Radioaktivität in der Umgebung und der Überwachungssysteme am Standort des KKW Tihange im Einklang mit den Bestimmungen des Artikels 35 Euratom-Vertrag.
- (5) Eine Zusammenfassung der Überprüfungsergebnisse findet sich im Dokument über die „wesentlichen Schlussfolgerungen“, das den zuständigen belgischen Behörden über die Ständige Vertretung Belgiens bei der Europäischen Union übermittelt wird.
- (6) Die Kommissionsdienststellen ersuchen die belgischen Behörden, ihnen bis Ende 2017 einen Bericht über die Umsetzung der Empfehlungen sowie über jegliche signifikante Änderungen an den Überwachungssystemen vorzulegen. Anhand dieses Berichts wird die Kommission über die Notwendigkeit einer Anschlussprüfung entscheiden.
- (7) Das Prüftteam bedankt sich bei allen Beteiligten für die hervorragende Zusammenarbeit.

**REFERENZDOKUMENTE & UNTERLAGEN**

---

1. Fragebogen an die zuständige nationale Behörde über Vorabinformationen, eingegangen am 28. Oktober 2016
2. Überprüfungen nach Artikel 35 Euratom-Vertrag, 10.-14. Juni 1996, E-96/1 Tihange, Blöcke 1-2-3
3. Centrale nucleaire de Tihange, Declaration environnementale 2015, Electrabel Gdf Suez

---

**ÜBERPRÜFUNGSPROGRAMM**


---

## KKW Tihange – Ableitungs- und Umweltüberwachung und nationales Netz zur Überwachung der Umgebungsradioaktivität im Umkreis des Kraftwerks

**KKW Tihange, Belgien, 14. – 17. November 2016**

Tag/Datum	Uhrzeit	Überprüfung
Montag 14. November	15:00 - 17:00 Uhr	Auftaktsitzung mit Vertretern der FANK und des KKW Tihange
Dienstag 15. November	9:00 - 12:30 Uhr	Überprüfung der Einrichtungen zur Überwachung gasförmiger Ableitungen aus Tihange 2 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Online-Überwachungssysteme</li> <li>• Vorkehrungen für die Entnahme von Gasproben</li> <li>• Kontrollraumschnittstelle</li> </ul>
	13:30 - 17:00 Uhr	Überprüfung der Einrichtungen zur Überwachung flüssiger Ableitungen aus Tihange 2 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Online-Überwachungssysteme</li> <li>• Vorkehrungen für die Entnahme von Flüssigproben</li> <li>• Kontrollraumschnittstelle</li> </ul>
Mittwoch 16. November	9:00 - 12:30 Uhr	Besichtigung der Analyselaboratorien für Ableitungsproben aus dem KKW Tihange
	13:30 - 17:00 Uhr	Überprüfung der standortinternen Umweltüberwachungsmaßnahmen des Betreibers <ul style="list-style-type: none"> <li>• Periphere Gamma-Überwachung</li> <li>• Grundwasserbeprobung</li> <li>• Regenwasserbeprobung</li> <li>• Wetterstation</li> <li>• mobile Überwachungsgeräte usw.</li> </ul>
Donnerstag 17. November	9:00 - 15:30 Uhr	Überprüfung der gesetzlich vorgeschriebenen standortinternen und -externen Umweltüberwachung und der Messstationen des nationalen Umwachtungsprogramms im Umkreis des KKW <ul style="list-style-type: none"> <li>• BCI/BCD-Wassermessstationen</li> <li>• TELERAD-Messstationen</li> <li>• Luftprobensammelgeräte</li> <li>• Ablagerungssammelgeräte</li> <li>• Tragbare Überwachungsgeräte für Schwebstaub/Jod</li> <li>• Flusswassersammelgeräte usw.</li> </ul>

	16:00 - 17:00 Uhr	Schlusssitzung mit Vertretern der FANK und des KKW Tihange
--	-------------------	--