



Niedersächsischer Landesbetrieb für  
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

Überwachung nach der Richtlinie zur  
Emissions- und Immissionsüberwachung  
kerntechnischer Anlagen (REI)

Standortzwischenlager Grohnde

Jahresbericht 2018  
Immissionsüberwachung



**Niedersachsen**

**Aufsichtsbehörde Atomrecht:**

Niedersächsisches Ministerium für  
Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz  
Archivstr. 2  
30169 Hannover

**Auftrag:**

Erlass vom 31.03.2004, Az.: 43-40518/4/4

**Herausgeber:**

Niedersächsischer Landesbetrieb für  
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz  
Am Sportplatz 23  
26506 Norden

| <b>Inhaltsverzeichnis</b>                                  | <b>Seite</b> |
|------------------------------------------------------------|--------------|
| 1    Veranlassung .....                                    | 1            |
| 2    Messprogramm zur Umgebungsüberwachung .....           | 2            |
| 2.1  Allgemeines .....                                     | 2            |
| 2.2  Tabellen zum Messprogramm .....                       | 3            |
| 2.3  Darstellungen der Messpunkte und Probenahmeorte ..... | 5            |
| 3    Durchführung des Messprogramms .....                  | 10           |
| 3.1  Messungen und Probennahme .....                       | 10           |
| 3.1.1  Gamma-Ortsdosis .....                               | 10           |
| 3.1.2  Neutronen-Ortsdosis .....                           | 10           |
| 3.2  Messverfahren .....                                   | 10           |
| 3.2.1  Thermolumineszenzdosimetrie .....                   | 10           |
| 3.3  Qualität der Messungen .....                          | 11           |
| 4    Bewertung der Messergebnisse .....                    | 12           |
| 4.1  Zusammenfassende Bewertung .....                      | 12           |
| 4.2  Bewertung der einzelnen Bestimmungen .....            | 12           |
| 4.2.1  Gamma-Ortsdosis .....                               | 13           |
| 4.2.2  Neutronen-Ortsdosis .....                           | 14           |
| 5    Messergebnisse .....                                  | 15           |
| 5.1  Gamma-Ortsdosis .....                                 | 15           |
| 5.2  Neutronen-Ortsdosis .....                             | 18           |
| 6    Tabellenverzeichnis .....                             | 21           |
| 7    Abbildungsverzeichnis .....                           | 21           |
| 8    Literaturverzeichnis .....                            | 22           |

## **1      Veranlassung**

Der Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) führt als unabhängige Messstelle beim Standortzwischenlager (SZL) Grohnde ein Programm zur Umgebungsüberwachung durch. Die Inbetriebnahme der Anlage erfolgte im April 2006.

Die Beauftragung zur Immissionsüberwachung des SZL Grohnde erfolgte mit dem Erlass des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt und Klimaschutz vom 31.03.2004 (Az.: 43-40518/4/4) /1/. Die Messungen wurden bzw. werden nach Vorgaben der Aufsichtsbehörde auf Grundlage der REI /4/ in der jeweils geltenden Fassung durchgeführt.

Der vorliegende Bericht behandelt die atomrechtliche Umgebungsüberwachung des auf dem Gelände des Kernkraftwerkes Grohnde befindlichen Trockenlagers. Der Inhalt erstreckt sich auf die ergänzenden Maßnahmen gemäß Anhang C der REI /4/. Maßnahmen die sich auf das Trockenlager und das Kernkraftwerk beziehen, sind dem Jahresbericht der Immissionsüberwachung des Kernkraftwerkes Grohnde zu entnehmen.

Die Durchführung und Bewertung der Messungen finden unter Berücksichtigung des folgenden Gesetzes sowie der folgenden Verordnung und Richtlinie statt:

- Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz – AtG) /2/
- Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV) /3/
- Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) /4/

Mit dem 31.12.2018 wurde das Strahlenschutzrecht novelliert. Die Grundlage für diesen Bericht ist die StrSchV /3/ in der zitierten Fassung.

Die Dokumentation und Berichterstattung an die Aufsichtsbehörde erfolgt gemäß REI /4/.

## **2 Messprogramm zur Umgebungsüberwachung**

### **2.1 Allgemeines**

Die Festlegung des Überwachungsprogramms erfolgt in Abstimmung mit der Aufsichtsbehörde auf Grundlage der REI /4/.

Die eingesetzten Mess- und Probenahmeverfahren erfolgen auf Grundlage der „Messanleitungen für die Überwachung radioaktiver Stoffe in der Umwelt und externer Strahlung“ /5/.

Das Programm zur Umgebungsüberwachung im bestimmungsgemäßen Betrieb ist in der Tab. 2-1 aufgeführt. Die Karte zur Darstellung der Messpunkte ist in den Abb. 2-1 bis Abb. 2-3 dargestellt.

Für den Störfall/Unfall sind neben den Verfahren für die Umgebungsüberwachung im bestimmungsgemäßen Betrieb zusätzliche Probenahme- und Messverfahren vorzusehen. Die zusätzlichen Maßnahmen zur Überwachung der Umgebung der Anlage im Störfall/Unfall sind in der Tab. 2-2 aufgeführt. Die Karten zur Darstellung der Messpunkte und Probenahmeorte sind in den Abb. 2-4 und Abb. 2-5 dargestellt. Die Gamma-Ortsdosis-Messpunkte sind identisch mit denen des Kernkraftwerkes Grohnde.

## 2.2 Tabellen zum Messprogramm

Tab. 2-1: Maßnahmen der unabhängigen Messstelle zur Überwachung der Umgebung im bestimmungsgemäßen Betrieb (REI-Tabelle C.1.2)

| <b>Maßnahmen der unabhängigen Messstelle zur Überwachung des SZL Grohnde im bestimmungsgemäßen Betrieb (REI-Tabelle C.1.2)</b> |                                                      |                                   |                                                             |                                                                                           |                                                                                                                  |                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Prog.-punkt</b>                                                                                                             | <b>überwachter Umweltbereich mit Kennziffer (xx)</b> | <b>Art der Messung, Messgröße</b> | <b>erforderliche(r) Nachweisgrenze/ Messbereichsendwert</b> | <b>Probenahme- bzw. Messorte</b>                                                          | <b>Art und Häufigkeit der Probenahme und der Messungen</b>                                                       | <b>Bemerkungen</b>                                                                                                              |
| <b>1.</b>                                                                                                                      | <b>Luft (01):</b>                                    |                                   |                                                             |                                                                                           |                                                                                                                  |                                                                                                                                 |
| 1.1                                                                                                                            | Gammastrahlung                                       | Gamma-Ortsdosis                   | 0,1 mSv im Jahr <sup>1)</sup>                               | 4 Festkörperdosimeter am Betriebsgeländezaun                                              | Der Dosimeterwechsel erfolgt halbjährlich. Die Halbjahreswerte werden addiert und auf das Kalenderjahr normiert. | Überwachung der Dosisbeiträge aus der Direktstrahlung der Anlage<br>Dosimeter Z 1, Z 2, Z 3 und Z 5 aus der Überwachung des KWG |
| 1.2                                                                                                                            | Neutronenstrahlung                                   | Neutronen-Ortsdosis               | 0,5 mSv im Jahr <sup>1)</sup>                               | 4 Neutronendosimeter am Betriebsgeländezaun<br>1 Neutronendosimeter als Referenzdosimeter | jährliche Auswertung                                                                                             | Überwachung der Dosisbeiträge aus der Direktstrahlung der Anlage                                                                |

<sup>1)</sup> für die Erhöhung gegenüber der Untergrunddosis

Tab. 2-2: Maßnahmen der unabhängigen Messstelle zur Überwachung der Umgebung im Störfall/Unfall (REI-Tabelle C.1.4)

| Maßnahmen der unabhängigen Messstelle zur Überwachung des SZL Grohnde im Störfall/Unfall (REI-Tabelle C.1.4) |                                               |                                                                                    |                                                      |                                                                                                                          |                                                                                                                                                          |                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Prog.-punkt                                                                                                  | überwachter Umweltbereich mit Kennziffer (xx) | Art der Messung, Messgröße                                                         | erforderliche(r) Nachweisgrenze/ Messbereichsendwert | Probenahme- bzw. Messorte                                                                                                | Art und Häufigkeit der Probenahme und der Messungen                                                                                                      | Bemerkungen                                                              |
| <b>1.</b>                                                                                                    | <b>Luft (01):</b>                             |                                                                                    |                                                      |                                                                                                                          |                                                                                                                                                          |                                                                          |
| 1.1                                                                                                          | äußere Strahlung                              | Gamma-Ortsdosisleistung                                                            | 50 nSv/h                                             | je ein Messort in den Sektoren der weiteren Umgebung nach REI Abbildung C.1.1                                            | Kurzzeitmessungen / halbjährliches Training in jeweils drei Sektoren                                                                                     |                                                                          |
|                                                                                                              |                                               | Gamma-Ortsdosis                                                                    | 0,1 mSv <sup>1)</sup>                                | 12 Festkörperdosimeter an ausgewählten Orten in den Sektoren der weiteren Umgebung nach REI Abbildung C.1.1              | Einsammeln der Dosimeter im Ereignisfall bzw. halbjährlich mit anschließender Auswertung                                                                 | beim Einsammeln der Dosimeter ist jeweils ein neues Dosimeter auszulegen |
| 1.2                                                                                                          | Aerosole                                      | durch Gammaspektrometrie ermittelte Aktivitätskonzentration einzelner Radionuklide | 20 Bq/m <sup>3</sup> bezogen auf Co-60               | Probenahmeorte wie Prog.-punkt 1.1                                                                                       | 10 Minuten Sammelzeit mit anschließender Auswertung / halbjährliches Training an wechselnden Messorten                                                   |                                                                          |
| <b>2.</b>                                                                                                    | <b>Boden / Oberfläche (03):</b>               |                                                                                    |                                                      |                                                                                                                          |                                                                                                                                                          |                                                                          |
| 2.1                                                                                                          | Bodenoberfläche                               | Kontaminationsdirektmessung durch In-situ-Gammaspektrometrie                       | 200 Bq/m <sup>2</sup> bezogen auf Co-60              | 6 Messorte in der unmittelbaren Umgebung und je 1 Messort in den Sektoren der weiteren Umgebung nach REI Abbildung C.1.1 | Kurzzeitmessungen / halbjährliches Training an 1 Messort in der unmittelbaren Umgebung und 2 Messorten in der weiteren Umgebung nach REI Abbildung C.1.1 |                                                                          |
| <b>3.</b>                                                                                                    | <b>Pflanzen / Bewuchs (04):</b>               |                                                                                    |                                                      |                                                                                                                          |                                                                                                                                                          |                                                                          |
| 3.1                                                                                                          | Bewuchs                                       | durch Gammaspektrometrie ermittelte spezifische Einzelradionuklidaktivität         | 0,5 Bq/kg bezogen auf Co-60 und TM <sup>2)</sup>     | Probenahmeorte wie Prog.-punkt 2.1                                                                                       | Stichproben mit anschließender Auswertung / jährliches Training an den Probenahmeorten wie unter 2.1                                                     |                                                                          |

Zur Vereinheitlichung der Berichterstattung innerhalb der Messprogramme nach REI /4/ und IMIS /6/ werden K-40-Werte der Gammaspektrometrie ausgewiesen. Die berichteten K-40-Werte besitzen keinerlei Aussagekraft zur Beurteilung von Immissionen.

<sup>1)</sup> für die Erhöhung gegenüber der Untergrunddosis

<sup>2)</sup> TM = Trockenmasse

## 2.3 Darstellungen der Messpunkte und Probenahmeorte



Abb. 2-1: Gamma-Ortsdosis-Messpunkte (MP Z 1 bis Z 3, Z 5) an der Betriebsgeländegrenze



Abb. 2-2: Neutronen-Ortsdosis-Messpunkte (MP N 1 bis N 4) an der Betriebsgeländegrenze

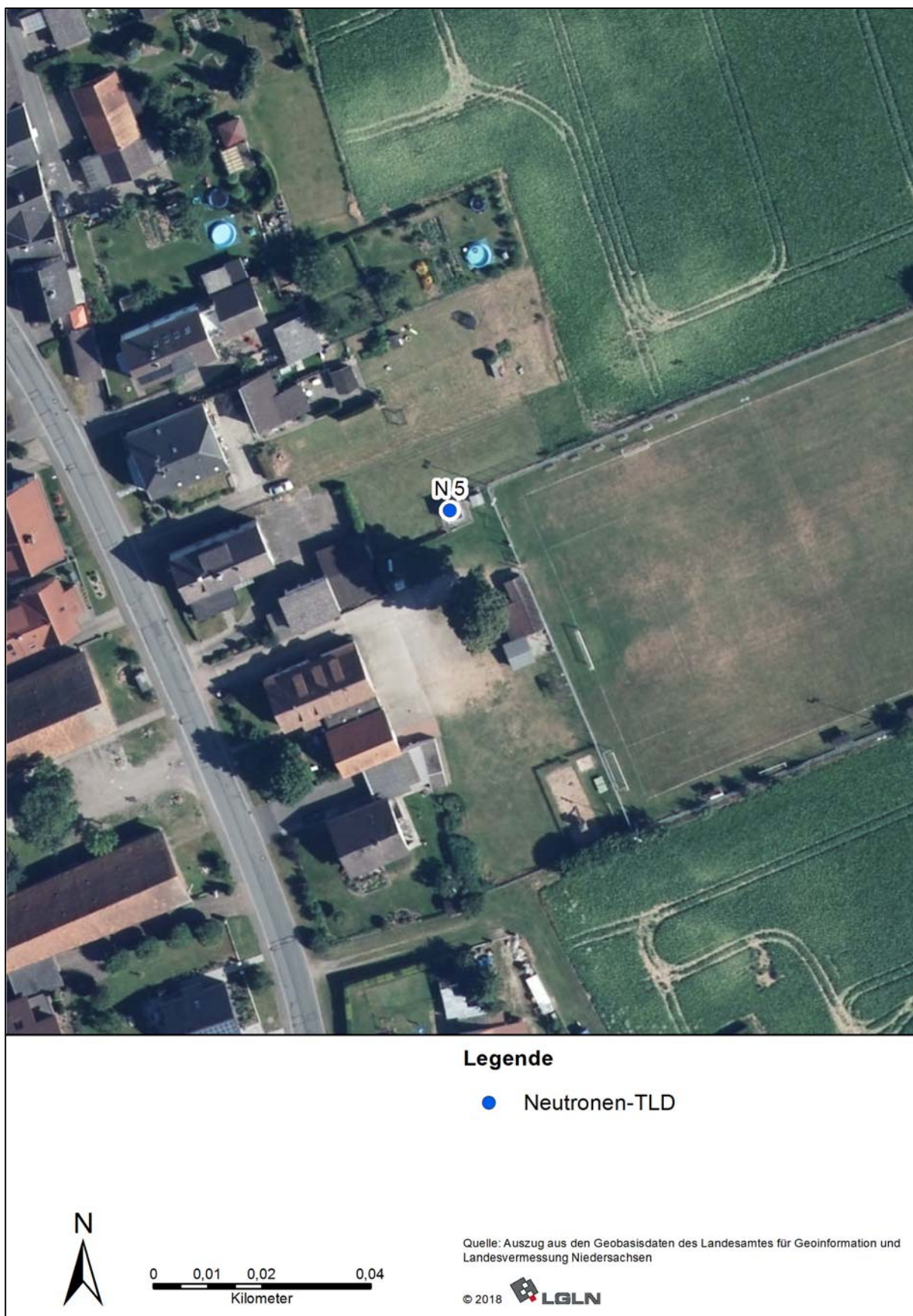


Abb. 2-3: Neutronen-Ortsdosis-Messpunkt (MP N 5; Neutronen-Referenzort auf dem Messhausdach in Latferde in ca. 1,5 km Entfernung)

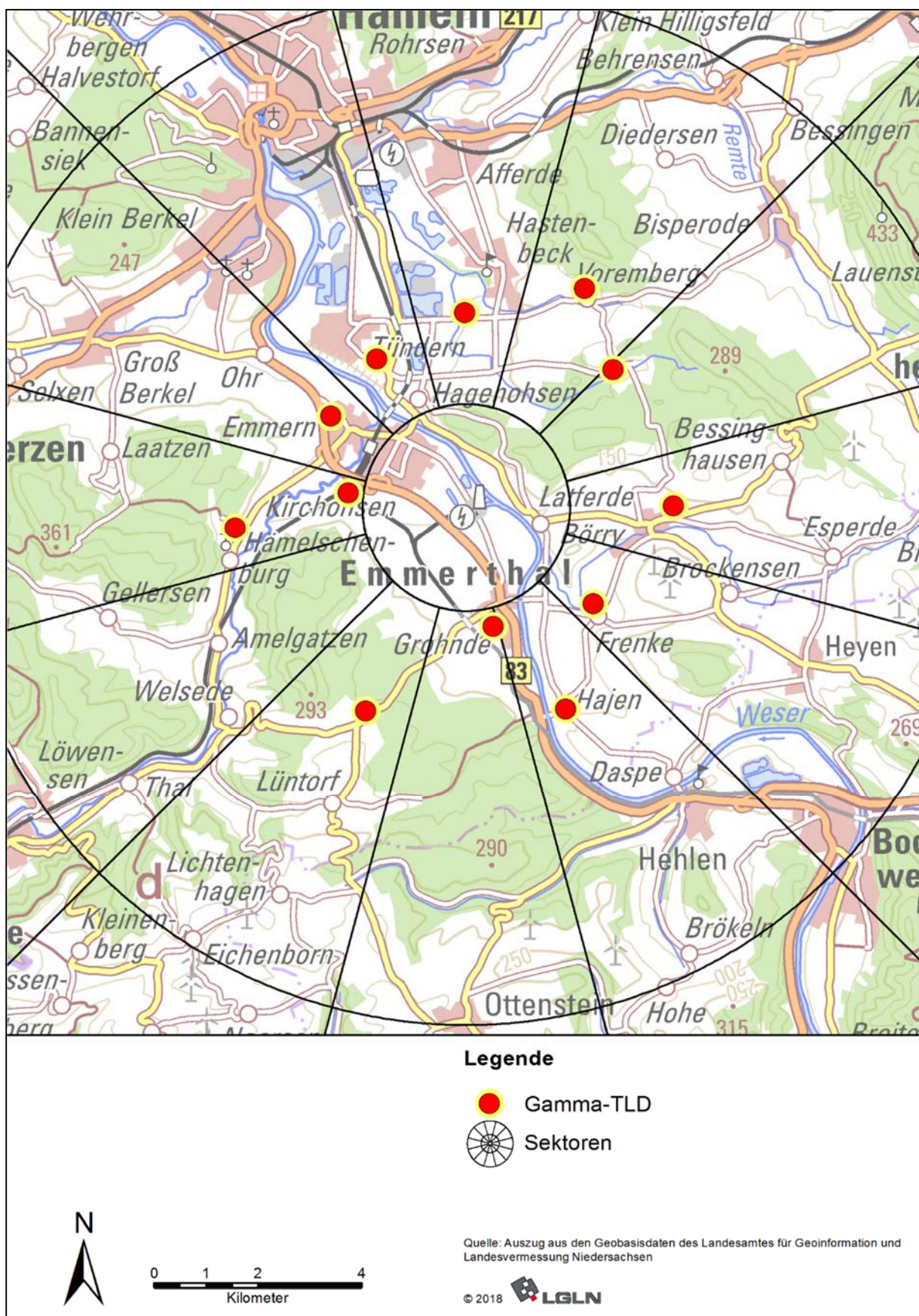


Abb. 2-4: Gamma-Ortsdosis-Messpunkte für den Störfall/Unfall

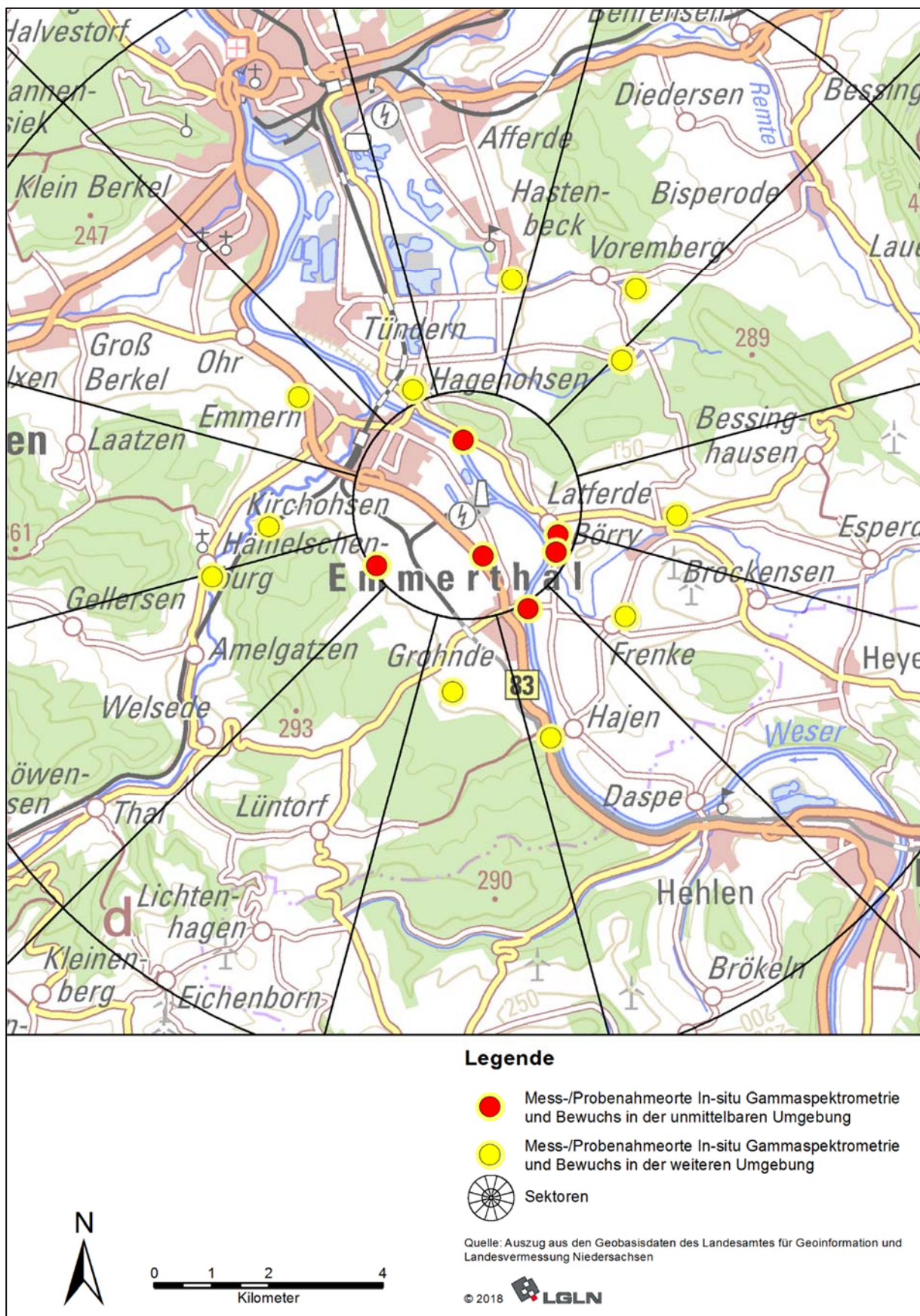


Abb. 2-5: Messpunkte und Probenahmeorte für den Störfall/Unfall

### **3 Durchführung des Messprogramms**

#### **3.1 Messungen und Probennahme**

##### **3.1.1 Gamma-Ortsdosis**

Zur Ermittlung der Gamma-Ortsdosis werden an insgesamt 4 Messpunkten (MP) Thermolumineszenzdosimeter (TLD) eingesetzt. 4 TLD am Zaun des Betriebsgeländes (MP Z 1 bis MP Z 3, MP Z 5; siehe Abb. 2-1). Die Handhabung der TLD erfolgt in Eigenregie des NLWKN. Die TLD werden halbjährlich gewechselt, die Messwerte aufaddiert und jeweils auf ein Kalenderjahr normiert. Die Gamma-Ortsdosis wird als Umgebungsäquivalentdosis  $H^*(10)$  angegeben. Im Berichtszeitraum erfolgten die Messungen programmgemäß.

##### **3.1.2 Neutronen-Ortsdosis**

Zur Ermittlung der Neutronen-Ortsdosis werden an insgesamt 5 MP TLD eingesetzt. 4 TLD am Zaun des Betriebsgeländes (MP N 1 bis MP N 4; siehe Abb. 2-2) und 1 TLD als Referenz ca. 1,5 km westlich der Anlage auf dem Messhaus in Lafferde (MP N 5; siehe Abb. 2-3). Die Vorbereitung und Auswertung der Dosimeter erfolgen durch das Helmholtz Zentrum München. Die sonstige Handhabung der TLD erfolgt durch den NLWKN. Die TLD werden halbjährlich gewechselt, die Messwerte aufaddiert und jeweils auf ein Kalenderjahr normiert. Die Neutronen-Ortsdosis wird als Umgebungsäquivalentdosis  $H^*(10)$  angegeben. Im Berichtszeitraum erfolgten die Messungen programmgemäß.

#### **3.2 Messverfahren**

##### **3.2.1 Thermolumineszenzdosimetrie**

Die Bestimmung der Gamma- und Neutronen-Ortsdosis erfolgt mit Hilfe spezieller Festkörperdosimetrieverfahren. Dabei kommen zur Bestimmung der unterschiedlichen Strahlungsarten verschiedene Dosimetertypen zum Einsatz, welche sich durch eine sehr gute Strahlungsempfindlichkeit in einem weiten Dosisbereich auszeichnen. Ermittelt wird die vorgeschriebene Messgröße Umgebungsäquivalentdosis  $H^*(10)$ .

Zur Bestimmung der Gamma-Ortsdosis werden Thermolumineszenzdosimeter (TLD) mit neutronenunempfindlichem Detektormaterial aus 7-Lithiumfluorid eingesetzt. Um eine geringe Energie- und Richtungsabhängigkeit und einen guten Wetterschutz zu gewährleisten, wird eine zylinderförmige Detektorkapsel aus Polyethylen (PE) mit Aluminiumhülle mit den Abmessungen von ca. 6 cm x 6 cm benutzt. Zur Kalibrierung der Dosimeter und Erfassung von Umwelteinflüssen werden pro Messintervall Vergleichsdosimetergruppen mit Gammastrahlung einer von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) kalibrierten Cäsium-137-Strahlenquelle (Cs-137) definiert exponiert.

Für die Auswertung der Dosimeter wird ein vollautomatisiertes TLD-Auslesegerät eingesetzt.

Die eingesetzten TLD erfassen neben der Direktstrahlung der Anlage auch die Strahlung natürlicher Herkunft (Untergrundstrahlung), die stark von den Bodeneigenschaften und/oder den Eigenschaften ggf. eingesetzter Baustoffe in der Umgebung der Messpunkte beeinflusst wird (Brutto-Gamma-Ortsdosis).

Zur Bestimmung der Neutronen-Ortsdosis werden TLD mit neutronen- und photonempfindlichen Detektormaterial aus 6-Lithiumfluorid und mit nur photonempfindlichen 7-Lithiumfluorid Detektormaterial verwendet. Aus der Differenz der Messwerte wird die Neutronen-Ortsdosis bestimmt. Um eine geringe Energie- und Richtungsabhängigkeit zu gewährleisten wird eine Moderatorkugel aus PE von 30 cm Durchmesser benutzt.

Die eingesetzten TLD erfassen neben der Direktstrahlung der Anlage auch die Strahlung natürlicher Herkunft (Untergrundstrahlung), die stark von der Höhe über dem Meeresspiegel (von der Dicke der durchlaufenen Luftschicht) und folglich auch vom Luftdruck, von der geografischen Breite und langfristig vom 11-jährigen Sonnenzyklus beeinflusst wird.

Die Auswertung der Neutronen-TLD erfolgt beim Helmholtz Zentrum München.

### 3.3 Qualität der Messungen

Die Tätigkeiten und Dokumentationen des Radiochemischen Labors sind in einem Qualitätsmanagementsystem eingebunden. Das Radiochemische Labor ist von der Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) akkreditiert, die akkreditierten Verfahren sind in der Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-PL-14356-01-00 /7/ nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 /8/ öffentlich einsehbar. Die Festkörperdosimetrie und die Probenahme durch den Betreiber unterliegen nicht den akkreditierten Verfahren.

Die Bestimmung der Erkennungs- und Nachweisgrenzen und des Vertrauensbereiches sowie der Messergebnisse und deren Messunsicherheiten erfolgt bei den Laboranalysen gemäß DIN ISO 11929:2011-01 /9/. Zur Berechnung der Erkennungs- und Nachweisgrenzen werden die Fehlerwahrscheinlichkeiten von  $k_{1-\alpha} = 3$  bei  $\alpha = 0,14 \%$  und  $k_{1-\beta} = 1,65$  mit  $\beta = 5,0 \%$  verwendet. Die Wahrscheinlichkeit zum Vertrauensbereich ist für  $k_{1-\gamma/2} = 1$  mit  $1-\gamma = 68,2 \%$ . Die Bestimmung der Messunsicherheit der Gamma-Ortsdosis erfolgt auf der Grundlage des „Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement“ (GUM) /10/.

Gemäß den Vorgaben der REI /4/ werden Werte unterhalb der Erkennungsgrenze in Abschnitt 5 als kleiner Nachweisgrenze (<NWG) berichtet.

## **4 Bewertung der Messergebnisse**

### **4.1 Zusammenfassende Bewertung**

Der Betreiber der Anlage ist verpflichtet, mögliche radiologische Auswirkungen auf die Umgebung aufgrund des Betriebs des Zwischenlagers im Rahmen einer Eigenüberwachung zu untersuchen.

Der Auftrag an den NLWKN als unabhängige Messstelle umfasst Maßnahmen auf Grundlage der REI /4/ zur Überwachung der Umgebung. Über deren Ergebnisse ist die Aufsichtsbehörde gemäß der REI /4/ zu unterrichten.

Für eine Bewertung der Strahlenexposition aus der Direktstrahlung der Anlage muss sowohl die Gamma- als auch die Neutronenstrahlung berücksichtigt werden. An der Betriebsgeländegrenze wurde sowohl für die Gamma- als für die Neutronenstrahlung im Vergleich zum natürlichen Untergrund keine erhöhte Ortsdosis ermittelt. Die daraus resultierende Strahlenexposition liegt somit in der Größenordnung der natürlichen Umgebungsstrahlung.

Für den Berichtszeitraum gibt es keine Hinweise, dass der in § 46 der StrlSchV /3/ festgelegte Grenzwert für die Summe der Strahlenexpositionen aus Direktstrahlung und aus Ableitungen überschritten wird.

In den jeweiligen Abschnitten sind Übersichtsdiagramme mit Messergebnissen aus den Vorjahren dargestellt.

### **4.2 Bewertung der einzelnen Bestimmungen**

Nach § 46 Abs. 1 StrlSchV /3/ beträgt für Einzelpersonen der Bevölkerung der Grenzwert der effektiven Dosis durch Strahlenexpositionen aus Tätigkeiten nach § 2 Abs. 1 Nr. 1 StrlSchV /3/ 1 mSv im Kalenderjahr. Gemäß Auftrag misst und bewertet der NLWKN die Gamma- und Neutronen-Ortsdosis aus der Anlage.

#### 4.2.1 Gamma-Ortsdosis

An der Grenze des Betriebsgeländes erreicht die Brutto-Gamma-Ortsdosis einen Jahresmittelwert von 0,73 mSv (siehe Abb. 4-1). Die einzelnen Jahresdosen an den vier Messpunkten liegen im Bereich von 0,71 mSv bis 0,77 mSv (vgl. Abschnitt 5.1).

Die Brutto-Gamma-Ortsdosis an der Betriebsgeländegrenze liegt im Bereich der natürlichen Umgebungsstrahlung in Niedersachsen.

Der aus dem IMIS /6/ ermittelte Mittelwert für die Gamma-Ortsdosisleistung in Niedersachsen beträgt 0,08  $\mu\text{Sv/h}$ . Die einzelnen Messwerte liegen im Bereich von 0,06  $\mu\text{Sv/h}$  bis 0,12  $\mu\text{Sv/h}$ . Das entspricht einer mittleren Jahresdosis von 0,7 mSv und Einzelwerten im Bereich von 0,5 mSv bis 1,1 mSv.

Für den Berichtszeitraum ist kein Eintrag aus dem Betrieb der Anlage erkennbar.

In der Abb. 4-1 sind die Jahresmittelwerte der Brutto-Gamma-Ortsdosis am Zaun der zurückliegenden zehn Jahre dargestellt. Anhand der Jahresreihen ist kein Einfluss der Anlage auf die gemessenen Werte zu erkennen.

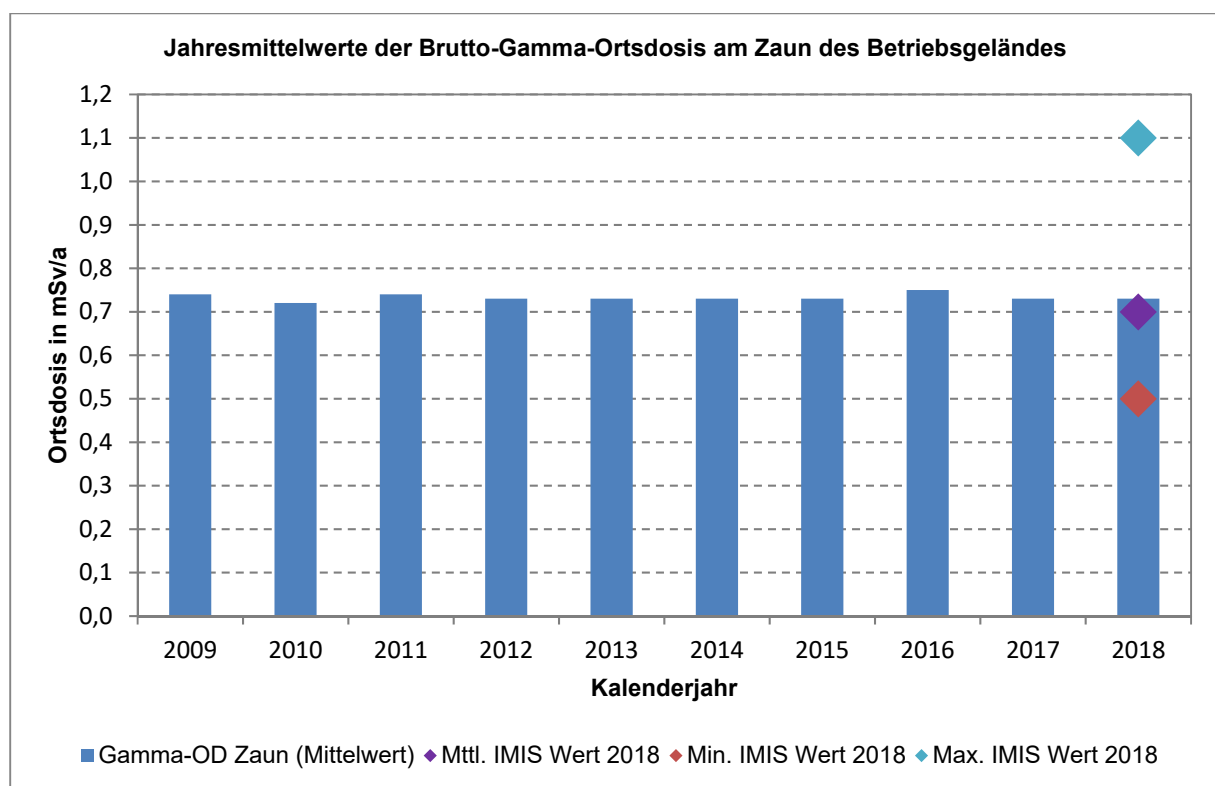


Abb. 4-1: Jahresmittelwerte der Brutto-Gamma-Ortsdosis am Zaun des Betriebsgeländes

#### 4.2.2 Neutronen-Ortsdosis

An der Grenze des Betriebsgeländes erreicht die Brutto-Neutronen-Ortsdosis einen Jahresmittelwert von 0,08 mSv (siehe Abb. 4-2). Die einzelnen Jahresdosen an den vier Messpunkten liegen im Bereich von 0,07 mSv bis 0,09 mSv (vgl. Abschnitt 5.2). Am Referenzpunkt erreicht die Brutto-Neutronen-Ortsdosis einen Jahreswert von 0,08 mSv (siehe Abb. 4-2).

Die Brutto-Neutronen-Ortsdosis an der Betriebsgeländegrenze liegt im Bereich der natürlichen Umgebungsstrahlung in Niedersachsen.

Die PTB ermittelte eine Neutronenäquivalentdosisleistung für den Messort Braunschweig (Gelände der PTB) im Jahr 2005/2006 von  $(11,2 \pm 1,1)$  nSv/h /11/, was einer Jahres-Neutronen-Ortsdosis von ca. 0,1 mSv entspricht.

Für den Berichtszeitraum ist kein Eintrag aus dem Betrieb der Anlage erkennbar.

In der Abb. 4-2 sind die Jahresmittelwerte der Brutto-Neutronen-Ortsdosis am Zaun und am Referenzpunkt der zurückliegenden sechs Jahre dargestellt. Ab dem Jahr 2012 ist die Empfindlichkeit des Messsystems so hoch, dass auch Werte im Bereich  $< 0,1$  mSv/a ermittelt werden können. Deshalb erfolgt die Darstellung der Werte ab dem Jahr 2012. Anhand der Jahresreihen ist kein Einfluss der Anlage auf die gemessenen Werte zu erkennen.

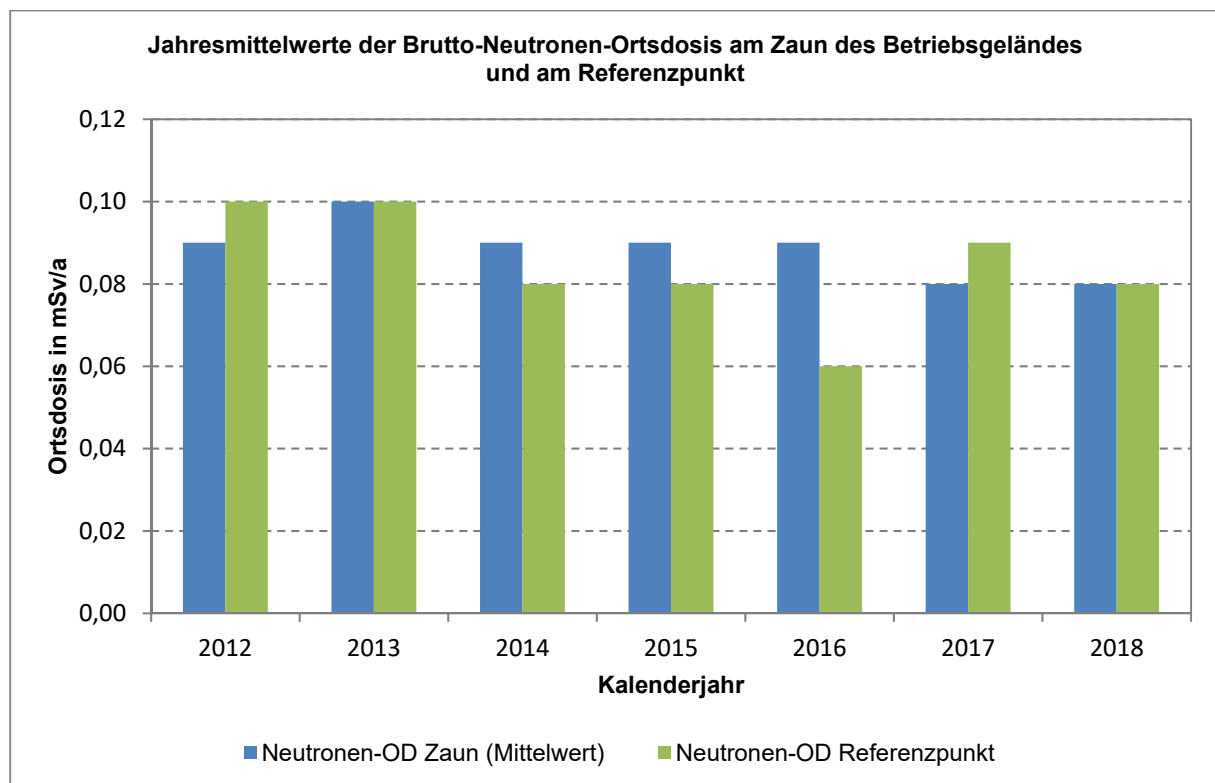


Abb. 4-2: Jahresmittelwerte der Brutto-Neutronen-Ortsdosis am Zaun des Betriebsgeländes und am Referenzpunkt

## 5 Messergebnisse

### 5.1 Gamma-Ortsdosis

| <b>Radiochemisches Labor<br/>beim Niedersächsischen Landesbetrieb für<br/>Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz<br/>Laborstandort Hildesheim<br/>An der Scharlake 39, 31135 Hildesheim</b> |                                           |                              |                                                                | Immissionsüberwachung: ZL-GROHNDE<br><br>Messprogramm gemäß REI-Tabelle: C1.2<br>Zeitraum: 1. Halbjahr 2018<br>oberes Quantil zum Vertrauensbereich $k_{1-\gamma/2}$ : 1 |                     |                             |                                 |                                                  |                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------|
| REI-Pro-<br>gramm-<br>punkt                                                                                                                                                                    | Probenahme-/<br>Messort                   | Überwachter<br>Umweltbereich | Probenahme-<br>datum/Sammel-<br>zeitraum oder<br>Messintervall | Messmethode                                                                                                                                                              | Messgröße           | Mess-<br>ergebnis<br>in mSv | Mess-<br>unsicher-<br>heit in % | Erreichte<br>Nachweis-<br>grenze (NWG)<br>in mSv | Probennummer/<br>Bemerkungen |
| 1.1                                                                                                                                                                                            | Standortzwischen-<br>lager Grohnde<br>Z 1 | Gamma-Ortsdosis              | 09.01.2018 -<br>27.06.2018                                     | Gamma-OD                                                                                                                                                                 | Gamma-OD-<br>Brutto | 3,6 E-01                    | 18,0                            | 5,0 E-02                                         | 19#0661                      |
| 1.1                                                                                                                                                                                            | Standortzwischen-<br>lager Grohnde<br>Z 2 | Gamma-Ortsdosis              | 09.01.2018 -<br>27.06.2018                                     | Gamma-OD                                                                                                                                                                 | Gamma-OD-<br>Brutto | 3,7 E-01                    | 18,0                            | 5,0 E-02                                         | 19#0662                      |
| 1.1                                                                                                                                                                                            | Standortzwischen-<br>lager Grohnde<br>Z 3 | Gamma-Ortsdosis              | 09.01.2018 -<br>27.06.2018                                     | Gamma-OD                                                                                                                                                                 | Gamma-OD-<br>Brutto | 3,5 E-01                    | 18,0                            | 5,0 E-02                                         | 19#0663                      |
| 1.1                                                                                                                                                                                            | Standortzwischen-<br>lager Grohnde<br>Z 5 | Gamma-Ortsdosis              | 09.01.2018 -<br>27.06.2018                                     | Gamma-OD                                                                                                                                                                 | Gamma-OD-<br>Brutto | 3,9 E-01                    | 18,0                            | 5,0 E-02                                         | 19#0664                      |

Die Messwerte wurden rechnerisch an das Kalenderhalbjahr angepasst

| <b>Radiochemisches Labor</b><br><b>beim Niedersächsischen Landesbetrieb für</b><br><b>Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz</b><br><b>Laborstandort Hildesheim</b><br><b>An der Scharlake 39, 31135 Hildesheim</b> |                                           |                              |                                                                | Immissionsüberwachung: ZL-GROHNDE<br><br>Messprogramm gemäß REI-Tabelle: C1.2<br>Zeitraum: 2. Halbjahr 2018<br>oberes Quantil zum Vertrauensbereich $k_{1-\gamma/2}$ : 1 |                     |                             |                                 |                                                  |                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------|
| REI-Pro-<br>gramm-<br>punkt                                                                                                                                                                                            | Probenahme-/<br>Messort                   | Überwachter<br>Umweltbereich | Probenahme-<br>datum/Sammel-<br>zeitraum oder<br>Messintervall | Messmethode                                                                                                                                                              | Messgröße           | Mess-<br>ergebnis<br>in mSv | Mess-<br>unsicher-<br>heit in % | Erreichte<br>Nachweis-<br>grenze (NWG)<br>in mSv | Probennummer/<br>Bemerkungen |
| 1.1                                                                                                                                                                                                                    | Standortzwischen-<br>lager Grohnde<br>Z 1 | Gamma-Ortsdosis              | 27.06.2018 -<br>09.01.2019                                     | Gamma-OD                                                                                                                                                                 | Gamma-OD-<br>Brutto | 3,6 E-01                    | 18,0                            | 5,0 E-02                                         | 19#0665                      |
| 1.1                                                                                                                                                                                                                    | Standortzwischen-<br>lager Grohnde<br>Z 2 | Gamma-Ortsdosis              | 27.06.2018 -<br>09.01.2019                                     | Gamma-OD                                                                                                                                                                 | Gamma-OD-<br>Brutto | 3,6 E-01                    | 18,0                            | 5,0 E-02                                         | 19#0666                      |
| 1.1                                                                                                                                                                                                                    | Standortzwischen-<br>lager Grohnde<br>Z 3 | Gamma-Ortsdosis              | 27.06.2018 -<br>09.01.2019                                     | Gamma-OD                                                                                                                                                                 | Gamma-OD-<br>Brutto | 3,6 E-01                    | 18,0                            | 5,0 E-02                                         | 19#0667                      |
| 1.1                                                                                                                                                                                                                    | Standortzwischen-<br>lager Grohnde<br>Z 5 | Gamma-Ortsdosis              | 27.06.2018 -<br>09.01.2019                                     | Gamma-OD                                                                                                                                                                 | Gamma-OD-<br>Brutto | 3,8 E-01                    | 18,0                            | 5,0 E-02                                         | 19#0668                      |

Die Messwerte wurden rechnerisch an das Kalenderhalbjahr angepasst

| <b>Radiochemisches Labor</b><br><b>beim Niedersächsischen Landesbetrieb für</b><br><b>Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz</b><br><b>Laborstandort Hildesheim</b><br><b>An der Scharlake 39, 31135 Hildesheim</b> |                                           |                              |                                                                | Immissionsüberwachung: ZL-GROHNDE<br><br>Messprogramm gemäß REI-Tabelle: C1.2<br>Zeitraum: 2018<br>oberes Quantil zum Vertrauensbereich $k_{1-\gamma/2}$ : 1 |                     |                             |                                 |                                                  |                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------|
| REI-Pro-<br>gramm-<br>punkt                                                                                                                                                                                            | Probenahme-/<br>Messort                   | Überwachter<br>Umweltbereich | Probenahme-<br>datum/Sammel-<br>zeitraum oder<br>Messintervall | Messmethode                                                                                                                                                  | Messgröße           | Mess-<br>ergebnis<br>in mSv | Mess-<br>unsicher-<br>heit in % | Erreichte<br>Nachweis-<br>grenze (NWG)<br>in mSv | Probennummer/<br>Bemerkungen |
| 1.1                                                                                                                                                                                                                    | Standortzwischen-<br>lager Grohnde<br>Z 1 | Gamma-Ortsdosis              | 09.01.2018 -<br>09.01.2019                                     | Gamma-OD                                                                                                                                                     | Gamma-OD-<br>Brutto | 7,2 E-01                    | 18,0                            | 1,0 E-01                                         | 19#0669                      |
| 1.1                                                                                                                                                                                                                    | Standortzwischen-<br>lager Grohnde<br>Z 2 | Gamma-Ortsdosis              | 09.01.2018 -<br>09.01.2019                                     | Gamma-OD                                                                                                                                                     | Gamma-OD-<br>Brutto | 7,3 E-01                    | 18,0                            | 1,0 E-01                                         | 19#0670                      |
| 1.1                                                                                                                                                                                                                    | Standortzwischen-<br>lager Grohnde<br>Z 3 | Gamma-Ortsdosis              | 09.01.2018 -<br>09.01.2019                                     | Gamma-OD                                                                                                                                                     | Gamma-OD-<br>Brutto | 7,1 E-01                    | 18,0                            | 1,0 E-01                                         | 19#0671                      |
| 1.1                                                                                                                                                                                                                    | Standortzwischen-<br>lager Grohnde<br>Z 5 | Gamma-Ortsdosis              | 09.01.2018 -<br>09.01.2019                                     | Gamma-OD                                                                                                                                                     | Gamma-OD-<br>Brutto | 7,7 E-01                    | 18,0                            | 1,0 E-01                                         | 19#0672                      |

Die Messwerte wurden rechnerisch an das Kalenderjahr angepasst

## 5.2 Neutronen-Ortsdosis

| <b>Radiochemisches Labor</b><br><b>beim Niedersächsischen Landesbetrieb für</b><br><b>Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz</b><br><b>Laborstandort Hildesheim</b><br><b>An der Scharlake 39, 31135 Hildesheim</b> |                                           |                              |                                                                | Immissionsüberwachung: ZL-GROHNDE<br><br>Messprogramm gemäß REI-Tabelle: C1.2<br>Zeitraum: 1. Halbjahr 2018<br>oberes Quantil zum Vertrauensbereich $k_{1-\gamma/2}$ : 1 |                     |                             |                                 |                                                  |                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------|
| REI-Pro-<br>gramm-<br>punkt                                                                                                                                                                                            | Probenahme-/<br>Messort                   | Überwachter<br>Umweltbereich | Probenahme-<br>datum/Sammel-<br>zeitraum oder<br>Messintervall | Messmethode                                                                                                                                                              | Messgröße           | Mess-<br>ergebnis<br>in mSv | Mess-<br>unsicher-<br>heit in % | Erreichte<br>Nachweis-<br>grenze (NWG)<br>in mSv | Probennummer/<br>Bemerkungen |
| 1.2                                                                                                                                                                                                                    | Standortzwischen-<br>lager Grohnde<br>N 1 | Neutronen-Ortsdosis          | 01.12.2017 -<br>01.06.2018                                     | Neutronen-OD                                                                                                                                                             | Neutr-OD-<br>Brutto | 5,0 E-02                    | 22,0                            | 2,5 E-02                                         | 19#0673                      |
| 1.2                                                                                                                                                                                                                    | Standortzwischen-<br>lager Grohnde<br>N 2 | Neutronen-Ortsdosis          | 01.12.2017 -<br>01.06.2018                                     | Neutronen-OD                                                                                                                                                             | Neutr-OD-<br>Brutto | 5,0 E-02                    | 22,0                            | 2,5 E-02                                         | 19#0674                      |
| 1.2                                                                                                                                                                                                                    | Standortzwischen-<br>lager Grohnde<br>N 3 | Neutronen-Ortsdosis          | 01.12.2017 -<br>01.06.2018                                     | Neutronen-OD                                                                                                                                                             | Neutr-OD-<br>Brutto | 3,0 E-02                    | 30,0                            | 2,5 E-02                                         | 19#0675                      |
| 1.2                                                                                                                                                                                                                    | Standortzwischen-<br>lager Grohnde<br>N 4 | Neutronen-Ortsdosis          | 01.12.2017 -<br>01.06.2018                                     | Neutronen-OD                                                                                                                                                             | Neutr-OD-<br>Brutto | 4,0 E-02                    | 25,0                            | 2,5 E-02                                         | 19#0676                      |
| 1.2                                                                                                                                                                                                                    | Standortzwischen-<br>lager Grohnde<br>N 5 | Neutronen-Ortsdosis          | 01.12.2017 -<br>01.06.2018                                     | Neutronen-OD                                                                                                                                                             | Neutr-OD-<br>Brutto | 4,0 E-02                    | 25,0                            | 2,5 E-02                                         | 19#0677                      |

Die Messwerte wurden rechnerisch an das Kalenderhalbjahr angepasst

| <b>Radiochemisches Labor</b><br><b>beim Niedersächsischen Landesbetrieb für</b><br><b>Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz</b><br><b>Laborstandort Hildesheim</b><br><b>An der Scharlake 39, 31135 Hildesheim</b> |                                           |                              |                                                                | Immissionsüberwachung: ZL-GROHNDE<br><br>Messprogramm gemäß REI-Tabelle: C1.2<br>Zeitraum: 2. Halbjahr 2018<br>oberes Quantil zum Vertrauensbereich $k_{1-\gamma/2}$ : 1 |                     |                             |                                 |                                                  |                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------|
| REI-Pro-<br>gramm-<br>punkt                                                                                                                                                                                            | Probenahme-/<br>Messort                   | Überwachter<br>Umweltbereich | Probenahme-<br>datum/Sammel-<br>zeitraum oder<br>Messintervall | Messmethode                                                                                                                                                              | Messgröße           | Mess-<br>ergebnis<br>in mSv | Mess-<br>unsicher-<br>heit in % | Erreichte<br>Nachweis-<br>grenze (NWG)<br>in mSv | Probennummer/<br>Bemerkungen |
| 1.2                                                                                                                                                                                                                    | Standortzwischen-<br>lager Grohnde<br>N 1 | Neutronen-Ortsdosis          | 01.06.2018 -<br>03.12.2018                                     | Neutronen-OD                                                                                                                                                             | Neutr-OD-<br>Brutto | 3,0 E-02                    | 33,0                            | 2,5 E-02                                         | 19#0678                      |
| 1.2                                                                                                                                                                                                                    | Standortzwischen-<br>lager Grohnde<br>N 2 | Neutronen-Ortsdosis          | 01.06.2018 -<br>03.12.2018                                     | Neutronen-OD                                                                                                                                                             | Neutr-OD-<br>Brutto | 4,0 E-02                    | 25,0                            | 2,5 E-02                                         | 19#0679                      |
| 1.2                                                                                                                                                                                                                    | Standortzwischen-<br>lager Grohnde<br>N 3 | Neutronen-Ortsdosis          | 01.06.2018 -<br>03.12.2018                                     | Neutronen-OD                                                                                                                                                             | Neutr-OD-<br>Brutto | 4,0 E-02                    | 25,0                            | 2,5 E-02                                         | 19#0680                      |
| 1.2                                                                                                                                                                                                                    | Standortzwischen-<br>lager Grohnde<br>N 4 | Neutronen-Ortsdosis          | 01.06.2018 -<br>03.12.2018                                     | Neutronen-OD                                                                                                                                                             | Neutr-OD-<br>Brutto | 4,0 E-02                    | 25,0                            | 2,5 E-02                                         | 19#0681                      |
| 1.2                                                                                                                                                                                                                    | Standortzwischen-<br>lager Grohnde<br>N 5 | Neutronen-Ortsdosis          | 01.06.2018 -<br>03.12.2018                                     | Neutronen-OD                                                                                                                                                             | Neutr-OD-<br>Brutto | 4,0 E-02                    | 25,0                            | 2,5 E-02                                         | 19#0682                      |

Die Messwerte wurden rechnerisch an das Kalenderhalbjahr angepasst

| <b>Radiochemisches Labor</b><br><b>beim Niedersächsischen Landesbetrieb für</b><br><b>Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz</b><br><b>Laborstandort Hildesheim</b><br><b>An der Scharlake 39, 31135 Hildesheim</b> |                                           |                              |                                                                | Immissionsüberwachung: ZL-GROHNDE<br><br>Messprogramm gemäß REI-Tabelle: C1.2<br>Zeitraum: 2018<br>oberes Quantil zum Vertrauensbereich $k_{1-\gamma/2}$ : 1 |                     |                             |                                 |                                                  |                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------|
| REI-Pro-<br>gramm-<br>punkt                                                                                                                                                                                            | Probenahme-/<br>Messort                   | Überwachter<br>Umweltbereich | Probenahme-<br>datum/Sammel-<br>zeitraum oder<br>Messintervall | Messmethode                                                                                                                                                  | Messgröße           | Mess-<br>ergebnis<br>in mSv | Mess-<br>unsicher-<br>heit in % | Erreichte<br>Nachweis-<br>grenze (NWG)<br>in mSv | Probennummer/<br>Bemerkungen |
| 1.2                                                                                                                                                                                                                    | Standortzwischen-<br>lager Grohnde<br>N 1 | Neutronen-Ortsdosis          | 01.12.2017 -<br>03.12.2018                                     | Neutronen-OD                                                                                                                                                 | Neutr-OD-<br>Brutto | 8,0 E-02                    | 26,0                            | 5,0 E-02                                         | 19#0683                      |
| 1.2                                                                                                                                                                                                                    | Standortzwischen-<br>lager Grohnde<br>N 2 | Neutronen-Ortsdosis          | 01.12.2017 -<br>03.12.2018                                     | Neutronen-OD                                                                                                                                                 | Neutr-OD-<br>Brutto | 9,0 E-02                    | 23,0                            | 5,0 E-02                                         | 19#0684                      |
| 1.2                                                                                                                                                                                                                    | Standortzwischen-<br>lager Grohnde<br>N 3 | Neutronen-Ortsdosis          | 01.12.2017 -<br>03.12.2018                                     | Neutronen-OD                                                                                                                                                 | Neutr-OD-<br>Brutto | 7,0 E-02                    | 27,0                            | 5,0 E-02                                         | 19#0685                      |
| 1.2                                                                                                                                                                                                                    | Standortzwischen-<br>lager Grohnde<br>N 4 | Neutronen-Ortsdosis          | 01.12.2017 -<br>03.12.2018                                     | Neutronen-OD                                                                                                                                                 | Neutr-OD-<br>Brutto | 8,0 E-02                    | 25,0                            | 5,0 E-02                                         | 19#0686                      |
| 1.2                                                                                                                                                                                                                    | Standortzwischen-<br>lager Grohnde<br>N 5 | Neutronen-Ortsdosis          | 01.12.2017 -<br>03.12.2018                                     | Neutronen-OD                                                                                                                                                 | Neutr-OD-<br>Brutto | 8,0 E-02                    | 25,0                            | 5,0 E-02                                         | 19#0687                      |

Die Messwerte wurden rechnerisch an das Kalenderjahr angepasst

|          |                            |              |
|----------|----------------------------|--------------|
| <b>6</b> | <b>Tabellenverzeichnis</b> | <b>Seite</b> |
|----------|----------------------------|--------------|

|           |                                                                                                                           |   |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Tab. 2-1: | Maßnahmen der unabhängigen Messstelle zur Überwachung der Umgebung im bestimmungsgemäßen Betrieb (REI-Tabelle C.1.2)..... | 3 |
| Tab. 2-2: | Maßnahmen der unabhängigen Messstelle zur Überwachung der Umgebung im Störfall/Unfall (REI-Tabelle C.1.4) .....           | 4 |

|          |                              |              |
|----------|------------------------------|--------------|
| <b>7</b> | <b>Abbildungsverzeichnis</b> | <b>Seite</b> |
|----------|------------------------------|--------------|

|           |                                                                                                                               |    |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abb. 2-1: | Gamma-Ortsdosis-Messpunkte (MP Z 1 bis Z 3, Z 5) an der Betriebsgeländegrenze .....                                           | 5  |
| Abb. 2-2: | Neutronen-Ortsdosis-Messpunkte (MP N 1 bis N 4) an der Betriebsgeländegrenze .....                                            | 6  |
| Abb. 2-3: | Neutronen-Ortsdosis-Messpunkt (MP N 5; Neutronen-Referenzort auf dem Messhausdach in Latferde in ca. 1,5 km Entfernung) ..... | 7  |
| Abb. 2-4: | Gamma-Ortsdosis-Messpunkte für den Störfall/Unfall .....                                                                      | 8  |
| Abb. 2-5: | Messpunkte und Probenahmeorte für den Störfall/Unfall .....                                                                   | 9  |
| Abb. 4-1: | Jahresmittelwerte der Brutto-Gamma-Ortsdosis am Zaun des Betriebsgeländes .....                                               | 13 |
| Abb. 4-2: | Jahresmittelwerte der Brutto-Neutronen-Ortsdosis am Zaun des Betriebsgeländes und am Referenzpunkt.....                       | 14 |

## 8 Literaturverzeichnis

- /1/ Erlass des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt und Klimaschutz vom 31.03.2004 (Az.: 43-40518/4/4)
- /2/ Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz – AtG) vom 15. Juli 1985 (BGBl. I 1985, Nr. 41, S. 1565-1583) in der jeweils gültigen Fassung
- /3/ Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV) vom 20. Juli 2001 (BGBl. I 2001, Nr. 38, S. 1714, BGBl. I 2002, Nr. 27, S. 1459) in der jeweils gültigen Fassung
- /4/ Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) vom 7. Dezember 2005 (GMBI. 2006, Nr. 14-17, S. 254), RdSchr. d. BMU v. 7.12.2005 – RS II5 – 15603/5
- /5/ Messanleitungen für die Überwachung radioaktiver Stoffe in der Umwelt und externer Strahlung, Internetseiten des BMUB: <http://www.bmub.bund.de/themen/atomenergie-strahlenschutz/strahlenschutz/radioaktivitaet-in-der-umwelt/messanleitungen/>, zuletzt aufgerufen am 18. September 2018
- /6/ Integriertes Mess- und Informationssystem zur Überwachung der Umweltradioaktivität (IMIS)
- /7/ D-PL-14356-01-00 Akkreditierungsbereich  
Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz  
Chemisch-ökotoxikologisch-radiologisches Labor  
<https://www.dakks.de/content/akkreditierte-stellen-dakks?Regnr=D-PL-14356-01-00>
- /8/ DIN EN ISO/IEC 17025:2005, Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien
- /9/ DIN ISO 11929:2011-01, Bestimmung der charakteristischen Grenzen (Erkennungsgrenze, Nachweisgrenze und Grenzen des Vertrauensbereichs) bei Messungen ionisierender Strahlung – Grundlagen und Anwendungen
- /10/ JCGM 100:2008, Evaluation of measurement data — Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM)
- /11/ Messungen von Neutronenspektren induziert durch kosmische Strahlung in Höhen von 85 m, 1195 m und 2650 m, Internetseiten der PTB:  
[https://www.ptb.de/cms/ptb/fachabteilungen/abt6/forschungsnachrichtenabt6/nachricht-aus-dem-jahresbericht.html?tx\\_news\\_pi1%5Bnews%5D=4592&tx\\_news\\_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx\\_news\\_pi1%5Baction%5D=detail&tx\\_news\\_pi1%5Bday%5D=4&tx\\_news\\_pi1%5Bmonth%5D=1&tx\\_news\\_pi1%5Byear%5D=2010&cHash=0f14a71bf7592050c1fc01e1cf8c71c0](https://www.ptb.de/cms/ptb/fachabteilungen/abt6/forschungsnachrichtenabt6/nachricht-aus-dem-jahresbericht.html?tx_news_pi1%5Bnews%5D=4592&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&tx_news_pi1%5Bday%5D=4&tx_news_pi1%5Bmonth%5D=1&tx_news_pi1%5Byear%5D=2010&cHash=0f14a71bf7592050c1fc01e1cf8c71c0), zuletzt aufgerufen am 21. Januar 2019