



Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

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

Standortzwischenlager Lingen

Jahresbericht 2023

Immissionsüberwachung



Niedersachsen

Aufsichtsbehörde Atomrecht:

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

Auftrag:

Erlass vom 13.12.2002, Az.: 43 – 40518/4/5

Zulassungsbehörde Wasserrecht:

Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
Geschäftsbereich 6: Wasserwirtschaftliche Zulassungsverfahren
Göttinger Chaussee 76 A
30453 Hannover

Rechtliche Grundlage:

Wasserrechtliche Erlaubnis der Stadt Lingen vom 05.05.2000, Az.: 6611/eg

Herausgeber:

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

Inhaltsverzeichnis	Seite
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.....	11
3.1 Messungen und Probennahme.....	11
3.1.1 Gamma-Ortsdosis	11
3.1.2 Neutronen-Ortsdosis	11
3.1.3 Grundwasser	11
3.2 Messverfahren.....	11
3.2.1 Thermolumineszenzdosimetrie	11
3.2.2 Gammaspektrometrie	12
3.2.3 Flüssigszintillationsspektrometrie	12
3.3 Qualität der Messungen.....	13
4 Bewertung der Messergebnisse	14
4.1 Zusammenfassende Bewertung	14
4.2 Bewertung der einzelnen Bestimmungen	14
4.2.1 Gamma-Ortsdosis	15
4.2.2 Neutronen-Ortsdosis	16
4.2.3 Grundwasser	17
5 Messergebnisse	18
5.1 Gamma-Ortsdosis	18
5.2 Neutronen-Ortsdosis	21
5.3 Grundwasser	23
6 Tabellenverzeichnis	25
7 Abbildungsverzeichnis	25
8 Literaturverzeichnis	26

1 Veranlassung

Der Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) führt als unabhängige Messstelle beim Standortzwischenlager (SZL) Lingen ein Programm zur Umgebungsüberwachung durch. Die Inbetriebnahme der Anlage erfolgte im Dezember 2002.

Die Beauftragung zur Immissionsüberwachung des Luftpfades nach Atomrecht erfolgte mit Erlass des Niedersächsischen Umweltministeriums vom 13.12.2002 (Az.: 43 – 40518/4/5) /1/. Die Messungen wurden bzw. werden nach Vorgaben der Aufsichtsbehörde auf Grundlage der REI /6/ in der jeweils geltenden Fassung durchgeführt.

Gemäß Auftrag der Stadt Lingen (Ems) vom 05.05.2000 (Az.: 6611/eg) /2/ wird die wasserrechtliche Beweissicherung des Grundwassers seit 2002 vom Niedersächsischen Landesamt für Ökologie (NLÖ) bzw. von der Nachfolgebehörde NLWKN durchgeführt. Die Messungen wurden 2003 begonnen und bis heute fortgeführt. Sie wurden bzw. werden nach Vorgaben der Zulassungsbehörde auf Grundlage der REI /6/ durchgeführt.

Der vorliegende Bericht behandelt die atomrechtliche und wasserrechtliche Umgebungsüberwachung des auf dem Gelände des Kernkraftwerkes befindlichen Trockenlagers. Der Inhalt erstreckt sich auf die ergänzenden Maßnahmen gemäß Anhang C der REI /6/. Maßnahmen die sich auf das Trockenlager und das Kernkraftwerk beziehen, sind dem Jahresbericht der Immissionsüberwachung des Kernkraftwerkes Emsland zu entnehmen.

Die Durchführung und Bewertung der Messungen finden unter Berücksichtigung folgender Regelwerke statt:

- Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz – AtG) /3/
- Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz – StrlSchG) /4/
- Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV) /5/
- Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) /6/
- Wasserhaushaltsgesetz (WHG) /7/
- Niedersächsische Wassergesetz (NWG) /8/

Die Dokumentation und Berichterstattung an die Aufsichtsbehörden erfolgt gemäß REI /6/.

2 Messprogramm zur Umgebungsüberwachung

2.1 Allgemeines

Die Festlegung des Überwachungsprogramms erfolgte in Abstimmung mit den Aufsichtsbehörden auf Grundlage der REI /6/.

Die eingesetzten Mess- und Probenahmeverfahren erfolgen auf Grundlage der „Messanleitungen für die Überwachung radioaktiver Stoffe in der Umwelt und externer Strahlung“ /9/.

Das Programm zur Umgebungsüberwachung im bestimmungsgemäßen Betrieb ist in der Tab. 2-1 aufgeführt. Die Karten zur Darstellung der Messpunkte und Probenahmeorte sind in den Abb. 2-1 und Abb. 2-2 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 Tab. 2-2 aufgeführt. Die Karten zur Darstellung der Messpunkte und Probenahmeorte sind in den Abb. 2-3 und Abb. 2-4 dargestellt. Die Gamma-Ortsdosis-Messpunkte sind identisch mit denen des Kernkraftwerkes Emsland.

2.2 Tabellen zum Messprogramm

Tab. 2-1: Maßnahmen der unabhängigen Messstelle zur Überwachung der Umgebung im bestimmungsgemäßen Betrieb (REI-Tabelle C.1.2, C.2.2)

Maßnahmen der unabhängigen Messstelle zur Überwachung des SZL Lingen im bestimmungsgemäßen Betrieb (REI-Tabelle C.1.2, C.2.2)						
Prog.-punkt	überwachter Umweltbereich mit Kennziffer (xx)	Art der Messung, Messgröße	Erforderliche Nachweisgrenze	Probenahme- bzw. Messorte	Art und Häufigkeit der Probenahme und der Messungen	Bemerkungen
C1.2: 1.	Luft (01):					
C1.2: 1.1	Gammastrahlung	Gamma-Ortsdosis	0,1 mSv im Jahr ¹⁾	4 Festkörperdosimeter am Betriebsgeländezaun	Der Dosimeterwechsel erfolgt halbjährlich. Die Halbjahreswerte werden addiert und auf das Kalenderjahr normiert. jährliche Auswertung	Überwachung der Dosisbeiträge aus der Direktstrahlung der Anlage Dosimeter Z 1, Z 2, Z 4 und Z 12 aus der Überwachung des KKE
C1.2: 1.2	Neutronenstrahlung	Neutronen-Ortsdosis	0,5 mSv im Jahr ¹⁾	4 Festkörperdosimeter am Betriebsgeländezaun 1 Festkörperdosimeter als Referenzdosimeter		Überwachung der Dosisbeiträge aus der Direktstrahlung der Anlage
C2.2: 6.2	Grundwasser (10)	Gammaspektrometrie	0,05 Bq/l bezogen auf Co-60	SZL-Lingen Brunnen BZL5	vierteljährliche Entnahme von Stichproben mit anschließender Auswertung	
		H-3	10 Bq/l			

¹⁾ 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 Lingen im Störfall/Unfall (REI-Tabelle C.1.4)						
Prog.-punkt	überwachter Umweltbereich mit Kennziffer (xx)	Art der Messung, Messgröße	Erforderliche Nachweisgrenze	Probenahme- bzw. Messorte	Art und Häufigkeit der Probenahme und der Messungen	Bemerkungen
1.	Luft (01):					
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 ¹⁾	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 ³ bezogen auf Co-60	Probenahmeorte wie unter Prog.-punkt 1.1	10 Minuten Sammelzeit mit nachfolgender Auswertung/ halbjährliches Training an wechselnden Messorten	
2.	Boden/Oberfläche (03):					
2.1	Bodenoberfläche	Kontaminationsdirektmessung durch In-situ-Gammaspektrometrie	200 Bq/m ² 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	
3.	Pflanzen/Bewuchs (04):					
3.1	Bewuchs	durch Gammaspektrometrie ermittelte spezifische Einzelradionuklidaktivität	0,5 Bq/kg bezogen auf Co-60 und TM ²⁾	Probenentnahmeorte 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 /6/ und IMIS /10/ werden K-40-Werte der Gammaspektrometrie ausgewiesen. Die berichteten K-40-Werte besitzen keinerlei Aussagekraft zur Beurteilung von Immissionen.

¹⁾ für die Erhöhung gegenüber der Untergrunddosis

²⁾ TM = Trockenmasse

2.3 Darstellungen der Messpunkte und Probenahmeorte



Abb. 2-1: Gamma-Ortsdosis-Messpunkte (MP Z 1, Z 2, Z 4 und Z 12) an der Betriebsgeländegrenze



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

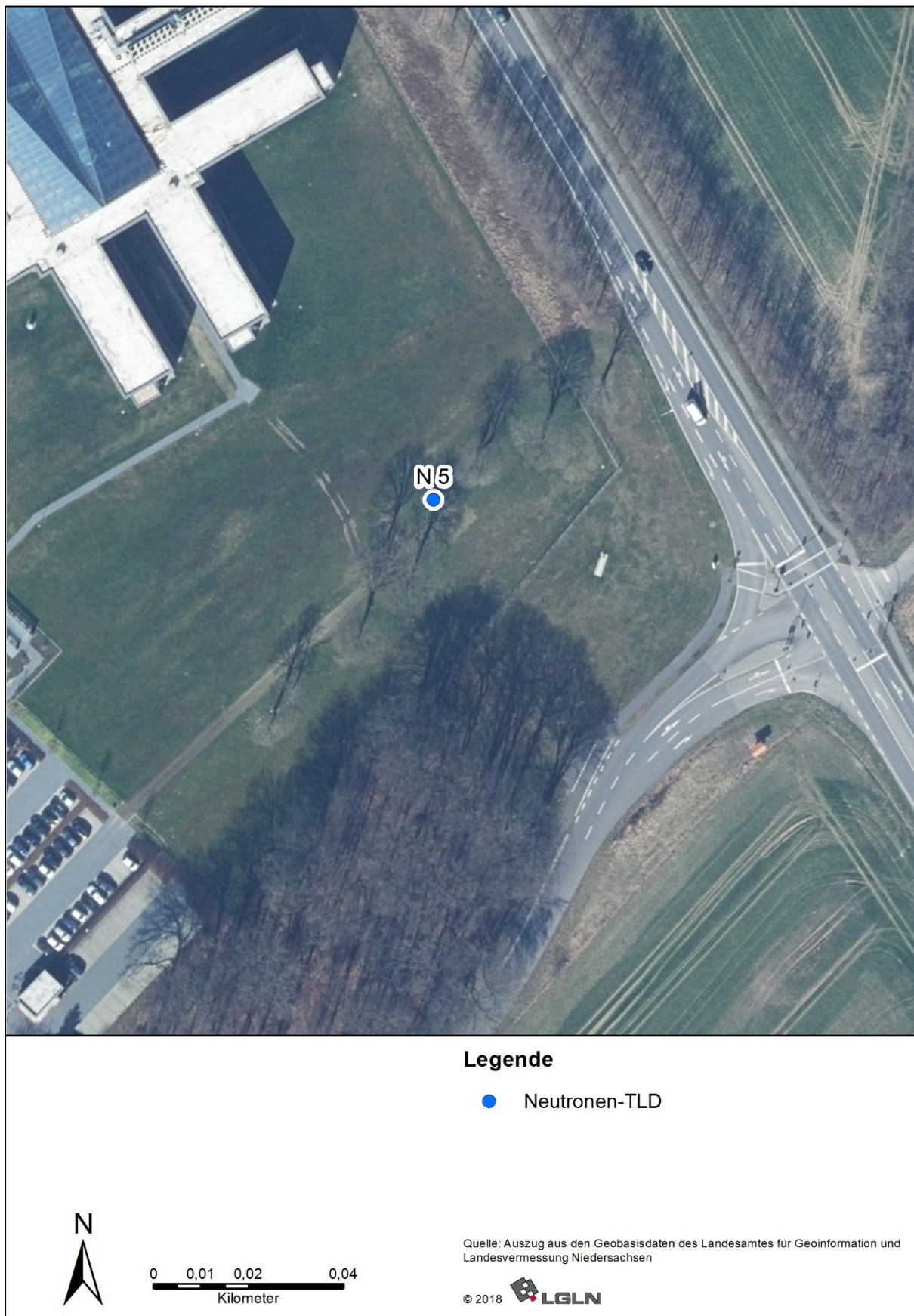


Abb. 2-3: Neutronen-Ortsdosis-Messpunkt (MP N 5; Neutronen-Referenzort auf dem Messhausdach in Estringen in ca. 2,1 km Entfernung)

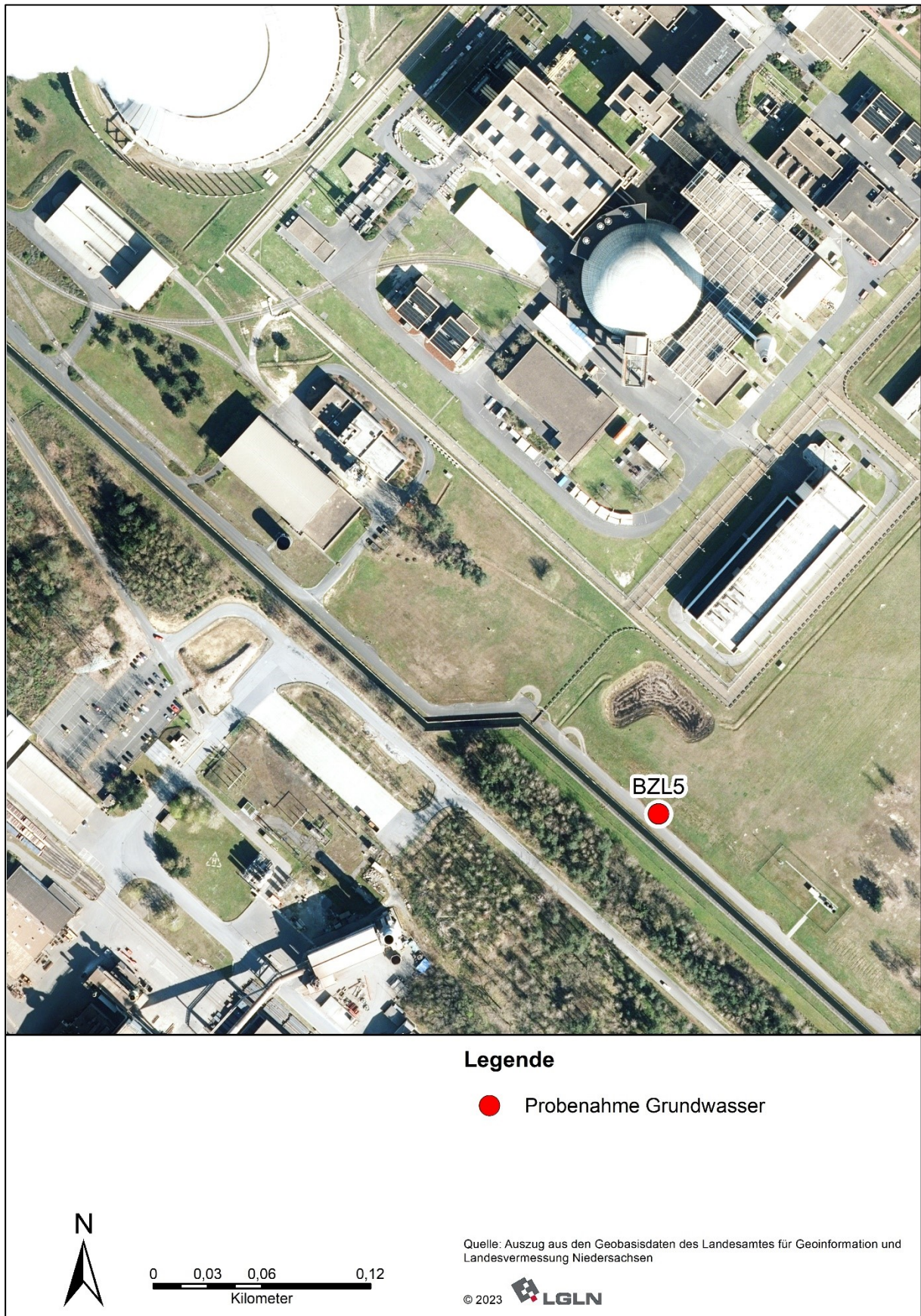


Abb. 2-4: Probenahmeorte für Grundwasserproben (Brunnen BZL5)

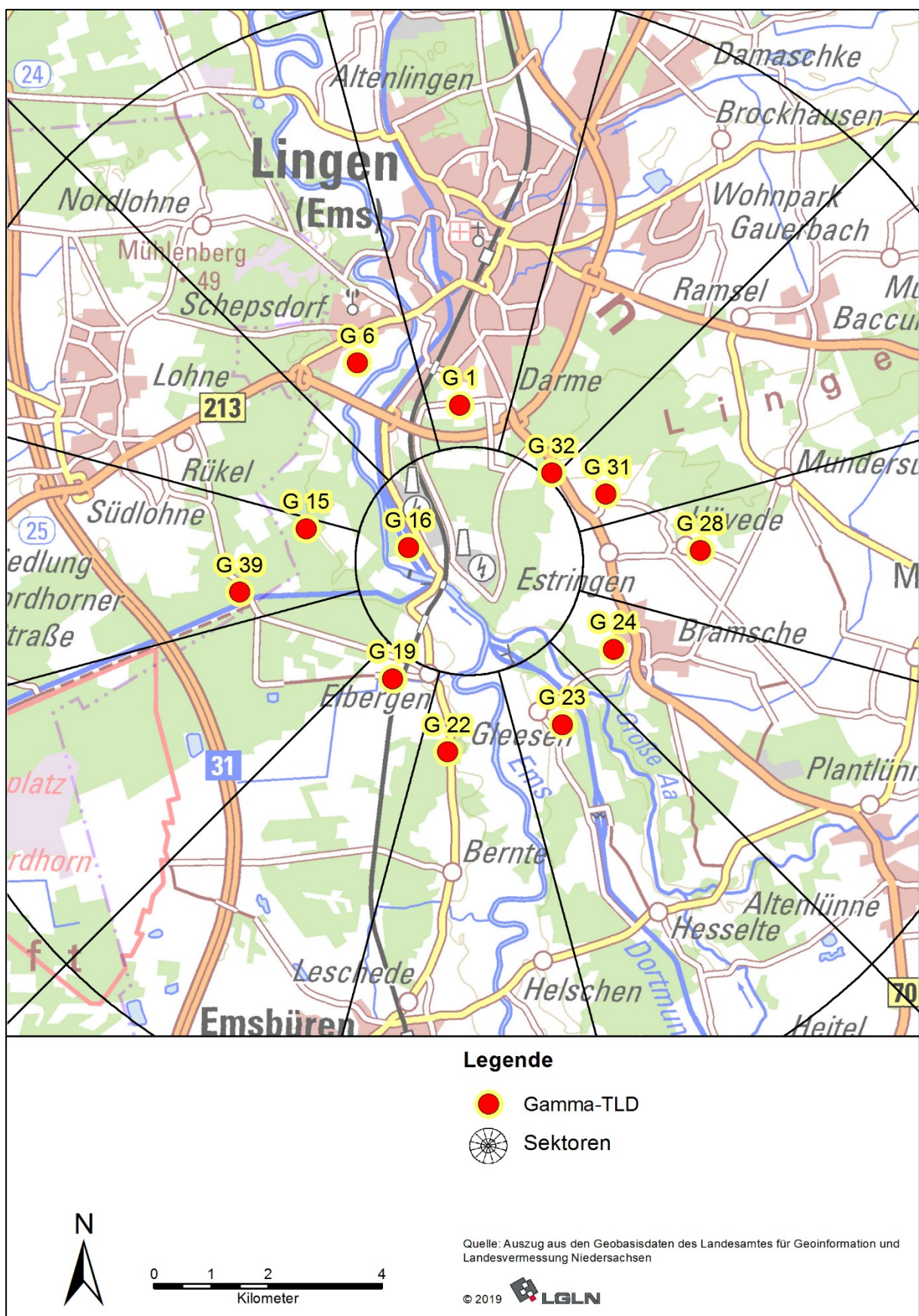


Abb. 2-5: Gamma-Ortsdosis-Messpunkte im Störfall/Unfall (MP G 1, G 6, G 15, G 16, G 19, G 22 bis 24, G 28, G 31, G 32, G 39)

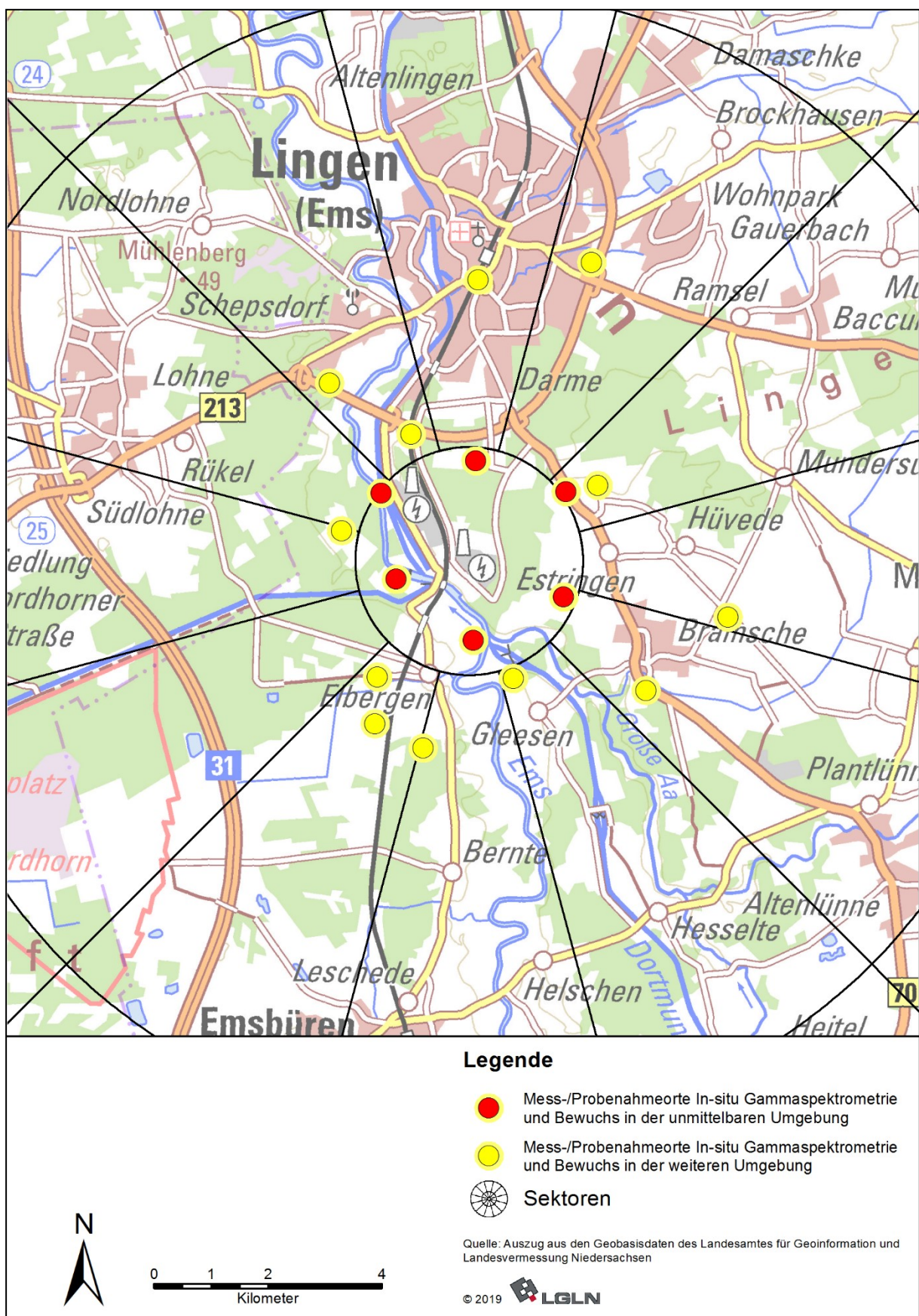


Abb. 2-6: Messpunkte und Probenahmeorte im Störfall/Unfall

3 Durchführung des Messprogramms

3.1 Messungen und Probennahme

3.1.1 Gamma-Ortsdosis

Zur Ermittlung der Gamma-Ortsdosis werden an 4 Messpunkten am Zaun des Betriebsgeländes (MP) Thermolumineszenzdosimeter (TLD) eingesetzt (MP Z 1, MP Z 2, MP Z 4 und MP Z 12; 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. Von diesen TLD befinden sich 4 am Zaun des Betriebsgeländes (MP N 1 bis MP N 4; siehe Abb. 2-2) und 1 als Referenz ca. 2,1 km westlich der Anlage auf dem Dach des Messhauses in Estringen (MP N 5; siehe Abb. 2-3).

Die Vorbereitung und Auswertung der Dosimeter erfolgt durch die Firma Mirion Technologies Dosimetrieservice (AWST). 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. Durch den Verlust der Dosimeter durch das Transportunternehmen ist eine Auswertung der Neutronendosimeter für das zweite Halbjahr 2023 nicht möglich.

3.1.3 Grundwasser

Die Probenahme erfolgt an einem festgelegten Probenahmeort (siehe Abb. 2-4). Gemäß Messprogramm werden seit dem 01.01.2023 die Brunnen 1 und 3 nicht mehr beprobt. Im Berichtszeitraum wurden die Proben programmgemäß genommen.

Die Proben werden mit Trägermaterial und Natriumchlorid versetzt, bis zur Trockne eingedampft und gegebenenfalls gepresst. Der Trockenrückstand wird gammaspektrometrisch gemessen. Die Aktivitätskonzentrationen werden in Bq/l angegeben.

Für die Bestimmung von H-3 wird die Probe durch Destillation unter Zusatz von Oxidationsmitteln gereinigt, mit einem Szintillator versetzt und mittels Flüssigszintillation gemessen. Die Aktivitätskonzentration wird in Bq/l angegeben.

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 geeignete Dosimetertypen zum Einsatz. Ermittelt wird die vorgeschriebene Messgröße Umgebungsäquivalentdosis $H^*(10)$.

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

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). Diese wird von Bodeneigenschaften und/oder den Eigenschaften ggf. eingesetzter Baustoffe in der Umgebung der Messpunkte beeinflusst (Brutto-Gamma-Ortsdosis).

Zur Bestimmung der Neutronen-Ortsdosis werden TLD mit neutronen- und photonenempfindlichen Detektormaterial aus 6-Lithiumfluorid und mit nur photonenempfindlichen 7-Lithiumfluorid Detektormaterial verwendet. Aus der Differenz der Messwerte wird die Neutronen-Ortsdosis bestimmt. Um die benötigte Moderation und 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 bei der beauftragten AWST.

3.2.2 Gammaspektrometrie

Es werden hochauflösende Gammaspektrometer mit Reinstgermanium-Detektoren, digitaler Auswertelektronik und einer Abschirmung gegen die Untergrundstrahlung (Low-Level-Messgeräte) verwendet.

Die Analyse der Proben erfolgt anhand vorgegebener Nuklidtabellen, die relevante natürliche und künstliche Nuklide enthalten. Bei den Gammaspektren werden alle auswertbaren Gammalinien entsprechend des Messauftrags berichtet.

Das nahezu in allen Umweltmedien vorhandene natürliche Radionuklid Kalium-40 (K-40) dient in den Auswertungen ausschließlich als Qualitätsindikator für die Messung. Die geforderten Nachweisgrenzen im Messprogramm beziehen sich auf Cobalt-60 (Co-60). Ausnahme sind Messungen von Jodnukliden, bei denen das Bezugsnuklid I-131 ist. Bei Messungen außerhalb der REI /6/ und dem Integrierten Mess- und Informationssystem (IMIS) /10/ werden die jeweiligen Bezugsnuklide dem Messauftrag entsprechend gewählt und angegeben.

3.2.3 Flüssigszintillationsspektrometrie

Es werden Flüssigszintillationsspektrometer mit Antikoinzidenzschaltung, digitaler Auswertelektronik, einer Abschirmung gegen die Untergrundstrahlung und zwei bzw. drei Photomultipliern verwendet.

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 /11/ nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03 /12/ öffentlich einsehbar.

Die Festkörperdosimetrie und die Probenahme durch den Betreiber unterliegen nicht den akkreditierten Verfahren. Akkreditierte Verfahren sind in Abschnitt 5 mit dem DAkkS-Logo gekennzeichnet.

Die Bestimmung der Erkennungs- und Nachweisgrenzen und des probabilistischen Überdeckungsintervalls sowie der Messergebnisse und deren Messunsicherheiten erfolgt bei den Laboranalysen gemäß DIN EN ISO 11929-1:2021-11 /13/. 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 probabilistischen Überdeckungsintervall ist für $k_{1-\gamma/2} = 1,96$ mit $1-\gamma = 95\%$. Der Erweiterungsfaktor k für die Messunsicherheit ist 1. Die Bestimmung der Messunsicherheit der Gamma-Ortsdosis erfolgt auf der Grundlage des „Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement“ (GUM) /14/.

Gemäß den Vorgaben der REI /6/ werden Werte unterhalb der Erkennungsgrenze in Abschnitt 5 als kleiner Nachweisgrenze (<NWG) berichtet.

Liegen weniger als 80 % der Messwerte unterhalb der Nachweisgrenze, werden für die Mittelwertberechnung diese mit halbem Wert berücksichtigt (siehe „Messanleitungen für die Überwachung radioaktiver Stoffe in der Umwelt und externer Strahlung“ /9/). Sind mehr als 80 % der Messwerte unterhalb der Nachweisgrenze, werden diese für die Mittelwertberechnung mit vollem Wert berücksichtigt und der Mittelwert mit kleiner als (<) gekennzeichnet /9/. Als Maximalwert wird der größte signifikante Messwert angegeben.

4 Bewertung der Messergebnisse

4.1 Zusammenfassende Bewertung

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

Der Auftrag an den NLWKN als unabhängige Messstelle umfasst Maßnahmen auf Grundlage der REI /6/ zur Überwachung der Umgebung, über deren Ergebnisse sind die Aufsichtsbehörden gemäß der REI /6/ 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 für die Gammastrahlung im Vergleich zum natürlichen Untergrund keine erhöhte Ortsdosis ermittelt. Die daraus resultierende Strahlenexposition liegt somit in der Größenordnung der natürlichen Umgebungsstrahlung. Aufgrund des Verlustes der Dosimeter liegt für die Neutronen Ortsdosis kein Messwert vor, somit konnte die Neutronen Ortsdosis nicht in die Bewertung einfließen.

H-3 entsteht auf natürliche Weise durch kosmische Strahlung in der Atmosphäre. Mit Niederschlägen kann H-3 ins Grundwasser gelangen.

Für den Berichtszeitraum gibt es keine Hinweise, dass der in § 80 StrlSchG /4/ festgelegte Grenzwert für die Summe der Strahlenexposition, sowie der in der Genehmigung der Anlage festgelegte Wert überschritten wird.

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

4.2 Bewertung der einzelnen Bestimmungen

Nach § 80 Abs. 1 StrlSchG /4/ beträgt für Einzelpersonen der Bevölkerung der Grenzwert der effektiven Dosis durch Strahlenexpositionen 1 mSv im Kalenderjahr. Gemäß den Aufträgen misst und bewertet der NLWKN die Neutronen-Ortsdosis, die Gamma-Ortsdosis sowie Immissionen aufgrund der Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Luft und Wasser aus der Anlage.

4.2.1 Gamma-Ortsdosis

An der Grenze des Betriebsgeländes erreicht die Brutto-Gamma-Ortsdosis einen Jahresmittelwert von 0,59 mSv (siehe Abb. 4-1). Die einzelnen Jahresdosen an den vier Messpunkten liegen im Bereich von 0,55 mSv bis 0,67 mSv (vgl. Abschnitt 5.1).

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

Der aus dem IMIS /10/ ermittelte Mittelwert für die Gamma-Ortsdosisleistung in Niedersachsen beträgt 0,08 $\mu\text{Sv/h}$. Die einzelnen Messwerte liegen im Bereich von 0,05 $\mu\text{Sv/h}$ bis 0,12 $\mu\text{Sv/h}$, das entspricht einer mittleren Jahresdosis von 0,7 mSv und Einzelwerten im Bereich von 0,44 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 Anlage der zurückliegenden zehn Jahre dargestellt. Anhand der Jahresreihen ist kein Einfluss der Anlage auf die gemessenen Werte zu erkennen.

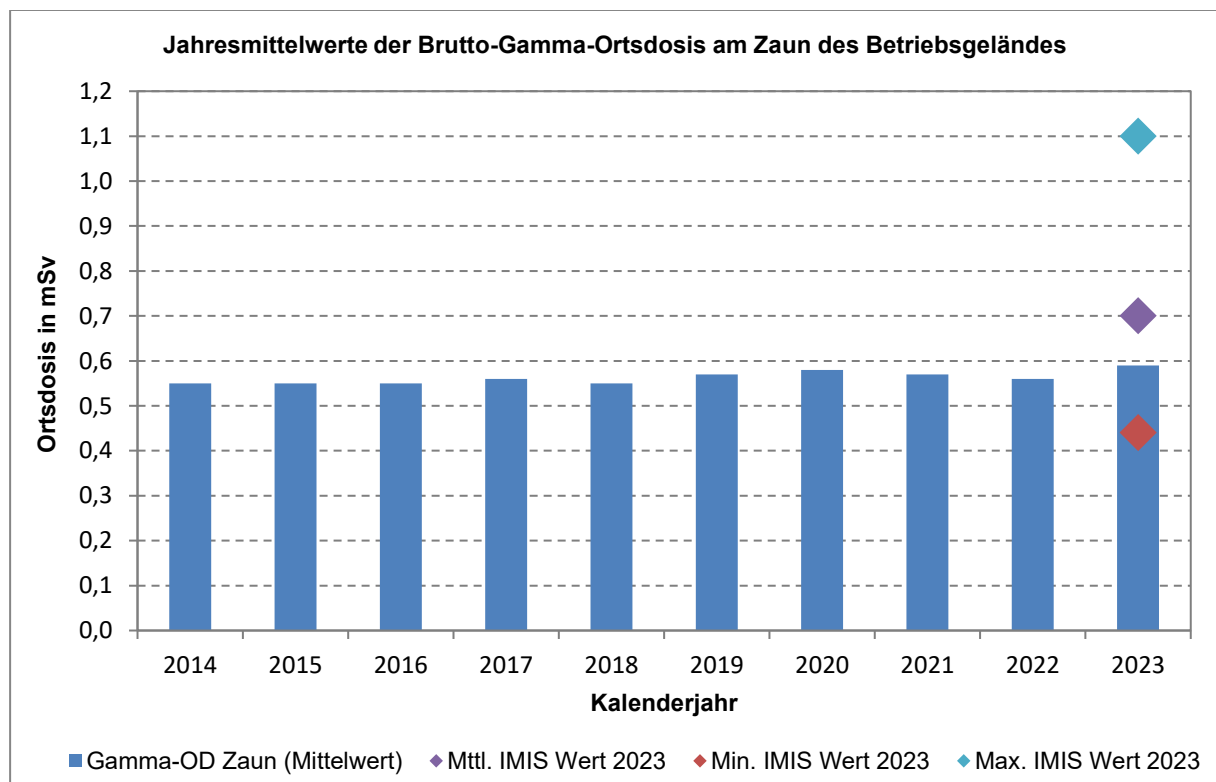


Abb. 4-1: Jahresmittelwerte der Brutto-Gamma-Ortsdosis am Zaun des Betriebsgeländes

4.2.2 Neutronen-Ortsdosis

Durch Verlust der Dosimeter durch das beauftragte Transportunternehmen ist eine Auswertung der Neutronendosimeter für das zweite Halbjahr 2023 nicht möglich. Eine Aufsummierung zu einer entsprechenden Jahresdosis ist hierdurch ebenfalls nicht möglich.

Die PTB ermittelte eine Neutronenäquivalentdosisleistung für den Messort Braunschweig (Gelände der PTB) im Jahr 2005/2006 von $(11,2 \pm 1,1)$ nSv/h /15/, was einer Jahres-Neutronen-Ortsdosis von ca. 0,1 mSv entspricht.

Die durch die unabhängige Messstelle ermittelten Werte für das erste Halbjahr sowie die für den Berichtszeitraum ermittelten Werte des Genehmigungsinhabers liegen in der Größenordnung der letzten Jahre. Aus den Messwerten lässt sich kein Hinweis auf einen Eintrag aus dem Betrieb der Anlage ableiten.

In der Abb. 4-2 sind die Jahresmittelwerte der Brutto-Neutronen-Ortsdosis am Zaun der Anlage und am Referenzpunkt der zurückliegenden zehn Jahre dargestellt. Anhand der Jahresreihen ist kein Einfluss der Anlage auf die gemessenen Werte zu erkennen.

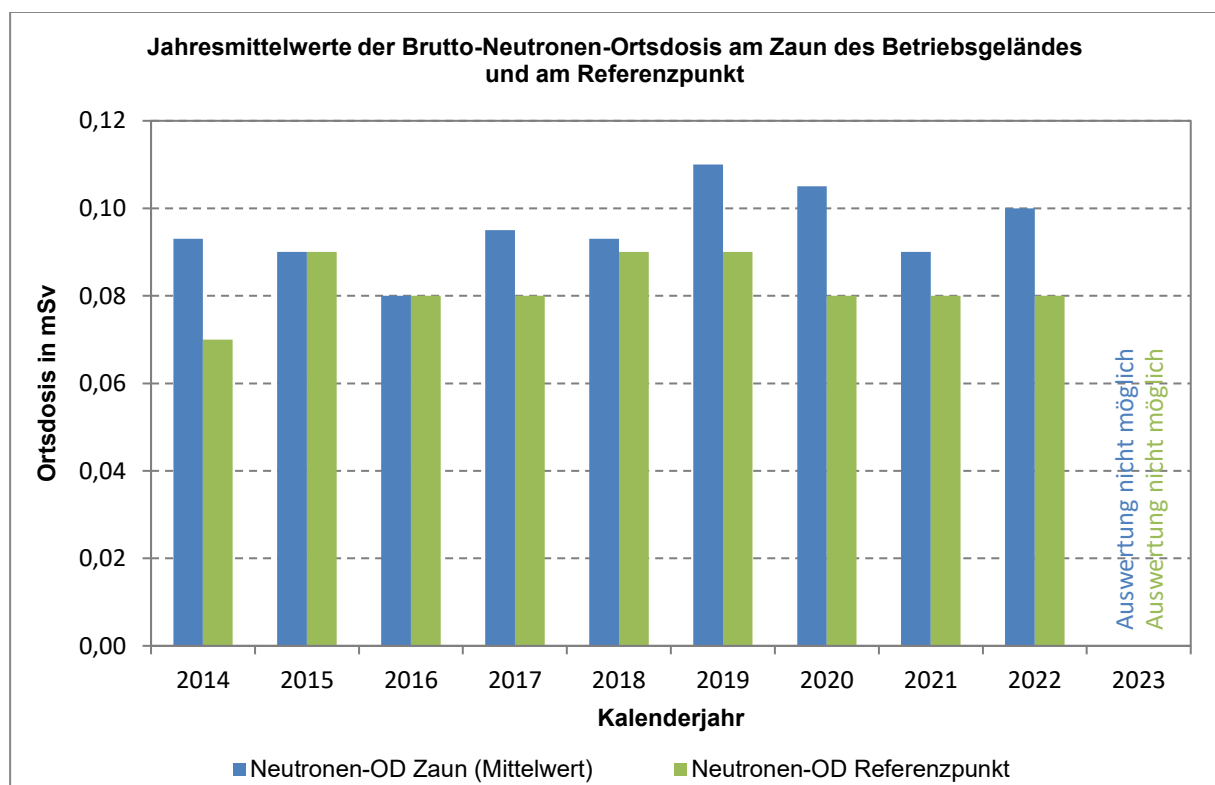


Abb. 4-2: Jahresmittelwerte der Brutto-Neutronen-Ortsdosis am Zaun des Betriebsgeländes und am Referenzpunkt

4.2.3 Grundwasser

Es wurde Tritium (H-3) als Radionuklid nachgewiesen. Die Aktivitätskonzentration liegt zwischen <NWG und 2,0 Bq/l (vergl. Abschnitt 5.3). Das in den Proben nachgewiesene Nuklid Blei-214 (Pb-214) repräsentiert die natürliche Uran/Radium-Zerfallsreihe.

Der aus IMIS /10/ ermittelte Mittelwert für die H-3-Aktivitätskonzentration von Wasserproben (Grundwasser) in Niedersachsen für den Berichtszeitraum beträgt 1,5 Bq/l. Die einzelnen Messwerte liegen im Bereich von 2,0 Bq/l bis 3,0 Bq/l.

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

In der Abb. 4-2 sind die H-3-Aktivitätskonzentrationen im Jahresmittel der zurückliegenden zehn Jahre für die Probenahmeorte Brunnen 1, Brunnen 3 und Brunnen BZL 5 dargestellt. Der Brunnen BZL 5 wird seit dem 4. Quartal 2022 beprobt. Seit dem 01.01.2023 werden die Brunnen 1 und 3 nicht mehr beprobt. Anhand der Jahresreihen ist kein Einfluss der Anlage auf die gemessenen Aktivitätskonzentrationen zu erkennen.

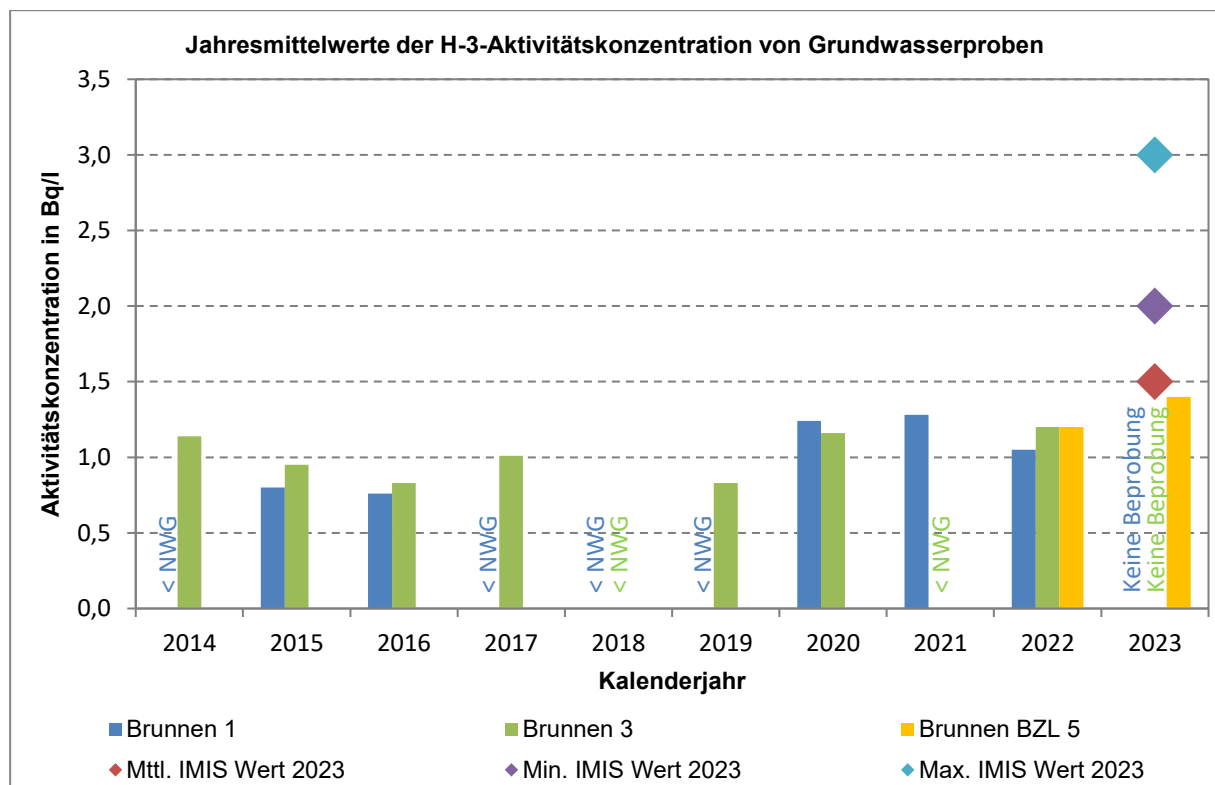


Abb. 4-3: H-3-Aktivitätskonzentration im Jahresmittel von Grundwasserproben in den Brunnen 1, 3 und BZL5

5 Messergebnisse

5.1 Gamma-Ortsdosis

Radiochemisches Labor beim Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz Laborstandort Hildesheim An der Scharlake 39, 31135 Hildesheim				Immissionsüberwachung: ZL-LINGEN Messprogramm gemäß REI-Tabelle: C1.2 Zeitraum: 1. Halbjahr 2023 Erweiterungsfaktor k für die Messunsicherheit: 1					
REI-Pro- gramm- punkt	Probenahme-/ Messort	Überwachter Umweltbereich	Probenahme- datum/Sammel- zeitraum oder Messintervall	Messmethode	Messgröße	Mess- ergebnis in mSv	Mess- unsicher- heit in %	Erreichte Nachweis- grenze (NWG) in mSv	Probennummer/ Bemerkungen
1.1	Standortzwischen- lager Lingen Z 1	Gamma-Ortsdosis	22.11.2022 - 31.05.2023	Gamma-OD	Gamma-OD- Brutto	2,9 E-01	18,0	5,0 E-02	23#1697
1.1	Standortzwischen- lager Lingen Z 2	Gamma-Ortsdosis	22.11.2022 - 31.05.2023	Gamma-OD	Gamma-OD- Brutto	3,0 E-01	18,0	5,0 E-02	23#1698
1.1	Standortzwischen- lager Lingen Z 4	Gamma-Ortsdosis	22.11.2022 - 31.05.2023	Gamma-OD	Gamma-OD- Brutto	3,4 E-01	18,0	5,0 E-02	23#1699
1.1	Standortzwischen- lager Lingen Z 12	Gamma-Ortsdosis	22.11.2022 - 31.05.2023	Gamma-OD	Gamma-OD- Brutto	2,8 E-01	18,0	5,0 E-02	23#1700

Die Messwerte wurden rechnerisch an das Kalenderhalbjahr angepasst

Radiochemisches Labor beim Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz Laborstandort Hildesheim An der Scharlake 39, 31135 Hildesheim				Immissionsüberwachung: ZL-LINGEN Messprogramm gemäß REI-Tabelle: C1.2 Zeitraum: 2. Halbjahr 2023 Erweiterungsfaktor k für die Messunsicherheit: 1					
REI-Pro- gramm- punkt	Probenahme-/ Messort	Überwachter Umweltbereich	Probenahme- datum/Sammel- zeitraum oder Messintervall	Messmethode	Messgröße	Mess- ergebnis in mSv	Mess- unsicher- heit in %	Erreichte Nachweis- grenze (NWG) in mSv	Probennummer/ Bemerkungen
1.1	Standortzwischen- lager Lingen Z 1	Gamma-Ortsdosis	31.05.2023 - 28.11.2023	Gamma-OD	Gamma-OD- Brutto	2,7 E-01	18,0	5,0 E-02	23#2655
1.1	Standortzwischen- lager Lingen Z 2	Gamma-Ortsdosis	31.05.2023 - 28.11.2023	Gamma-OD	Gamma-OD- Brutto	2,9 E-01	18,0	5,0 E-02	23#2656
1.1	Standortzwischen- lager Lingen Z 4	Gamma-Ortsdosis	31.05.2023 - 28.11.2023	Gamma-OD	Gamma-OD- Brutto	3,3 E-01	18,0	5,0 E-02	23#2657
1.1	Standortzwischen- lager Lingen Z 12	Gamma-Ortsdosis	31.05.2023 - 28.11.2023	Gamma-OD	Gamma-OD- Brutto	2,7 E-01	18,0	5,0 E-02	23#2658

Die Messwerte wurden rechnerisch an das Kalenderhalbjahr angepasst

Radiochemisches Labor beim Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz Laborstandort Hildesheim An der Scharlake 39, 31135 Hildesheim				Immissionsüberwachung: ZL-LINGEN Messprogramm gemäß REI-Tabelle: C1.2 Zeitraum: 2023 Erweiterungsfaktor k für die Messunsicherheit: 1					
REI-Pro- gramm- punkt	Probenahme-/ Messort	Überwachter Umweltbereich	Probenahme- datum/Sammel- zeitraum oder Messintervall	Messmethode	Messgröße	Mess- ergebnis in mSv	Mess- unsicher- heit in %	Erreichte Nachweis- grenze (NWG) in mSv	Probennummer/ Bemerkungen
1.1	Standortzwischen- lager Lingen Z 1	Gamma-Ortsdosis	22.11.2022 - 28.11.2023	Gamma-OD	Gamma-OD- Brutto	5,6 E-01	18,0	1,0 E-01	23#2659
1.1	Standortzwischen- lager Lingen Z 2	Gamma-Ortsdosis	22.11.2022 - 28.11.2023	Gamma-OD	Gamma-OD- Brutto	5,9 E-01	18,0	1,0 E-01	23#2660
1.1	Standortzwischen- lager Lingen Z 4	Gamma-Ortsdosis	22.11.2022 - 28.11.2023	Gamma-OD	Gamma-OD- Brutto	6,7 E-01	18,0	1,0 E-01	23#2661
1.1	Standortzwischen- lager Lingen Z 12	Gamma-Ortsdosis	22.11.2022 - 28.11.2023	Gamma-OD	Gamma-OD- Brutto	5,5 E-01	18,0	1,0 E-01	23#2662

Die Messwerte wurden rechnerisch an das Kalenderjahr angepasst

5.2 Neutronen-Ortsdosis

Radiochemisches Labor beim Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz Laborstandort Hildesheim An der Scharlake 39, 31135 Hildesheim				Immissionsüberwachung: ZL-LINGEN Messprogramm gemäß REI-Tabelle: C1.2 Zeitraum: 1. Halbjahr 2023 Erweiterungsfaktor k für die Messunsicherheit: 1					
REI-Pro- gramm- punkt	Probenahme-/ Messort	Überwachter Umweltbereich	Probenahme- datum/Sammel- zeitraum oder Messintervall	Messmethode	Messgröße	Mess- ergebnis in mSv	Mess- unsicher- heit in %	Erreichte Nachweis- grenze (NWG) in mSv	Probennummer/ Bemerkungen
1.2	Standortzwischen- lager Lingen N 1	Neutronen-Ortsdosis	22.12.2022 - 06.06.2023	Neutronen-OD	Neutr-OD- Brutto	4,0 E-02	25,0	2,5 E-02	23#2034
1.2	Standortzwischen- lager Lingen N 2	Neutronen-Ortsdosis	22.12.2022 - 06.06.2023	Neutronen-OD	Neutr-OD- Brutto	3,0 E-02	30,0	2,5 E-02	23#2035
1.2	Standortzwischen- lager Lingen N 3	Neutronen-Ortsdosis	22.12.2022 - 06.06.2023	Neutronen-OD	Neutr-OD- Brutto	3,0 E-02	30,0	2,5 E-02	23#2036
1.2	Standortzwischen- lager Lingen N 4	Neutronen-Ortsdosis	22.12.2022 - 06.06.2023	Neutronen-OD	Neutr-OD- Brutto	4,0 E-02	25,0	2,5 E-02	23#2037
1.2	Standortzwischen- lager Lingen N 5	Neutronen-Ortsdosis	22.12.2022 - 06.06.2023	Neutronen-OD	Neutr-OD- Brutto	3,0 E-02	30,0	2,5 E-02	23#2038

Die Messwerte wurden rechnerisch an das Kalenderhalbjahr angepasst

Radiochemisches Labor beim Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz Laborstandort Hildesheim An der Scharlake 39, 31135 Hildesheim				Immissionsüberwachung: ZL-LINGEN Messprogramm gemäß REI-Tabelle: C1.2 Zeitraum: 2. Halbjahr 2023 Erweiterungsfaktor k für die Messunsicherheit: 1					
REI-Pro- gramm- punkt	Probenahme-/ Messort	Überwachter Umweltbereich	Probenahme- datum/Sammel- zeitraum oder Messintervall	Messmethode	Messgröße	Mess- ergebnis in mSv	Mess- unsicher- heit in %	Erreichte Nachweis- grenze (NWG) in mSv	Probennummer/ Bemerkungen
1.2	Standortzwischen- lager Lingen N 1	Neutronen-Ortsdosis	06.06.2023 - 20.12.2023	Neutronen-OD	Neutr-OD- Brutto				24#0850 Auswertung nicht möglich
1.2	Standortzwischen- lager Lingen N 2	Neutronen-Ortsdosis	06.06.2023 - 20.12.2023	Neutronen-OD	Neutr-OD- Brutto				24#0851 Auswertung nicht möglich
1.2	Standortzwischen- lager Lingen N 3	Neutronen-Ortsdosis	06.06.2023 - 20.12.2023	Neutronen-OD	Neutr-OD- Brutto				24#0852 Auswertung nicht möglich
1.2	Standortzwischen- lager Lingen N 4	Neutronen-Ortsdosis	06.06.2023 - 20.12.2023	Neutronen-OD	Neutr-OD- Brutto				24#0853 Auswertung nicht möglich
1.2	Standortzwischen- lager Lingen N 5	Neutronen-Ortsdosis	06.06.2023 - 20.12.2023	Neutronen-OD	Neutr-OD- Brutto				24#0854 Auswertung nicht möglich

5.3 Grundwasser

Radiochemisches Labor beim Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz Laborstandort Hildesheim An der Scharlake 39, 31135 Hildesheim						Immissionsüberwachung: ZL-LINGEN			
						Messprogramm gemäß REI-Tabelle: C2.2			
						Zeitraum: 1. Halbjahr 2023			
						Erweiterungsfaktor k für die Messunsicherheit: 1			
REI-Pro- gramm- punkt	Probenahme-/ Messort	Überwachter Umweltbereich	Probenahme- datum/Sammel- zeitraum oder Messintervall	Messmethode	Messgröße	Mess- ergebnis in Bq/l	Mess- unsicher- heit in %	Erreichte Nachweis- grenze (NWG) in Bq/l	Probennummer/ Bemerkungen
6.2	Standortzwischen- lager Lingen Brunnen 5	Grundwasser (nicht zur Trinkwasser- gewinnung)	15.03.2023 - 15.03.2023	Gamma- Spektrometrie	K-40	7,6 E-02	15,4	5,0 E-02	23#1175
					Mn-54	<NWG		3,7 E-03	
					Co-58	<NWG		6,8 E-03	
					Co-60	<NWG		4,0 E-03	
					Ru-106	<NWG		3,6 E-02	
					Sb-125	<NWG		1,1 E-02	
					Cs-134	<NWG		4,2 E-03	
					Cs-137	<NWG		3,3 E-03	
				Pb-214	7,6 E-03	20,5	7,4 E-03		
H3-Bestimmung	H-3	<NWG		1,8 E+00					
6.2	Standortzwischen- lager Lingen Brunnen 5	Grundwasser (nicht zur Trinkwasser- gewinnung)	13.06.2023 - 13.06.2023	Gamma- Spektrometrie	K-40	<NWG		1,8 E-01	23#1516
					Mn-54	<NWG		6,2 E-03	
					Co-58	<NWG		7,0 E-03	
					Co-60	<NWG		6,6 E-03	
					Ru-106	<NWG		5,3 E-02	
					Sb-125	<NWG		1,9 E-02	
					Cs-134	<NWG		6,8 E-03	
					Cs-137	<NWG		6,2 E-03	
				Pb-214	<NWG		1,5 E-02		
				H3-Bestimmung	H-3	2,0 E+00	23,7	2,1 E+00	

Radiochemisches Labor beim Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz Laborstandort Hildesheim An der Scharlake 39, 31135 Hildesheim						Immissionsüberwachung: ZL-LINGEN Messprogramm gemäß REI-Tabelle: C2.2 Zeitraum: 2. Halbjahr 2023 Erweiterungsfaktor k für die Messunsicherheit: 1			
REI-Pro- gramm- punkt	Probenahme-/ Messort	Überwachter Umweltbereich	Probenahme- datum/Sammel- zeitraum oder Messintervall	Messmethode	Messgröße	Mess- ergebnis in Bq/l	Mess- unsicher- heit in %	Erreichte Nachweis- grenze (NWG) in Bq/l	Probennummer/ Bemerkungen
6.2	Standortzwischen- lager Lingen Brunnen 5	Grundwasser (nicht zur Trinkwasser- gewinnung)	18.09.2023 - 18.09.2023	Gamma- Spektrometrie	K-40	5,4 E-02	29,1	6,9 E-02	23#2302
					Mn-54	<NWG		3,5 E-03	
					Co-58	<NWG		4,2 E-03	
					Co-60	<NWG		4,1 E-03	
					Ru-106	<NWG		2,8 E-02	
					Sb-125	<NWG		9,7 E-03	
					Cs-134	<NWG		4,7 E-03	
					Cs-137	<NWG		3,0 E-03	
					Pb-214	<NWG		6,8 E-03	
					H3-Bestimmung	H-3	<NWG		
6.2	Standortzwischen- lager Lingen Brunnen 5	Grundwasser (nicht zur Trinkwasser- gewinnung)	13.12.2023 - 13.12.2023	Gamma- Spektrometrie	K-40	6,4 E-02	17,6	5,2 E-02	23#2638
					Mn-54	<NWG		2,9 E-03	
					Co-58	<NWG		2,9 E-03	
					Co-60	<NWG		3,6 E-03	
					Ru-106	<NWG		2,7 E-02	
					Sb-125	<NWG		9,0 E-03	
					Cs-134	<NWG		3,9 E-03	
					Cs-137	<NWG		2,7 E-03	
					Pb-214	<NWG		5,9 E-03	
					H3-Bestimmung	H-3	<NWG		

6 Tabellenverzeichnis Seite

Tab. 2-1: Maßnahmen der unabhängigen Messstelle zur Überwachung der Umgebung im bestimmungsgemäßen Betrieb (REI-Tabelle C.1.2, C.2.2)	3
---	---

Tab. 2-2: Maßnahmen der unabhängigen Messstelle zur Überwachung der Umgebung im Störfall/Unfall (REI-Tabelle C.1.4).....	4
--	---

7 Abbildungsverzeichnis Seite

Abb. 2-1: Gamma-Ortsdosis-Messpunkte (MP Z 1, Z 2, Z 4 und Z 12) 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 Estringen in ca. 2,1 km Entfernung)	7
--	---

Abb. 2-4: Probenahmeorte für Grundwasserproben (Brunnen BZL5)	8
---	---

Abb. 2-5: Gamma-Ortsdosis-Messpunkte im Störfall/Unfall (MP G 1, G 6, G 15, G 16, G 19, G 22 bis 24, G 28, G 31, G 32, G 39)	9
--	---

Abb. 2-6: Messpunkte und Probenahmeorte im Störfall/Unfall	10
--	----

Abb. 4-1: Jahresmittelwerte der Brutto-Gamma-Ortsdosis am Zaun des Betriebsgeländes.....	15
--	----

Abb. 4-2: Jahresmittelwerte der Brutto-Neutronen-Ortsdosis am Zaun des Betriebsgeländes und am Referenzpunkt.....	16
---	----

Abb. 4-3: H-3-Aktivitätskonzentration im Jahresmittel von Grundwasserproben in den Brunnen 1, 3 und BZL5	17
--	----

8 Literaturverzeichnis

- /1/ Erlass des Niedersächsischen Umweltministeriums vom 13.12.2002 (Az.: 43 – 40518/4/5)
- /2/ Auftrag der Stadt Lingen (Ems) vom 05.05.2000 (Az.: 6611/eg)
- /3/ 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
- /4/ Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz – StrlSchG) vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1966) in der jeweils gültigen Fassung
- /5/ Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV) vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2036) in der jeweils gültigen Fassung
- /6/ Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) vom 7. Dezember 2005 (GMBL 2006, Nr. 14-17, S. 254), RdSchr. d. BMU v. 7.12.2005 – RS II5 – 15603/5
- /7/ Wasserhaushaltsgesetz (WHG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585) in der jeweils gültigen Fassung
- /8/ Niedersächsisches Wassergesetz (NWG) vom 19. Februar 2010 (Nds. GVBl. 2010, S. 64) in der jeweils gültigen Fassung
- /9/ Messanleitungen für die Überwachung radioaktiver Stoffe in der Umwelt und externer Strahlung, Internetseiten des BMUV: <https://www.bmuv.de/themen/atomenergie-strahlenschutz/strahlenschutz/ionisierende-strahlung/ueberwachung-der-radioaktivitaet-in-der-umwelt/messanleitungen>, zuletzt aufgerufen am 27. März 2024
- /10/ Integriertes Mess- und Informationssystem zur Überwachung der Umweltradioaktivität (IMIS)
- /11/ D-PL-14356-01-00 Akkreditierungsbereich
Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
Chemisch-ökotoxikologisch-radiologisches Labor
<https://www.dakks.de/de/akkreditierte-stelle.html?id=D-PL-14356-01-00>
- /12/ DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03, Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien
- /13/ DIN ISO 11929-1 VDE 0493-9291:2021-11, Bestimmung der charakteristischen Grenzen (Erkennungsgrenze, Nachweisgrenze und Grenzen des Überdeckungsintervalls) bei Messungen ionisierender Strahlung – Grundlagen und Anwendungen
- /14/ JCGM 100:2008, Evaluation of measurement data — Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM)
- /15/ 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>, zuletzt aufgerufen am 27. März 2024