

# Radiologische Kontrollmessungen in Menzenschwand



**AUFTRAGGEBER** Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-  
Württemberg

**HERAUSGEBER** LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen  
und Naturschutz Baden-Württemberg  
Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe  
[www.lubw.baden-wuerttemberg.de](http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de)

**BEARBEITUNG** Benjamin Schneider, Tristan Yarolem  
Referat 32 – Radioaktivität, Strahlenschutz  
Telefon: 0721 / 5600-2220  
Telefax: 0721 / 5600-2339  
E-Mail: [benjamin.schneider@lubw.bwl.de](mailto:benjamin.schneider@lubw.bwl.de)  
[tristan.yarolem@lubw.bwl.de](mailto:tristan.yarolem@lubw.bwl.de)

**STAND** 19. Juli 2017



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Auftrag und Hintergrund</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Messung der Ortsdosisleistung</b>	<b>3</b>
2.1	Durchführung der Messungen	3
2.2	Auswahl der Messpunkte	4
2.3	Messergebnisse	7
<b>3</b>	<b>Proben aus Wasserquellen</b>	<b>10</b>
3.1	Durchführung der Probenentnahme	10
3.2	Durchführung der Analysen	11
3.3	Auswahl der Probenentnahmestellen	11
3.4	Messergebnisse	13
<b>4</b>	<b>Dosisabschätzung</b>	<b>14</b>
4.1	Äußere Strahlenexposition	14
4.1.1	Gesamtdosis auf Wanderwegen	14
4.1.2	Längerer Aufenthalt an der Stelle mit der höchsten Ortsdosisleistung	16
4.2	Innere Strahlenexposition	16
<b>5</b>	<b>Radiologische Bewertung</b>	<b>18</b>
5.1	Bewertungsmaßstab für natürlich vorkommende radioaktive Stoffe	18
5.2	Äußere Strahlenexposition	19
5.3	Innere Strahlenexposition	19
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>20</b>
<b>7</b>	<b>Anlagen</b>	<b>20</b>
<b>8</b>	<b>Quellen</b>	<b>21</b>





# 1 Auftrag und Hintergrund

Am 04.04.2017 erteilte das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft (UM) der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) den Auftrag, im ehemaligen Uran-Bergbau-Gebiet in Menzenschwand entlang des Wanderweges „Menzos Wegle“ Messungen der Ortsdosisleistung (ODL) vorzunehmen und damit einem Hinweis aus der Bevölkerung über erhöhte Strahlungswerte nachzugehen. Bei der Umweltmeldestelle der Landesregierung Baden-Württemberg waren von einem Bürger Ergebnisse aus selbst durchgeführten Messungen eingegangen, die bei ihm Besorgnis erregten. Ähnliche Hinweise zu Messungen mit entsprechenden GPS-Koordinaten der Messpunkte und eine graphische Zusammenfassung der Messergebnisse sind auch im Internet [1] verfügbar.

Der Wanderweg „Menzos Wegle“ führt unter anderem an dem ehemaligen Uranerz-Erkundungsbergwerk Grube Krunkelbach vorbei, das von 1961 bis 1991 betrieben wurde. Bis zur Entlassung des Erkundungsbergwerks aus dem Bergrecht im Jahr 1992 überwachte die damalige Landesanstalt für Umweltschutz (LfU, heute LUBW) das Wasser des Erkundungsbergwerks radiologisch. Von 1992 bis 2004 entnahm die LfU dann noch im Rahmen eines reduzierten Überwachungsprogramms auf dem und um das Betriebsgelände des ehemaligen Erkundungsbergwerks regelmäßig Wasserproben und bestimmte ihren Radioaktivitätsgehalt. Die Messungen wurden im Jahr 2004 eingestellt, weil keine radiologischen Veränderungen mehr zu beobachten und weiter zu erwarten waren.

Der Auftrag des UM hatte das Ziel, die hingewiesenen Stellen mit erhöhten Strahlungswerten auf und um den Wanderweg „Menzos Wegle“ messtechnisch zu verifizieren und eine realistische Dosisabschätzung für Personen aus der Bevölkerung (z.B. Wanderinnen und Wanderer) vorzunehmen. Dabei sollte auch die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, dass an leicht zugänglichen Wasserstellen entlang des Wanderweges zur Erfrischung Wasser entnommen und getrunken wird. Hierzu umfasste der Auftrag auch eine stichprobenhafte Entnahme und Analyse von Oberflächenwasser auf Radioaktivität. Eine Untersuchung und Bewertung der Grube Krunkelbach vor dem Hintergrund des neuen Strahlenschutzgesetzes und der künftigen Regelungen zu radioaktiven Altlasten war nicht Gegenstand dieses Auftrags.

## 2 Messung der Ortsdosisleistung

An ausgewählten Messpunkten wurde mit einem geeichten Dosisleistungsmessgerät repräsentativ die Ortsdosisleistung aus Photonenstrahlung (ODL) gemessen. Für die Auswahl der Messpunkte wurden unter anderem Orientierungsmessungen der Ortsdosisleistung durchgeführt.

### 2.1 DURCHFÜHRUNG DER MESSUNGEN

Für die Orientierungsmessungen auf den befahrbaren Wegen wurde das im Messfahrzeug der LUBW installierte, GPS-gestützte Messsystem zum Nachweisen von Photonenstrahlung FHT 1376 der Firma Thermo Scientific eingesetzt. Die Messgröße ist die Ortsdosisleistung d.h. die Umgebungs-Äquivalentdosisleistung  $H^*(10)$ . Die Wege wurden mit einer maximalen Geschwindigkeit von 30 km/h befahren, wobei das Messsystem jede Sekunde den aktuellen Messwert georeferenziert aufzeichnet.

Für die Orientierungsmessungen auf den nicht befahrbaren Wegen wurde das in einem Rucksack installierte, GPS-gestützte Messsystem zum Nachweisen von Photonenstrahlung FHT 1377 der Firma Thermo Scientific eingesetzt. Die Messgröße ist die Ortsdosisleistung d.h. die Umgebungs-Äquivalentdosisleistung  $H^*(10)$ . Die Wege und Pfade wurden mit einer Geschwindigkeit von ca. 4 km/h begangen, wobei das Messsystem alle zehn Sekunden den 10-Sekunden-Mittelwert sowie den Maximalwert georeferenziert aufzeichnet.

Beide für die Orientierungsmessungen eingesetzten Messsysteme verfügen über ein NBR-Verfahren (Natural Background Rejection), das die Anteile der Ortsdosisleistung aus natürlichen und künstlichen Strahlenquellen auf Basis der Energieabhängigkeit dieser Anteile ermittelt. Damit ist es möglich, den Anteil der Ortsdosisleistung der durch die natürliche terrestrische Strahlung verursacht wird, für sich zu betrachten. So können auch geringe Schwankungen und Auffälligkeiten der natürlichen terrestrischen Strahlung festgestellt und der Anteil der kosmischen Photonenstrahlung ausgeblendet werden. Zudem können künstliche Strahlenquellen schnell lokalisiert werden.

Für die repräsentativen Messungen an den ausgewählten Messpunkten (vgl. Abschnitt 2.2) wurde das geeichte Handmessgerät zum Nachweis von Photonenstrahlung 6150AD-b/E der Firma automess GmbH verwendet. Die Messgröße ist die Ortsdosisleistung d.h. die Umgebungs-Äquivalentdosisleistung  $H^*(10)$ . An jedem ausgewählten Messpunkt wurde versucht, die Stelle mit der höchsten Ortsdosisleistung aufzuspüren. An dieser Stelle wurde der 1-Minuten-Mittelwert der Ortsdosisleistung jeweils in 10 cm und 100 cm Abstand vom Boden ermittelt. Eine Messung mit direktem Kontakt mit dem Boden würde hier keinen korrekten Wert einer Ortsdosisleistung aus Photonenstrahlung liefern, da Messeffekte durch Betastrahlung sowie geometrische Effekte das Ergebnis verfälschen. Der Bereich um die Stelle mit der höchsten Ortsdosisleistung wurde auch einer Sichtprüfung unterzogen, um (weitere) Auffälligkeiten auszuschließen.

Die Messungen fanden am 10.04.2017 und 11.04.2017 statt.

## **2.2 AUSWAHL DER MESSPUNKTE**

Zur Auswahl der Messpunkte musste zunächst das zu betrachtende Gebiet auf dem und um den Wanderweg „Menzos Wegle“ eingegrenzt werden. Hierzu wurden folgende Informationen herangezogen:

- Bürgeranfrage: In der Anfrage wird auf eine erhöhte Ortsdosisleistung auf bzw. um den Wanderweg „Menzos Wegle“ in der Nähe des ehemaligen Erkundungsbergwerks hingewiesen; genaue Ortsangaben werden nicht genannt.
- Internet-Bericht [1]: In dem Bericht sind mehrere Stellen, insbesondere in der Nähe des ehemaligen Erkundungsbergwerks, mit geographischen Koordinaten aufgeführt, an denen eine erhöhte Ortsdosisleistung gemessen wurde. In Abb. 1 des Berichtes ist zudem eine Route mit den georeferenzierten Ortsdosisleistungsangaben graphisch dargestellt; die Route verläuft teilweise auch auf dem Wanderweg „Menzos Wegle“.
- Streckenblatt Menzenschwander Tal (Anlage 1): Abbildung verschiedener Rundwege (Menzos Wege), die auf dem Wanderweg „Menzos Wegle“ verlaufen.

- Flyer Menzenschwander Geißenpfad (Anlage 2): Vom Menzenschwander Ortsvorsteher wurde auf den Wanderweg „Menzenschwander Geißenpfad“ hingewiesen, der zum Großteil auch auf dem Wanderweg „Menzos Wegle“ verläuft.

Im Internet-Bericht [1] werden konkrete Stellen mit auffälligen Ortsdosisleistungen genannt. Diese Stellen wurden direkt als Messpunkte ausgewählt. Um die Auffälligkeiten aus der Bürgeranfrage und ggf. weitere finden zu können, wurden auf allen in Anlage 1 und 2 als Rund- und Wanderwege ausgewiesenen Strecken georeferenzierte Orientierungsmessungen der Ortsdosisleistung durchgeführt (vgl. Abschnitt 2.1).

Während der Orientierungsmessungen wurden Rastplätze, Bänke, potenzielle Trinkwasserquellen und sonstige Auffälligkeiten für die Auswahl weiterer Messpunkte und Probenentnahmestellen georeferenziert erfasst.

Insgesamt wurden folgende 22 Messpunkte für die repräsentative Messung der Ortsdosisleistung ausgewählt (Fotodokumentation siehe Anlage 3):

- 2 Referenzmesspunkte an Stellen zur Ermittlung des ortsüblichen, natürlichen Untergrundes der Ortsdosisleistung (vgl. Tabelle 1/Abbildung 1 Nr. 1 und 2),
- 6 Messpunkte an Stellen mit auffälligen Werten der Ortsdosisleistung, die in [1] genannt sind bzw. bei der Auswertung der Orientierungsmessungen festgestellt wurden (vgl. Tabelle 1/Abbildung 1 Nr. 8-10, 14, 20 und 21), und
- 14 Messpunkte an Stellen ohne Auffälligkeiten wie Rastplätzen bzw. Bänken (vgl. Tabelle 1/Abbildung 1 Nr. 3-7, 11-13, 15-19 und 22).

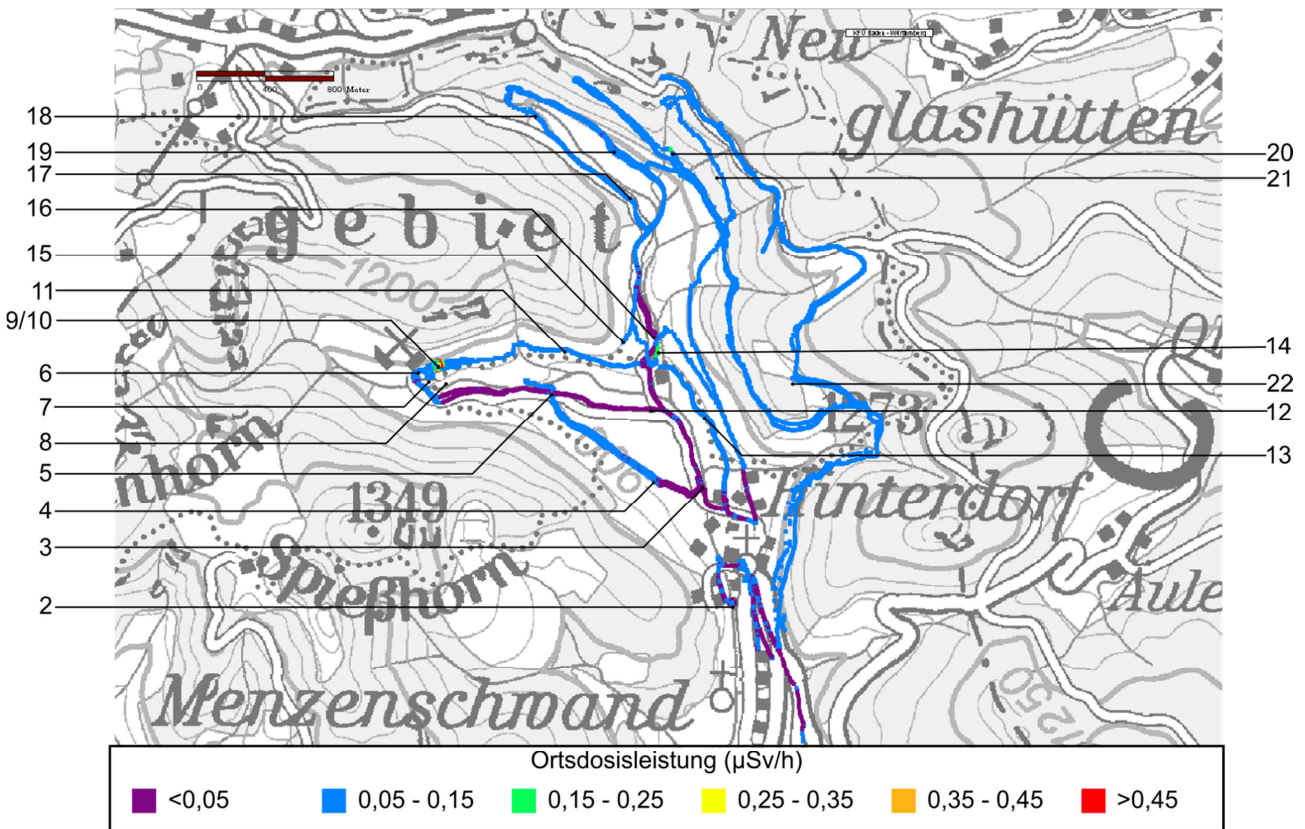
**Tabelle 1: Messpunkte für die repräsentativen Messungen der Ortsdosisleistung.**

Nr.	Messpunkt	Breite °N	Länge °E	Bemerkung
1	Referenzmesspunkt	47,76198	8,12825	St. Blasien in der Nähe des Rathauses
2	Referenzmesspunkt	47,82698	8,06880	Menzenschwand Kurhaus
3	Rastplatz Ausgangsparkplatz	47,83278	8,06694	
4	Sitzbank	47,83361	8,06222	Messpunkt auf Wanderweg "Menzos Wege Krunkelbach-Runde" (vgl. Anlage 1)
5	Sitzbank	47,83783	8,05448	Messpunkt auf Wanderweg "Menzos Wege Krunkelbach-Runde" (vgl. Anlage 1)
6	Floriansquelle	47,83883	8,04427	Messpunkt auf Wanderweg "Menzos Wege Krunkelbach-Runde" (vgl. Anlage 1)
7	Barbaraquelle	47,83858	8,04528	Messpunkt auf Wanderweg "Menzos Wege Krunkelbach-Runde" (vgl. Anlage 1)

Nr.	Messpunkt	Breite °N	Länge °E	Bemerkung
8	Ehemaliger Grubenbereich	47,83859	8,04635	Der Messpunkt liegt auf dem ehemaligen Betriebsgelände des Erkundungsbergwerks. Zu der Stelle gelangt man über einen Weg, der in südöstlicher Richtung zum ehemaligen Grubenbereich führt. Hierbei handelt es sich jedoch um keinen ausgeschilderten Wanderweg.
9	Loch auf Wanderweg	47,83917	8,04583	Messpunkt auf Wanderweg "Menzos Wege Krunkelbach-Runde" (vgl. Anlage 1). Bei den Orientierungsmessungen mit dem Messfahrzeug wurden auffällige Messwerte festgestellt. An dieser Stelle wird in [1] ein Loch mit erhöhter Dosisleistung erwähnt.
10	Wanderweg	47,83917	8,04611	Messpunkt auf Wanderweg „Menzos Wege Krunkelbach-Runde“ (vgl. Anlage 1). Die Stelle liegt ca. 12 m östlich des Messpunktes Nr. 9.
11	Sitzbank	47,84000	8,05499	Messpunkt auf Wanderweg "Menzos Wege Krunkelbach-Runde" (vgl. Anlage 1).
12	Sitzbank	47,83703	8,06170	
13	Sitzbank	47,83637	8,06680	Messpunkt auf Wanderweg "Menzos Wege Wildapfelpfad" (vgl. Anlage 1).
14	Wasserfall	47,84028	8,06278	Messpunkt auf Wanderweg "Menzos Wege Wasserfall-Runde" (vgl. Anlage 1). Bei den Orientierungsmessungen mit dem Rucksack-Messsystem wurden auffällige Messwerte festgestellt.
15	Rastplatz	47,84051	8,06008	Messpunkt auf Wanderweg "Runde um die Kluse" (vgl. Anlage 1).
16	Rastplatz	47,84113	8,06222	Messpunkt auf Wanderweg "Menzos Wege Runde um die Kluse" (vgl. Anlage 1).
16.1	Sitzbank	47,84113	8,06222	Messpunkt auf Wanderweg "Menzos Wege Rund um die Kluse" (vgl. Anlage 1). Die Bank ist direkt an der Menzenschwander Alb.
17	Rastplatz	47,84807	8,06044	Messpunkt auf Wanderweg "Runde um die Kluse" (vgl. Anlage 1).
18	Sitzbank	47,85222	8,05333	Messpunkt auf Wanderweg "Runde um die Kluse" (vgl. Anlage 1).
19	Rastplatz	47,85044	8,05963	Messpunkt auf Wanderweg "Runde um die Kluse" (vgl. Anlage 1).
20	Forstweg	47,85017	8,06340	Bei den Orientierungsmessungen mit dem Messfahrzeug wurden auffällige Messwerte festgestellt. Hierbei handelt es sich jedoch um keinen ausgeschilderten Wanderweg.
21	Waldweg	47,84889	8,06778	In [1] wurde an dieser Stelle eine erhöhte Ortsdosisleistung ermittelt.
22	Rastplatz	47,83861	8,07333	Wegpunkt auf Route aus [1].

Bei der Auswahl der Messpunkte wurde auf eine gleichmäßige Verteilung auf dem und um den Wanderweg „Menzos Wegle“ geachtet, wobei die Messpunktdichte im Bereich des ehemaligen

Erkundungsbergwerks erhöht wurde (siehe Abbildung 1). Eine größere Anzahl an Messpunkten war aus Sicht der LUBW nicht erforderlich.



**Abbildung 1: Kartenausschnitt mit den ausgewählten Messpunkten und der Spur der Ortsdosisleistungs-Orientierungsmessungen (Messpunkt Nr. 1 ist außerhalb des dargestellten Bereichs; es ist nur der Anteil der Ortsdosisleistung aus terrestrischer Strahlung dargestellt, vgl. Abschnitt 2.1 und 2.3).**

### 2.3 MESSERGEBNISSE

Als Referenzwerte für die Auswertung der Messergebnisse wurden mit den verwendeten Messsystemen in St. Blasien und Menzenschwand Messungen des ortsüblichen Ortsdosisleistungs-Untergrundes durchgeführt. Die ermittelten Messwerte des Untergrundes sind für die einzelnen Messsysteme unterschiedlich. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass bei den NBR-Messsystemen, die bei den Orientierungsmessungen eingesetzt wurden, nur der Anteil der Ortsdosisleistung aus der natürlichen terrestrischen Photonenstrahlung herangezogen wird (vgl. Abschnitt 2.1). Bei den repräsentativen Messungen mit dem geeichten Messgerät hingegen werden alle Anteile der Ortsdosisleistung aus Photonenstrahlung berücksichtigt. Es sei darauf hingewiesen, dass hier nur die Messwerte des geeichten Messgerätes repräsentativ sind und die Messwerte der beiden anderen Messsysteme lediglich als Orientierung dienen.

**Tabelle 2: Ergebnisse der Ortsdosisleistungsmessungen des Untergrundes (1-Minuten-Mittelwerte)**

Nr.	Messpunkt	Szintillatorsonde 6150AD-b/E ( $\mu\text{Sv/h}$ )		Messfahrzeug- Messsystem FHT 1376 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	Rucksack- Messsystem FHT 1377 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
		ODL-0,1m <sup>1)</sup>	ODL-1m <sup>2)</sup>		
1	Referenzmesspunkt	1,20E-01 $\pm 10\%$	1,05E-01 $\pm 10\%$	4,48E-02	-
2	Referenzmesspunkt	1,10E-01 $\pm 10\%$	1,15E-01 $\pm 10\%$	4,19E-02	6,10E-02

Bei den mit dem Messfahrzeug durchgeführten Orientierungsmessungen wurden an zwei Stellen auffällige<sup>3)</sup> Messwerte ( $1,04\text{E}+00 \mu\text{Sv/h}$  bei  $47,83917^\circ\text{N}/8,04583^\circ\text{E}$  und  $1,56\text{E}+00 \mu\text{Sv/h}$  bei  $47,85017^\circ\text{N}/8,06340^\circ\text{E}$ ) festgestellt (siehe Spur Abbildung 1/Anlage 4). Bei den mit dem Rucksack-Messsystem durchgeführten Orientierungsmessungen wurden an einer Stelle auffällige Messwerte ( $2,62\text{E}+00 \mu\text{Sv/h}$  bei  $47,84028^\circ\text{N}/8,06278^\circ\text{E}$ ) festgestellt. Diese Stellen wurden als die Messpunkte 9, 20 und 14 für weitere repräsentative Messungen ausgewählt (vgl. Abschnitt 2.1).

Die Messwerte der repräsentativen Messungen an den ausgewählten Messpunkten mit Auffälligkeiten sind in Tabelle 3 aufgeführt. Die höchsten Ortsdosisleistungen wurden an einem Loch auf dem Wanderweg „Menzos Wegle“ bzw. „Menzos Wege – Krunkelbachrunde“ in der Nähe des ehemaligen Erkundungsbergwerkes gemessen (Messpunkt Nr. 9). Das Loch hat einen Durchmesser von ca. 30 cm und eine Tiefe von ca. 10 cm und ist dem Anschein nach von der Grasnarbe befreit und mit Steinen verfüllt. Bei der messtechnischen Überprüfung der Umgebung des Loches (Messpunkte 9.1 und 9.2) wurde in östlicher Richtung auf dem Wanderweg eine weitere Stelle mit erhöhter Ortsdosisleistung identifiziert (Messpunkt 10).

Im Grubenbereich des Erkundungsbergwerkes wurde ebenfalls eine Stelle mit erhöhter Ortsdosisleistung identifiziert (Messpunkt 8). Die Stelle ist, wie der gesamte Weg der in südöstlicher Richtung zum ehemaligen Grubenbereich führt, mit Gras bewachsen und sonst unauffällig.

In der Schlucht der Menzenschwander Wasserfälle (Messpunkt 14) wurde nur eine geringfügig erhöhte Ortsdosisleistung festgestellt, die mit großer Wahrscheinlichkeit durch das umliegende Felsgestein verursacht wird. Sonst gab es dort keine Auffälligkeiten.

Weiter wurde an einer Stelle auf einem Forstweg eine erhöhte Ortsdosisleistung festgestellt (Messpunkt 20). Der Forstweg ist großräumig mit Schotter befestigt. Die lokal erhöhte Ortsdosisleistung stammt aber nicht vom losen Schotter. Am losen Schotter wurden keine erhöhten Dosisleistungen festgestellt.

<sup>1)</sup> Ortsdosisleistung in 10 cm Abstand zum Boden.

<sup>2)</sup> Ortsdosisleistung in 100 cm Abstand zum Boden.

<sup>3)</sup> Messwerte größer als das 2-3 fache des in Tabelle 2 für das entsprechende Messsystem aufgeführten ortsüblichen, natürlichen Untergrundes werden als auffällig bzw. erhöht angesehen.

Am Messpunkt 21 wurde entgegen den Angaben in [1] keine erhöhte Ortsdosisleistung festgestellt. Auch sonst ist die überprüfte Stelle unauffällig.

**Tabelle 3: Ergebnisse der repräsentativen Messungen an auffälligen Stellen**

Nr.	Messpunkt	ODL-0,1m (µSv/h)	ODL-1m (µSv/h)	Bemerkung
8	Ehemaliger Grubenbereich	2,48E+00 ±10%	9,60E-01 ±10%	
9	Loch auf Wanderweg	1,03E+01 ±10%	2,92E+00 ±10%	Der Messabstand bezieht sich auf den Boden des Loches
9.1	Wanderweg	9,60E-01 ±10%	5,50E-01 ±10%	Die Stelle liegt etwa 4 m östlich des Loches
9.2	Wanderweg	3,50E-01 ±10%	3,50E-01 ±10%	Die Stelle liegt etwa 10 m westlich des Loches
10	Wanderweg	1,27E+00 ±10%	7,20E-01 ±10%	Die Stelle liegt etwa 12 m östlich des Loches
14	Wasserfall	3,20E-01 ±10%	2,80E-01 ±10%	Die Messung wurde in 1 m Abstand zur Felswand durchgeführt
20	Forstweg	5,26E-01 ±10%	3,80E-01 ±10%	
21	Waldweg	1,70E-01 ±10%	1,70E-01 ±10%	

Die Messwerte der unauffälligen repräsentativen Messungen an den übrigen Messpunkten sind in Tabelle 4 aufgeführt. An diesen Messpunkten ist die gemessene Ortsdosisleistung unauffällig und liegt im Bereich zwischen 9,00E-02 µSv/h und 2,38E-01 µSv/h in 10 cm Abstand vom Boden bzw. 1,09E-01 µSv/h und 2,20E-01 µSv/h in 100 cm Abstand vom Boden. An diesen Messpunkten, die sich überwiegend an Rastplätzen und Sitzbänken befinden, wurden keine Auffälligkeiten beobachtet.

**Tabelle 4: Ergebnisse der repräsentativen Messungen an unauffälligen Stellen**

Nr.	Messpunkt	ODL-0,1m (µSv/h)	ODL-1m (µSv/h)
3	Rastplatz Ausgangsparkplatz	1,05E-01 ±10%	1,06E-01 ±10%
4	Sitzbank	1,13E-01 ±10%	1,12E-01 ±10%
5	Sitzbank	1,50E-01 ±10%	1,36E-01 ±10%
6	Floriansquelle	9,00E-02 ±10%	1,09E-01 ±10%
7	Barbaraquelle	2,38E-01 ±10%	2,20E-01 ±10%
11	Sitzbank	1,81E-01 ±10%	1,53E-01 ±10%

Nr.	Messpunkt	ODL-0,1m (µSv/h)	ODL-1m (µSv/h)
12	Sitzbank	1,48E-01 ±10%	1,32E-01 ±10%
13	Sitzbank	2,09E-01 ±10%	1,66E-01 ±10%
15	Rastplatz	2,20E-01 ±10%	1,68E-01 ±10%
16	Rastplatz	1,14E-01 ±10%	1,28E-01 ±10%
16	Sitzbank	2,09E-01 ±10%	1,82E-01 ±10%
17	Rastplatz	1,90E-01 ±10%	1,57E-01 ±10%
18	Sitzbank	1,42E-01 ±10%	1,24E-01 ±10%
22	Rastplatz	1,53E-01 ±10%	1,41E-01 ±10%

### 3 Proben aus Wasserquellen

Für die Dosisabschätzung zur inneren Strahlenexposition aus dem Verzehr von Oberflächenwasser an leicht zugänglichen Wasserstellen auf dem und um den Wanderweg „Menzos Wegle“ ist die Beprobung und Analyse der Wässer erforderlich. Hierzu wurden jeweils die Gehalte der Radionuklide des Natururans (U-238, U-235 und U-234) und deren langlebigen Zerfallsprodukte Ra-226, Rn-222, Pb-210, Po-210 sowie Ra-228 als Nuklid der Thoriumzerfallsreihe bestimmt. Auch wenn es sich hier nicht um Trinkwasser handelt, wurde das Vorgehen an dem „Leitfaden zur Untersuchung und Bewertung von radioaktiven Stoffen im Trinkwasser bei der Umsetzung der Trinkwasserverordnung“ [2] angelehnt.

#### 3.1 DURCHFÜHRUNG DER PROBENENTNAHME

Die Probenentnahme wurde nach der Messanleitung „H-VORBEMERK-TWASS-02“ [4] des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) durchgeführt. Bei den entnommenen Proben handelt es sich um Stichproben.

An jeder Probenentnahmestelle wurden mehrere Wasserproben für die unterschiedlichen Analysen entnommen. Für die auf Rn-222 zu analysierenden Wasserproben wurden radondichte Probenahmegefäße aus Kunststoff verwendet.

Aufgrund der Menge der benötigten Wasserproben wurde die Probenentnahme auf drei Tage, den 06.04.2017, 11.04.2017 und 10.05.2017 aufgeteilt.



### 3.2 DURCHFÜHRUNG DER ANALYSEN

Die Analysen wurden im Zeitraum vom 06.04.2017 bis 18.05.2017 im radiologischen Labor der LUBW durchgeführt. Zum Nachweis der unterschiedlichen Radionuklide wurden die Wasserproben wie folgt analysiert:

- U-234/U-235/U-238: Die Wasserproben wurden radiochemisch mittels Säulenchromatographie aufbereitet und die Radionuklide alphaspektrometrisch gemessen.
- Pb-210/Ra-226/Ra-228: Die Wasserproben wurden radiochemisch aufbereitet und die Radionuklide direkt (Pb-210) oder indirekt (Ra-226 über Bi-214/Pb-214 und Ra-228 über Ac-214) gammaspektrometrisch gemessen.
- Rn-222: Das Radionuklid wurde ohne radiochemische Aufbereitung in den radondichten Probenentnahmegefäßen gammaspektrometrisch gemessen.
- Po-210: Die Wasserproben wurden radiochemisch durch Spontanabscheidung an Silberfolie aufbereitet und das Radionuklid alphaspektrometrisch gemessen.

Alle eingesetzten Analyseverfahren sind durch die Teilnahme an externen Ringvergleichen qualitätsgesichert und erreichen die in Anlage 3a Teil 3 der Trinkwasserverordnung [3] genannten nuklidspezifischen Nachweisgrenzen (vgl. Anlage 5).

### 3.3 AUSWAHL DER PROBENENTNAHMESTELLEN

Hinsichtlich der Eingrenzung des zu betrachtenden Gebiets wird auf Abschnitt 2.1 verwiesen. Weiter wurden für die Auswahl der Probenentnahmestellen folgende Informationen herangezogen:

- Internet-Bericht [1]: In dem Bericht wird die Vermutung geäußert, dass das Wasser des Krunkelbachs „ganz schön uranhaltig“ ist. Weiter wird von austretendem Wasser aus dem verfüllten Grubeneingang berichtet.
- Orientierungsmessungen: Während den Orientierungsmessungen (Abschnitt 2.1) wurden stehende und fließende Gewässer, Brunnen etc., die als potentielle Trinkwasserquellen verwendet werden könnten, identifiziert.
- Frühere LUBW-Analysen: Die LUBW hat bis zum Jahr 2004 im Auftrag des Landes Baden-Württemberg das aus der verfüllten Grube austretende Wasser, den Krunkelbach sowie die Menzenschwander Alb regelmäßig auf Uran, Ra-226 und Pb-210 analysiert.

Insgesamt wurden 9 Stellen für die Probenentnahme von Wasser ausgewählt (Fotodokumentation siehe Anlage 6):

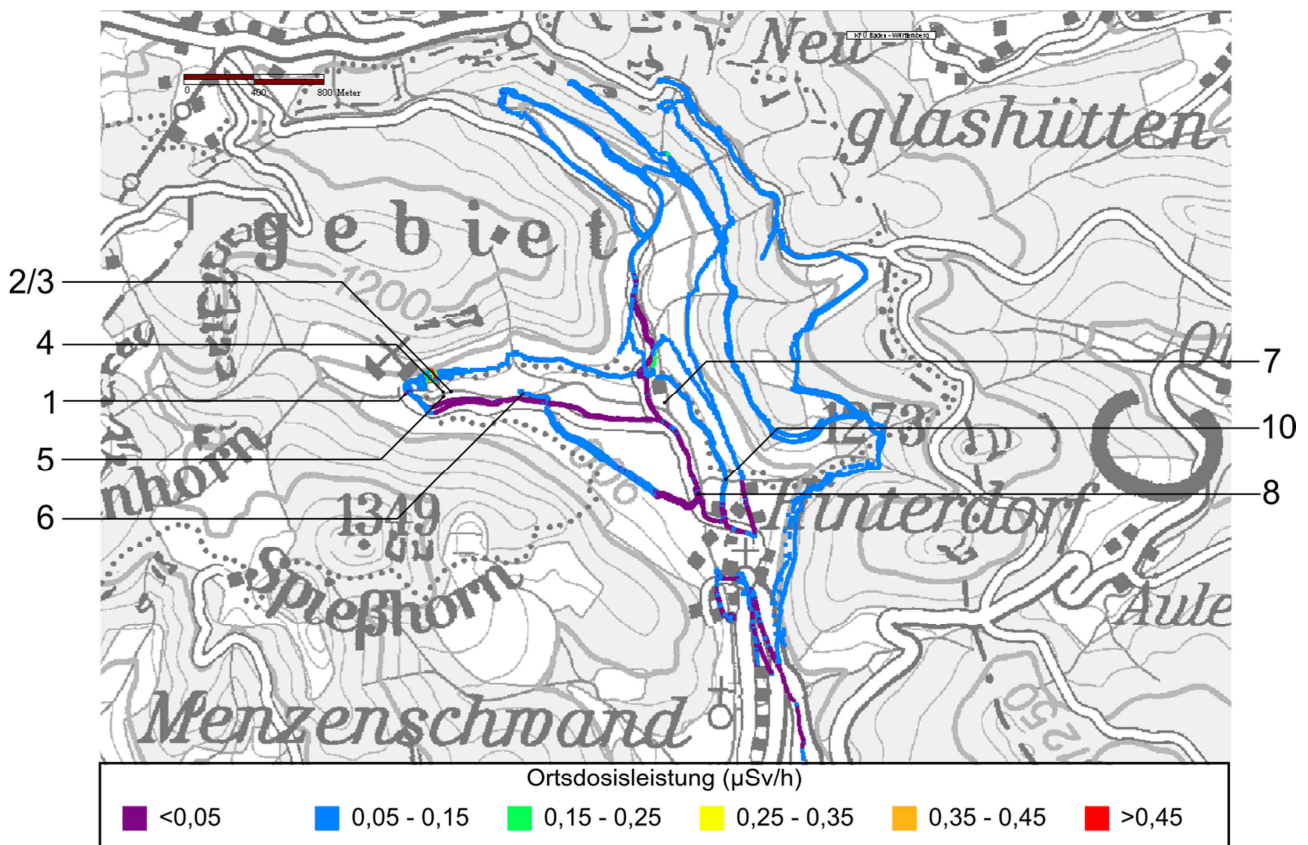
- 1 Brunnen direkt an einem Wanderweg (vgl. Tabelle 5/Abbildung 2 Nr. 8),
- 4 Flüsse und Bäche, die vom Wanderweg aus einsehbar sind (vgl. Tabelle 5/Abbildung 2 Nr. 1, 6, 7 und 10), und

- 4 Wasseraustritte und Rinnsale auf dem ehemaligen Betriebsgelände des Erkundungsbergwerks, die jedoch von keinem Wanderweg aus einsehbar sind (vgl. Tabelle 5/Abbildung 2 Nr. 2-5).

**Tabelle 5: Probenentnahmestellen**

Nr.	Probenentnahmestelle-Beschreibung	Breite °N	Länge °E	Bemerkung
1	Krunkelbach vor Einleitung <sup>4)</sup>	47,83837	8,04387	Stelle ist in [1] genannt; bis 2004 durch LUBW beprobt.
2	Betonrohr	47,83888	8,04693	Betonrohr auf dem ehemaligen Betriebsgelände des Erkundungsbergwerks; nicht von Wanderweg aus sichtbar; bis 2004 durch LUBW beprobt.
3	Plastikrohr	47,83888	8,04693	Kunststoffrohr auf dem ehemaligen Betriebsgelände des Erkundungsbergwerks, direkt neben dem Betonrohr; nicht von Wanderweg aus sichtbar; bis 2004 durch LUBW beprobt.
4	Rinnsal Grube	47,83882	8,04647	Rinnsal auf dem ehemaligen Betriebsgelände des Erkundungsbergwerks.
5	Abflussrinne/Einleitung Krunkelbach	47,83856	8,04651	Auf dem ehemaligen Betriebsgelände des Erkundungsbergwerks; nicht von Wanderweg aus sichtbar; bis 2004 durch LUBW beprobt.
6	Krunkelbach nach Einleitung	47,83839	8,05249	Bis 2004 durch LUBW beprobt.
7	Menzenschwander Alb	47,83814	8,06282	
8	Brunnen Parkplatz	47,83325	8,06576	Der Brunnen wird nicht aus dem örtlichen Trinkwassernetz gespeist.
10	Oberer Großbach	47,83379	8,06815	

<sup>4)</sup> Einleitung von Austrittswasser aus Grube.



**Abbildung 2: Kartenausschnitt mit den Probenentnahmestellen und der Spur der Ortsdosisleistungs-Orientierungsmessungen (es ist nur der Anteil der Ortsdosisleistung aus terrestrischer Strahlung dargestellt, vgl. Abschnitt 2.1 und 2.3)**

### 3.4 MESSERGEBNISSE

Die ermittelten Aktivitätskonzentrationen sind für die nachzuweisenden Radionuklide und die entsprechende Probenentnahmestellen in Tabelle 6 aufgeführt. Konnte ein Radionuklid nicht nachgewiesen werden, ist die erreichte Nachweisgrenze angegeben (z.B.  $<2,42E-03$ ).

Die höchsten Aktivitätskonzentrationen wurden für alle nachzuweisenden Radionuklide in den Wasserproben aus den Probenentnahmestellen 2, 3, 4 und 5 auf dem ehemaligen Betriebsgelände des Erkundungsbergwerks festgestellt. Diese Probenentnahmestellen sind jedoch von keinem der betrachteten Wanderwege aus sichtbar und es ist eher unwahrscheinlich, dass die entsprechenden Wasserquellen zur Erfrischung (trinken) genutzt werden.

Die niedrigsten Aktivitätskonzentrationen wurden für alle nachzuweisenden Radionuklide in den Wasserproben aus den Probenentnahmestellen der Flüsse und Bäche (Probenentnahmestellen 1, 6, 7 und 10) festgestellt. In der Wasserprobe der Probenentnahmestelle 6 (Krunkelbach nach Einleitung) ist die Urankonzentration im Vergleich zu den übrigen Wasserproben der Flüsse und Bäche erhöht (vgl. Tabelle 6).

Die Wasserprobe aus der Probenentnahmestelle 8 (Brunnen Parkplatz) weist für Rn-222 ebenfalls erhöhte Aktivitätskonzentrationen auf. Die Aktivitätskonzentrationen der übrigen Radionuklide liegen in dieser Wasserprobe in der Größenordnung der beprobten Flüsse und Bäche.

Im Vergleich zu den zuletzt im Jahr 2004 durchgeführten Wasseranalysen der LUBW liegen die hier ermittelten Aktivitätskonzentrationen der Wasserproben aus den entsprechenden Probenentnahmestellen 1, 2, 3, 5, 6 und 7 in derselben Größenordnung.

Es wurden keine Radionuklide künstlichen Ursprungs identifiziert.

**Tabelle 6: Aktivitätskonzentrationen der analysierten Radionuklide je Probenentnahmestelle.**

Nr.	U-238 (Bq/l)	U-235 (Bq/l)	U-234 (Bq/l)	U <sub>nat</sub> (µg/l)	Ra-228 (Bq/l)	Ra-226 (Bq/l)	Rn-222 (Bq/l)	Pb-210 (Bq/l)	Po-210 (Bq/l)
1	3,14E-03 ±21%	<2,75E-03	4,21E-03 ±20%	2,93E-01 ±21%	<5,00E-03	<2,00E-03	8,00E-01 ±38%	<5,00E-03	1,80E-03 ±22%
2	9,26E-01 ±7%	4,23E-02 ±11%	9,30E-01 ±7%	7,42E+01 ±7%	1,64E-02 ±15%	8,56E-01 ±12%	4,47E+02 ±7%	5,75E-01 ±15%	5,14E-02 ±8%
3	7,37E-01 ±7%	3,30E-02 ±12%	7,52E-01 ±7%	5,95E+01 ±7%	8,93E-03 ±21%	8,36E-01 ±12%	4,47E+02 ±7%	4,30E-01 ±15%	6,98E-02 ±8%
4	6,69E-01 ±8%	3,23E-02 ±26%	6,74E-01 ±8%	5,37E+01 ±8%	1,03E-02 ±27%	1,04E+00 ±11%	6,30E+02 ±7%	3,37E-01 ±15%	8,45E-02 ±8%
5	6,37E-01 ±7%	2,79E-02 ±19%	6,52E-01 ±7%	5,15E+01 ±7%	<7,00E-03	3,01E-01 ±11%	3,32E+02 ±7%	1,10E-01 ±15%	6,89E-02 ±8%
6	1,06E-01 ±7%	4,50E-03 ±25%	1,07E-01 ±7%	8,51E+00 ±7%	<5,00E-03	4,00E-02 ±17%	2,10E+00 ±14%	2,00E-02 ±17%	9,50E-03 ±16%
7	5,90E-03 ±14%	<6,10E-04	5,80E-03 ±10%	4,68E-01 ±14%	<4,00E-03	3,00E-03 ±20%	<7,00E-01	5,00E-03 ±27%	8,10E-03 ±16%
8	7,10E-03 ±13%	<1,03E-03	7,10E-03 ±15%	5,68E-01 ±13%	<5,00E-03	7,00E-03 ±18%	1,67E+02 ±7%	3,00E-02 ±17%	1,19E-02 ±12%
10	5,74E-03± 10%	<8,20E-04	6,06E-03 ±10%	4,71E-01 ±10%	3,00E-03	5,00E-03 ±18%	<6,00E-01	<6,00E-03	2,10E-03 ±33%

## 4 Dosisabschätzung

### 4.1 ÄUßERE STRAHLENEXPOSITION

Es wird die effektive Dosis einer Einzelperson der Bevölkerung aufgrund äußerer Strahlenexposition durch Photonen-Direktstrahlung abgeschätzt, die eine Einzelperson

- beim Wandern auf den betrachteten Wanderwegen insgesamt und
- durch längeren Aufenthalt an der Stelle mit der höchsten ermittelten Ortsdosisleistung erhält.

#### 4.1.1 GESAMTDOSIS AUF WANDERWEGEN

Es wird die effektive Dosis abgeschätzt, die eine Einzelperson beim Wandern auf den betrachteten Wanderwegen insgesamt erhält. Der Dosisabschätzung liegen folgende Annahmen zu Grunde:

- Die Person läuft jeden der in den Anlagen 1 und 2 aufgeführten Wanderwege einmal ab (konservativ, da die Wanderwege teilweise auf denselben Strecken verlaufen).

- Die Person läuft mit einer Marschgeschwindigkeit von 4 km/h (Auf- bzw. Abstiege werden nicht berücksichtigt).
- Für jeden Wanderweg wird angenommen, dass die Ortsdosisleistung auf dem gesamten Wanderweg dem Maximalwert der bei den repräsentativen Messungen ermittelten Ortsdosisleistungen in 100 cm Abstand vom Boden auf dem entsprechenden Wanderweg bzw. den Rastplätzen und Bänken entspricht (konservativ, da nahezu alle auf Wanderwegen bzw. Rastplätzen und Bänken ermittelten Ortsdosisleistungen unauffällig d.h. im Bereich des ortsüblichen, natürlichen Untergrundes liegen).
- Die Person macht je Wanderweg eine Rast von 2 Stunden (konservativ, da die Marschzeiten überwiegend geringer als 2 Stunden sind).

Unter den zuvor genannten Annahmen wird die effektive Dosis je Wanderweg wie folgt berechnet:

$$H = \dot{H} \cdot \left( \frac{x}{v} + t \right)$$

$H$  = Effektive Dosis ( $\mu\text{Sv}$ )

$\dot{H}$  = Maximalwert Ortsdosisleistung ( $\mu\text{Sv/h}$ )

$x$  = Wegstrecke (km)

$v$  = Marschgeschwindigkeit (km/h)

$t$  = Rastzeit (h)

Für eine Einzelperson der Bevölkerung beträgt die effektive Dosis insgesamt 24,3  $\mu\text{Sv}$ , wenn sie alle Wanderwege einmal begeht. In Tabelle 7 ist die abgeschätzte effektive Dosis je Wanderweg aufgeführt.

**Tabelle 7: Berechnung der effektiven Dosis aus äußerer Strahlenexposition**

Wanderweg	Wegstrecke (km)	Marschzeit (h)	Rastzeit (h)	Gesamtzeit (h)	ODL Mittelwert ( $\mu\text{Sv/h}$ )	ODL Maximalwert ( $\mu\text{Sv/h}$ )	Effektive Dosis ( $\mu\text{Sv}$ )
Geißenpfad <sup>5)</sup>	10,3	2,6	2	4,6	0,4	2,9	13,4
Wasserfall-Runde	0,4	0,1	2	2,1	0,2	0,3	0,6
Komfort-Runde	2,1	0,5	2	2,5	0,1	0,2	0,4
Wildapfel-Runde	2,8	0,7	2	2,7	0,1	0,1	0,3
Krunkelbach-Runde <sup>5)</sup>	4,3	1,1	2	3,1	0,6	2,9	9,0
Rund um die Kluse	4,5	1,1	2	3,1	0,2	0,2	0,6
<b>Summe</b>	<b>24,4</b>			<b>18,1</b>			<b>24,3</b>

<sup>5)</sup> Führt an Stelle mit höchster Ortsdosisleistung vorbei

#### 4.1.2 LÄNGERER AUFENTHALT AN DER STELLE MIT DER HÖCHSTEN ORTSDOSISLEISTUNG

Es wird die effektive Dosis abgeschätzt, die eine Einzelperson durch längeren Aufenthalt direkt an der Stelle mit der höchsten ermittelten Ortsdosisleistung (Loch, Messpunkt 9) erhält. Der Dosisabschätzung liegen folgende Annahmen zu Grunde:

- Als erhöhte Ortsdosisleistung wird der Messwert an Messpunkt 9 in 10 cm Abstand vom Boden (10,3  $\mu\text{Sv/h}$ ) zu Grunde gelegt (konservativ, da die Dosisleistung in einem Meter Abstand bereits deutlich geringer ist).
- Die Person hält sich im Kalenderjahr 2 Stunden an der Stelle auf (konservativ, da das Loch lediglich einen Durchmesser von maximal 30 cm hat und es an der bzw. um die Stelle keine Sehenswürdigkeiten oder Rastplätze/Bänke gibt).

Unter den zuvor genannten Annahmen wird die effektive Dosis wie folgt berechnet:

$$H = \dot{H} \cdot t = 20,6 \mu\text{Sv}$$

$H$  = Effektive Dosis ( $\mu\text{Sv}$ )

$\dot{H}$  = Ortsdosisleistung ( $\mu\text{Sv/h}$ )

$t$  = Aufenthaltszeit (h)

Für eine Einzelperson der Bevölkerung beträgt die effektive Dosis dann 20,6  $\mu\text{Sv}$ .

#### 4.2 INNERE STRAHLENEXPOSITION

Es wird die effektive Folgedosis abgeschätzt, die eine Einzelperson der Bevölkerung aufgrund innerer Strahlenexposition durch Ingestion eines Liters Wasser aus der Wasserquelle mit der höchsten Aktivitätskonzentration an natürlichen Radionukliden, die potentiell als Trinkwasserquelle genutzt werden könnte und in Sichtweite eines Wanderweges liegt, erhält. Der Dosisabschätzung liegen folgende Annahmen zu Grunde:

- Für die Abschätzung werden die ermittelten Aktivitätskonzentrationen der Radionuklide U-238, U-235, U-234, Ra-228, Ra-226, Rn-222, Pb-210 und Po-210 herangezogen. Wurde bei den Messungen für ein Radionuklid nur die Nachweisgrenze ermittelt, wurde diese als Wert für die Dosisabschätzung herangezogen.
- Für die Berechnung der effektiven Folgedosis werden die nuklidspezifischen Dosiskoeffizienten für Ingestion für ein Kleinkind ( $\leq 1$  a) und einen Erwachsenen ( $> 17$  a) nach [5] und [6] herangezogen (vgl. Anlage 5).
- Die Wasserquelle mit der höchsten Aktivitätskonzentration an natürlichen Radionukliden, die potentiell als Trinkwasserquelle genutzt werden könnte und von einem Wanderweg aus sichtbar ist, ist an Probenentnahmestelle 8 (Brunnen Parkplatz).
- Die Ingestionsmenge beträgt 1 Liter.

Unter den zuvor genannten Annahmen wird die effektive Folgedosis wie folgt berechnet:

$$H = \sum C_i \cdot g_i \cdot V$$

$H$  = Effektive Folgedosis ( $\mu\text{Sv}$ )

$C_i$  = Aktivitätskonzentration für das Radionuklid  $i$  ( $\text{Bq/l}$ )

$g_i$  = Dosiskoeffizient für das Radionuklid  $i$  ( $\mu\text{Sv/Bq}$ )

$V$  = Volumen ( $\text{l}$ )

Für eine Einzelperson der Bevölkerung beträgt die effektive Folgedosis insgesamt  $7,4 \mu\text{Sv}$ , wenn es sich bei der Person um ein Kleinkind handelt und  $0,63 \mu\text{Sv}$ , wenn es sich bei der Person um einen Erwachsenen handelt (vgl. Tabelle 8 und Tabelle 9).

Für die übrigen Probenentnahmestellen wurden die effektiven Folgedosen entsprechend berechnet (siehe Anlage 7).

**Tabelle 8: Radionuklidspezifische effektive Folgedosen aus innerer Strahlenexposition für ein Kleinkind ( $\leq 1$  a) durch Ingestion eines Liters Wasser aus Probenentnahmestelle 8.**

Radionuklid	Aktivitätskonzentration ( $\text{Bq/l}$ )	Dosiskoeffizient ( $\mu\text{Sv/Bq}$ )	Effektive Folgedosis ( $\mu\text{Sv}$ )
U-238	7,10E-03	3,4E-01	2,4E-03
U-235	1,00E-03*	3,5E-01	3,5E-04
U-234	7,10E-03	3,7E-01	2,6E-03
Ra-228	5,00E-03*	3,0E+01	1,5E-01
Ra-226	7,00E-03	4,7E+00	3,3E-02
Rn-222	1,67E+02	4,0E-02	6,7E+00
Pb-210	3,00E-02	8,4E+00	2,5E-01
Po-210	1,21E-02	2,6E+01	3,1E-01
<b>Summe</b>			<b>7,4E+00</b>

\*Bei dem Wert handelt es sich um die erreichte Nachweisgrenze.

**Tabelle 9: Radionuklidspezifische effektive Folgedosen aus innerer Strahlenexposition für einen Erwachsenen (> 17 a) durch Ingestion eines Liters Wasser aus Probenentnahmestelle 8.**

<b>Nuklid</b>	<b>Aktivitätskonzentration (Bq/l)</b>	<b>Dosiskoeffizient (Sv/Bq)</b>	<b>Effektive Folgedosis (µSv)</b>
U-238	7,10E-03	4,5E-02	3,2E-04
U-235	1,00E-03*	4,7E-02	4,7E-05
U-234	7,10E-03	4,9E-02	3,5E-04
Ra-228	5,00E-03*	6,9E-01	3,5E-03
Ra-226	7,00E-03	2,8E-01	2,0E-03
Rn-222	1,67E+02	3,5E-03	5,8E-01
Pb-210	3,00E-02	6,9E-01	2,1E-02
Po-210	1,21E-02	1,2E+00	1,5E-02
<b>Summe</b>			<b>6,3E-01</b>

\* Bei dem Wert handelt es sich um die erreichte Nachweisgrenze.

## 5 Radiologische Bewertung

### 5.1 BEWERTUNGSMAßSTAB FÜR NATÜRLICH VORKOMMENDE RADIOAKTIVE STOFFE

In der Strahlenschutzverordnung vom 20. Juli 2001 [7] wurden erstmals auch Regelungen für den Schutz der Bevölkerung bei natürlich vorkommenden radioaktiven Stoffen in das deutsche Strahlenschutzrecht aufgenommen. Die Regelungen beziehen sich auf Arbeitsplätze, an denen Beschäftigte aufgrund menschlichen Zutuns einer „erheblich erhöhten Strahlenexposition“ durch natürlich vorkommende radioaktive Stoffe ausgesetzt sind, sowie auf Rückstände aus industriellen Prozessen, in denen sich natürlich vorkommende radioaktive Stoffe anreichern und bei denen eine Verwertung (z.B. zum Hausbau) oder die Deponierung zu einer „erheblich erhöhten Strahlenexposition“ von Einzelpersonen der Bevölkerung führen können.

Als „erheblich erhöhte Strahlenexposition“ sieht die amtliche Begründung [8] zur Strahlenschutzverordnung [6] eine zusätzliche Strahlenexposition im Kalenderjahr von mehr als 1 Millisievert an.

Bei dem Dosiswert handelt es sich um einen Richtwert, da ausschließlich natürliche Radionuklide betroffen sind, wie sie auch unter menschlich unbeeinflussten Umweltverhältnissen allenthalben vorkommen. Daher wird ein Abgrenzungskriterium benötigt, das Auswirkungen durch menschliche Einflüsse hinreichend vom natürlichen Hintergrund abhebt. Dies ist bei Zugrundelegung des 1-mSv/a-Kriteriums gegeben.

Die gesamte mittlere effektive Dosis durch die natürliche Strahlenexposition beträgt in Deutschland 2,1 mSv pro Jahr. Durch kosmische Strahlung entstehen 0,3 mSv/a, durch terrestrische Strahlung 0,4 mSv/a und durch inkorporierte Radionuklide 1,4 mSv/a. In Anbetracht der Variationsbreite der einzelnen Komponenten, insbesondere der Inkorporation von Rn-222 und seinen kurzlebigen Zerfallsprodukten, liegt die jährliche effektive Dosis im Mittel in Deutschland im Bereich zwischen 2 und 3 mSv [9]. Der Beginn von Strahlenschutzmaßnahmen bei einer zusätzlichen effektiven Dosis von 1 mSv/a durch natürlich vorkommende radioaktive Stoffe schließt sich an die durchschnittliche



natürliche Strahlenexposition an. Das neue Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) behält an diesem Bewertungsmaßstab bei. Er wird für die nachfolgende Bewertung herangezogen.

## 5.2 ÄUßERE STRAHLENEXPOSITION

Für eine Einzelperson der Bevölkerung, die jeden betrachteten Wanderweg in Menzenschwand einmal begeht, beträgt die abgeschätzte effektive Dosis aus äußerer Strahlenexposition insgesamt 24,3  $\mu\text{Sv}$ . Hält sich eine Einzelperson der Bevölkerung zwei Stunden direkt an der Stelle mit der höchsten ermittelten Ortsdosisleistung auf, beträgt die effektive Dosis 20,6  $\mu\text{Sv}$ . Die abgeschätzten Dosen sind, trotz der lokal erhöhten Ortsdosisleistung, deutlich geringer als der unter Abschnitt 5.1 genannte Richtwert von 1 mSv. Bezogen auf das Kalenderjahr wird der Richtwert von 1 mSv erst erreicht, wenn eine Einzelperson der Bevölkerung jeden Wanderweg mehr als 40-mal abschreitet oder sich annähernd 50 Stunden am Ort der höchsten Ortsdosisleistung aufhält. Bei der vorgesehenen Nutzung des Gebiets zum Wandern ist die äußere Strahlenexposition für Einzelpersonen der Bevölkerung auf den und um die betrachteten Wanderwege in Menzenschwand radiologisch unbedenklich.

Die repräsentativen Messungen sowie die Orientierungsmessungen (vgl. Abbildung 1) zeigen insgesamt, dass die Ortsdosisleistung aus Photonenstrahlung im gesamten betrachteten Gebiet weitestgehend homogen ist und im Schwankungsbereich des ortsüblichen natürlichen Untergrundes liegt.

## 5.3 INNERE STRAHLENEXPOSITION

Für die innere Strahlenexposition durch Ingestion eines Liters Wasser, das an Stellen entlang des Wanderweges „Menzos Wegle“ entnommen und getrunken werden könnte, ergaben die Dosisabschätzungen für ein Kleinkind Werte bis zu 7,4  $\mu\text{Sv}$ . Für Erwachsene lag der Maximalwert bei 0,63  $\mu\text{Sv}$ . Beide Werte wurden für die Wasserquelle „Brunnen Parkplatz“ ermittelt, der als Ausgangspunkt für Wanderungen auf den betrachteten Wanderwegen dient. Die Werte zeigen, dass eine einmalige Einnahme von Oberflächenwasser bzw. Brunnenwasser zur Erfrischung auf einer Wanderung aus radiologischer Sicht unbedenklich ist. Diese Aussage trifft auch auf die vom Wanderweg nicht sichtbaren Wasserstellen auf dem ehemaligen Betriebsgelände des Erkundungsbergwerks zu (Maximalwert Kleinkind: 35,9  $\mu\text{Sv}$ , Erwachsener: 2,9  $\mu\text{Sv}$  jeweils für den Messpunkt Nr. 4). Um den Richtwert von 1 mSv effektive Dosis durch den Verzehr von Wasser entlang des Wanderweges an den sichtbaren Wasserstellen zu erreichen, müsste das Kleinkind über 130 Liter und der Erwachsene über 1.500 Liter zu sich nehmen (nicht sichtbare Wasserstellen auf dem ehemaligen Betriebsgelände des Erkundungsbergwerks Kleinkind: > 25 Liter, Erwachsener > 340 Liter).

Die stichprobenhaften Wasseranalysen zeigen, dass aus radiologischer Sicht geringe Entnahmen und Einnahmen von natürlichen Wässern auf dem und um den Wanderweg „Menzos Wegle“ unbedenklich sind. Eine unmittelbare Nutzung zur örtlichen Wasserversorgung schließt sich hingegen aus.

## 6 Zusammenfassung

Die LUBW führte im Zeitraum vom 06.04.2017 bis 18.05.2017 radiologische Kontrollmessungen auf dem und um den Wanderweg „Menzos Wegle“ in Menzenschwand durch. Ziel und Zweck der Untersuchungen war die Verifikation von Messergebnissen eines Bürgers, der entlang des Wanderweges erhöhte Ortsdosisleistungen (ODL) festgestellt hatte, und eine realistische Dosisabschätzung für Einzelpersonen der Bevölkerung, die sich auf dem und um den Wanderweg aufhalten. Eine umfassende Untersuchung der Umgebung des Erkundungsbergwerks Grube Krunkelbach war nicht Gegenstand des Auftrags des UM.

Auf dem und um den Wanderweg „Menzos Wegle“ wurden die Ortsdosisleistung aus Photonenstrahlung gemessen sowie stichprobenhaft Wasserproben entnommen und radiologisch analysiert. Die der Umweltmeldestelle der Landesregierung Baden-Württemberg übersandten ODL-Messwerte aus Privatmessungen konnten in der Größenordnung bestätigt werden, wobei zur Ermittlung einer repräsentativen Ortsdosisleistung eine andere Messgeometrie (Messung in 10 cm Abstand vom Boden anstatt Messung auf Kontakt) zu wählen war. Es kann bestätigt werden, dass der Strahlenpegel in dem Gebiet auf und um den Wanderweg „Menzos Wegle“ an einzelnen Stellen erhöht ist. Die durchgeführten Wasseranalysen zeigten Radioaktivitätsgehalte, die vergleichbar zu früheren Messergebnissen der LUBW sind. Radionuklide künstlichen Ursprungs waren wie erwartet nicht zu identifizieren.

Auf Basis der Messungen und Analysen wurde die äußere und innere Strahlenexposition für eine Einzelperson der Bevölkerung, die auf dem Wanderweg wandert bzw. einen Liter Oberflächenwasser zu sich nimmt, abgeschätzt. Die Summen der abgeschätzten effektiven Dosen aus äußerer und innerer Strahlenexposition liegen sowohl für das Kleinkind als auch für den Erwachsenen unter realistischen Annahmen unter 50  $\mu\text{Sv/a}$  und damit innerhalb der Schwankungsbreite der mittleren effektiven Dosis der natürlichen Strahlenexposition in Deutschland. Auch bei einem häufigeren Aufenthalt (z. B. mehrere Wanderungen im Jahr) auf den untersuchten Wegen wird der Richtwert von 1 mSv/a für eine Einzelperson der Bevölkerung nicht erreicht. Die Strahlenexpositionen auf dem und um den Wanderweg „Menzos Wegle“ sind radiologisch unbedenklich. Es wurden keine Hinweise auf größere Mengen Urangestein im Bereich der Wege gefunden.

## 7 Anlagen

Anlage 1: Streckenblatt Menzenschwander Tal

Anlage 2: Flyer Menzenschwander Geißenpfad

Anlage 3: Fotodokumentation Ortsdosisleistungs-Messpunkte

Anlage 4: Ortsdosisleistungs-Spur der Orientierungsmessungen

Anlage 5: Dosiskoeffizienten und Grenz-, Parameter- sowie Richtwerte nach TrinkwV

Anlage 6: Fotodokumentation Probenentnahmestellen Wasserproben

## 8 Quellen

- [1] Laquai B.  
20 Jahre später – Hinterlassenschaften des Uranabbaus im Krunkelbachtal bei Menzenschwand, 9. Juli 2013, [www.opengeiger.de](http://www.opengeiger.de)
- [2] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB)  
Leitfaden zur Untersuchung und Bewertung von radioaktiven Stoffen im Trinkwasser bei der Umsetzung der Trinkwasserverordnung, Bonn Januar 2017
- [3] Trinkwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. März 2016 (BGBl. I S. 459), die durch Artikel 4 Absatz 21 des Gesetzes vom 18. Juli 2016 (BGBl. I S. 1666) geändert worden ist
- [4] Hofmann P., Beyermann M., Wittwer C.  
Messenleitung H-VORBEMERK-TWASS-02: Vorbemerkungen hinsichtlich der Anforderungen bei der Probenentnahme aus Trink- und Grundwasser, Version Juni 2010, Hrsg. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB)
- [5] Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit  
Bekanntmachung der Dosiskoeffizienten zur Berechnung der Strahlenexposition, Anlage Nr. 160 im Bundesanzeiger vom 28. August 2001
- [6] Bundesamt für Strahlenschutz  
Strahlenexposition durch natürliche Radionuklide im Trinkwasser in der Bundesrepublik Deutschland, Salzgitter Dezember 2009
- [7] Strahlenschutzverordnung vom 20. Juli 2001 (BGBl. I S. 1714; 2002 I S. 1459), die zuletzt durch nach Maßgabe des Artikel 10 durch Artikel 6 des Gesetzes vom 27. Januar 2017 (BGBl. I S. 114) geändert worden ist
- [8] Drucksache 201/17 des Deutschen Bundesrates vom 16.03.2001, Seite 2886 ff
- [9] Parlamentsbericht der Bundesregierung an den Deutschen Bundestag von 2014, korrigierte Fassung vom 18.10.2016, Seite 15



## **Anlage 1** - Streckenblatt Menzenschwander Tal

Internetadresse: [http://www.nsgp.de/doc/pdf/NSGP\\_Streckenblatt\\_MenzenschwanderTal.pdf](http://www.nsgp.de/doc/pdf/NSGP_Streckenblatt_MenzenschwanderTal.pdf),  
zuletzt aufgerufen am 19.07.2017

## **Anlage 2** - Flyer Menzenschwander Geißenpfad

Internetadresse: <https://www.hochschwarzwald.de/Touren-im-Hochschwarzwald/Geniesserpfad-Menzenschwander-Geissenpfad>, zuletzt aufgerufen am 19.07.2017

## Anlage 3 - Fotodokumentation Ortsdosisleistungsmesspunkte

Messpunkt 3: Rastplatz Ausgangsparkplatz



Messpunkt 4: Sitzbank





Messpunkt 5: Sitzbank



Messpunkt 6: Floriansquelle





## Anlage 3 - Fotodokumentation Ortsdosisleistungsmesspunkte

Messpunkt 7: Barbaraquelle



Messpunkt 8: Ehemaliger Grubenbereich





Messpunkt 9: Loch auf Wanderweg





**Anlage 3 - Fotodokumentation Ortsdosisleistungsmesspunkte**





### Anlage 3 - Fotodokumentation Ortsdosisleistungsmesspunkte

Messpunkt 9.1: Bereich um Loch auf Wanderweg



Messpunkt 9.2: Bereich um Loch auf Wanderweg





**Messpunkt 10: Wanderweg**



**Messpunkt 12: Sitzbank**



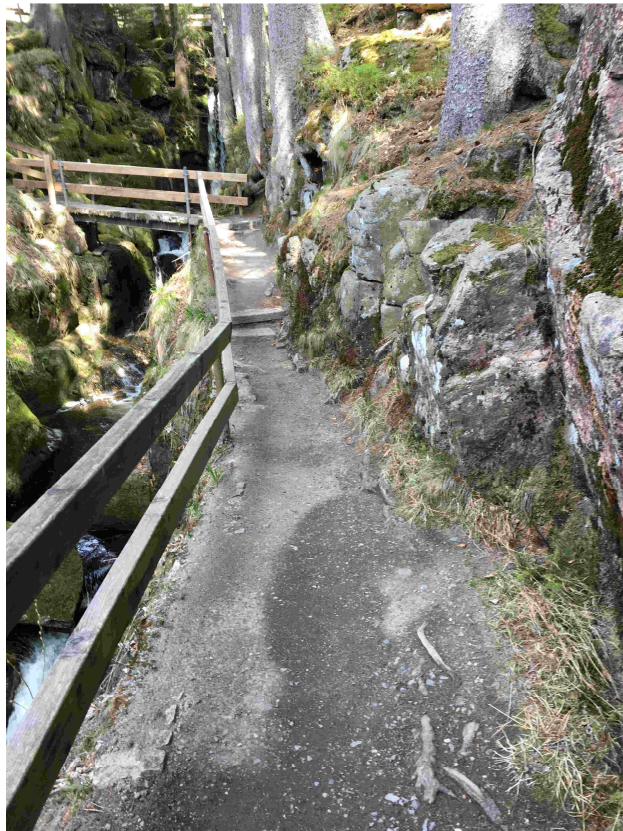


## Anlage 3 - Fotodokumentation Ortsdosisleistungsmesspunkte

Messpunkt 13: Sitzbank



Messpunkt 14: Wasserfall





### Anlage 3 - Fotodokumentation Ortsdosisleistungsmesspunkte

Messpunkt 15: Rastplatz



Messpunkt 16: Rastplatz





**Anlage 3 - Fotodokumentation Ortsdosisleistungsmesspunkte**

Messpunkt 16.1: Sitzbank



Messpunkt 17: Rastplatz





## Anlage 3 - Fotodokumentation Ortsdosisleistungsmesspunkte

Messpunkt 18: Sitzbank



Messpunkt 19: Rastplatz





### Anlage 3 - Fotodokumentation Ortsdosisleistungsmesspunkte

Messpunkt 20: Forstweg



Messpunkt 21: Waldweg

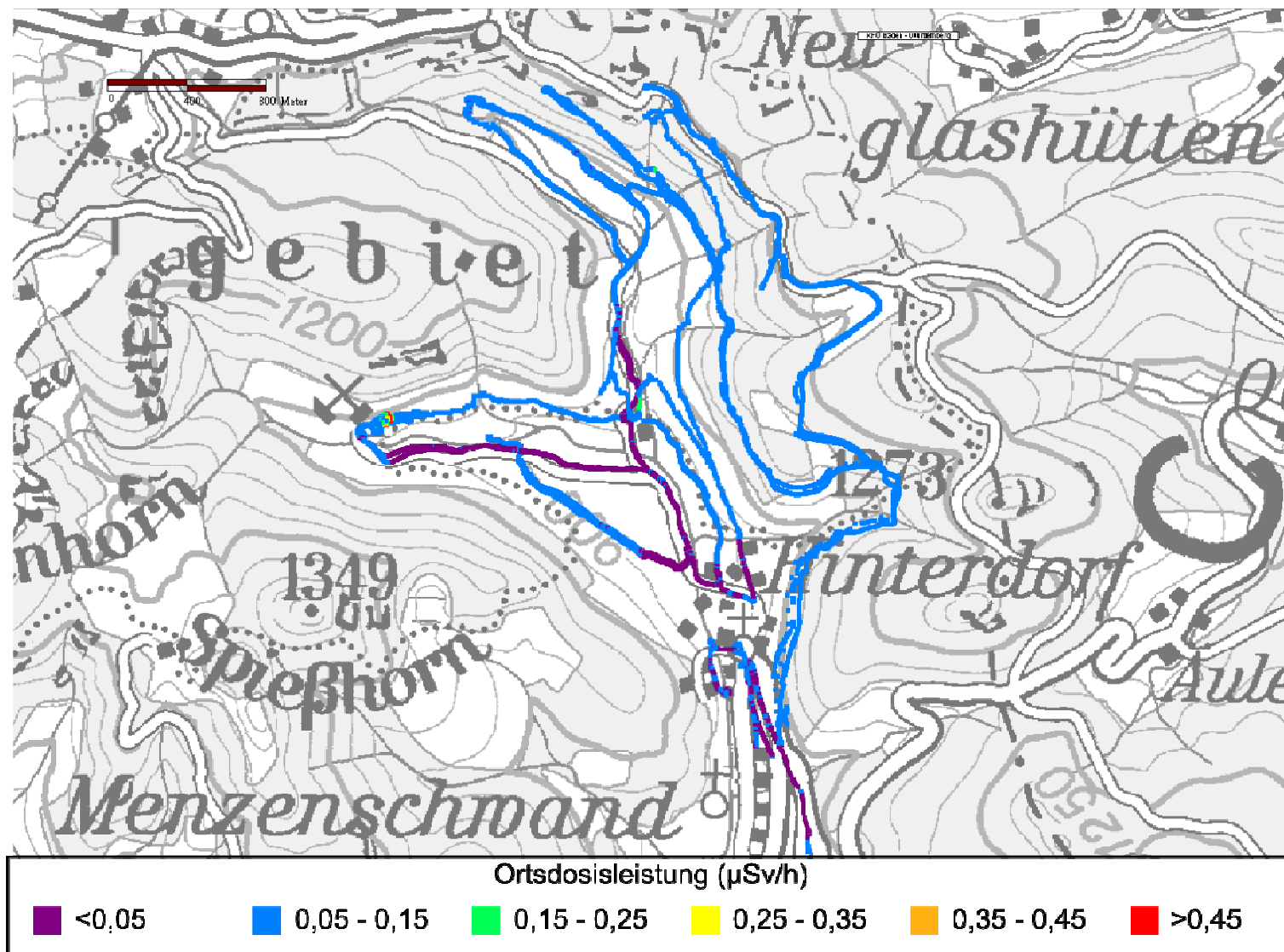




Messpunkt 22: Rastplatz



#### Anlage 4 - Orientierungsmessungen



**Anlage 5 - Dosiskoeffizienten und Grenz-, Parameter- sowie Richtwerte nach TrinkwV**

**Dosiskoeffizienten bei Ingestion nach [5]**

	U-238 (Sv/Bq)	U-235 (Sv/Bq)	U-234 (Sv/Bq)	Ra-228 (Sv/Bq)	Ra-226 (Sv/Bq)	Rn-222 (Sv/Bq)	Pb-210 (Sv/Bq)	Po-210 (Sv/Bq)
<b>Kleinkind (0-1a)</b>	3,4E-07	3,5E-07	3,7E-07	3,0E-05	4,7E-06	4,0E-08	8,4E-06	2,6E-05
<b>Erwachsener (&gt; 17a)</b>	4,5E-08	4,7E-08	4,9E-08	6,9E-07	2,8E-07	3,5E-09	6,9E-07	1,2E-06

**Grenz-/Parameter-/Richtwerte nach [2]**

	U-238 (Bq/l)	U-235 (Bq/l)	U-234 (Bq/l)	U-nat* (µg/l)	Ra-228 (Bq/l)	Ra-226 (Bq/l)	Rn-222 (Bq/l)	Pb-210 (Bq/l)	Po-210 (Bq/l)	Richtdosis (mSv/a)
<b>Grenz-/Parameter-/Richtwerte nach TrinkwV</b>	3,0E+00	-	2,8E+00	1,0E+01	2,00E-01	5,00E-01	1,00E+02	2,00E-01	1,0E-01	1,0E-01
<b>Nachweisgrenzen nach TrinkwV</b>	2,0E-02	2,0E-02	2,0E-02	-	2,00E-02	4,00E-02	1,00E+01	2,00E-02	1,0E-02	-

\*Grenzwert für chemischen Parameter



## Anlage 6 - Fotodokumentation Probenentnahmestellen

Probeentnahmestelle 1: Krunkelbach vor Einleitung



Probeentnahmestelle 2/3: Betonrohr/Plastikrohr





**Probeentnahmestelle 4: Rinnsal Grube**



**Probeentnahmestelle 5: Abflusserinne/Einleitung Krunkelbach**





## Anlage 6 - Fotodokumentation Probenentnahmestellen



Probeentnahmestelle 6: Krunkelbach nach Einleitung





**Probeentnahmestelle 7: Menzenschwander Alb**



**Probeentnahmestelle 8: Brunnen Parkplatz**



Probeentnahmestelle 10: Oberer Großbach




**Anlage 7 - Ergebnisse der Wasseranalysen und Berechnung der effektiven Folgedosen durch Ingestion eines Liters Wasser je Probeentnahmestelle (Nr.)**

**Messergebnisse Wasserproben**

Nr.	U-238 (Bq/l)	U-235 (Bq/l)	U-234 (Bq/l)	U-nat gesamt* (µg/l)	Ra-228 (Bq/l)	Ra-226 (Bq/l)	Rn-222 (Bq/l)	Pb-210 (Bq/l)	Po-210 (Bq/l)
1	3,14E-03 ±21%	2,75E-03 NWG	4,21E-03 ±20%	2,93E-01 ±21%	5,00E-03 NWG	2,00E-03 NWG	8,00E-01 ±38%	5,00E-03 NWG	1,80E-03 ±22%
2	9,26E-01 ±7%	4,23E-02 ±11%	9,30E-01 ±7%	7,42E+01 ±7%	1,64E-02 ±15%	8,56E-01 ±12%	4,47E+02 ±7%	5,75E-01 ±15%	5,14E-02 ±8%
3	7,37E-01 ±7%	3,30E-02 ±12%	7,52E-01 ±7%	5,95E+01 ±7%	8,93E-03 ±21%	8,36E-01 ±12%	4,47E+02 ±7%	4,30E-01 ±15%	6,98E-02 ±8%
4	6,69E-01 ±8%	3,23E-02 ±26%	6,74E-01 ±8%	5,37E+01 ±8%	1,03E-02 ±27%	1,04E+00 ±11%	6,30E+02 ±7%	3,37E-01 ±15%	8,54E-02 ±8%
5	6,37E-01 ±7%	2,79E-02 ±19%	6,52E-01 ±7%	5,15E+01 ±7%	7,00E-03 NWG	3,01E-01 ±11%	3,32E+02 ±7%	1,10E-01 ±15%	6,89E-02 ±8%
6	1,06E-01 ±7%	4,50E-03 ±25%	1,07E-01 ±7%	8,51E+00 ±7%	5,00E-03 NWG	4,00E-02 ±17%	2,10E+00 ±14%	2,00E-02 ±17%	9,50E-03 ±16%
7	5,90E-03 ±14%	6,10E-04 NWG	5,80E-03 ±10%	4,68E-01 ±14%	4,00E-03 NWG	3,00E-03 ±20%	7,00E-01 NWG	5,00E-03 ±27%	8,10E-03 ±16%
8	7,10E-03 ±13%	1,03E-03 NWG	7,10E-03 ±15%	5,68E-01 ±13%	5,00E-03 NWG	7,00E-03 ±18%	1,67E+02 ±7%	3,00E-02 ±17%	1,19E-02 ±12%
10	5,74E-03 ±10%	8,20E-04 NWG	6,06E-03 ±10%	4,71E-01 ±10%	3,00E-03 ±20%	5,00E-03 ±18%	6,00E-01 NWG	6,00E-03 NWG	2,10E-03 ±33%

\* Die Masse wurde anhand der Aktivitäten der Radionuklide U-238,-235 und -234 berechnet, wobei die Aktivität von U-235 unter Berücksichtigung des natürlichen Isotopenverhältnisses von U-nat aus der Aktivität des U-238 ermittelt wurde.

 Grenz-/Parameter-/Richtwert wäre bei Nutzung des Wassers zur Trinkwasserversorgung nach Trinkwasserverordnung überschritten.

**Anlage 7 - Ergebnisse der Wasseranalysen und Berechnung der effektiven Folgedosen durch Ingestion eines Liters Wasser je Probeentnahmestelle (Nr.)**

**Effektive Folgedosis bei Aufnahme von 1 Liter Wasser**

**Kleinkind (0-1a)**

Nr.	U-238 (µSv)	U-235 (µSv)	U-234 (µSv)	Ra-228 (µSv)	Ra-226 (µSv)	Rn-222 (µSv)	Pb-210 (µSv)	Po-210(µSv)	Summe (µSv)
1	1,07E-03	9,63E-04	1,56E-03	1,50E-01	9,40E-03	3,20E-02	4,20E-02	4,68E-02	2,84E-01
2	3,15E-01	1,48E-02	3,44E-01	4,92E-01	4,02E+00	1,79E+01	4,83E+00	1,34E+00	2,92E+01
3	2,51E-01	1,16E-02	2,78E-01	2,68E-01	3,93E+00	1,79E+01	3,61E+00	1,81E+00	2,80E+01
4	2,27E-01	1,13E-02	2,49E-01	3,09E-01	4,89E+00	2,52E+01	2,83E+00	2,22E+00	3,59E+01
5	2,17E-01	9,77E-03	2,41E-01	2,10E-01	1,41E+00	1,33E+01	9,24E-01	1,79E+00	1,81E+01
6	3,60E-02	1,58E-03	3,96E-02	1,50E-01	1,88E-01	8,40E-02	1,68E-01	2,47E-01	9,14E-01
7	2,01E-03	2,14E-04	2,15E-03	1,20E-01	1,41E-02	2,80E-02	4,20E-02	2,11E-01	4,19E-01
8	2,41E-03	3,61E-04	2,63E-03	1,50E-01	3,29E-02	6,68E+00	2,52E-01	3,09E-01	7,43E+00
10	1,95E-03	2,87E-04	2,24E-03	9,00E-02	2,35E-02	2,40E-02	5,04E-02	5,46E-02	2,47E-01

**Erwachsener (>17a)**

Nr.	U-238 (µSv)	U-235 (µSv)	U-234 (µSv)	Ra-228 (µSv)	Ra-226 (µSv)	Rn-222 (µSv)	Pb-210 (µSv)	Po-210 (µSv)	Summe (µSv)
1	1,41E-04	1,29E-04	2,06E-04	3,45E-03	5,60E-04	2,80E-03	3,45E-03	2,16E-03	2,25E-04
2	4,17E-02	1,99E-03	4,56E-02	1,13E-02	2,40E-01	1,56E+00	3,97E-01	6,17E-02	2,36E+00
3	3,32E-02	1,55E-03	3,68E-02	6,16E-03	2,34E-01	1,56E+00	2,97E-01	8,38E-02	2,26E+00
4	3,01E-02	1,52E-03	3,30E-02	7,11E-03	2,91E-01	2,21E+00	2,33E-01	1,02E-01	2,90E+00
5	2,87E-02	1,31E-03	3,19E-02	4,83E-03	8,43E-02	1,16E+00	7,59E-02	8,27E-02	1,47E+00
6	4,77E-03	2,12E-04	5,24E-03	3,45E-03	1,12E-02	7,35E-03	1,38E-02	1,14E-02	5,74E-02
7	2,66E-04	2,87E-05	2,84E-04	2,76E-03	8,40E-04	2,45E-03	3,45E-03	9,72E-03	1,98E-02
8	3,20E-04	4,84E-05	3,48E-04	3,45E-03	1,96E-03	5,85E-01	2,07E-02	1,43E-02	6,26E-01
10	2,58E-04	3,85E-05	2,97E-04	2,07E-03	1,40E-03	2,10E-03	4,14E-03	2,52E-03	1,28E-02

Wurde bei den Messungen für ein Radionuklid nur die Nachweisgrenze ermittelt, wurde diese als Wert für die Dosisabschätzung herangezogen.