

Commune de Redange
Administration de la gestion de l'eau

Zone de protection des ressources en eau
de la commune de Redange

Source Kuelemeeschter

SCC-809-09

Projekt Nr. 101085

Teil A: Wasserwirtschaftlich-hydrogeologischer Schutzzonenbericht
Teil B: Schutzzonenplan
Teil C: Risikoplan
Teil D: Maßnahmenkatalog

02. August 2016

best
Ingenieurs-Conseils

Bureau d'Etudes et de Services Techniques

2, rue des Sapins
Tél. 34 90 90

L-2513 Senningerberg
Fax : 34 94 33

Commune de Redange
Administration de la gestion de l'eau

Zone de protection des ressources en eau
de la commune de Redange

Source Kuelemeeschter

SCC-809-09

Projet Nr. 101085

Teil A: Wasserwirtschaftlich-hydrogeologischer
Schutzzonenbericht

02. August 2016

best
Ingenieurs-Conseils

Bureau d'Études et de Services Techniques

2, rue des Sapins
Tél. 34 90 90

L-2513 Senningerberg
Fax : 34 94 33

Teil A: WASSERWIRTSCHAFTLICH-HYDROGEOLOGISCHER SCHUTZZONENBERICHT

Inhaltsverzeichnis

A 1	Anlass und Aufgabenstellung	3
A 2	Wasserwirtschaftliche und wasserrechtliche Rahmenbedingungen	4
A 2.1	Wasserwirtschaftliche Verhältnisse	4
A 2.2	Entnahmen Dritter	4
A 2.3	Wasserrechtliche Verhältnisse	5
A 2.4	Sonstige Wassernutzungen	6
A 3	Beschreibung der Wassergewinnung	6
A 3.1	Förderung	6
A 3.2	Lage und Beschreibung der Gewinnungsanlagen	7
A 3.3	Beschreibung der Wasseraufbereitung	8
A 4	Beschreibung des Untersuchungsgebietes	8
A 4.1	Lage, Begrenzung und Morphologie	8
A 4.2	Vorflutverhältnisse	9
A 4.3	Klima	9
A 4.4	Flächennutzung	9
A 5	Geologische und hydrogeologische Verhältnisse	10
A 5.1	Geologischer Überblick	10
A 5.1.1	Gesteine	10
A 5.1.2	Lagerungsverhältnisse	12
A 5.1.3	Trennfugen	13
A 5.2	Beschreibung der hydrogeologischen Verhältnisse	13
A 5.2.1	Hydrogeologischer Überblick, Aquiferparameter	13
A 5.2.2	Grundwassermessstellen	17
A 5.2.3	Grundwasserverhältnisse	17
Quellschüttung		17
Grundwasserspiegelschwankungen		18
Grundwasserfließrichtung		18

A 5.2.4	Flurabstände	22
A 5.2.5	Wirkungszusammenhänge Grundwasser / Oberflächengewässer	22
A 5.3	Auswirkungen der Grundwasserentnahme	24
A 5.4	Grund- und Rohwasserqualität	24
A 5.4.1	Hauptinhaltsstoffe	24
A 5.4.2	Nitrat.....	25
A 5.4.3	Elektrische Leitfähigkeit und Temperatur	27
A 5.4.4	pH-Wert	27
A 5.4.5	Trübung.....	27
A 5.4.6	Mikrobiologie.....	28
A 5.4.7	Pestizide.....	29
A 5.5	Bodenverhältnisse	32
A 5.6	Vulnerabilität der Wasserfassung	33
A 6	Einzugsgebiet der Wassergewinnung.....	34
A 6.1	Wasserrechtliche Fördersituation.....	34
A 6.2	Lage und Größe des Einzugsgebietes.....	35
A 6.2.1	Methodik	35
A 6.2.2	Abgrenzung des maßgeblichen Einzugsgebietes.....	36
A 6.2.3	Sonstige Zustrombereiche	37
A 6.3	Ermittlung des Grundwasserdargebots	38
A 6.3.1	Methodische Vorgehensweise	38
A 6.3.2	Flächenhafte Grundwasserneubildung	39
A 6.3.3	Grundwasserneubildung durch sonstige Zuströme	39
A 6.3.4	Grundwasserbilanz	40
A 7	Vulnerabilität des Einzugsgebietes.....	41
A 7.1	Vorgehensweise	41
A 8	Literaturverzeichnis.....	50
A 9	Anlagen:.....	52

A 1 Anlass und Aufgabenstellung

Die Quelle *Kuelemeeschter* (SCC-809-09) wird zur Wasserversorgung der Gemeinde Redange genutzt. Aufgrund erhöhter Pestizidrückstände und wiederholter bakteriologischer Beeinträchtigungen musste die Quelle im Jahr 2014 außer Betrieb genommen werden.

Nach der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) (1), die mit dem Luxemburger Wassergesetz (2) vom 19. Dezember 2008 in nationales Recht umgesetzt wurde, muss für alle Trinkwasserfassungen die verbindliche Ausweisung der Trinkwasserschutzzonen erfolgen (Artikel 44 des Wassergesetzes).

Die Ausweisung der Schutzzonen erfolgt nach den Vorgaben des „Leitfaden für die Ausweisung von Grundwasserschutzzonen“ (3) und in Anlehnung an folgende Literatur:

- Wasserschutzgebiete für die öffentliche Wasserversorgung (4)
- Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete; Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser (5)
- Praxishilfe zur Bemessung des Zuströmbereichs Zu (6)
- Praxishilfe Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen bei Kluftgrundwasserleitern (7)
- COST Action 620 (8)
- Leitlinien Wasserschutzgebiete (9)
- Leitlinien für die Ermittlung der Einzugsgebiete von Grundwassererschließungen (10)

Grundlegend für die Schutzzonenausweisung ist das hydrogeologische Basisgutachten (11), das im Zusammenhang mit dem *Dossier Technique 1* (12) ausgearbeitet wurde. Teilweise wurden die Textpassagen und Abbildungen direkt in das vorliegende Gutachten übernommen.

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden

- zwei Grundwassermessstellen (FRE-809-32 und FRE-809-33) auf dem Aleschbiertg eingerichtet,
- zwei kombinierte Markierungsversuche durchgeführt,
- die elektrische Leitfähigkeit und Temperatur über 15 und 12 Monate gemessen.
- Wasserproben aus dem Messstellen, der Quelle und dem Fräsbech analysiert.

Die Dokumentationen der Bohrungen, des Markierungsversuchs und der Analytik sind dem Bericht in Anlage 8 beigelegt.

Der von der Wasserverwaltung (Administration de la gestion de l'eau, AGE) vergebene Code der Schutzzone ist ZPS 2008. Unter diesen Code fällt auch die Schutzzone der Brunnen *Kröschtelbiere* (FCC-809-10/25).

A 2 Wasserwirtschaftliche und wasserrechtliche Rahmenbedingungen

A 2.1 Wasserwirtschaftliche Verhältnisse

Ein Übersichtslageplan findet sich in Plan 101085-1/200. Die Quelle *Kuelemeeschter* (SCC-809-09) liegt am südlichen Fuß des Aleschbiere, rund 1,8 km nordwestlich von Redange und 1,7 km südöstlich von Nagem. Rund 40 m südlich der Quelle fließt der Fräsbech. Die nächsten Wasserfassungen sind

- die Quelle *Lannen* (SCC-809-23; außer Betrieb), rund 2,9 km nordwestlich,
- die Quelle *Bei Schrodeschweiher* (SCC-805-02; in Betrieb), rund 2,6 km westlich,
- die Quelle *Weierchen* (SCC-809-09, in Betrieb), rund 2 km nordwestlich,
- die Quelle *An der Domp* (SCC-809-21; unbekannt), rund 1,8 km östlich,
- der Brunnen *Kröschtelbiere* (FCC-809-10; in Betrieb), rund 1,3 km östlich
- der Brunnen *Neuer Kröschtelbiere* (FCC-809-25; in Betrieb), rund 1,4 km südöstlich.

Das Schutzgebiet der Brunnen *Kröschtelbiere* liegt unmittelbar östlich der Schutzzone der Quelle *Kuelemeeschter*. Weitere, naheliegende Schutzgebiete bilden die der Quellen *Bei Schrodeschweiher* und *Weierchen*.

A 2.2 Entnahmen Dritter

Im Bereich Ousterbour, rund 600 m nordwestlich der Quelle *Kuelemeeschter*, findet sich ein Quellaustritt, der zur Bewässerung des dortigen Weihers genutzt wird. Aus den Weihern läuft das Wasser in den Fräsbech.

Der Zustrombereich der Brunnen *Kröschteberg*, die zur Wasserversorgung der Bevölkerung genutzt werden, liegt nach dem vorliegenden Kenntnisstand nicht im Bereich des Einzugsgebietes der Quelle *Kuelemeeschter*. Weitere Entnahmen finden nach dem Kenntnisstand des Unterzeichners nicht statt.

A 2.3 Wasserrechtliche Verhältnisse

Die Quelle *Kuelemeeschter* liegt auf dem Gebiet der Gemeinde Redange. Sie befindet sich im Eigentum der Gemeinde Redange (Anlage 2.2), die auch alleiniger Nutzer ist. Die wasserrechtlichen Verhältnisse sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1: Wasserrechtliche Verhältnisse

Name der Fassung	Kuelemeeschter
Code	SCC-809-09
Code der Schutzzone	ZPS 2008
wasserrechtliche Genehmigung maximal genehmigte Entnahmemenge Folgeantrag muss eingereicht sein bis	EAU/AUT/15/0939 22.000 m ³ /Monat 22. Dezember 2023
Rechtswert/ Hochwert	58 658 / 93 617
Höhe Wasseraustritt	285,30 m ü. NN
Eigentümer Fassung	Gemeinde Redange
Ortslage (Sektion)	Sektion D / Kohlenmeister
Nr. Parzelle	1716/4682
Eigentümer Parzelle	Gemeinde Redange
Neufassung	2002
Genutzter Grundwasserleiter	Buntsandstein (Randfazies)
Mittlere Schüttung (AGE)	724 m ³ /d
Anteil an der Gesamtversorgung	0 %

Alle wasserrechtlichen Genehmigungen, die im Zusammenhang mit der Schutzzonenausweisung der Quelle stehen, sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2: Wasserrechtliche Genehmigungen Rahmen der Schutzzonenausweisung.

	Administration de la gestion de l'eau Referenznummer	Ministère du Développement durable et des Infrastructures – Département de l'environnement - Referenznummer
Bohrung FRE-809-32	EAU/AUT/12/0294	75982 MS/mw
Bohrung FRE-809-33	EAU/AUT/14/0377	81202 CD/nb
Markierungsversuch FRE-809-32 und Bach	EAU/AUT/13/0328	-
Markierungsversuch FRE-809-32 und FRE- 809-33	EAU/AUT/14/0377	-

A 2.4 Sonstige Wassernutzungen

Sonstige Wassernutzungen (z.B. Erdwärmesonden) im Einzugsgebiet der Quelle *Kuelemeeschter* sind dem Unterzeichner nicht bekannt.

A 3 Beschreibung der Wassergewinnung

A 3.1 Förderung

Angaben zur Schüttung der Quelle *Kuelemeeschter* liegen für die Jahre 2000 - 2014 vor. Die Daten sind in Tabelle 3 und in Plan 101085-1/201-a dargestellt.

Über den gesamten Zeitraum wurde die Schüttung zwischen 3- bis maximal 24-mal im Jahr von der Administration de la gestion de l'eau gemessen. Der Mittelwert für den Gesamtzeitraum liegt bei 712 m³/d. Abb. 1 in Plan 101085-1/201-a zeigt die Messwerte des Gesamtzeitraum von 2001 bis 2014. Ab November 2011 erfolgten die Messungen in einem engeren Intervall, sie sind in Abb. 2. dargestellt.

Über den gesamten Zeitraum spiegeln sich jahreszeitlich bedingte Schwankungen wider. Die Schüttungsmaxima finden sich in der Regel am Ende des hydrologischen Winterhalbjahrs und die Minima am Ende des Sommerhalbjahrs. Ein langjähriger Trend der Schüttung kann nicht abgelesen werden.

Die starken Schüttungsschwankungen bewirken einen niedrigen Schüttungsquotienten (NQ/HQ) von 0,27. Dieser belegt ein relativ geringes Speichervermögen des Grundwasserleiters im Einzugsgebiet der Quelle.

Die Schüttung der Quelle kann indirekt auch aus den Zählerständen in der Pumpstation Redange (SPC-809-14) abgelesen werden. Die Daten werden täglich gespeichert und liegen für das Jahr 2012 vor. Bei den Daten fehlt allerdings das Wasser, welches über den Überlauf in der Quelle verloren geht. Der Mittelwert liegt bei 683 m³/d.

Tabelle 3: Schüttung der Quelle *Kuelemeeschter*, verschiedene Messungen.

	Zählerstand	AGE
Zeitraum	2012	2000 - 2014
Min (m ³ /d) NQ	248 (08.08.2012)	367 (09.12.2005)
Max (m ³ /d) HQ	1622 (20.10.2012)	1363 (01.02.2013)
Mittel (m ³ /d) MQ	683	712
Quotient NQ/HQ	0,15	0,27

A 3.2 Lage und Beschreibung der Gewinnungsanlagen

Die im Jahr 2002 vollständig renovierte Quelle *Kuelemeeschter* befindet sich am südlichen Fuß des Aleschbiereg, wenige Meter nördlich der Fräsbech (Bild 1 in Anlage 9).

Die Quelle ist in Schachtbauweise gebaut. Der Schacht hat einen Durchmesser von rund 2,4 m und eine Tiefe von rund 7,3 m. Die oberen 2,5 m stellen eine Art Vorraum dar, über den die darunter liegende Fassung erreichbar ist. Der Schacht ist durch 10 cm starke Betonringe aufgebaut, die in den untersten Metern der Fassung perforiert sind. In diesem Bereich ist der Schacht von allen Seiten mit einer Filterkiesschicht von 66cm umgeben. Ein Ausbauplan ist in Plan 101085-1/202 gegeben.

Das Wasser wird im Schacht gesammelt und fließt über eine Leitung in die 950 m südöstlich gelegene Pumpstation Redange (SPC-809-14), von wo aus es in den Behälter Rédange-bas (REC-809-16) und in den Behälter Krëschtelbiereg (REC-809-15) gepumpt

werden kann. Die Behälter speisen das Trinkwassernetz Rédange-bas sowie die Netze Eltz und Ospern. Eine Übersichtsdarstellung zur Verteilung findet sich in der Anlage in Plan 99128-01/1002.

Zur Zeit der Berichterstattung ist die Quelle wegen überhöhter Konzentrationen des Metaboliten Metolachlor-ESA und wiederholter bakterieller Beeinträchtigungen außer Betrieb und läuft im Behälter Redange-bas über den Überlauf in die Kanalisation. Neben der Entnahmeleitung befindet sich ein Überlauf in der Quelfassung, deren Auslauf unterhalb der Quelfassung in den Fräsbech mündet (Bild 5 in Anlage 9). Im Herbst 2013 wurde festgestellt, dass bei Hochwasser Wasser aus dem Fräsbech über den Überlauf in die Quelle *Kuelemeeschter* drückt (Bild 6, 7). Um dies in Zukunft zu unterbinden, wurde ein Ballon im Überlauf befestigt, der das Eindringen von Bachwasser in die Fassung verhindern soll.

A 3.3 Beschreibung der Wasseraufbereitung

Eine Wasseraufbereitung findet nicht statt.

A 4 Beschreibung des Untersuchungsgebietes

A 4.1 Lage, Begrenzung und Morphologie

Das Untersuchungsgebiet der Quelle *Kuelemeeschter* erstreckt sich von der Fassung im Süden, über Schackgrond und Aleschbiarg im Westen, bis zum Waldgebiet Seitert im Norden der C.R. 301A. Im Osten grenzt das Gebiet an die C.R. 301A, zwischen Scheed und Kräschtelbiarg (Plan 101085-1/200).

Die Quelle tritt auf einer Höhe von 285,30 m ü. NN am Fuß des Aleschbiarg aus. Das Gelände steigt nach Norden und Osten an. Die höchste Erhebung befindet sich mit rund 395,00 m im Waldgebiet Seitert.

Der Aleschbiarg wird morphologisch im Westen vom Taleinschnitt des Schackgrond und im Osten vom Schaedgronn begrenzt. Ersterer ist dabei deutlicher ausgeprägt und tiefer eingeschnitten. Insgesamt zeichnet sich das Gelände durch weiche Formen aus, tief eingeschnittene Täler mit schroffen Felsabbrüchen finden sich untergeordnet im

Nordosten des Untersuchungsgebietes, im Bereich Meisbiirchen, unterhalb der C.R. 301A (Bilder 10 bis 14 in Anlage 9).

A 4.2 Vorflutverhältnisse

Der Vorfluter der Quelle *Kuelemeeschter* ist der Fräsbech, der nördlich von Roodt seinen Ursprung hat und bei Redange in die Attert mündet.

A 4.3 Klima

Das Klima im Untersuchungsgebiet zeichnet sich durch ein warmgemäßigtes Klima aus, das durch einen überwiegend ozeanischen Einfluss geprägt ist. Die Niederschläge sind regelmäßig, fast gleichmäßig über das ganze Jahr verteilt mit einem Maximum im Dezember und im Juni. Durch die relativ ausgeprägten Temperaturunterschiede zeigt die davon abhängige Evapotranspiration in den Sommermonaten ihr Maximum und im Winter ihr Minimum. Dies wiederum spiegelt sich in den oberirdischen Abflüssen wider, die bei niedrigen Temperaturen einen deutlich höheren Anteil zeigen. Zu Abflussspitzen kann es auch nach starken Niederschlagsereignissen im Sommer kommen. Die jährlich kumulierte Niederschlagsmenge zwischen 1971 und 2000 liegt an der Station Pratz-Bettborn (5,5 km nordöstlich der Quelle) bei 829 mm (13).

Neben der Station Pratz-Bettborn sind die nächstgelegenen Klimastationen zur Quelle *Kuelemeeschter* die Stationen Redange-Roodt (ca. 4,2 km nordwestlich) und Useldange (ca. 7,9 km östlich). Für die Station Useldange liegen Daten über 10 Jahre in digitaler Form vor (Quelle: asta). In Plan 101085-1/203 sind die Niederschläge und die Monatsmitteltemperaturen zwischen November 2004 und Oktober 2014 dargestellt (14). Der mittlere Jahresniederschlag von 2004 bis 2013 liegt bei 760 mm.

A 4.4 Flächennutzung

Eine Übersicht zur Flächennutzung im Untersuchungsgebiet der Quelle *Kuelemeeschter* gibt das Luftbild in Plan 101085-1/204-a. Die Flächen unterliegen überwiegend einer landwirtschaftlichen Nutzung, wobei Ackerflächen häufiger auftreten als Grünflächen. Maisanbau ist relativ stark vertreten, teilweise werden im Winter Zwischenfrüchte angebaut (Bilder 16 bis 26 in Anlage 9). Bewaldeten Bereiche sind nur

wenig vertreten, es handelt sich um die Hangbereiche zwischen dem Aleschbiertg und dem Schackgrund sowie um das Waldgebiet Seitert im Norden des Untersuchungsgebietes.

Rund 640 m nordwestlich der Fassung befinden sich das Anwesen *Ousterbur* sowie mehrere private Weiher. Im Osten wird das Untersuchungsgebiet von der C.R. 304 und im Norden von der C.R. 301A gekreuzt.

Das Einzugsgebiet der Quelle, das in Kapitel 6 ausgewiesen wird, ist in der Karte in Plan 101085-1/204-a bereits dargestellt. Die prozentualen Verteilungen der verschiedenen Nutzungen sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

Tabelle 4: Prozentuale Verteilung der verschiedenen Nutzungen im Einzugsgebiet der Quelle.

Nutzung	Fläche [km ²]	Prozent [%]
landwirtschaftliche Flächen	1,3	72
davon - Mais (2014)	0,3	17
- Wiese	0,1	5
Wald	0,5	28
Gesamt	1,8	100

A 5 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse

A 5.1 Geologischer Überblick

A 5.1.1 Gesteine

Im Untersuchungsgebiet sind die Ablagerungen der Trias (Buntsandstein, Muschelkalk Unterer und Mittlerer Keuper) verbreitet. Die Abfolge ist in diesem Bereich als triassische Randfazies ausgebildet, die aus lithologisch sehr unterschiedlichen, meist grobklastischen Sedimenten besteht. Die Gesteinsabfolgen in der Randfazies sind weit weniger mächtig ausgebildet als die, die in der Normalfazies abgelagert wurden. Ein Ausschnitt aus der geologischen Karte (15) ist in Plan 101085-1/205 dargestellt.

Den Unterbau der triassischen Sedimente bildet der devonische Sockel, der im Norden, im Bereich des Ösling, an der Oberfläche ausstreicht.

Die Entwicklung der triassischen Randfazies im Untersuchungsgebiet beginnt mit grobklastischen Ablagerungen und Bodenbildungen. Es folgen marine Flachwassersedimente und Transgressionskonglomerate, die im Keuper von den feinkörnigen Ablagerungen küstennaher Sabkhas überlagert werden (16).

Das geologische Profil ist im Plan 101085-1/206 dargestellt. Die Mächtigkeiten der verschiedenen stratigraphischen Einheiten sind dem Profil aus der geologischen Karte (15) entnommen. Grob kann die Abfolge wie folgt zusammengestellt werden:

- Die unterste Einheit über dem Devon bilden Ablagerungen die dem Buntsandstein (s) zugeordnet werden. Es sind rote Konglomerate und konglomeratische Sandsteine in Wechsellagerung mit roten und violetten Silt- und Tonsteinen, teilweise roten und grünen Sandsteinen.
- Darüber folgen Ablagerungen mit sandigen bzw. mergeligen Dolomiten, Sandsteinen, Siltsteinen und Tonsteinen. Teilweise sind Konglomeratbänke eingeschaltet. Die Färbungen sind rötlich, grünlich und grau. Diese Schichten werden dem Muschelkalk zugeordnet, der in die Einheiten Muschelsandstein (μ) Grobklastischer Muschelkalk (m_g) und Gilsdorf-Formation (mo_s) unterteilt wird.
- Der Keuper wird im Wesentlichen durch Mergel, Tonsteine und Siltsteine repräsentiert (ku , km_{2s} , km_3). Im mittleren Bereich, im Pseudomorphosenkeuper (km_1) sind konglomeratische Dolomite und dolomitische Grobsandsteine zwischengeschaltet.

Die Mächtigkeiten der einzelnen Abfolgen schwanken relativ stark und nehmen, insbesondere bei den liegenden Einheiten, nach Norden und Westen deutlich ab.

Nach den Angaben der geologischen Karte (15) befindet sich der Quellaustritt im Bereich der Ablagerungen des Grobklastischen Muschelkalk (m_g) mehrere Meter oberhalb des Buntsandsteins.

Die beiden Bohrungen (FRE-809-32 und FRE-809-33) die im Zusammenhang mit der Schutzzonenausweisung durchgeführt wurden, zeigen eine Wechselfolge von Tonen, Schluffen, Sanden, Kiesen und Dolomiten in unterschiedlichen Färbungen (Schichtenverzeichnisse in Anlage 8).

Die Bohrung FRE-809-32 hat eine Tiefe von 41 m. Von der Basis bis 29,8 m überwiegen Sande, im Wechsel mit Dolomiten. Darüber nimmt der Feinkornanteil zu und es überwiegen Schluffe, teilweise sind Tone eingelagert. Es finden sich aber auch wiederholt Sand- und Kieshorizonte.

Bohrung FRE-809-33 hat eine Tiefe von 29 m. Auch hier findet sich die oben beschriebene Wechselfolge, es überwiegen Sande, Kiese und Dolomite.

Ein auffälliges Konglomerat mit weißen Quarzen und roten Tonen, das von einem grünlich gefärbten, lockeren Sand überlagert wird, findet sich in beiden Bohrungen und kann zur Korrelation herangezogen werden. In FRE-807-32 findet es sich bei 39,6 bis 40 m (280,6 bis 280,2 m ü.NN) und in der morphologisch tiefer liegenden FRE-807-33 bei 26,5 bis 27,2 m unter der Geländeoberkante (283,4 bis 283,0 m ü.NN), also rund 3 m höher.

A 5.1.2 Lagerungsverhältnisse

Nördlich des Untersuchungsgebietes, zwischen den Ortschaften Roodt im Westen und Hostert im Osten, streichen die mesozoischen Schichten (die Gesteine der Randfazies) an der Oberfläche aus und der devonische Sockel wird sichtbar. Durch die Heraushebung der Ardennen ist es zu einer auffälligen Bruchzone gekommen, der sogenannten Öslinger Randverbiegung (17), deren Versatz bereichsweise rund 100 m erreichen kann.

Zur Zeit des Buntsandsteins war das Gebiet durch ein verzweigtes Flusssystem geprägt. Dadurch haben sich in den Gesteinen des Devons vielfältige Rinnen ausgebildet in denen die Sedimente abgelagert wurden. Der devonische Sockel bildet somit keine gerade Schichtgrenze, sondern ist durch eine gewellte Oberfläche gekennzeichnet, die insgesamt nach Südosten abtaucht (16) (bedingt durch die Heraushebung der Ardennen). Durch diese Heraushebung sind auch die mesozoischen Schichten im weiteren Untersuchungsgebiet generell leicht (max. 5°) in südöstliche bis südsüdöstliche Richtung geneigt.

Tektonische Störungen, an denen die Gesteinskörper gegeneinander versetzt sind, finden sich nach der vorliegenden geologischen Karte (Plan 101085-1/205) im Untersuchungsgebiet nicht. Allerdings sind diese, insbesondere wenn sie nur einen

geringen Versatzbetrag haben, aufgrund der ausgeprägt heterogenen Gesteinsabfolgen im Gelände im Normalfall nicht erkennbar.

A 5.1.3 Trennfugen

Die Ablagerungen der Randfazies, die den Wasserspeicher für die Quelle *Kuelemeeschter* darstellen, sind nur wenig verfestigt, es ist nur beschränkt zur Ausbildung von Festgesteinen gekommen. Diese finden sich vornehmlich als Dolomite und dolomitisch gebundene Sandsteine und liegen immer im Wechsel mit wenig verfestigten, teilweise geröllführenden Silt- und Sandhorizonten, Mergeln und Tonen vor. Teilweise sind diese Abfolgen auf Grund der größeren Härte der dolomitischen Gesteine in den Taleinschnitten aufgeschlossen (Bild 12 in Anlage 9). Ein Kluftsystem hat sich nur im Bereich der Festgesteine ausgebildet. Hier dominieren die Hauptklufttrichtungen SSW-NNE (20 bis 40°) und NW-SE (120 bis 140°).

A 5.2 Beschreibung der hydrogeologischen Verhältnisse

A 5.2.1 Hydrogeologischer Überblick, Aquiferparameter

Nach den Angaben der geologischen Karte tritt die Quelle *Kuelemeeschter* innerhalb der Randfazies, auf dem Niveau der Ablagerungen des Grobklastischen Muschelkalks, mehrere Meter oberhalb des Buntsandsteins aus. Aufgrund der Ähnlichkeit der Schichtenabfolgen in der Randfazies, die aus Wechsellagerungen von meist rot gefärbten Mergeln, Schluffen, Dolomiten und Konglomeraten aufgebaut sind, wird im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen von einer genauen stratigraphischen Zuordnung abgesehen.

Durch die wechselnde Abfolge von Grundwasserleitern und –geringleitern haben sich innerhalb der Randfazies über weite Bereiche mehrere, teilweise schwebende, Grundwasserstockwerke ausgebildet. Die Gesteine können im Wesentlichen als Porengrundwasserleiter angesprochen werden. Daneben kommt aber den Klüften in den dolomitisch gebundenen Sandsteinbänken und Dolomiten eine besondere hydraulische Wirkung zu. Über die Klüfte kann die Wasserbewegung viel schneller erfolgen als über den Porenraum.

Das Grundwasser, das die Quelle *Kuelemeeschter* (SCC-809-09) speist, bewegt sich vornehmlich innerhalb einer sandig, kiesigen Dolomitbank, die als Drainage für den Porengrundwasserkörper dient (Bilder 8 und 9 in Anlage 9). Diese Dolomitbank wird von einer Wechselfolge aus tonig, mergeligen Schichten unterlagert, die als Wasserstauer fungieren und auf der geologischen Karte als Muschelsandstein (mu) auskartiert wurden.

Die Grundwasserneubildungsraten schwanken nach dem Modell „Nördliche Trias“ (18) im Untersuchungsgebiet zwischen 3 und 8 l/s/km². Der überwiegende Teil der Flächen befindet sich im Verbreitungsbereich des Unteren Keupers, mit Werten zwischen 3 und 5 l/s/km². Vor allem in den Tälern, im Verbreitungsbereich des Muschelkalks und Buntsandsteins, liegen die Werte zwischen 5 und 8 l/s/km².

Bezüglich der nutzbaren Porosität und der Durchlässigkeit des Grundwasserleiters liegen keine verlässlichen Daten aus dem Untersuchungsgebiet vor. Die Größen können nur anhand von Literaturdaten abgeschätzt werden. Nach Richter (19) können für die in der Bohrung nachgewiesenen Mittelsande bis kiesigen Sande nutzbare Porositäten von 15 bis 25% angenommen werden. Die Angaben zur hydraulischen Durchlässigkeit schwanken in einem Bereich zwischen 10⁻⁴ und 10⁻² m/s. Für die ebenfalls nachgewiesenen schluffigen Sande und tonige Schluffe sind dagegen Durchlässigkeitsbeiwerte zwischen 10⁻⁸ und 10⁻⁴ m/s zu erwarten (19). Die nutzbare Porosität ist in diesen Schichten ebenfalls deutlich herabgesetzt und kann Werte unter 10 % erreichen.

Die Aquiferparameter des Grundwasserleiters sind in Tabelle 5 zusammengestellt. Durch die unzureichende Datenlage zeigt sich eine relativ große Schwankungsbreite, die aber der Heterogenität der Ablagerungen gerecht wird.

Um die Fließgeschwindigkeiten im Grundwasserleiter zu ermitteln, wurden im Untersuchungsgebiet zwei kombinierte Markierungsversuche durchgeführt. Die entsprechenden Gutachten (20), (21) sind in Anlage 8 beigelegt.

Der erste Versuch im Januar 2014, bei dem die Markierungsstoffe in den Bachlauf Meisbiirchen (1,5 km nordnordwestlich der Quelle) und die Grundwassermessstelle FRE-809-32 (200 m nördlich der Quelle) eingespeist wurden, verlief in Bezug auf die Quelle *Kuelemeeschter* negativ.

Beim zweiten Versuch im Dezember 2014 wurden die Markierungsmittel in die beiden Messstellen FRE-809-32 und -33 eingespeist. Der Versuch aus der Messstellen FRE-809-33, die rund 200 m nordwestlich der Quelle liegt, war positiv und zeigte zwei dominante Fließgeschwindigkeiten (20):

- Eine sehr schnelle Komponenten mit einer maximalen Abstandsgeschwindigkeit von 38,3 m/h (919 m/d) und einer modalen Abstandsgeschwindigkeit von 10,7 m/h (257 m/d).
- Eine langsamere Komponente mit einer modalen Abstandsgeschwindigkeit von 0,17 m/h (4 m/d).

Tabelle 5 : Kennwerte des Grundwasserleiters in der „Randfazies“.

Durchlässigkeitsbeiwert (kf)	$1 \cdot 10^{-8}$ bis $1 \cdot 10^{-2}$ m/s (19)
hydraulisches Gefälle i <ul style="list-style-type: none"> • aus Grundwassermanagementplan (18) • März 2014, April 2015 • Februar 2015 	<ul style="list-style-type: none"> • 2,3 % • 1,5 % • 1,2 %
nutzbare Porosität	10 bis 25% (19)
Abstandsgeschwindigkeit aus Markierungsversuch <ul style="list-style-type: none"> • über den Kluftraum • über den Porenraum 	$v_a \text{ max} = 38,3 \text{ m/h (20)}$ $v_a \text{ mod} = 10,7 \text{ m/h (20)}$ $v_a \text{ mod} = 0,17 \text{ m/h (20)}$
Grundwasserneubildungsrate im Verbreitungsbereich des Unteren und Mittleren Keupers	3 bis 5 l/s/km ² (18)
Grundwasserneubildungsrate im Verbreitungsbereich des Buntsandsteins und Muschelkalks (Randfazies)	5 bis 8 l/s/km ² (18)

Nach den Ergebnissen zur Neufassung der Quelle und der Erkundungsbohrungen für die Messstellen FRE-809-32 und -33, befindet sich das Grundwasser im Bereich einer Wechsellagerung aus Schluffen, Sandsteinen, konglomeratischen Dolomiten und Breccien (vgl. Kapitel A 5.2.2).

Über den Porenraum können die nachgewiesenen, hohen Fließgeschwindigkeiten nicht erreicht werden. Diese Bewegung muss über weite Klüfte im Bereich der Festgesteine erfolgen, die im Rahmen der Neufassung freigelegt werden konnten (Bilder 8 und 9 in Anlage 9). Da diese geklüfteten Bänke lediglich 30 bis 40 cm mächtig sind, wird nicht das gesamte Wasser über diese Schichten transportiert, ein Teil fließt auch über den Porenraum. Diese Komponente wurde über den Markierungsversuch ebenfalls erfasst, für die Abstandsgeschwindigkeit wurde ein Wert von 0,17 m/h ermittelt.

Aus der experimentell bestimmten Abstandsgeschwindigkeit v_a lässt sich mit Hilfe der nutzbaren Porosität n_e und des hydraulischen Gefälles I der kf-Wert des Gebirges abschätzen:

$$kf = \frac{v_a \times I}{n_e}$$

Werden für die nutzbare Porosität und den hydraulischen Gradienten die Daten aus Tabelle 5 in ihrer Schwankungsbreite eingesetzt, so errechnen sich für den kf-Wert die in Tabelle 6 angegebenen Werte. Am unsichersten sind die Angaben für die nutzbare Porosität, da es sich hier um Literaturwerte handelt. Die berechneten Werte für den Durchlässigkeitsbeiwert schwanken zwischen $2,3 \cdot 10^{-6}$ und $1,1 \cdot 10^{-5}$ m/s. Der Mittelwert liegt bei und $5,0 \cdot 10^{-6}$ m/s.

Tabelle 6: Berechnung des kf-Wertes über die Abstandsgeschwindigkeit.

Va = 0,17 m/h	ne	I	kf m/s
4,7E-05	0,10	0,023	1,1E-05
4,7E-05	0,15	0,023	7,2E-06
4,7E-05	0,20	0,023	5,4E-06
4,7E-05	0,25	0,023	4,3E-06
4,7E-05	0,10	0,015	7,1E-06
4,7E-05	0,15	0,015	4,7E-06
4,7E-05	0,20	0,015	3,5E-06
4,7E-05	0,25	0,015	2,8E-06
4,7E-05	0,10	0,012	5,6E-06
4,7E-05	0,15	0,012	3,8E-06
4,7E-05	0,20	0,012	2,8E-06
4,7E-05	0,25	0,012	2,3E-06

A 5.2.2 Grundwassermessstellen

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden die Grundwassermessstellen FRE-809-32 und FRE-809-33 auf bzw. am Rand des Aleschbiereg eingerichtet (Bilder 27 und 28 in Anlage 9). Ihre Lage ist im Plan 101085-1/200 dargestellt. Die wichtigsten Eckdaten können Tabelle 7 entnommen werden.

Die Schichtenfolge zeigt die typische Wechselfolge der Randfazies mit Ton-, Schluff-, Sandsteinen, Konglomeraten und Dolomiten. Teilweise sind die Gesteine als Lockersedimente und teilweise in mittelharten bis harten Bänken ausgebildet. Mit dieser Wechsellagerung wechselt auch die Wasserleitfähigkeit deutlich. Die Dokumentation findet sich in den Berichten der Bohrfirma efco-forodia (22) und der Bohrfirma Eurasol (23) sowie im Schichtenverzeichnis in Anlage 8.

Funktionstests nach Anlage 4 des Merkblatts Nr. 2.1/1 vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft (24) belegen für beide Messstellen eine gute Anbindung an der Grundwasserleiter.

Tabelle 7: Eckdaten der Grundwassermessstellen.

Messstelle	Höhe über NN, ROK	Tiefe der Bohrung	Ruhewasserspiegel (06.02.15)	Funktionsfähigkeit	Ausbau
FRE-809-32	350,51 m	41 m	288,19 m	ja	unvollkommen
FRE-809-33	312,43 m	29 m	288,06 m	ja	unvollkommen

A 5.2.3 Grundwasserverhältnisse

Quellschüttung

Die Schüttungsganglinie der Quelle *Kuelemeeschter* (Plan 101085-1/201-a, Daten von der administration de la gestion de l'eau) zeigt einen stark schwankenden Verlauf. Zwischen den Jahren 2000 und 2011 wurde die Schüttung ein- bis viermal im Jahr gemessen. Seit 2012 ist der Messzeitraum dichter, im Jahr 2014 erfolgten 21 Messungen.

In der Regel zeigt die Ganglinie ein Minimum im Herbst (Oktober/November) und einem Maximum im Frühjahr (März). Diese Schwankungen werden von kurzfristigen Maxima überlagert, die sich nach starken Niederschlagsereignissen entwickeln. Nach niederschlagsarmen Jahren kann das Maximum im Frühjahr fehlen.

Der Schüttungsquotient der Quelle (Tabelle 3), der das Verhältnis von kleinster zu größter Schüttung angibt, liegt bei 0,15 (Zählerstand) und 0,27 (AGE). Beide Werte deuten auf ein relativ kleines Speichervermögen des Grundwasserleiters hin.

Grundwasserspiegelschwankungen

Die Ganglinie des Grundwasserspiegels in Messstelle FRE-809-32 (Plan 101085-1/201-a, Abbildung 3) zeigt für die Handmessungen im Zeitraum Juni 2013 bis Mai 2015 ebenfalls ein Minimum in den Monaten Oktober/November und ein Maximum im März. Der Unterschied von höchstem zum niedrigsten Wasserstand liegt im Messzeitraum bei 2,3 m.

Im Zeitraum Februar 2014 bis November 2014 wurde in Messstelle FRE-809-32 der Wasserstand mittels Sonde kontinuierlich erfasst. Auch hier zeigt sich ein deutliches Maximum im März, das bis in den November hinein abfällt.

Insgesamt zeigt dies ein typisches Verhalten für niederschlaggespeistes, oberflächennahes Grundwasser, das in Folge der Grundwasserneubildung in den Monaten November bis April, seinen jährlichen Höchststand zum Ende dieser Zeit erreicht. Kurzfristige Reaktionen auf einzelne Niederschlagsereignisse sind nicht zu erkennen.

Grundwasserfließrichtung

Der Grundwassergleichenplan ist in Plan 101085-1/207 dargestellt. Im kleinen Maßstab basiert er auf den Daten des Hydrogeologischen Modells der nördlichen Trias Luxemburg (18). Im Nahbereich der Quelle basiert er auf den Daten der neuen Messstellen.

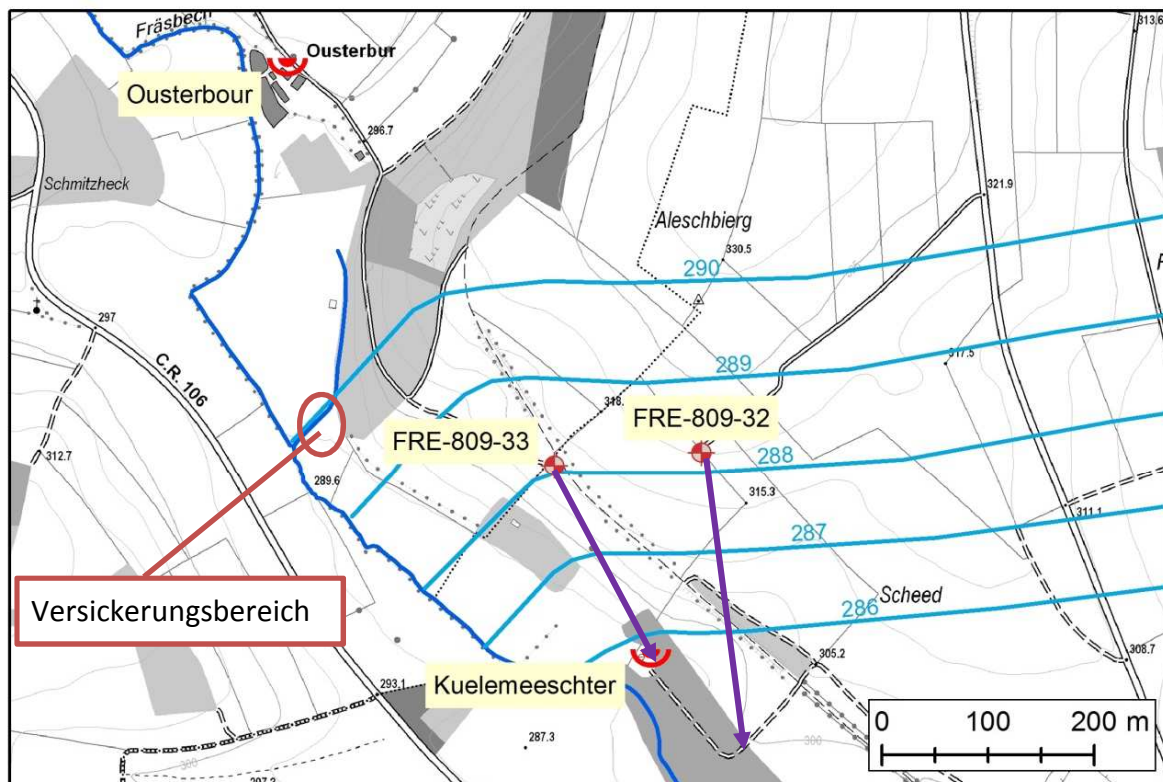
Anhand der Grundwasserganglinien in den beiden Messstellen zeigt sich, dass der Grundwasserstrom stark abhängig von den jahreszeitlichen Schwankungen der Grundwasserstände ist (Abb. 3 in Plan 101085-1/201-a). Die Ganglinie der westlichen

Messstelle FRE-809-33 hat eine deutlich kleinere Amplitude (unter 2 m) als die in der östlichen Messstelle FRE-809-32 (über 2,5 m). In den Wintermonaten, in denen der Grundwasserspeicher noch nicht aufgefüllt ist, liegt der Grundwasserspiegel in den beiden Messstellen annähernd auf der gleichen Höhe, zeitweise in FRE-809-33 auch etwas höher. In den Sommermonaten, wenn das im Winter versickerte Wasser das Grundwasser erreicht hat und zu höheren Wasserständen führt, kehrt sich das Verhältnis dagegen um und der Grundwasserspiegel liegt in der östlichen Messstelle FRE-809-32 deutlich höher. Dies hat eine ebenso deutliche Drehung der Fließrichtung zur Folge.

Im Winter, bei ausgeglichenen Wasserständen, fließt das Grundwasser zwischen den Messstellen und der Quelle in südliche Richtung. Im Frühjahr dagegen, bei hohen Wasserständen in FRE-809-31, ist die Fließrichtung nach Südwesten gerichtet.

Unter der Voraussetzung, dass der Bach im Kontakt mit dem Grundwasserleiter steht, wurden in Abbildung 1 und Abbildung 2 die Höhen des Bachwassers bei durchschnittlicher Wasserführung zur Ergänzung der Gleichenpläne herangezogen. In beiden Darstellungen infiltriert der Bach im Anstrom zur Quelle *Kuelemeeschter* in das Grundwasser (influente Verhältnisse). Wobei dies im Februar (Abbildung 1) nicht so deutlich ausgeprägt ist wie im April (Abbildung 2). Influyente Verhältnisse lassen sich auch aus dem Verlauf des Bachs vermuten, der im Nordwesten, im Bereich der Quelle Ousterbour und der dortigen Fischweiher, einen auffälligen (unnatürlichen) Mäander zeigt. In diesem Bereich infiltriert das Wasser mit hoher Wahrscheinlichkeit in die Uferzone.

Im Gelände kann eine Versickerung im Bereich des Fräsbech nicht direkt beobachtet werden. Der Bach führt kontinuierlich Wasser und der Uferbereich ist stark bewachsen. Der Abfluss vom Weiher, der etwas weiter südlich in Richtung des Fräsbech verläuft, fließt am Waldrand durch anstehendes Gebirge. Eine Infiltration ist möglich, konnte aber nicht direkt beobachtet werden. Weiter östlich, im Bereich der Wiese, versickert das Wasser dagegen eindeutig (Abbildung 1 und Bilder 29 bis 33 in Anlage 9). Aufgrund der postulierten Grundwasserfließrichtung ist ein Einfluss auf die Quelle aus diesem Bereich aber unwahrscheinlich, da diese Zone außerhalb des Zustroms liegt.



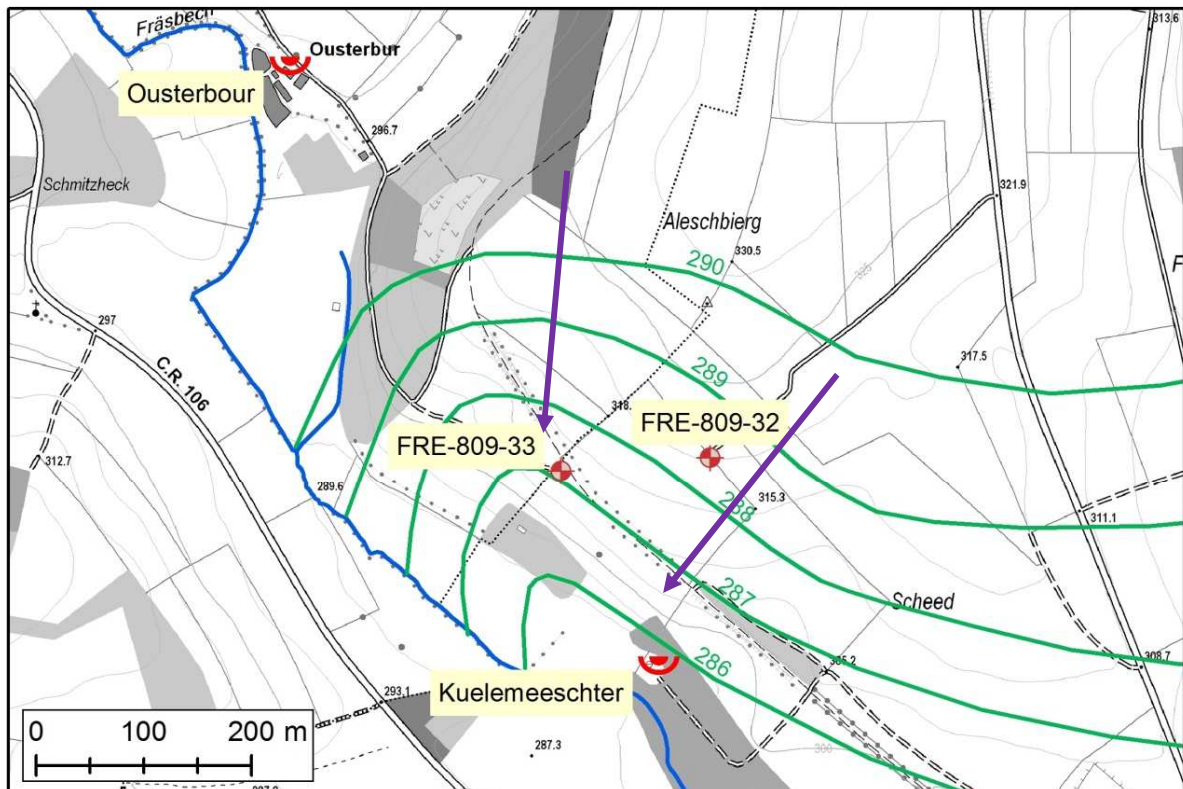
Legende

- | | | | | |
|--|-----------------------|--|-------------------------------|---------------|
| | Quellfassung | | Grundwassergleichen [m ü. NN] | |
| | Grundwassermessstelle | | Bach | Fließrichtung |

Abbildung 1: Grundwassergleichen im Februar 2015.

Im Februar ist das Grundwasser aus Norden und Nordwesten zur Quelle *Kuelemeeschter* geflossen (Abbildung 1). Ein Einfluss durch Bachwasser ist aufgrund der Fließrichtung wahrscheinlich. Der Tracer aus FRE-809-33 wurde in der Quelle eindeutig nachgewiesen.

Der Tracer (Uranin) aus FRE-809-32 konnte nach der Darstellung in Abbildung 1 nicht in der Quelle ankommen: Beide Versuche wurden in den Wintermonaten durchgeführt (Januar 2014 bzw. Dezember 2014). Der Tracer ist im Osten an der Quelle vorbeigeflossen und südlich der Quelle in den Fräsbeck übergetreten (hier konnte Uranin während des Versuchs im Dezember 2014 auch nachgewiesen werden).



Legende






- | | | | | |
|---|-----------------------|---|-------------------------------|---|
|  | Quellfassung |  | Grundwassergleichen [m ü. NN] | |
|  | Grundwassermessstelle |  | Bach |  |
| | | | | Fließrichtung |

Abbildung 2: Grundwassergleichen im April 2015.

Spätestens im April 2015 dagegen (Abbildung 2), als der Druck vom Grundwasser aus Richtung Aleschbiert angestiegen war, kehrten sich die Verhältnisse um, das Grundwasser ist vornehmlich aus Nordosten, aus Richtung des Aleschbierts zur Quelle geflossen und hat den Zustrom aus Nordwesten vermindert oder sogar unterbunden. Ein Tracerversuch aus FRE-809-32 wäre in dieser Zeit mit hoher Wahrscheinlichkeit positiv verlaufen.

In beiden Darstellungen zeigt sich eine Rinnenstruktur im Untergrund, die im April viel deutlicher ausgeprägt ist als im Februar. Es fällt auf, dass die Achse dieser Rinne von Nordnordwesten nach Südsüdosten verläuft, in etwa die Verbindung zwischen der Quelle Ousterbour und *Kuelemeeschter* darstellt und der Ausrichtung der Hauptklufttrichtung entspricht. Dies erklärt auch die hohen Fließgeschwindigkeiten beim Markierungsversuch aus der Messstelle FRE-809-33, die sich ebenfalls im Verlauf dieser Rinne befindet. Die

Situation kann auch als Hinweis auf eine Störung im Gebirge interpretiert werden, in deren Folge sich im Untergrund eine bevorzugte Fließrinne ausgebildet hat.

Es wird als wahrscheinlich angesehen, dass der Bach über längere Zeiträume, zumindest in den Wintermonaten, die Quelle speist. Dabei deutet sich aber auch an, dass die Fließzeit gering und/oder die Filterwirkung im Untergrund gut sein müssen, da sonst mit einer anhaltenden bakteriologischen Belastung der Quelle zu rechnen wäre. Diese treten nur sporadisch, dann aber überwiegend in den Wintermonaten auf (vgl. Kapitel A 5.4.6).

A 5.2.4 Flurabstände

Die Flurabstandskarte findet sich in Plan 101085-1/208. Sie ergibt sich aus der Differenz des digitalen Geländemodells und der Grundwassergleichenkarte aus Plan 101085-1/206. Im Nahbereich der Quelle wurde die detailliertere Grundwassergleichenkarte aus Abbildung 1 eingearbeitet.

Aus Gründen der Anschaulichkeit sind die Flurabstände als Flächen in den Kategorien 0 bis 5 m, 5 bis 10 m, 10 bis 25 m, 25 bis 50 m und größer als 50 m dargestellt. Flurabstände unterhalb von 5 m finden sich nur im Uferbereich des Fräsbech. Deutlich erkennbar sind die herabgesetzten Flurabstände im Bereich der Taleinschnitte. Da die Datengrundlage zu ungenau ist, werden diese vom Modell teilweise überschätzt. Zum Beispiel sind im Bereich der Ortschaft Nagem die Flurabstände entlang der Hauptstraße bis zur Abzweigung der C.R.301A tatsächlich kleiner als 5 m und nicht, wie im Plan gezeigt, zwischen 10 und 25 m. Der Plan gibt aber insgesamt eine gute Übersicht über die Verteilung der Flurabstände und über die Bereiche, in denen der Flurabstand herabgesetzt ist.

A 5.2.5 Wirkungszusammenhänge Grundwasser / Oberflächengewässer

In einem Taleinschnitt (Maisbüchen), rund 1,7 km nördlich der Quelle *Kuelemeeschter* bilden sich in niederschlagsreichen Zeiten zwei, teilweise auch drei kleine Bachläufe, die sich bis in das anstehende Gebirge eingeschnitten haben und nach Süden, in Richtung auf die Quelle abfließen (Bilder 10 bis 14). Die Wasserläufe vereinen sich und

treten aus dem Wald in die Wiese, wo das gesamte Wasser über eine Strecke von rund 300 m diffus versickert (Bild 15 in Anlage 9)).

Zur Überprüfung eines möglichen kurzfristigen hydraulischen Kontaktes wurde im entsprechenden Bach im Winter 2014 ein Markierungsversuch mit Uranin durchgeführt. Ein Nachweis des Markierungsmittels in der Quelfassung erfolgte nicht (Versuchsdauer: 15.01 bis 16.04.14) (21). Zur Kontrolle wurden während des Versuchs auch wenige Proben in der Quelle Ousterbour, die rund 650 nordwestlich der Quelle *Kuelemeeschter* liegt, genommen. Es wurden Spuren von Uranin gefunden, der Nachweis war aber nicht eindeutig (21).

Zusätzlich bestand auch der Verdacht, dass der Fräsbech, der Vorfluter der Quelle *Kuelemeeschter*, im Bereich des deutlich ausgeprägten Mänders im Nordwesten des Einzugsgebietes teilweise versickert und die Quelle speist. Im Bereich dieses Mänders fließt zusätzlich Wasser von den Weihern kommend (Ousterbour) in Richtung auf den Fräsbech. Eventuell handelt es sich auch um Wasser aus dem Fräsbech, das zur Speisung der Weiher künstlich über diese umgeleitet wird. Das Wasser wird über die Wiese unterirdisch über eine Rohrleitung geleitet und fließt am Waldrand entlang, bis es hinter dem Wald flächig in der Wiese versickert (Abbildung 1 und Bilder 29 bis 33 in Anlage 9).

Ein Zusammenhang zwischen der Versickerung von Wasser im Bereich des Mänders und der Quelle *Kuelemeeschter* ist auch anhand der vorliegenden Ergebnisse zu den Grundwasserströmungen als wahrscheinlich anzusehen. Der Grundwassergleichenplan zeigt zumindest in den Wintermonaten einen Zustrom aus nordwestlicher Richtung, der eine Uferfiltration im Bereich des Mänders an der Quelle *Ousterbour* wahrscheinlich macht.

Die Messungen der Parameter elektrische Leitfähigkeit und Temperatur geben allerdings keine Hinweise auf einen kurzzeitigen Einfluss des Fräsbech auf die Quelfassung. Dies kann damit zusammenhängen, dass der Einfluss vermutlich dauerhaft über mehrere Wochen oder Monate anhält und das Wasser durch die Kolmation des Bachbetts einer ausreichenden Filterung unterliegt.

A 5.3 Auswirkungen der Grundwasserentnahme

Das Wasser aus der Quelle *Kuelemeschter* fehlt im natürlichen Oberflächenabfluss und führt im Fräsbech zu einer verminderten Abflussleistung. Das Wasser wird somit der Attert und der Alzette entzogen, in deren hydrographischen Einzugsgebiet die Quelle liegt.

A 5.4 Grund- und Rohwasserqualität

A 5.4.1 Hauptinhaltsstoffe

Zur Beurteilung der Wasserqualität der Quelle *Kuelemeschter* werden Analysen der Jahre 2003 bis 2015 (wahlweise 2016) herangezogen. Die Konzentrationen von Erdalkalien (Gesamthärte) und Alkalien, von Hydrogencarbonat (Karbonathärte), Sulfat, Chlorid, und Nitrat von den letzten 10 Jahren sind in Plan 101085-1/209 zusammengefasst.

Nach der Einteilung von Furtak & Langguth (25) weist das Wasser die hydrochemische Zusammensetzung eines *überwiegend hydrogencarbonatischen, erdalkalischen Grundwassers*, mit einer deutlich anthropogenen Komponente auf. Diese ist insbesondere anhand der erhöhten Nitratkonzentrationen erkennbar (Plan 101085-1/209).

Der Grenzwert (26) für die untersuchten Hauptinhaltsstoffe wird in keiner der vorliegenden Analysen überschritten. Die Darstellungen der zeitlichen Entwicklungen der Parameter Chlorid, Nitrat, elektrische Leitfähigkeit und pH-Wert finden sich in Plan 101085-1/212.

Um einen möglichen Einfluss der wechselnden Zustromrichtungen im Sommer und Winter hinsichtlich der Wasserqualität zu untersuchen, wurden im Juli 2015 und im Januar 2016 aus den bestehenden Messstellen, dem Fräsbech und der Quelle Wasserproben entnommen und jeweils einer chemisch-technischen Analyse unterzogen. Die Protokolle sind in Anlage 8 dem Bericht beigelegt.

Abbildung 3 zeigt die Verteilung der Hauptinhaltsstoffe in den Wässern im Vertikaldiagramm. Insgesamt ist die Korrelation der Proben gut. Die höchste Korrelation zeigt sich zu beiden Zeitpunkten zwischen der Quelle und FRE—809-32. Im Juli korreliert

die Quelle in Bezug auf die Hauptinhaltsstoffe am wenigsten mit FRE-809-33 und im Januar am wenigsten mit dem Bach. Allerdings sind die Unterschiede zu den anderen Proben in jedem Fall sehr gering.

Im Bach weichen im Sommer die Konzentrationen von Chlorid, Natrium und Kalium und im Winter zusätzlich die von Calcium und Magnesium deutlich von denen der anderen Proben ab.

A 5.4.2 Nitrat

Die Nitratkonzentrationen in der Quelle *Kuelemeeschter* sind insgesamt sehr hoch, der Grenzwert von 50 mg/l wird jedoch in keiner vorliegenden Analyse überschritten. Die Konzentrationen schwanken zwischen 32 und 46 mg/l, der Mittelwert liegt bei 39 mg/l.

In den Jahren 2003 und 2005 deutet sich ein Rückgang der Nitratkonzentrationen von 38 auf 32 mg/l an. Zwischen 2005 und 2013 steigen die Konzentrationen deutlich an und erreichen Werte von 46 mg/l. Seit Anfang des Jahres 2008 liegen die Konzentrationen konstant über 37,5 mg/l. Ein leicht rückläufiger Trend ist seit 2013 zu vermerken.

Jahreszeitlich geprägte Schwankungen sind nicht zu erkennen. Ein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Nitratkonzentration und der Schüttung geht ebenfalls nicht aus den Daten hervor.

Die Analyse der einzelnen Wässer aus den Beobachtungspunkten im Juli 2015 und Januar 2016 zeigt für Nitrat die höchste Konzentration in der Quelle. Im Januar ist sie an allen Entnahmestellen geringfügig angestiegen und im Bach genauso hoch wie in der Quelle.

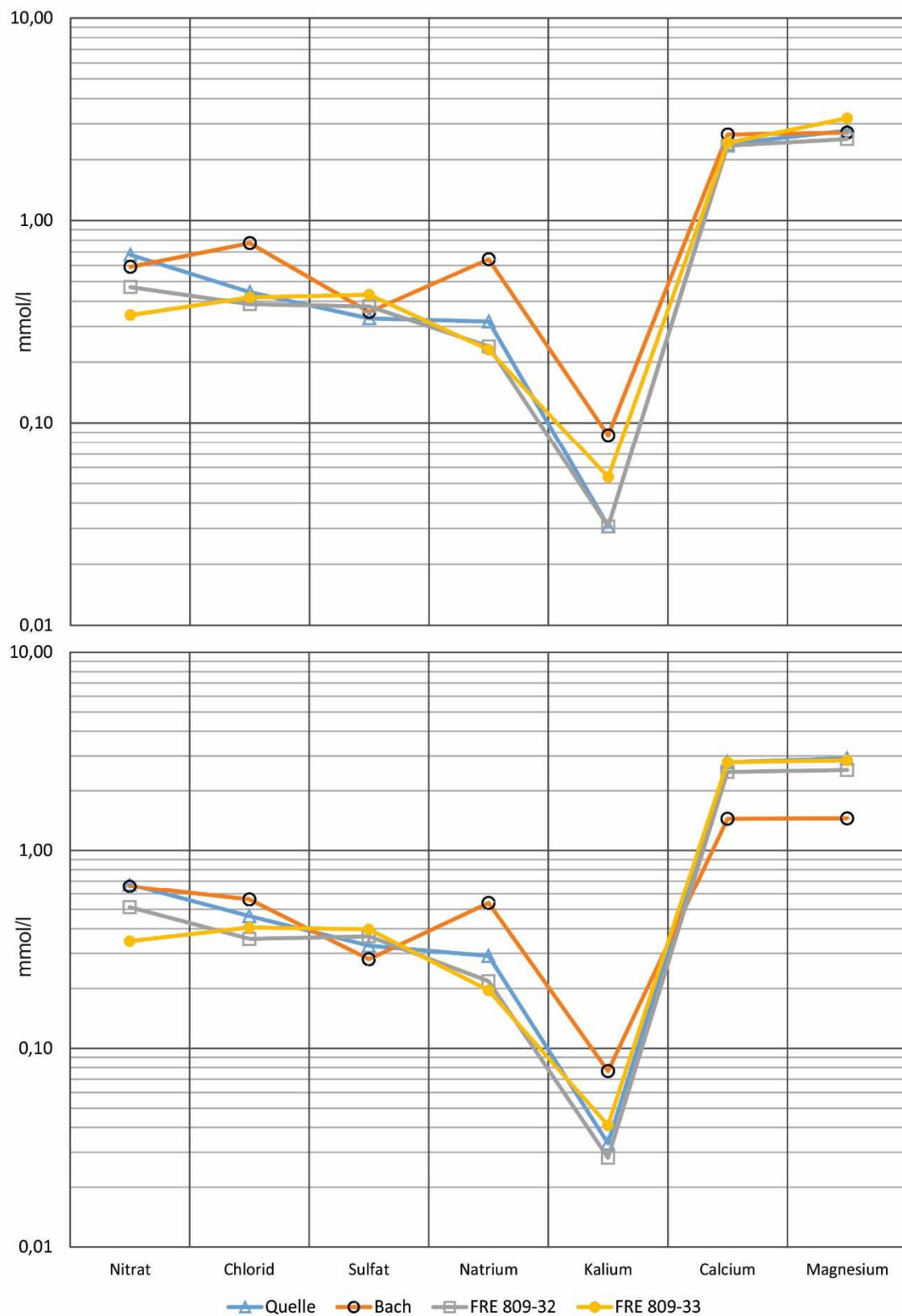


Abbildung 3: Konzentrationen der Hauptinhaltsstoffe in den verschiedenen Probenahmestellen (oben: Juli 2015 unten: Januar 2016).

A 5.4.3 Elektrische Leitfähigkeit und Temperatur

Die Daten der elektrischen Leitfähigkeit, gemessen im Rahmen der Wasseranalytik, sind in Abb. 2 in Plan 101085-1/210 zusammen mit dem pH-Wert dargestellt. Die Werte schwanken zwischen rund 450 und 530 $\mu\text{S}/\text{cm}$, und haben eine leicht steigende Tendenz. Jahreszeitlich bedingte Schwankungen sind nicht erkennbar, die Zeitabstände der Messdatenerfassung sind dafür nicht eng genug.

Zur Kontrolle kurzfristiger Schwankungen in der Quelle wurden die elektrische Leitfähigkeit und die Temperatur in zwei Messkampagnen in den Jahren 2012 und 2014 kontinuierlich registriert. Die Daten sind in Plan 101085-1/211 zusammen mit den Niederschlägen an der Station Useldange dargestellt.

Keine der Messreihen zeigt eine auffällige Reaktion der Parameter in Folge von Niederschlagsereignissen. Die wenigen Reaktionen bei der elektrischen Leitfähigkeit stehen im direkten Zusammenhang mit der Auslesung und/oder dem Austausch der Sonden.

Insgesamt zeigt sich für die elektrische Leitfähigkeit ein leichtes Minimum in den Monaten Februar/März, was im Zusammenhang mit dem großen Anteil an neugebildeten Grundwasser zu dieser Jahreszeit gesehen wird. Sonstige Einflüsse, wie z.B. kurzfristige Ereignisse nach Niederschlägen, sind nicht erkennbar.

Die Temperatur hat einen deutlich jahreszeitlich geprägten Verlauf mit Minima im April/Mai und Maxima im November/Dezember.

A 5.4.4 pH-Wert

Der pH-Wert schwankt zwischen 7,3 und 7,9, ein Trend ist nicht zu erkennen.

A 5.4.5 Trübung

Auffälligkeiten im Zusammenhang mit spontanen Eintrübungen im Quellwasser sind nicht bekannt. Messungen zur Trübung seitens der AGE ergaben für den Messzeitraum 2008 bis 2014 in der Regel Werte $< 0,5 \text{ FNU}^1$. Im Rahmen der Markierungsversuche wurde

¹ Formazine Nephelometric Units (ISO 7027)

die Trübung kontinuierlich registriert. Auffällige Schwankungen wurden dabei nicht registriert, die Messwerte lagen konstant unterhalb von 0,1 NTU². Auch dies kann als Hinweis darauf gesehen werden, dass es in der Regel nicht zu kurzfristigen Einbrüchen von Bachwasser in die Quelle kommt.

Bei starkem Hochwasser kam es allerdings in der Vergangenheit mindestens in einem Fall dazu, dass Oberflächenwasser über den Überlauf in die Quelle drückte. Diese Rohrverbindung wurde daraufhin durch bautechnische Maßnahmen unterbrochen und der Kontakt ist damit nicht mehr vorhanden.

A 5.4.6 Mikrobiologie

In der Quelle *Kuelemeeschter* wurden bei den mikrobiologischen Parametern wiederholt Grenzwertüberschreitungen registriert. Die Ergebnisse der Analysen der letzten zehn Jahre sind in Plan 101085-1/212 zusammengestellt. Coliforme Keime, *Escherichia Coli*, Thermotolerante Keime und Enterokokken wurden nachgewiesen. Die Koloniezahl bei 22°C war in zwei Analysen erhöht.

Ein Zusammenhang mit Niederschlagsereignissen kann nicht eindeutig nachwiesen werden. Die bakteriellen Verunreinigungen treten im Winter- und Sommerhalbjahr nach Niederschlagsereignissen auf, jedoch bedeutet ein Niederschlagsereignis nicht zwingend eine bakterielle Belastung. Im Herbst 2013 wurde festgestellt, dass der Bach bei Hochwasser über den Überlauf die Quelle speist und vermutlich zur bakteriellen Verunreinigung beiträgt. Ein Ballon im Überlauf soll das Eindringen von Bachwasser in Zukunft verhindern.

Der Verdacht auf einen Einfluss des Bachs auf die Quelle wird durch die bakteriologischen Untersuchungen nicht bestätigt, da das Wasser bei dem überwiegenden Anteil der Analysen frei von bakteriellen Verunreinigungen ist und auch kein Zusammenhang mit Hochwasserereignissen erkennbar ist. Es ist aber möglich, dass das infiltrierte Wasser im Untergrund eine ausreichende Filterung erfährt, bis es die Quelfassung erreicht.

² Nephelometric Turbidity Unit (USA) ≈FNU

A 5.4.7 Pestizide

Für die Quelle *Kuelemeeschter* lagen zum Zeitpunkt der Berichterstattung 31 Analysen vor, in denen Pestizidrückstände im Wasser nachgewiesen wurden. In Plan 101085-1/213-a sind die Stoffe tabellarisch zusammengestellt, für die in mindestens einem Fall ein positives Resultat vorlag.

Der Grenzwert für den Einzelstoff Metolachlor-ESA (100 ng/l), ein Abbauprodukt der Metolachlorsäure, wurde in 12 von 25 Analysen deutlich überschritten. Die Werte schwanken zwischen 41 und 209 ng/l. Der erste Nachweis erfolgte im April 2008, davor wurde der Stoff nicht untersucht. Seit Dezember 2012 liegen die Konzentrationen bis auf eine Ausnahme (Januar 2016) konstant oberhalb des erlaubten Grenzwertes. Die Konzentrationen steigen bis zum Jahr 2013 tendenziell an, seitdem deutet sich ein rückläufiger Trend an (Abbildung 4).

Für Atrazin und Desethylatrazin liegen Nachweise seit Mai 2007 vor. Die Stoffe wurden in allen Analysen nachgewiesen. Über den Gesamtzeitraumbetrachtet scheinen die Konzentrationen leicht rückläufig zu sein (Abbildung 4). Eindeutig lässt sich dies jedoch nicht belegen.

Die zeitliche Entwicklung deutet, zumindest für Metolachlor-ESA und Desethylatrazin, einen Anstieg der Konzentrationen in den Monaten März/April an. Dies sind die Monate, in denen auch das Maximum des neugebildeten Wassers aus den Wintermonaten das Grundwasser erreicht und der Zustrom vermehrt aus Nordosten, von den landwirtschaftlichen Flächen des Aleschbiereg kommt (vgl. Abbildung 2 im Text und Abb.3 in Plan 101085-1/201-a).

In der Probe aus dem Januar 2016, die entnommen wurde, als das Wasser der Quelle im Wesentlichen aus nordwestlicher Richtung zugeflossen ist (der Wasserstand in FRE-809-33 war etwas höher als in FRE-809-32) hat deutlich geringere Pestizidkonzentrationen als die anderen Proben, die alle aus Zeiten stammen, in denen der Wasserspiegel in FRE-809-32 höher ist, das Wasser also eher aus nordöstlicher Richtung kommt (Aleschbiereg). Zur Erläuterung vgl. auch Plan 101085-1/213-a.

Vereinzelt wurden in den Analysen auch geringfügige Konzentrationen der Stoffe MCPA, Metolachlor-OXA, Terbutylazin und Desethylterbutylazin nachgewiesen.

Im Oktober 2014 wurde zum ersten Mal Metazachlor-ESA und –OXA, Metabolite des Herbizids Metazachlor, untersucht. Die Werte lagen bei 51 ng/l bzw. unterhalb der Nachweisgrenze.

Der Grenzwert für die Summe aller Pestizide (500 ng/l) (26) wird in keiner Analyse überschritten.

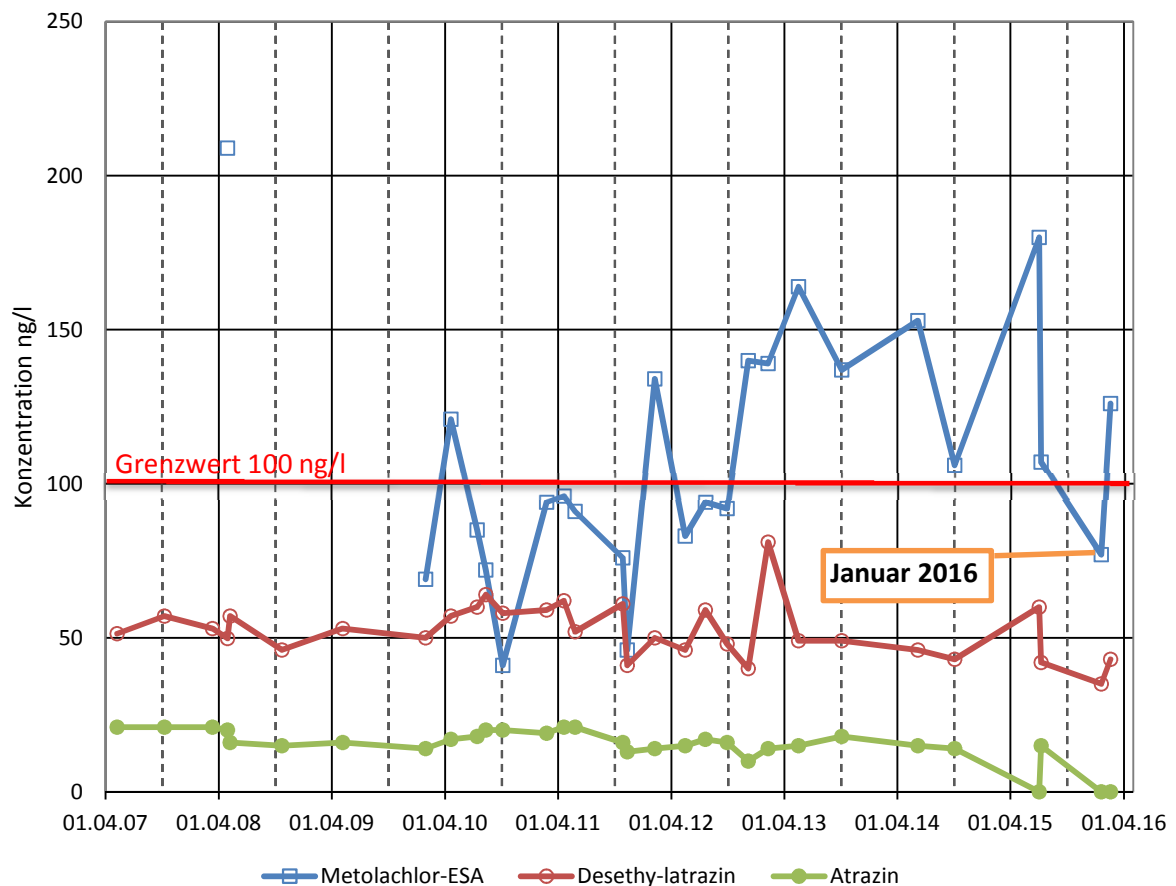


Abbildung 4: Darstellung der Zeitlichen Entwicklung von Metolachlor-ESA, Atrazin und Desethylatrazin.

Die Proben aus der Quelle, den Grundwassermessstellen und dem Bach ergeben weder im Juli 2015 noch im Januar 2016 ein eindeutiges Bild auf die Herkunft der Verunreinigungen. Abbildung 5 zeigt die Verteilung der einzelnen Metaboliten in den verschiedenen Wässern im Juli 2015 und Abbildung 6 im Januar 2016. Ursächlich für die

unterschiedlichen Verteilungen der Konzentrationen ist mit hoher Wahrscheinlichkeit die Tatsache, dass die Messstellen unvollkommen sind, den Grundwasserleiter also nicht in seiner ganzen Mächtigkeit erschließen. Die Quelle führt dagegen Wasser, das sich aus dem gesamten Grundwasserstockwerk sammelt.

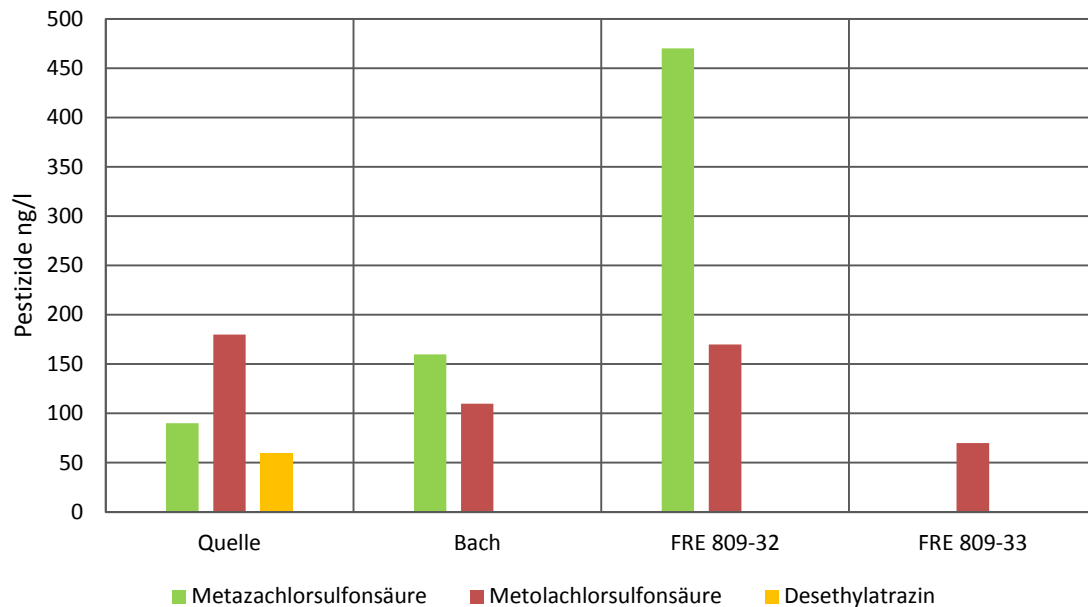


Abbildung 5: Verteilung der Pestizidrückstände in den einzelnen Beobachtungspunkten (Juli 2015, Grundwasserzustrom aus Nordwesten).

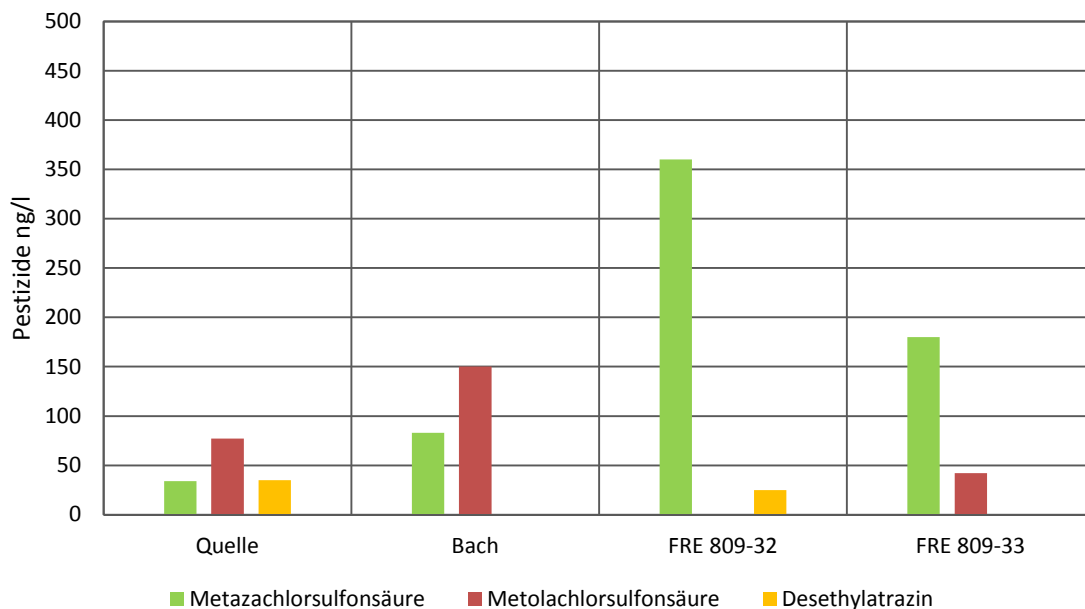


Abbildung 6: Verteilung der Pestizidrückstände in den einzelnen Beobachtungspunkten (Januar 2016, Grundwasserzustrom aus Südsüdwesten).

A 5.5 Bodenverhältnisse

Für den überwiegenden Bereich des Untersuchungsgebiets liegt eine detaillierte Bodenkartierung der ASTA im Maßstab 1:25.000 vor (vgl. Kap. A 7.2, Plan 101085-1/215). Nur im äußersten Norden, im Bereich des Waldgebiets Seitert, fehlt die Detailkartierung, hier liegt die Übersichtskartierung im Maßstab 1:100.000 vor (27) (Abbildung 7).

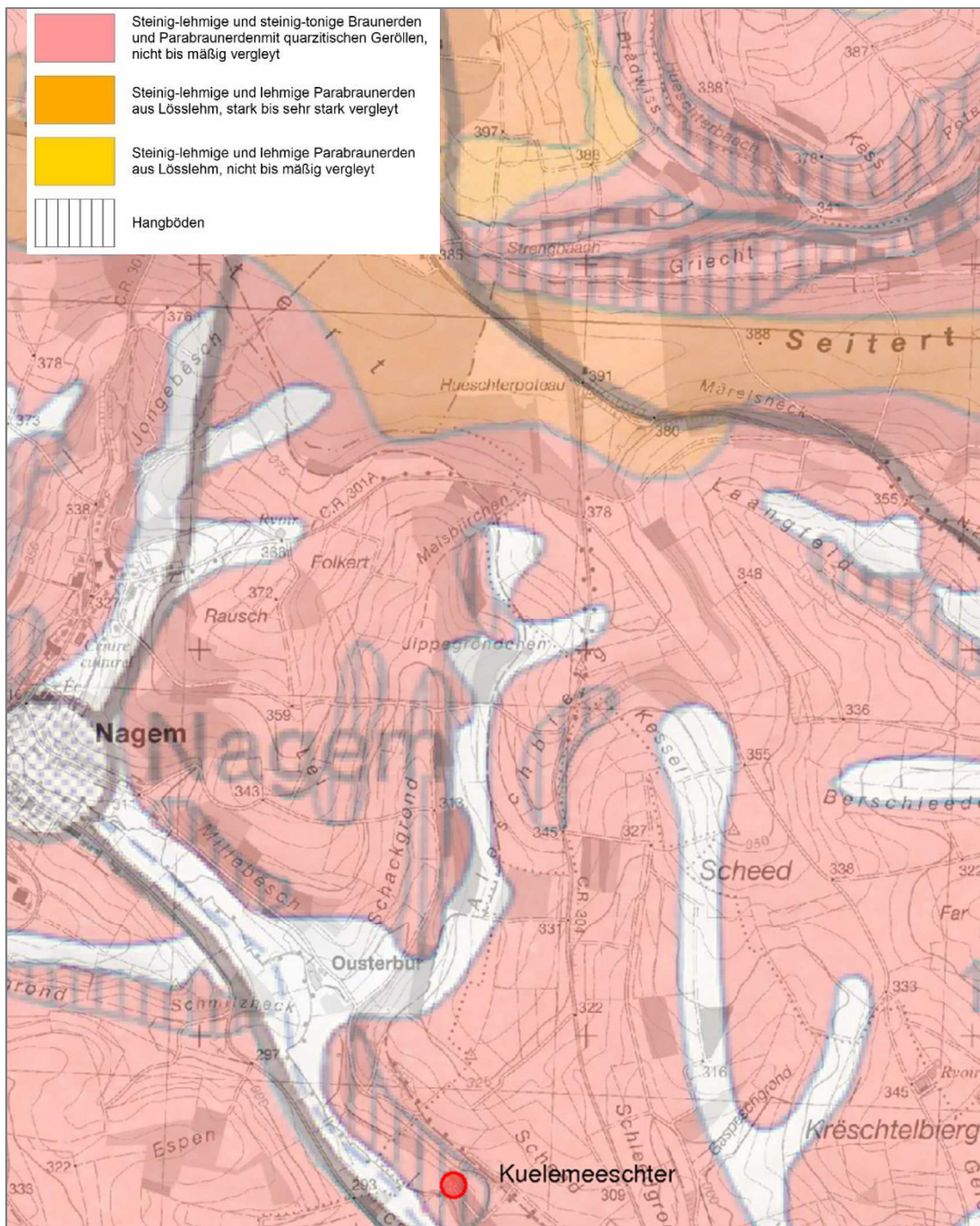


Abbildung 7 : Bodenkartierung der ASTA 1:100'000 im Untersuchungsgebiet (28).

Im Bereich des Untersuchungsgebietes zeigt die Übersichtskarte in Abbildung 7 überwiegend steinig-lehmige und steinig-tonige Braunerden und Parabraunerden mit quarzitisches Geröll (nicht bis mäßig vergleitet) (rot). Im Waldgebiet Seitert haben sich sandig-lehmige und lehmige Parabraunerden aus Lösslehm gebildet (nicht bis mäßig vergleitet, gelb; stark bis sehr stark vergleitet, orange).

In der Detailkartierung werden überwiegend steinig-schluffige Böden beschrieben (28). Der Steingehalt liegt zwischen 15 und 50 % und ist entweder dolomitisch oder konglomeratisch.

A 5.6 Vulnerabilität der Wasserfassung

Die Vulnerabilität beschreibt die Empfindlichkeit der Fassung gegenüber dem Eintrag von Schadstoffen von der Erdoberfläche. Die Schadstoffe können dabei direkt durch den Niederschlag und/oder durch Flusswasserinfiltrationen eingetragen werden.

Der Leitfaden zur Ausweisung der Trinkwasserschutzzonen in Luxemburg (3) unterscheidet bezüglich der Vulnerabilität drei verschiedene Klassen:

- Gegenüber Schadstoffeinträgen gering empfindliche Fassungen.
- Gegenüber Schadstoffeinträgen empfindliche Fassungen ohne Heterogenität des Grundwasserleiters (keine direkte Reaktion auf Niederschläge).
- Gegenüber Schadstoffeinträgen empfindliche Fassungen mit Heterogenität des Grundwasserleiters (direkte Reaktion auf Niederschläge).

Nach allen vorliegenden Daten wird die Quelle *Kuelemeeschter* in die Kategorie „gegenüber Schadstoffeintrag empfindliche Grundwasserfassung“ eingeteilt. Dies erfolgt im Wesentlichen auf Grund der wiederholt nachgewiesenen bakteriologischen Beeinträchtigungen, der hohen Nitratkonzentrationen und der nachgewiesenen Pestizide. Eine eindeutige, kurzfristige Reaktion auf Niederschläge konnte nicht nachgewiesen werden.

Aufgrund der im Markierungsversuch nachgewiesenen, hohen Fließgeschwindigkeiten wird die Heterogenität des Grundwasserleiters als hoch eingestuft. Die relevanten Daten sind in Tabelle 8 zusammengestellt.

Tabelle 8: Eigenschaften bezüglich der Vulnerabilität, Quelle *Kuelemeeschter*

Parameter	Allgemein	Kurzfristige Reaktion auf Niederschläge
Schüttung/Wasserstand	Jahreszeitliche Schwankungen	nicht nachgewiesen aber wahrscheinlich
Elektrische Leitfähigkeit	Jahreszeitliche Schwankungen	nicht nachgewiesen
Temperatur	Jahreszeitliche Schwankungen	nein
Trübung	< 0,5 FNU*	nicht nachgewiesen
Nitrat	> 31 mg/l, < 47 mg/l	nicht untersucht
Pestizide	nachgewiesen, mit Grenzwertüberschreitung für den Einzelstoff Jahreszeitliche Schwankungen	nicht untersucht
Bakteriologie	Wiederholter Nachweis von coliformen Keimen, thermotoleranten Coliformen, Escherichia Coli, Enterokokken und der Gesamtkeimzahl/Koloniezahl bei 22°C und bei 36°C	nicht nachgewiesen, aber sicher anzunehmen

* FNU: Formazine Nephelometric Units (Streulichtmessung zur Bestimmung von Trübungen im Wasser (ISO 7027).

A 6 Einzugsgebiet der Wassergewinnung

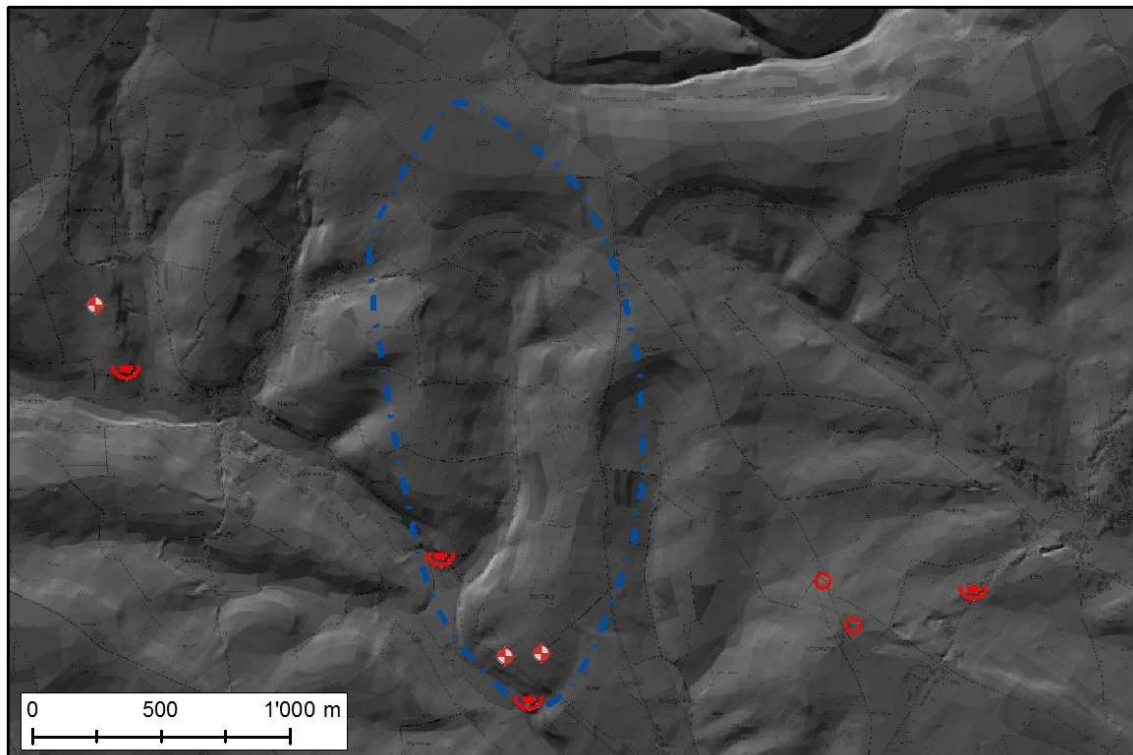
A 6.1 Wasserrechtliche Fördersituation

Die Quelle *Kuelemeeschter* wird durch den natürlichen Grundwasserabstrom gespeist. Die Abgrenzung des Einzugsgebietes wird mit Hilfe der Wasserbilanz überprüft und gegebenenfalls korrigiert.

A 6.2 Lage und Größe des Einzugsgebietes

A 6.2.1 Methodik

Das Einzugsgebiet der Quelle *Kuelemeeschter* wird anhand der Ergebnisse der Geländeuntersuchungen, auf Grundlage der geologischen Situation, der vorliegenden Grundwassergleichenkarte (Plan 101085-1/207) und des Reliefs (Abbildung 8) begrenzt.



Legende





- | | |
|--|---|
|  Quellfassung |  Grundwassermessstelle |
|  Brunnen |  maßgebliches EZG |

Abbildung 8: Relief im weiteren Umfeld des Einzugsgebietes.

Die Grundwassergleichenkarte zeigt im Bereich des Untersuchungsgebietes einen generellen Grundwasserabstrom in südsüdöstliche bis südöstliche Richtung. Im Bereich der Bachläufe ist der Abstrom in Richtung auf die Täler ausgerichtet. In Kapitel A 5.2.3 wurde erläutert, dass die Fließrichtung des Grundwassers sich im Laufe der Jahreszeiten ändert: Im Herbst und Winter herrscht ein Anstrom aus Norden vor, der sich mit

steigenden Grundwasserständen im Frühjahr in nordwestliche Richtung dreht. Der Anstrom aus Nordwesten erfolgt aber nur innerhalb eines kleinen Zeitfensters, das in den beiden Beobachtungsjahren über maximal zwei Monate geöffnet war.

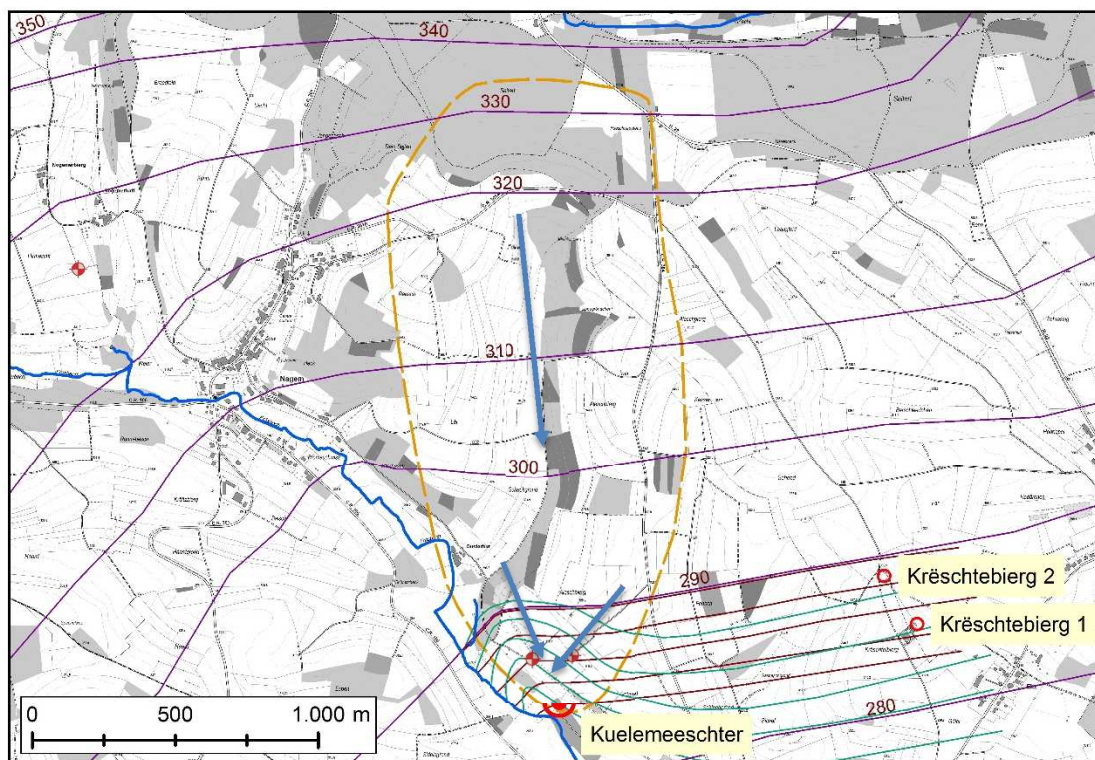
Die Grenzen des Einzugsgebietes werden hinsichtlich ihrer Plausibilität zur Größe der Quellschüttung (Wasserbilanz), der Morphologie des Geländes und den Ergebnissen der Geländeuntersuchungen überprüft.

A 6.2.2 Abgrenzung des maßgeblichen Einzugsgebietes

Im Nahbereich der Quelle lässt sich die Richtung der vorherrschenden Grundwasserströmung und die Lage der Randstromlinie durch die Kenntnis der Grundwasserstände in den Messstellen relativ genau ermitteln. Der Grundwasserstrom erfolgt, je nach den hydraulischen Verhältnisse, aus nordnordwestlicher bis nordöstlicher Richtung. Die beiden Hauptzustromrichtungen sind in Abbildung 9 dargestellt. Das Gesamteinzugsgebiet erstreckt sich in diesem definierten Bereich in die beiden Anstromrichtungen. In weiterer Entfernung, oberstromig der beiden Messstellen, erfolgt die Begrenzung mit Hilfe des Grundwassergleichenplans aus Plan 101085-1/207.

In größerer Entfernung wird der Verlauf der Randstromlinien immer ungenauer, insbesondere die oberstromige Begrenzung lässt sich nicht eindeutig belegen. Da die Quelle aus einem oberen Grundwasserhorizont gespeist wird, der sich im Bereich der Ablagerungen des Muschelkalks (mu und mg) ausgebildet hat, wird angenommen, dass dieser Kontakt zu den Oberflächengewässern hat und im Wesentlichen deren Richtung folgt. Die oberstromige Begrenzung des Einzugsgebiets wird daher im Bereich der oberirdischen Wasserscheide zwischen dem Tal des Fräsbech im Südwesten und des Strengbbaach im Norden vermutet.

Das Einzugsgebiet ist in Plan 101085-1/214-a dargestellt. Es hat eine Längserstreckung von rund 2,3 km in nordnordwestliche Richtung und eine Gesamtfläche von rund 1,8 km². Es erstreckt sich von der Quelle *Kuelemeeschter* nach Nordnordwesten über den Mäander des Fräsbech und die Quelle Ousterbour. Von dort verläuft die Grenze nach Norden über *Rausch* und die C.R.301A bis auf den *Seitert* im äußersten Norden. Im Nordwesten grenzt es an die C.R.304 und erstreckt sich im Westen über weite Bereiche des *Aleschbiery*, wo es an das Einzugsgebiet der Brunnen Kreschtebiery grenzt.



Legende








- | | | |
|---|--|--|
|  Quelfassung |  Grundwassergleichen Modell Nördliche Trias |  maßgebliches EZG |
|  Brunnen |  Grundwassergleichen April | |
|  Grundwassermessstelle |  Grundwassergleichen Februar | |

Abbildung 9: Einzugsgebiet der Quelle *Kuelemeeschter*, das sich im Nahbereich aus unterschiedlichen Zustrombereichen zusammensetzt.

A 6.2.3 Sonstige Zustrombereiche

Als Zustrombereich wird ein Einfluss vom Fräsbech vermutet, der im Bereich des Mänders bei Ousterbour, rund 600 m nordwestlich der Quelle infiltriert und das Grundwasser anreichert. Hier speist er in das Einzugsgebiet der Quelle und das gesamte oberirdische Einzugsgebiet des Bachs müsste bis auf die Höhe der Quelle mit in deren Einzugsgebiet integriert werden. Dies entspricht einer zusätzlichen Fläche von über 10 km².

Der Einfluss des Bachs ist nach den vorliegenden Ergebnissen nur in den Wintermonaten zu erwarten, wenn die Grundwasserstände im Gebirge niedrig sind und

der Bachwasserspiegel und die Abflussmenge höher. Zu dieser Zeit könnte dann auch ein Zufluss aus den Fischweihern und ein Kontakt zur Quelle Ousterbour bestehen.

Hinweise auf einen kurzfristigen Einfluss, wie z.B. eine Reaktion der elektrischen Leitfähigkeit und/oder bakteriologische Beeinträchtigungen des Quellwassers, die im Zusammenhang mit Niederschlägen oder Hochwasserereignissen stehen, konnten nicht gefunden werden. Es wird vermutet, dass die Kolmation im Bereich der Infiltrationsfläche einen guten Schutz für das Grundwasser bietet und die Filterwirkung in der Regel ausreichend ist.

Die chemischen Untersuchungen am Bachwasser, den Messstellen und der Quelle im Juli 2015 und Januar 2016 geben ebenfalls keinen Hinweis auf einen direkten Einfluss aus dem Bach auf die Quelle.

Aufgrund des relativ geringen Anteils des Uferfiltrats an der Gesamtschüttung der Quelle und der Größe des Einzugsgebietes des Fräsbech wird davon abgesehen, dieses in die Schutzzone einzubeziehen. Die Reinhaltung des Bachs und seines Einzugsgebietes muss aber durch andere Maßnahmen gewährleistet sein (5).

A 6.3 Ermittlung des Grundwasserdargebots

A 6.3.1 Methodische Vorgehensweise

Das Grundwasserdargebot ist entscheidend für die nutzbare Menge an Grundwasser aus einem definierten Einzugsgebiet. Es setzt sich aus der Grundwasserneubildung aus dem Niederschlag, dem Zustrom von Uferfiltrat und dem Zustrom von Grundwasser aus angekoppelten Grundwasserleitern zusammen.

Im Untersuchungsgebiet wird das Grundwasserdargebot durch die Grundwasserneubildung aus dem Niederschlag und die Infiltration aus dem Fräsbech und der Quelle Ousterbour gebildet.

Das Einzugsgebiet der Quelle *Kuelemeeschter* liegt im Bereich des Hydrogeologischen Modells für die nördliche Trias (18), das Rasterwerte für die unterschiedlichen Größen der Grundwasserneubildungsrate ausgiebt. Die Zellen des Rasters haben eine Größe von 100 x 100 m und sind mit den Größen der jeweiligen Grundwasserneubildungsrate belegt.

Aus diesen Werten wird die mittlere Grundwasserneubildungsrate im Einzugsgebiet berechnet.

A 6.3.2 Flächenhafte Grundwasserneubildung

Das ausgewiesene Einzugsgebiet der Wasserfassung umfasst eine Fläche von 1,79 km². Nach dem Hydrogeologischen Modell „Nördliche Trias Luxemburg“ (18) liegt die Grundwasserneubildungsrate im Einzugsgebiet im Mittel bei 5,7 l/s/km². Die Werte schwanken zwischen <1 im Bereich der Weiher *Ousterbour* und > 7 l/s/km². Die prozentuale Flächenverteilung ist in Tabelle 9 zusammengestellt.

Tabelle 9: Verteilung der Grundwasserneubildungsrate im Einzugsgebiet der Quelle (berechnet nach den Angaben im hydrogeologischen Modell (18)).

Grundwasserneubildung l/s/km ²	Fläche (ha)	%
0-1	0,09	0,05
1-2	-	-
2-3	-	-
3-4	78,67	43,93
4-5	26,04	14,54
5-6	4,94	2,76
6-7	54,36	30,35
7-8	15,00	8,38
8-9	-	-
Summe	179,1	100

A 6.3.3 Grundwasserneubildung durch sonstige Zuströme

Der Anteil an Wasser aus dem Fräsbech kann anhand der vorliegenden Daten nur grob geschätzt werden. Nach dem hydrogeologischen Modell (18) wird die Grundwasserneubildung im Bereich der betroffenen Flächen mit Werten zwischen 5 und 7 l/s/km² belegt. Die Fläche im Bereich des Mänders hat eine Größe von rund 2,9 ha, was einer Neubildung von 0,2 l/s, also 2 % der Gesamtschüttung der Quelle (8,2 l/s) entsprechen würde. Dieser Wert ist sehr unsicher und soll nur einen unteren Anhaltswert geben.

Eine genauere Bestimmung könnte mit Hilfe von Isotopenmessungen erfolgen. Dabei werden die stabilen Isotope Sauerstoff-18 und Deuterium zur Untersuchung herangezogen. Diese treten in natürlichen Gewässern (Niederschlag, Oberflächenwasser und Grundwasser) in unterschiedlichen Konzentrationen auf und können daher im Vergleich der verschiedenen Wasserkörper Hinweise auf die jeweiligen Mischungsverhältnisse geben.

Ein Markierungsversuch vom Fräsbech hat den Nachteil, dass ein Großteil des Tracers über den Oberflächenabfluss abtransportiert wird und gar nicht in das Grundwasser gelangt. Es wären also große Mengen des Markierungsmittels notwendig, um in der Quelle eine analytisch nachweisbare Konzentration zu erhalten. Zudem kommt es in Folge der Filtration im Untergrund, durch Abbau und Sorption, zu einer weiteren Reduzierung des Tracers.

A 6.3.4 Grundwasserbilanz

Die Schüttung der Quelle liegt im Mittel bei 8,25 l/s (712 m³/d). Die Größe des Einzugsgebietes wurde mit 1,79 km² festgesetzt. Daraus errechnet sich eine mittlere Grundwasserneubildungsrate von 4,6 l/s/km², die unterhalb des berechneten Wertes von 5,7 l/s/km² liegt. Da sich die Grenzen des Einzugsgebietes nach den vorliegenden Ergebnissen je nach den vorherrschenden Strömungsrichtungen verschieben, stellt das ausgewiesene Einzugsgebiet die Umhüllende der jahreszeitlich vorherrschenden Teileinzugsgebiete dar. Weiterhin wird über eine Quelle in der Regel nicht das gesamte Grundwasser aus einem Einzugsgebiet abgeführt, sondern auch über andere Quelle und diffuse Wasseraustritte entwässert. Das ausgewiesene Einzugsgebiet muss daher eine größere Fläche aufweisen, als es sich nach der Bilanz errechnet.

A 7 Vulnerabilität des Einzugsgebietes

A 7.1 Vorgehensweise

Die Ausweisung der Schutzzonen für Wasserfassungen beinhaltet die Erstellung eines Risikopläns für das gesamte Einzugsgebiet. Dieser entsteht durch eine „...*Bewertung der Flächennutzung sowie besonderer Gefahrenherde (...) unter Berücksichtigung der natürlichen Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung bzw. der Vulnerabilität...*“ ((3), S. 17).

Zur Darstellung der natürlichen Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung wird die Schutzwirkung bzw. Vulnerabilität im Einzugsgebiet für jeden Punkt untersucht. Eine hohe Schutzwirkung bewirkt immer eine geringe Vulnerabilität und umgekehrt.

Nach der Vorgehensweise des Luxemburger Leitfadens (3) wird zunächst die Grundwasseroberfläche als Ziel für die mögliche Grundwasserverunreinigung gesehen. Die Klassifizierung der Vulnerabilität der Wasserfassung ergibt sich erst nach einer Verschneidung der Schutzwirkung der Deckschichten mit den Fließzeiten im Gebirge.

Die Schutzwirkung des Gebirges setzt sich zusammen aus den Böden, den verschiedenen Gesteinseinheiten und deren jeweiligen Mächtigkeit oberhalb des Grundwasserspiegels, sowie aus dem Vorhandensein von präferentiellen Fließwegen, die die Schutzwirkung der vorhandenen Deckschichten eventuell stören. Die Klassifizierung der einzelnen Parameter wird in den folgenden Kapiteln erläutert.

Unter Zuhilfenahme einer geographischen Datenbank werden die Parameter miteinander verschnitten und die daraus resultierende kartographische Darstellung zeigt die definitive Schutzwirkung des Gebirges für jeden Punkt im Untersuchungsgebiet. Als Ziel für das versickernde Wasser wird dabei die Grundwasseroberfläche betrachtet.

A 7.2 Boden

Für den überwiegenden Bereich des Untersuchungsgebiets liegt eine detaillierte Bodenkartierung der ASTA im Maßstab 1:25.000 vor (vgl. Kap. A 5.5, Plan 101085-1/215). Nur im äußersten Norden, im Bereich des Waldgebiets Seitert, fehlt die Detailkartierung, hier liegt die Übersichtskartierung im Maßstab 1:100.000 vor (27).

Nach der für die Kartierung verwendeten Klassifizierung werden die Böden in Luxemburg in acht verschiedene Körnungsklassen eingeteilt (Tabelle 10).

Tabelle 10: Körnungsklassen (Service de pédologie, (28))

Klasse	Bodenart
Z	Sols sableux
S	Sols limono-sableux
P	Sols sablo-limoneux légers
L	Sols sablo-limoneux
A	Sols limoneux
E	Sols argileux
U	Sols argileux lourds
G	Sols limono-caillouteux

Zur Ermittlung der Schutzfunktion der Böden im Untersuchungsgebiet werden diese acht Körnungsklassen hinsichtlich der Durchlässigkeit gemäß BUWAL (7), der luxemburgischen Bodenkartierung (28) und der eigenen Geländebeobachtungen in drei verschiedene Klassen eingeteilt (sehr durchlässig, mittel durchlässig und gering durchlässig; Tabelle 11).

Tabelle 11: Klassifikation für Böden in Luxemburg.

	Sehr durchlässig	Mittel durchlässig	Gering durchlässig
Klasse Mächtigkeit	Z, S, P, L	A, G	E, U
< 0,4 m	P0	P0	P1
0,4 – 0,8 m	P0	P1	P2
> 0,8 m	P1	P1	P3

(Werte für den Parameter P: P0=0, P1=1, P2=2, P3=3)

Aus der Verschneidung dieser Klassen mit der jeweiligen Mächtigkeit der Bodenschicht (28) ergeben sich für die Schutzfunktion P des Bodens vier Klassen (Tabelle 11). Die Werte für P werden dabei aus BUWAL (7) übernommen. Für die Siedlungsgebiete wird in allen Bereichen der Wert P1 vergeben. Dieser gibt sowohl eine gering durchlässige

Asphaltschicht als auch einen sehr durchlässigen, sandigen Boden wider. Die resultierende Bodenkarte mit der Einteilung in die verschiedenen Klassen ist Plan 101085-1/216 dargestellt. In der Karte zeigt sich, dass das Einzugsgebiet überwiegend mit der Klasse P1 belegt ist, was im Wesentlichen der Kategorie „mittel durchlässig“ entspricht und damit nach BUWAL (7) Versickerungsgeschwindigkeiten zwischen 0,1 und 1 m/Tag widerspiegelt. Böden der Klasse P0, die als sehr durchlässig eingestuft werden, treten ebenfalls vermehrt auf.

In steilen Hanglagen gibt die Bodenkartierung der ASTA (28) keine Mächtigkeiten für die Böden aus, da diese dort in vielen Bereichen stark schwanken oder sich sogar nahe Null bewegen. Dadurch werden sie in der Karte ggf. zu gut bewertet. Da diese Flächen zusätzlich besonders Erosionsempfindlich sind, müssen sie, unter Einbeziehung der Hangneigung, gesondert betrachtet werden.

Im Norden des Untersuchungsgebietes wird die Übersichtskartierung (27) als Grundlage für die Bodenkarte gewählt. Durch die oben beschriebene Kategorisierung der Detailkartierung können die beiden Karten problemlos übereinandergelegt werden. Die vorgenommene Kategorisierung führt im Grunde die Detailkartierung zurück zu den Angaben der Übersichtskarte.

A 7.3 Hangneigung

Die Hangneigung wird aus dem digitalen Höhenmodell berechnet. Es handelt sich um das digitale Höhenmodell mit einer Auflösung von 5 Metern, herausgegeben von der « Administration de la Topographie et du Cadastre ».

Berechnungen für verschiedene Einzugsgebiete in Luxemburg, die von BEST Ingénieurs-Conseils durchgeführt wurden, zeigen, dass dort für die Hangneigung generell folgende Klassen relevant sind:

0-3, 3-7, 7-11, 11-17 und >17 %.

Die Hangneigungskarte des Untersuchungsgebietes ist in Plan 101085-1/217 dargestellt. Steile Hanglagen finden sich im Wesentlichen in den Taleinschnitten im Norden des Einzugsgebietes.

A 7.4 Verschneidung der Bodenkarte mit der Hangneigung

In den Bereichen, in denen die Angabe zur Mächtigkeit der Bodenschichten fehlt, wird die Bodenkarte zusätzlich mit der Hangneigungskarte verschnitten. Allen Flächen, die mehr als 17% Gefälle haben und gleichzeitig mit einer Schutzwirkung >0 kategorisiert sind, wird ein Wert abgezogen. Das Ergebnis dieser Verschneidung für die Durchlässigkeit/Schutzwirkung der Böden ist in Plan 101085-1/218 dargestellt. Erwartungsgemäß ist die Kategorisierung der Böden in den Hangbereichen teilweise um eine Klasse schlechter als in Plan 101085-1/216.

A 7.5 Schutzfunktion des Gebirges

Im Untersuchungsgebiet sind die Ablagerungen der Unteren und Mittleren Trias (Buntsandstein und Muschelkalk) in Form einer Randfazies abgelagert worden, die in ihrer lithologischen Ausbildung vertikal wie auch horizontal starken Schwankungen unterworfen ist (vgl. Kapitel A 5.1.1). Es finden sich Konglomerate, Sande, Schluffe und Tone in wechselnden Zusammensetzungen, sowie Dolomite. Insgesamt kann aufgrund der lithologischen Ausbildung von einer guten Filterwirkung für die (vertikale) Wasserbewegung im Untergrund ausgegangen werden.

In den Bohrprofilen der Erkundungsbohrungen FRE-809-32 und -33, die sich rund 200 m nordwestlich bzw. -östlich von der Quelle befinden, wurde eben diese Wechselfolgen aufgeschlossen. Die ersten Gesteine mit einer sehr geringen Durchlässigkeit (k_f -Wert $< 10^{-8}$ m/s) und einer Mächtigkeit über 1 m wurden in FRE-809-32 in Form von Tonen und Mergel und Schluffen in einer Tiefe zwischen 5,5 bis 9,2 m und zwischen 20,0 bis 21,3 m unter Gelände angetroffen. In FRE-809-33 liegen die Mächtigkeiten der aufgeschlossenen Ton- und Schluffhorizonte deutlich unterhalb von einem Meter, es überwiegen Sande und Kiese und Dolomite. Zwischen 16 und 17,7 m wurde ein tonig, sandiger Schluffstein aufgeschlossen, dem ebenfalls eine schützende Wirkung für das Grundwasser zugeschrieben wird (vgl. Kap A 5.1).

Die Oberkante der unteren geringdurchlässigen Schicht in FRE- 809-32, zwischen 20,0 und 21,3 m Tiefe, liegt auf einer topographischen Höhe von 300,22 m. Der Quellaustritt liegt auf 285,7 m und damit 14,52 m unterhalb der schützenden Deckschicht. Die

Oberkante der Schluffe in FRE-809-33 liegt bei 295,59 m und somit 9,89 m oberhalb des Quellaustritts.

Fehlen die Ton und Schluffhorizonte, wird dem Gebirge keine Schutzwirkung für das Grundwasser zugeschrieben. Vom Niveau der Quelle aus wird daher allen Bereichen, deren Überdeckung weniger als 10 m Mächtigkeit hat, die Klasse 0 „keine Schutzwirkung“ zugewiesen.

Alle Bereiche der Randfazies, die oberhalb des Quelniveaus eine Mächtigkeit von mehr als 10 m erreichen, werden mit einer geringen Schutzwirkung (Klasse 1) belegt.

Die Erhöhung der Schutzfunktion des Gebirges auf mittel (Klasse 2) erfolgt im Hangenden ab dem Vorkommen der Mergel, Tonsteine und Siltsteine des Unteren Keupers (Lettenkeuper k_u) und umfasst weiterhin die Ablagerungen aus dem unteren Mittleren Keuper (Pseudomorphosenkeuper km_1 und Schilfsandstein km_{2s}). Eine Einteilung in Klasse 3 (hoch) erfolgt im Verbreitungsbereich des Steinmergelkeupers (km_3) sowie im Bereich der devonischen Schiefer. Die Bewertung der Gesteinseinheiten (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) erfolgt gemäß der lithologischen Beschreibungen aus der Literatur ((17), (15), (16)) und den Ergebnissen der Erkundungsbohrungen. Die Einteilung ist rein qualitativ und bezieht sich nur auf die Gegebenheiten im Untersuchungsgebiet.

Die Schutzwirkung des Gebirges ist in Plan 101085-1/219 dargestellt und liegt im Einzugsgebiet der Quelle zwischen den Klassen 0 und 3.

Tabelle 12: Einteilung der Schutzfunktion der stratigraphischen Einheiten oberhalb des Quellaustritts.

Schutzwirkung	Klasse	Stratigraphische Einheit
keine	0	Randfazies (m_u, m_g, m_{os}) ≤ 10 m oberhalb Quelle
gering	1	Randfazies (m_u, m_g, m_{os}), > 10 m oberhalb Quelle
mittel	2	Unterer-, Mittlerer Keuper (k_u, km_1, km_{2s})
hoch	3	Steinmergelkeuper (km_3) (devonische Schiefer)

A 7.6 Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung

Zur Klassifizierung der Deckschichten werden die Parameter Boden und Gestein in Anlehnung an die Methode DISCO (7) verschnitten und verschiedene Klassen zur Schutzwirkung der Deckschichten erzeugt (Tabelle 13). Die Klassen variieren zwischen P0 und P5 (im Gegensatz zu BUWAL mit P0 bis P4). Die Schutzwirkung steigt mit dem Wert.

Tabelle 13: Klassifizierung der Schutzwirkung nach der Verschneidung von Boden und Gestein (in Anlehnung an (7))

Schutzwirkung Gestein**	Boden*			
	P0	P1	P2	P3
keine	P0	P1	P2	P3
gering	P1	P2	P3	P3
mittel	P3	P3	P4	P4
hoch	P5	P5	P5	P5

(Werte für den Parameter P: P0 = 0, P1 = 1, P2 = 2, P3 = 3, P4 = 4, P5 = 5)

*vgl. Tabelle 11; ** vgl. Tabelle 12

In Plan 101085-1/220 ist der Parameter Deckschichten für das Einzugsgebiet *Kulemeeschter* dargestellt. Die Schutzfunktion liegt zwischen P1 und P5. Es überwiegen die Klassen P2 und P3. Eine deutlich herabgesetzte Schutzwirkung zeigt sich unmittelbar nordwestlich der Fassung im Bereich der dortigen Weideflächen.

Teilweise kann es über die Oberflächenentwässerung zur Ausbildung präferentieller Fließwege kommen, die eine schnelle Versickerung des Wassers in den Untergrund begünstigen. Diese Fließwege wurden im Rahmen der Klassifizierung der Deckschichten nicht berücksichtigt, können aber für das Grundwasser eine potentielle Gefahr darstellen und werden im folgenden Kapitel zusätzlich betrachtet.

A 7.7 Oberflächenabfluss, Akkumulation

Mit Hilfe des digitalen Geländemodells werden die Fließrichtungen im Untersuchungsgebiet in acht Klassen verschiedener Himmelsrichtungen eingeteilt (O, SO, S, SW, W, NW, N, NO). Daraus ergibt sich eine Akkumulationskarte, die die Bereiche im Gelände ausgibt, in denen sich Oberflächenwasser sammelt /sammeln kann (Plan 101085-1/221-a).

Die Akkumulationskarte wird mit den Ergebnissen aus der Geländearbeit verglichen und kann Hinweise auf eventuell unerkannte Versickerungszonen geben. Des Weiteren wird die Akkumulationskarte später mit der Nutzungskarte verschnitten. Aus der resultierenden Karte ergeben sich Hinweise auf Gefährdungen, die eventuell durch den Austrag von Oberflächenwasser in das Einzugsgebiet gelangen.

Nach dem DVGW-Arbeitsblatt W 101 (5) werden bezüglich des Oberflächenabflusses unter anderem die folgenden Bereiche berücksichtigt:

- „Direkt zur Fassung hin abfallenden Hänge und dorthin führende Trockentäler
- Umgebung von Bachversickerungen
- Trockentäler, soweit sie streckenweise oder zeitweilig Oberflächenabfluss und Versickerungsstellen aufweisen“

In Anlehnung an diese Kriterien wird der Oberflächenabfluss im Untersuchungsgebiet wie folgt eingeteilt:

Tabelle 14: Klassifizierung von Oberflächenabfluss

Klasse	Wert	Bewertungskriterien
A0	0	<ul style="list-style-type: none"> • Talsohlen, versickernde Wasserläufe, freiliegendes Gebirge • Trockentäler, soweit sie streckenweise oder zeitweilig Oberflächenabfluss und Versickerungsstellen aufweisen
A1	1	<ul style="list-style-type: none"> • Wenig entwickelte Senken, Talrinnen und Wasserläufe mit erkennbarer Rückhalteeigenschaften
A2	2	<ul style="list-style-type: none"> • Der Rest des Einzugsgebietes

Die Ergebnisse zur Klassifizierung des Oberflächenabflusses sind in Plan 101085-1/222-a dargestellt. Der Großteil des Gebietes zeigt keine Gefahren durch Oberflächenabflüsse, nur unmittelbar nordwestlich der Quelle und im Schackgronn sind mehrere Bereiche ausgewiesen, in denen es zu Ansammlungen von Oberflächenwasser und zur Versickerungen kommt. Bilder aus den entsprechenden Bereichen finden sich in der Fotodokumentation in Anlage 9.

A 7.8 Schutzfaktor und definitive Schutzwirkung

Die definitive Schutzwirkung für das Grundwasser, die sich aus den Kategorien Boden, Gebirge und Oberflächenabfluss zusammensetzt, wird durch den Schutzfaktor S beschrieben. Dieser gibt für jeden Punkt im Untersuchungsgebiet einen Wert für die Schutzwirkung aus und wird durch die Verschneidung der Klassifizierungen *Deckschichten* (P) und *Oberflächenabfluss* (W) erzeugt. Der Schutzfaktor S wird wie folgt ermittelt:

$$S = W + P$$

Tabelle 15: Klassifizierung der Schutzwirkung, Werte für den provisorischen Schutzfaktor

Oberflächenabfluss	Deckschichten					
	P0	P1	P2	P3	P4	P5
W0	0	1	2	3	4	5
W1	1	2	3	4	5	6
W2	2	3	4	5	6	7

Die Schutzfaktoren werden bezüglich der Schutzwirkung in 4 Klassen eingeteilt (Tabelle 16).

Tabelle 16: Einteilung der Schutzwirkung in vier Klassen

Wert	S = 0, 1	S = 2, 3	S = 4, 5	S = 6, 7
Schutzwirkung	sehr gering	gering	mittel	hoch
Vulnerabilität	sehr hoch	hoch	mittel	gering

Für die Schutzwirkung/Vulnerabilität liegen somit vier Klassen vor, die über das Geographische Informationssystem (GIS) ausgegeben werden. Die erzeugte Karte (Plan 101085-1/223-a) wird bezüglich ihrer Plausibilität detailliert überprüft.

Der überwiegende Teil des Einzugsgebietes der Quelle ist mit einer mittleren Schutzwirkung belegt. Eine sehr hohe Schutzwirkung zeigt sich im nördlichen

Einzugsgebiet, im Verbreitungsbereich des Steinmergelkeupers. Eine herabgesetzte Schutzwirkung (P1) zeigt sich

- im Talboden des Schackgronn bis zur C.R. 301A sowie in weiten Bereichen der Hangbereiche,
- unmittelbar nordwestlich und nördlich der Quelle und
- am östlichen Rand des Einzugsgebietes.

Eine deutliche herabgesetzte Schutzwirkung (P0) zeigt sich

- im Versickerungsbereich in den Wiesen, rund 400 m nordwestlich der Quelle und
- im Norden des Einzugsgebietes, rund 1.700 m nördlich der Quelle, im Bereich Meisbiirchen, wo das Oberflächenwasser unmittelbar durch das anstehende Gestein fließt und versickert (südlich der C.R. 301A).

Senningerberg, 16 Juni 2016

B.E.S.T.

Ingénieurs-Conseils S.à r.l.

G . BEFFORT

C. SCHNATMEYER

M. URBING

A 8 Literaturverzeichnis

1. **Das Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union.** Richtlinie 2000/60/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. 23 Oktober 2000.
2. **Amtsblatt des Großherzogtums Luxemburg.** Recueil de Legislation A - N° 217, 30. décembre 2008: Protection et Gestion des Eaux. *Mémorial A - N°217.* Luxembourg : s.n., 30 décembre 2008.
3. **Administration de la gestion de l'eau.** *Leitfaden zur Ausweisung von Grundwasserschutzgebieten.* Luxembourg : Ministère de l'Intérieur et à la Grande Région, März 2010.
4. **Bayerisches Landesamt für Umwelt.** *Wasserschutzgebiete für die öffentliche Wasserversorgung, Merkblatt Nr. 1.2/7.* Januar 2010.
5. **DVGW.** *Technische Regel, Arbeitsblatt W 101; Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete; Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser.* Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. Bonn : s.n., Juni 2006. S. 19.
6. **Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL).** *Praxishilfe zur Bemessung des Zuströmbereichs.* Zu. Bern : s.n., 2005.
7. **Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL und Bundesamt für Wasser und Geologie BWG.** *Praxishilfe, Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen bei Kluft-Grundwasserleitern.* Bern : s.n., 2003. S. 83.
8. **Zwahlen, F. (Chairman, Editor in Chief).** *COST Action 620: Vulnerability and Risk Mapping for the Protection of Carbonate (Karst) Aquifers; Final Report.* Neuchâtel : s.n., Juni 2003.
9. **Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft.** *Leitlinien Wasserschutzgebiete für die öffentliche Wasserversorgung, Materialien Nr. 55.* April 1996.
10. —. *Leitlinien für die Ermittlung der Einzugsgebiete von Grundwassererschließungen, Materialien Nr. 52.* Dezember 1995.
11. **HGA - Prof.Dr. Wagner.** *Gemeinde Redange sur Attert, Quelfassung Kuelemeeschter SCC-809-09; Hydrogeologisches Gutachten im Rahmen der Fragestellung zum Dossier technique.* Sandweiler : s.n., 01.12.2008.
12. **BEST Ingénieurs-Conseils.** *Commune de Redange sur Attert, Dossier technique suivant règlement grand-ducal du 7 octobre 2002 relatif à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine.* Senningerberg : s.n., 2009.
13. **Pfister, Laurent, et al.** *Atlas Climatique du Grand-Duché de Luxembourg.* Luxembourg : s.n., 2005.
14. **ASTA.** <http://www.asta.etat.lu>. *Meteorologie, Téléchargements de données météorologiques.* [Online] 2011.
15. **Ministère des Travaux Publics, Service Géologique de Luxembourg.** *Carte géologique du Luxembourg, Feuille No. 7, Redange 1 : 25.000.* Luxemburg : s.n., 2003.

16. **Wagner, Jean-Frank.** Paläographische Entwicklung der triadischen Randfazies Luxemburgs. *Z. dt. geol. Ges.* 1989, Bd. 140, S. 311 - 331.
17. **Lucius, Michel.** *Das Gutland. Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte Luxemburgs.* Luxemburg : Publ. Serv. géol. Luxbg., 1948. Bd. Vol. V.
18. **Björnsen Beratende Ingenieure.** *Hydrogeologisches Modell "Nördliche Trias Luxemburg". Plan/Anlage Nr.5: Grundwasserneubildung.* Koblenz : Administration de la Gestion de l'Eau, Juli 2012.
19. **Richter, Dieter.** *Ingenieur- und Hydrogeologie.* s.l. : Walter de Gruyter, 1989.
20. **European Water Tracing Services sprl.** *Captage Kuelemeeschter (SCC-80909) à Redange-sur-Attert, Rapport d'essais de traçage complémentaire dans le cadre de la délimitation des zones de protection.* Nandrin : s.n., April 2015.
21. —. *Captages Kuelemeeschter (SCC-809-09) et Weierchen (SCC-809-11) à Redange-sur-Attert, Rapport d'essais de tracage dans le cadre de la délimitation des zones de protection.* Nandrin : s.n., Juillet 2014.
22. **EFCO-FORODIA Exploitation S.à.r.l.** *Zone de Protection Redange, Reconnaissance géotechnique, Rapport de chantier.* Septembre 2013.
23. **eurasol S.A.** *Grundwassererkundungsbohrung neben der Radpiste P17 am Ortsausgang von Redange.* Luxembourg : s.n., 10. Juli 2015.
24. **Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft.** *Die Stichtagsmessung - ein Hilfsmittel für die Grundwasserhydrologie.* 1.9.2000. Merkblatt Nr. 2.1/1.
25. **DVWK Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V.** *Methoden für die Beschreibung der Grundwasserbeschaffenheit. Schriftenreihe des Deutschen Verbandes für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. Schriftenreihe des Deutschen Verbandes für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V.* Bonn : s.n., 1999. Bd. 125.
26. **Amtsblatt des Großherzogtums Luxemburg.** *Règlement grand-ducal du 7 octobre 2002 relatif à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. A-N° 115.* Luxembourg : s.n., 7.. 10. 2002. S. page 2816.
27. **Ministère de l'Agriculture et de la Viticulture, Service de Pédologie.** *Carte des sols 1:100'000.* Ettelbruck : s.n., 1969.
28. **Service de pédologie.** *La cartographie des sols au Grand-Duché de Luxembourg à l'échelle 1/25.000, Version provisoire_V4.* Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et du Développement Rural, Admin. des services techniques de l'agriculture,. Ettelbrück : s.n., 2010. S. 29.

A 9 Anlagen:

A2 Wasserrechtliche und wasserwirtschaftliche Rahmenbedingungen

Plan 101085-1/200	Übersichtsplan mit Kennzeichnung des Ortes der Gewinnung und Darstellung benachbarter Grundwasserschutzgebiete
Anlage A 2.2	Katasterlageplan der Gewinnung

A3 Beschreibung der Wassergewinnung

Plan 101085-1/201	-a Graphische Darstellung der Quellschüttung
Plan 101085-1/202	Bauwerkszeichnung/Schnitt
Plan 99128-01/1002	Verteilungsschemas

A4 Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Plan 101085-1/203	Graphische Darstellung der klimatischen Faktoren
Plan 101085-1/204	-a Flächennutzungsplan - Luftbild

A5 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse

Plan 101085-1/205	Geologische Karte
Plan 101085-1/206	Geologische Profile
Plan 101085-1/207	Grundwassergleichenkarte
Plan 101085-1/208	Flurabstandskarte im Untersuchungsgebiet
Plan 101085-1/209	Tabellarische Zusammenstellung der chemischen Analytik – ausgewählte Parameter
Plan 101085-1/210	Darstellung der relevanten Parameter zur zeitlichen Entwicklung der Quelle Kuelemeeschter
Plan 101085-1/211	zeitliche Entwicklung der Parameter elektrische Leitfähigkeit und Temperatur im Detail
Plan 101085-1/212	Tabellarische Zusammenfassung der mikrobiologischen Parameter
Plan 101085-1/213	-a Tabellarische Zusammenstellung der positiven Pestizidanalysen

A6 Einzugsgebiet der Wassergewinnung

Plan 101085-1/214	-a Darstellung des maßgeblichen Einzugsgebietes
-------------------	---

A7 Vulnerabilität des Einzugsgebietes

Plan 101085-1/215	Bodenkartierung im EZG Kuelemeeschter
Plan 101085-1/216	Schutzfunktion des Bodens im EZG Kuelemeeschter
Plan 101085-1/217	Hangneigung im EZG Kuelemeeschter

- Plan 101085-1/218 Schutzfunktion des Bodens nach Verschneidung mit der Hangneigung im EZG Kuelemeeschter
- Plan 101085-1/219 Schutzfunktion des Gebirges im EZG Kuelemeeschter
- Plan 101085-1/220 Schutzwirkung der Deckschichten im EZG Kuelemeeschter
- Plan 101085-1/221 -a Oberflächenabfluss im EZG Kuelemeeschter
- Plan 101085-1/222 -a Klassifizierung des Oberflächenabflusses im EZG Kuelemeeschter
- Plan 101085-1/223 -a Definitive Schutzwirkung im EZG Kuelemeeschter

A8 Berichte zu ergänzenden Untersuchungen

Markierungsversuch Quelle Kuelemeeschter 2013 (21)

Markierungsversuch Quelle Kuelemeeschter 2015 (20)

Bohrungen Aleschbiarg FRE-809-32 (22) und FRE-809-33 (29)

Ergebnisse der chemischen Analytik

A9 Fotodokumentation

Commune de Redange
Administration de la gestion de l'eau

Zone de protection des ressources en eau
de la commune de Redange

Source Kuelemeeschter

SCC-809-09

Projet Nr. 101085

Teil A: Wasserwirtschaftlich-hydrogeologischer
Schutzzonenbericht

Anlagen

02. August 2016

best
Ingenieurs-Conseils

Bureau d'Etudes et de Services Techniques

2, rue des Sapins
Tél. 34 90 90

L-2513 Senningerberg
Fax : 34 94 33

Commune de Redange
Administration de la gestion de l'eau

Zone de protection des ressources en eau
de la commune de Redange

Source Kuelemeeschter

SCC-809-09

Projet Nr. 101085

Teil A: Wasserwirtschaftlich-hydrogeologischer
Schutzzonenbericht

Anlage 8

Berichte zu ergänzenden Untersuchungen

- Markierungsversuch Quelle Kuelemeeschter 2013
- Markierungsversuch Quelle Kuelemeeschter 2015
- Bohrung FRE-809-32 und FRE-809-33
- Ergebnisse der chemischen Analytik

02. August 2016

Commune de Redange
Administration de la gestion de l'eau

Zone de protection des ressources en eau
de la commune de Redange

Source Kuelemeeschter

SCC-809-09

Projet Nr. 101085

Teil A: Wasserwirtschaftlich-hydrogeologischer
Schutzzonenbericht

Anlage 9
Fotodokumentation

02. August 2016

Commune de Redange
Administration de la gestion de l'eau

Zone de protection des ressources en eau
de la commune de Redange

Source Kuelemeeschter

SCC-809-09

Projekt Nr. 101085

Teil B: Schutzzonenplan

02. August 2016

Teil B: SCHUTZZONENPLAN

Inhaltsverzeichnis

B 1.	Schutzgebietsvorschlag für die Wassergewinnung	2
B 1.1	Allgemeine Grundlagen	2
B 1.2	Ausweisung der Grundwasserschutzzonen.....	3
B 1.3	Abgrenzung und Gliederung des Schutzgebietes.....	5
B 1.3.1	Fassungsbereich: Schutzzone I.....	5
B 1.3.2	Engere Schutzzone: Schutzzone II.....	5
	Schutzzone II.....	5
	Schutzzone II - V1	8
B 1.3.3	Weitere Schutzzone: Schutzzone III	9
B 2.	Eigentumsverhältnisse	9
B 3.	Literaturverzeichnis	11
B 4.	Anlagen:	12

B 1. Schutzgebietsvorschlag für die Wassergewinnung

B 1.1 Allgemeine Grundlagen

Die Ausweisung der Wasserschutzzonen für Wasserfassungen in Luxemburg erfolgt nach den Vorgaben des Leitfadens für die Ausweisung von Grundwasserschutzzonen (Administration de la gestion de l'eau, 2010 (1)). Bezüglich der detaillierten Vorgehensweise verweist der Leitfaden auf das DVWG Arbeitsblatt W101 (2), auf die Praxishilfe zur Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen bei Kluftgrundwasserleitern (3) sowie auf die Studie COST (4).

Je nach der Vulnerabilität der Wasserfassung bzw. des Grundwasserleiters erfolgt die Ausweisung nach einer Methode, die den unterschiedlichen Bedingungen im jeweiligen Einzugsgebiet gerecht wird. Der erste Schritt im Verfahren ist daher die Bestimmung der Vulnerabilität der Wasserfassung, die in Anlehnung an den Entscheidungsablauf im Leitfaden der AGE (1) und nach BUWAL (3) erfolgt.

Die Grundwasserfassungen werden nach ihrer Vulnerabilität in die Gruppen a (gegenüber Schadstoffeintrag gering vulnerable Grundwasserfassungen) und b (gegenüber Schadstoffeintrag vulnerable Grundwasserfassungen) eingeteilt (BUWAL; S.21, Abb.7 (3), vgl. auch Abb.4 in (1)). Die Gruppe b wird zusätzlich in die Gruppen b1 (schwach heterogen) und b2 (stark heterogen) unterteilt.

Zusammenfassung der Kriterien zur Einteilung der Grundwasserfassungen nach BUWAL (3):

Gruppe a: Gering vulnerable Fassung

- Unabhängig von den meteorologischen Verhältnissen: Konstanz der physikalischen und chemischen Parameter.
- Gleichbleibende gute Qualität (Bakteriologie, Trübung).
 - Abgrenzung der Schutzzonen nach der Distanz-Methode.

Gruppe b: Vulnerable Fassung

- Deutliche Schwankungen der physikalischen und chemischen Parameter.
- Eventuell Nachweis von Trübungen und bakterieller Verschmutzung.
 - Erfassung des Heterogenitätsgrads des Grundwasserleiters.
 - Untersuchung der Flächen im Einzugsgebiet, die die Flächen entlang schneller Fließwege speisen.

b1: gering heterogener Grundwasserleiter

- Die Verweilzeit des Grundwassers nimmt generell mit der Entfernung zur Fassung zu.
- Der Kluftgrundwasserleiter ist annähernd kontinuierlich.
 - Abgrenzung der Schutzzonen nach der Abstandsgeschwindigkeit (Isochronen-Methode).

b2: stark heterogener Grundwasserleiter

- Ein Teil des Grundwassers fließt durch sehr durchlässige Klüfte.
- Stellenweise gibt es schnelle Fließverbindungen (wenige Stunden bis Tage) zwischen der Oberfläche und der Fassung.
 - Abgrenzung der Schutzzonen nach der Multikriterienmethode „DISCO“.

Wie in Kap. A 5.6 erläutert, wird die Quelle *Kuelemeeschter* nach der *Vorgehensweise zur Erstellung der Schutzzonengutachten* (Leitfaden AGE (1), Abb. 4) in die Kategorie „*gegenüber Schadstoffeintrag empfindliche Grundwasserfassung*“ eingeteilt. Die Heterogenität des Grundwasserleiters wird dabei als hoch eingestuft. Die Quelle *Kuelemeeschter* zählt demnach zu den vulnerablen Wasserfassungen, die aus einem stark heterogenen Grundwasserleiter gespeist werden (Typ b2).

B 1.2 Ausweisung der Grundwasserschutzzonen

Der Leitfaden gibt für die Ausweisung der Schutzzonen in heterogenen Grundwasserleitern die Vorgabe, dass dies in Abhängigkeit von der Vulnerabilität des Grundwassers erfolgen soll. Es erfolgt eine Unterteilung in die Schutzzone I (Fassungsbereich), Schutzzone II (Engere Schutzzone, unterteilt in II und II-V1) und Schutzzone III (Weitere Schutzzone).

Im Teil A des Gutachtens wurde die Vulnerabilität des Grundwassers über die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung aus dem Hydrogeologischen Modell „Nördliche Trias Luxemburg“ (4) dargestellt (Plan n° 101085/1-216).

Zur Einteilung des Einzugsgebietes in die verschiedenen Wasserschutzzonen muss der definitive Schutzfaktor, der für die Grundwasseroberfläche ermittelt wurde, mit den vorherrschenden Fließgeschwindigkeiten im Untergrund verschnitten werden. Im Leitfaden (1) kommt dabei folgende Matrix zur Anwendung:

Tabelle 1: Matrix zur Klassifizierung der Vulnerabilität nach Abb.5 des Leitfadens (1).

Schutzfunktion Deckschichten	Fließzeiten im Grundwasser	
	< 50 Tage	> 50 Tage
hoch	hoch	gering
mittel	hoch	mittel
gering	sehr hoch	mittel

Die fünf Kategorien des definitiven Schutzfaktors aus Teil A des Gutachtens werden dabei wie folgt zusammengefasst:

Tabelle 2: Überführung des Schutzfaktors in die Schutzfunktion der Deckschichten.

Schutzfaktor	Schutzfunktion Deckschichten
sehr gering	gering
gering	mittel
mittel	
hoch	
sehr hoch	hoch

Die Einteilung der Schutzzonen in Bezug auf die Vulnerabilität erfolgt nach folgendem Schema:

Tabelle 3: Einteilung der Wasserschutzzone in Abhängigkeit von der Vulnerabilität ((1),S. 12)

	Vulnerabilität des Grundwassers (aus Tab.1)			
	gering	mittel	hoch	sehr hoch
Wasserschutzzone	WSZ III	WSZ III	WSZ II	WSZ II – V1

Zum Schutz der Wasserfassung müssen im Bereich der Schutzzone III zusätzlich die Bereiche kenntlich gemacht werden, in denen der Schutz für das Grundwasser von der Oberfläche her nicht oder nicht ausreichend gegeben ist und im Untergrund hohe Fließgeschwindigkeiten vorherrschen. In diesen Gebieten kann innerhalb der Schutzzone III eine Schutzzone II-V1 ausgewiesen werden (5).

Die metergenaue Abgrenzung der Schutzzonen erfolgt in der Regel nach den Parzellengrenzen. Im Ausnahmefall kann auch anhand im Gelände sichtbarer Grenzen (Straßen, Wegen, Waldränder oder Bächen) abgegrenzt werden (1). Jede Parzelle, die von der Schutzzone II angeschnitten wird, fällt in die Schutzzone II. In die Schutzzone III fallen alle restlichen Parzellen, die zu mehr als 50% im Bereich des Einzugsgebietes liegen.

B 1.3 Abgrenzung und Gliederung des Schutzgebietes

B 1.3.1 Fassungsbereich: Schutzzone I

Die Schutzzone I für Quellen soll nach Gesetz A-N°141 (6) in Anstromrichtung mit einem Radius von maximal 20 m ausgewiesen werden. Die Parzellengrenze der Parzelle 1716/4682, auf der sich die Quelfassung befindet, reicht im Anstrom bis 10 m nach Nordwesten und 12 m nach Nordosten. Die Parzellengrenze wird in diesen Bereichen als Begrenzung für die Schutzzone I festgesetzt. Nach Westen soll sie mindestens bis zum vorhandenen Zaun und nach Norden und Nordosten bis zur Waldgrenze reichen. Unterstromig wird die Grenze der Schutzzone mit einem Abstand von 10 m zur Fassung festgelegt. Die Koordinaten der vorgeschlagenen Schutzzonengrenze sind in Plan 101085-1/226 und Plan 101085-1/227 angegeben. Die Fläche der Schutzzone I muss mit einem Zaun umgeben werden.

Die Schutzzone I liegt innerhalb der Parzelle 1716/4682 und hat eine Fläche von 604 m². Die Parzelle ist im Besitz der Gemeinde Redange.

Die Festsetzung der Zone I ist in Plan 101085-1/226 und Plan 101085-1/227 dargestellt.

B 1.3.2 Engere Schutzzone: Schutzzone II

Schutzzone II

Die engere Schutzzone dient insbesondere dem Schutz vor mikrobiologischen Verunreinigungen der Wasserfassung und soll verhindern, dass der natürliche Grundwasserfluss durch bauliche Maßnahmen gestört wird (1) (5). Sie wird in der Regel

in einer Distanz ausgewiesen, in der das Grundwasser eine Fließzeit von 50 Tagen benötigt, um zur Fassung zu gelangen (sog. 50-Tage-Linie). Der Abstand soll dabei 50 m nicht unterschreiten (5).

Die maximalen Fließgeschwindigkeiten des Grundwassers im Einzugsgebiet der Quelle *Kuelmeeschter* liegen bei über 38 m/h (vgl. Teil A, Kapitel A 5.2.1). Die modale Abstandsgeschwindigkeit wurde mit 10,7 m/h bestimmt. Die 50-Tage-Linie müsste demnach mit einem Radius um die Wasserfassung ausgewiesen werden, der das Einzugsgebiet vollständig umschließt. Diese hohen Fließgeschwindigkeiten sind aber in der Regel an einzelne Kluftzonen gebunden und können nicht auf das gesamte Einzugsgebiet übertragen werden.

Für die Festlegung der 50-Tage-Linie im restlichen Zustrombereich wird die Fließgeschwindigkeit benötigt, die einen realistischen Mittelwert über das Einzugsgebiet darstellt. Der Markierungsversuch erbrachte für die Fließgeschwindigkeit über den Porenraum einen Wert von 0,17 m/h (4,1 m/d). Für die Ausdehnung der 50-Tage-Linie im Einzugsgebiet der Quelle *Kuelemeeschter* ergäbe sich daraus eine Distanz von 205 m.

Der Tracer aus der Messstelle FRE-809-32 konnte im zweiten Versuch, im Dezember 2014 zwar nicht in der Quelle *Kuelemeeschter* nachgewiesen werden, wurde aber nach drei Tagen im Fräsbech unterhalb der Quelle erfasst. Demnach kommt es auch aus dieser Richtung (Nordosten) zu hohen Fließgeschwindigkeiten innerhalb des Grundwasserleiters. Wie in Kapitel A 5.2.3 erläutert, hängt die Fließrichtung stark von den jahreszeitlich bedingten Grundwasserständen ab. Der Tracer aus der Messstelle FRE-809-32 wäre zu einer anderen Jahreszeit (im Sommer) mit hoher Wahrscheinlichkeit in der Quelle angekommen.

Alle Ergebnisse der Studie weisen darauf hin, dass das Grundwasser im Nahbereich (zumindest im Bereich zwischen den beiden Messstellen und der Quelle) mit hohen Fließgeschwindigkeiten den Untergrund passiert. Der Abstand der Messstellen zur Quelle liegt bei jeweils rund 200 m. Nach dem DVGW-Arbeitsblatt muss die Schutzzone II, wenn sie nach der 50-Tage-Linie eine Reichweite von mehr über 1000 m erreicht, mindestens die Bereiche einschließen, von denen erhöhte Gefahren für das

Grundwasser ausgehen. Auch bei gut schützender Überdeckung soll die Reichweite der Schutzzone II mindestens 300 m betragen.

Bezüglich der erhöhten Gefahren für das Grundwasser sind dabei folgende Bereiche zu berücksichtigen (2):

- direkt zur Fassung hin abfallende Hänge und Trockentäler
- Erdfälle und Dolinen
- Umgebung von Bachversickerungen
- Trockentäler mit zeitweisigem Oberflächenabfluss

Im Einzugsgebiet der Quelle *Kuelemeeschter* betrifft dies die Fläche zwischen der Quelle Ousterbour und dem *Kuelemeeschter* und das Tal Schackgronn, in dem sehr niedrige Flurabstände vorherrschen und in größerem Umfang Oberflächenwasser versickert (Bilder 15 bis 21 in der Fotodokumentation). Der weiter nördlich gelegene Bereich des versickernden Bachlaufs zwischen Meisbiirchen und Folkert wird nicht einbezogen, da der dortige Tracerversuch negativ verlaufen ist.

Nordöstlich der Quelle wird die Grenze mit einem Abstand von 300 m festgelegt und kreuzt von dort den Aleschbiereg, um die dort anfallenden Oberflächenabflüsse, die sich in Richtung auf die vulnerablen Bereiche bewegen, einzubeziehen.

Die 50-Tage-Linie verläuft somit in einem Abstand zwischen 300 und maximal 1050 m im Anstrom zur Quelle.

Die Vulnerabilität der Quelle *Kuelemeeschter*, klassifiziert nach Tabelle 1, ist in der Karte in Plan 101085-1/224 dargestellt. Die Einteilung der Schutzzonen in Bezug auf die Vulnerabilität findet sich in Plan 101085-1/225.

Die metergenaue Abgrenzung der Schutzzone II erfolgt nach (1) an den Parzellengrenzen. Jede Parzelle, die durch die 50-Tage-Linie angeschnitten wird, fällt in der Regel in die Zone II. Die Parzellen 1719 und 1718/2909, am östlichen Rand der Schutzzone, gut 100 m östlich der Quelle, liegen nicht im EZG, aber in SZ II weil sie von Parzellen umschlossen werden, welche in der SZ II liegen. Die Parzelle 178/1902, am westlichen Rand der Schutzzone II wird nicht von der 50-Tagelinie angeschnitten, liegt trotzdem in SZ II, da hier eine einheitliche ackerbauliche Nutzung mit den

Nachbarparzellen vorliegt, das Gelände in Richtung auf die Schutzzone II einfällt und das anfallende Oberflächenwasser in diese Richtung abfließt.

Schutzzone II - V1

Die Zone II - V1 wird in der Regel in den Bereichen ausgewiesen werden, in denen der Schutzfaktor gering ist und die Fließgeschwindigkeit bis zur Wasserfassung unter 50 Tagen liegt (vgl. Tabelle 3). Diese Bereiche werden mit einer sehr hohen Vulnerabilität belegt und bedürfen einem besonderen Schutz. Die betroffenen Flächen im Einzugsgebiet der Quellen *Kuelemeeschter* sind in Plan 101085-1/224 dargestellt. Aufgrund der geringen Flurabstände und der wenig schützenden Boden- und Gesteinsschichten weisen große Bereiche innerhalb der Zone II eine sehr hohe Vulnerabilität auf und müsste somit nach Tabelle 3 der Zone II V-1 zugeordnet werden. Zur Validierung der Ergebnisse wurden die entsprechenden Flächen im Oktober 2015 im Gelände überprüft.

Die Geländebegehung erfolgte nach der Ernte, so dass die Bereiche, in denen sich das Oberflächenwasser sammelt und versickert gut erkennbar waren. Die entsprechenden Zonen werden mit einem Zuschlag (Buffer) von 10 m in die Zone II V-1 eingeteilt. Die Größe des Zuschlags wurde in Anlehnung an das Gesetz zur Verwendung von Stickstoffdüngern in der Landwirtschaft (7) gewählt. Danach ist die Ausbringung vor organischen Stickstoffdüngern bis zu einem Abstand von 10 m zum Oberflächengewässer erlaubt.

Die restlichen Flächen im Schackgronn, die innerhalb der Schutzzone II liegen und mit einer sehr hohen Vulnerabilität belegt sind, werden nicht in die Zone II V-1 einbezogen, sondern der Zone II zugeschlagen. Sie befinden sich im Bereich der steilen Hanglagen, die aufgrund der geringeren Mächtigkeit der Böden als vulnerabel eingestuft wurden. Im Gelände konnte aber nur beobachtet werden, dass das Wasser von den betroffenen Flächen teilweise oberflächlich in die vulnerablen Bereiche fließt. Belege, dass das Wasser über kurze Passagen direkt im Untergrund versickert, konnten nicht gefunden werden. Diese Flächen müssen daher nicht zwangsläufig der Zone II V-1 zugeordnet werden, sollen aber bezüglich der Bewirtschaftung durch angepasste Auflagen besonders geschützt werden.

Die Schutzzone II-V1 wird im Bereich des Schackgronn mit einer Umhüllenden um die Versickerungsbereiche und den Oberflächenabfluss im Talgrund ausgewiesen. Im Bereich nordwestlich der Quelle wird die Zone II V-1 für alle hochvulnerablen Flächen unterhalb des Fahrradweges ausgewiesen. In der Verbindung zum Schackgronn fällt damit auch der Verlauf des Bachs, der von den Weihern kommt, in diese Zone. Die Nutzung der Schutzzone II-V1 ist überwiegend landwirtschaftlicher Natur.

Die Grenze verläuft annähernd entlang von Katastergrenzen, daher erfolgt die definitive Abgrenzung überwiegend entlang der betroffenen Parzellen. Die entsprechende Fläche ist in Plan 101085-1/226 und Plan 101085-1/227 dargestellt.

Die geographischen Koordinaten der Abgrenzung der Schutzzone II-V1 sind im Plan 101085-1/227 angegeben. Die Grenze der Schutzzone II-V1 muss im Gelände deutlich erkennbar gemacht werden (z.B. mit Hilfe von Pflöcken zur Markierung). Im Bereich der Weideflächen können die dort vorhandenen Zäune als Abgrenzung genutzt werden.

Insgesamt fällt eine Fläche von 3,73 ha (0,04 km²) in den Bereich der Zone II - V1.

B 1.3.3 Weitere Schutzzone: Schutzzone III

Für die restliche Fläche des Einzugsgebietes wird die Schutzzone III ausgewiesen. Auch hier werden die Grenzen des Einzugsgebietes an Katastergrenzen oder anhand im Gelände sichtbarer Grenzen ausgerichtet. Im Norden des Einzugsgebietes, im Bereich des Waldgebietes Seitert, wird die Parzelle 1295/2823 entlang von Waldwegen ausgerichtet. Die Festsetzung der Schutzzone III ist in Plan 101085-1/226, Plan 101085-1/228 und Plan 101085-1/229 dargestellt. Sie umfasst eine Fläche von rund 148 ha.

B 2. Eigentumsverhältnisse

Einen Auszug aus der Datenbank mit den Parzellen je Schutzzone und den Eigentumsverhältnissen findet sich in B 2. Tabelle 4 spiegelt den öffentlichen und den privaten Flächenanteil der verschiedenen Schutzzonen wider.

Tabelle 4 : Öffentlicher und privater Anteil je Schutzzone.

Schutzzonen	Gesamte Fläche		Private Fläche		Öffentliche Fläche	
	ha	%	ha	%	ha	%
SZ I	0,06	0,03	0,00	0,00	0,06	100,00
SZ II	42,39	21,85	40,14	94,68	2,25	5,32
SZ II-V1	3,73	1,92	2,04	54,58	1,69	45,42
SZ III	147,78	76,19	121,12	81,96	26,66	18,04
Summe	193,96	100,00	163,30	84,19	30,66	15,81

Senningerberg, 22. Juli 2015

B.E.S.T.

Ingénieurs-Conseils S.à r.l.

G.BEFFORT

C. SCHNATMEYER

M. URBING

B 3. Literaturverzeichnis

1. **Ministère de l'Intérieur et à la Grande Région, Administration de la Gestion de l'eau.** *Leitfaden zur Ausweisung von Grundwasserschutzgebieten.* Luxembourg : s.n., März 2010.
2. **DVGW.** *Technische Regel, Arbeitsblatt W 101; Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete; Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser.* Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. Bonn : s.n., Juni 2006. p. 19.
3. **Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL und Bundesamt für Wasser und Geologie BWG.** *Praxishilfe, Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen bei Kluft-Grundwasserleitern.* Bern : s.n., 2003. p. 83.
4. **Zwahlen, F. (Chairman, Editor in Chief).** *COST Action 620: Vulnerability and Risk Mapping for the Protection of Carbonate (Karst) Aquifers; Final Report.* Neuchâtel : s.n., Juni 2003.
5. **Björnsen beratende Ingenieure BCE.** Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung, Anlage 7. *Hydrogeologisches Modell "Nördliche Trias Luxemburg".* Koblenz : s.n., Juli 2012.
6. **Amtsblatt des Großherzogtums Luxemburg.** Règlement grand-ducal du 7 juillet 2013 a) relatif aux mesures administratives dans l'ensemble des zones de protection pour les masses d'eau souterraine ou parties de masses d'eau souterraine servant de ressources à la production d'eau destinée à la conso. Luxembourg : s.n., 30.07.2013. Vol. A - N°141, pp. 2807-2818.
7. **Amtsblatt des Großherzogtums Luxemburg.** Recueil de Legislation, Règlement grand-ducal du 24 novembre 2000 concernant l'utilisation de fertilisants azotés dans l'agriculture. A - N° 124, 11 décembre 2000:. Luxembourg : s.n., 11 décembre 2000. p. page 2856.

B 4. Anlagen:

B1 Schutzgebietsvorschlag für die Wassergewinnung

Plan 101085-1/224	Vulnerabilität in Bezug zur Wasserfassung
Plan 101085-1/225	Einteilung der Schutzzonen in Abhängigkeit der Vulnerabilität
Plan 101085-1/226	Übersichtsplan der Wasserschutzzonen I bis III
Plan 101085-1/227	Detaillkarte der Schutzzonen I und II
Plan 101085-1/228	Detaillkarte der Schutzzone III
Plan 101085-1/229	Detaillkarte der Schutzzone III

B2 Eigentumsverhältnisse

Anlage B2.1	Liste / Datenbankauszug mit den Parzellen je Schutzzone und den Eigentumsverhältnissen
-------------	--

Commune de Redange
Administration de la gestion de l'eau

Zone de protection des ressources en eau
de la commune de Redange

Source Kuelemeeschter

SCC-809-09

Projet Nr. 101085

Teil B: Schutzzonenplan

Anlagen

02. August 2016

Commune de Redange
Administration de la gestion de l'eau

Zone de protection des ressources en eau
de la commune de Redange

Source Kuelemeeschter

SCC-809-09

Projekt Nr. 101085

Teil C: Risikoplan

02. August 2016

Teil C: Risikoplan

Inhaltsverzeichnis

C1.	Methodische Vorgehensweise	2
C2.	Bewertung des allgemeinen Gefährdungspotenzials	4
C3.	Grundwasserqualität: Ist-Analyse und Entwicklungstendenzen	7
C4.	Nutzungsspezifisches Gefährdungspotenzial	8
C 4.1	Allgemein	8
C 4.2	Landwirtschaft	8
C 4.3	Altlasten und Altlastenverdachtsflächen.....	9
C 4.4	Betriebe im Umgang mit wassergefährdenden Stoffen.....	9
C 4.5	Oberflächenentwässerung	9
C 4.6	Nutzungsbezogene Gefährdungspotenziale für die Grundwasserqualität	9
C5.	Schutzfunktion der grundwasserüberdeckenden Schichten	16
C6.	Verschmutzungsrisiko	17
C7.	Literaturverzeichnis.....	19
C8.	Anlagen:	19

C1. Methodische Vorgehensweise

Die möglichen Gefährdungen im Einzugsgebiet der Quelle *Kuelemeeschter* werden identifiziert, bezüglich ihrer Gefährdungen kategorisiert und in einer geografischen Datenbank erfasst. Da die erfassten Daten punkt- bzw. flächenbezogen sind, können sie mithilfe eines geografischen Informationssystems in einer Karte gemäß ihrer Lage und Kategorie zusammen dargestellt werden.

Die Erstellung der Datenbank erfolgt über die Auswertung der Nutzungskarte, des aktuellen Flächennutzungsplans (PAG), des Verdachtsflächenkatasters, des Kanalnetzplans sowie den Ergebnissen der Geländebegehungen. Aus diesen Informationen wird in einem ersten Schritt im Kapitel C2 das **allgemeine Gefährdungspotenzial** im Einzugsgebiet der Quelle bewertet. Diese bezieht sich nicht auf die Lage der Nutzung in Bezug zur Wasserfassung oder zur Grundwasseroberfläche sondern allein auf deren Vorhandensein im Einzugsgebiet, ohne dass eine mögliche Schutzwirkung vom Boden und/oder Gestein betrachtet wird.

Nach dem Leitfaden zur Ausweisung der Trinkwasserschutzzonen (1) soll die Bewertung für das **nutzungsspezifische Gefährdungspotenzial** auf Basis des DVGW-Arbeitsblattes W101 erfolgen. Dort werden in Tabelle 1 – *Potenzielle Gefährdungen mit Prüfungsbedarf in Trinkwasserschutzgebieten*, (2 S. 16-18) für verschiedenen Nutzungsarten folgende Gefährdungspotenziale unterschieden:

- Sehr hohes Gefährdungspotenzial
- Hohes Gefährdungspotenzial und
- Weniger hohes Gefährdungspotenzial

Die Gewichtung erfolgt danach, ob die möglichen Gefährdungen im Bereich der Schutzzone II oder III liegen. Im Gegensatz zum allgemeinen Gefährdungspotenzial handelt es sich um eine standortbezogene Risikoabschätzung. Jede Gefährdung, unabhängig von ihrer Art, die im Bereich der Schutzzone II liegt, trägt ein *sehr hohes Gefährdungspotenzial*. Die Darstellung der nutzungsspezifischen Gefährdungspotenziale folgt in Kapitel C4, in dem die Verschneidung der identifizierten potenziellen Gefährdungen mit deren Lage innerhalb der Schutzzonen durchgeführt wird.

Ein einheitlicher Maßstab für den Vergleich und eine Bewertung des Grades der unterschiedlichen Gefährdungen ist mit dieser Einteilung nicht gegeben (2). Auf diese Weise wird eine Tankstelle hinsichtlich ihres Gefährdungspotenzials immer gleich gewichtet. Unabhängig davon, ob es sich um eine alte und möglicherweise schadhafte oder um eine neue, nach dem neuesten Stand der Technik eingerichtete Anlage handelt, werden Tankstellen immer zusammen mit allen Anlagen betrachtet, bei denen Umgang und Lagerung von wassergefährdender Stoffe vorliegt. Anlagen dieser Art tragen innerhalb der Schutzzone II immer ein *sehr hohes Gefährdungspotenzial*.

Ebenso werden z.B. im Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Nutzung alle Flächen innerhalb der Schutzzone II, auf denen Düngemittel zum Einsatz kommen mit einem *sehr hohen Gefährdungspotenzial* belegt, unabhängig davon, ob sie in ein landwirtschaftliches Beratungsprogramm eingebunden sind oder nicht.

Diese Vereinheitlichung ist vorerst sinnvoll, da die Nutzungen innerhalb des Schutzgebietes durch Neuansiedlungen, Umbauten und Neuinstallationen Schwankungen unterworfen sein können und sich kaum in einen festen Rahmen zwängen lassen. Bei jeder Änderung müsste die Darstellung in der Risikokarte überarbeitet werden.

Durch die vereinheitlichte Darstellung eröffnet sich für jeden einzelnen Standort ein Ermessungsspielraum, der es erlaubt, die einzelnen Nutzungen fallweise zu beurteilen und zusätzlich auch hinsichtlich der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung in ihrem **Grundwasserverschmutzungsrisiko** zu bewerten (2). Für jede Handlung mit Gefährdungspotenzial ist zu prüfen, ob von ihr in der jeweiligen Zone eine Gefährdung für das Grundwasser ausgeht und ob, unter Beachtung des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes, ein Verbot oder eine Beschränkung notwendig ist (2).

Zur kartographischen Darstellung des Verschmutzungsrisikos in den Schutzzonen erfolgt in Kapitel C6 die GIS-technische Verschneidung des definitiven Schutzfaktors mit der Karte des nutzungsspezifischen Gefährdungspotenzials.

C2. Bewertung des allgemeinen Gefährdungspotenzials

Die Schutzzone der Quelle *Kuelemeeschter* wird überwiegend durch landwirtschaftliche Nutzungen geprägt. Landwirtschaftliche Höfe sind nicht betroffen. Die aktuelle Realnutzung ist in Plan 101085-1/204 (Teil A des Gutachtens) mit Hilfe einer Luftbilddarstellung aus dem Jahr 2013 dargestellt.

Eine erste Bewertung des allgemeinen Gefährdungspotenzials erfolgt in Anlehnung an die Angaben im Workshop „Präsentation des Leitfadens für die Ausweisung von Grundwasserschutzzonen für die Trinkwassergewinnung“ (3). Das Gefährdungspotenzial wird dort für verschiedene Nutzungstypen in die vier Kategorien *sehr hoch*, *hoch*, *mittel* und *gering* eingeteilt.

Die Darstellung des *Ist-Zustands* zum Zeitpunkt der Berichterstattung, also dem Bestand der allgemeinen Gefährdungen im Einzugsgebiet der Quelle in Plan 101085-1/230 erfolgt unter Zugrundelegung der Realnutzung (Plan 101085-1/204, Teil A des Gutachtens). Bebauungsgebiete, Abwasserkanäle sowie Altlasten und Altlastenverdachtsflächen sind von der Schutzzone der Quelle *Kuelemeeschter* nicht betroffen.

Der *Plan-Zustand* des allgemeinen Gefährdungspotenzials in Plan 101085-1/231 bezieht sich ebenfalls auf die Realnutzung (Plan 101085-1/204, Teil A des Gutachtens). Im Gegensatz zum *Ist-Zustand* wird im *Plan-Zustand* vorausgesetzt, dass alle landwirtschaftlichen Flächen, die sich innerhalb der Schutzzone befinden, einer landwirtschaftlichen Beratung unterliegen. Das Gefährdungspotenzial wird im *Plan-Zustand* daher von *hoch* auf *mittel* herabgesetzt (vgl. Tabelle 1).

Die Flächenanteile der verschiedenen Nutzungsarten und deren Gefährdungspotenziale nach (3) sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Im untersuchten Einzugsgebiet sind gemäß dem aktuellen PAG keine Industrie- und Gewerbegebiet sowie keine Erweiterung der Bebauungsgrenze vorgesehen. Demnach erfolgt keine Nutzungsänderung zwischen dem Ist- Zustand und dem Plan-Zustand.

Tabelle 1: Flächenanteile der einzelnen Nutzungsarten im Einzugsgebiet der Quelle *Kuelemeeschter*. Einteilung der Nutzungen in Anlehnung an (3)

Nutzung	Fläche ha	Fläche %	Gefährdungspotenzial (3)
Abwasserbeseitigung/ Abwasseranlagen			
Klägrube	vorhanden	vorhanden	hoch
Siedlung und Verkehr			
Straßen	4,26	2,38	hoch
Wohngebiete	0,39	0,22	
Landwirtschaftliche, forstwirtschaftliche und gärtnerische Nutzungen			
Acker	90,33	50,42	hoch (nicht in Kooperation mit der LWK) mittel (in Kooperation)
Mesophiles Grünland	36,01	20,10	mittel
Forstgebiete	48,04	26,82	gering
Andere	0,11	0,06	hoch
Summe	179,15	100	

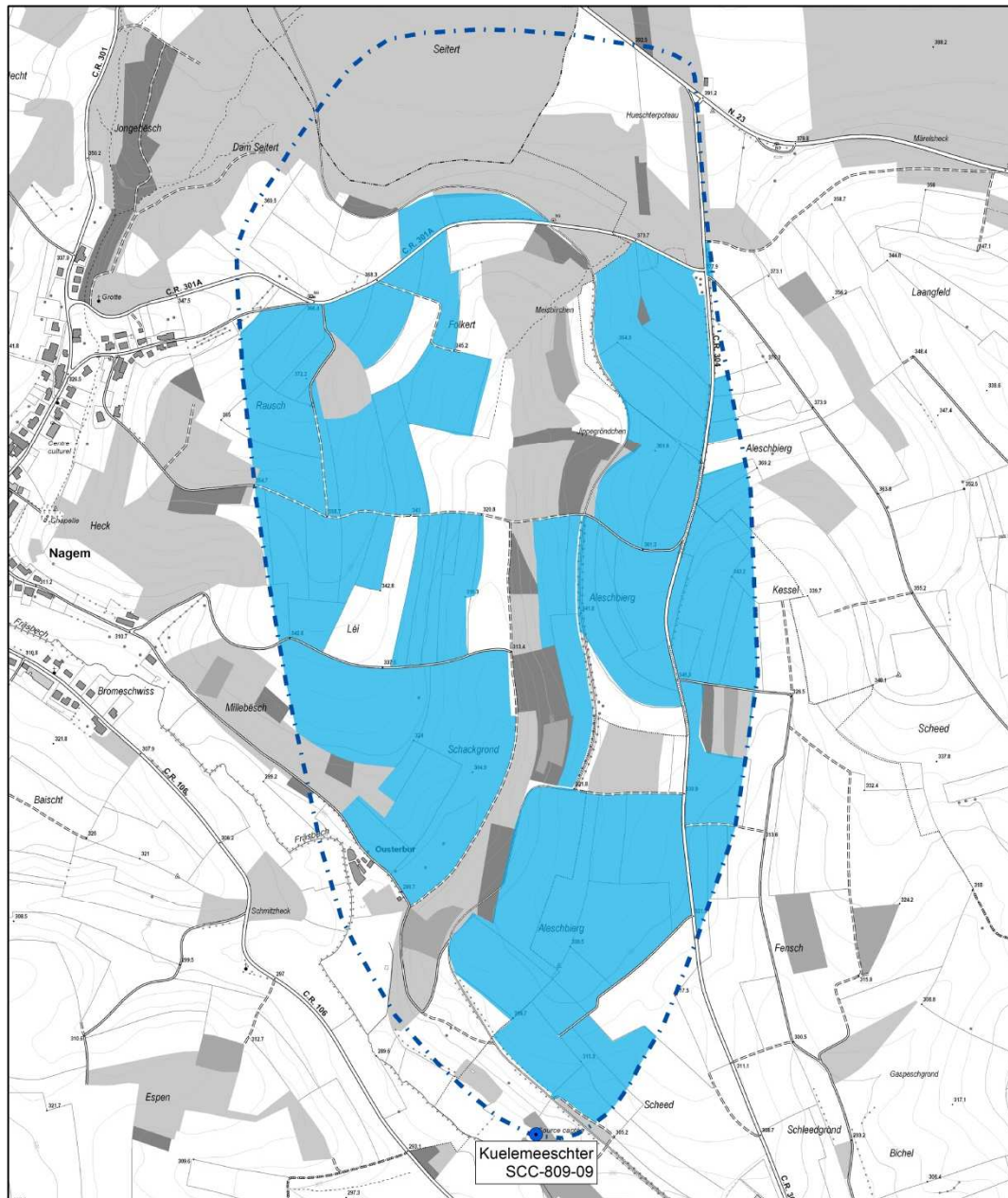
Insgesamt ergibt sich somit für die allgemeinen Gefährdungen innerhalb der Schutzzone folgende Verteilung:

Tabelle 2: Prozentuale Verteilung des allgemeinen Gefährdungspotenzials im Einzugsgebiet.

Gefährdungspotenzial	sehr hoch	hoch	mittel	gering
% der Gesamtfläche im Ist-Zustand	0,00	53,08	20,10	26,82
% der Gesamtfläche im Plan-Zustand	0,00	2,66	70,52	26,82

Die Flächenanteile mit einem hohen allgemeinen Gefährdungspotenzial nehmen im Plan-Zustand ab, die Flächenanteile mit einem mittleren allgemeinen Gefährdungspotenzial nehmen zu. Eine Verbesserung des Gefährdungspotenzials steht im Wesentlichen im Zusammenhang mit der Herabstufung des Gefährdungspotenzials der landwirtschaftlichen Nutzflächen von hoch auf mittel im Plan-Zustand. Die

Flächenanteile mit einem geringen allgemeinen Gefährdungspotenzial verändern sich nicht. Abbildung 1 verdeutlicht diese Entwicklung.



Legende

- | | |
|------------------|--|
| ● Quelfassung | Entwicklung des Gefährdungspotenzials |
| maßgebliches EZG | Verbesserung des Gefährdungspotenzials |
| | Verschlechterung des Gefährdungspotenzials |

Abbildung 1 : Entwicklung des Gefährdungspotenzials vom IST- zum PLAN-Zustand im Einzugsgebiet der Quelle *Kuelemeeschter*

C3.Grundwasserqualität: Ist-Analyse und Entwicklungstendenzen

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen können Kap. A 5.4 sowie Plan 101085-1/209 aus Teil A des Schutzzonengutachtens entnommen werden.

Die Wasseranalysen zeigen im Beobachtungszeitraum von 2002 bis 2015 insgesamt eine sehr hohe Nitratbelastung der Quelle. Die Konzentrationen schwanken zwischen 32 und 46 mg/l, der Mittelwert liegt bei 39 mg/l.

Entwicklungstendenzen für die Qualität des Wassers über den Zeitraum 2002 bis 2015 sind für die Inhaltsstoffe Chlorid und Nitrat und die Parameter elektrische Leitfähigkeit und pH-Wert in Plan 101085-1/210 dargestellt. Die Parameter elektrische Leitfähigkeit, Chlorid und Nitrat zeigen über den gesamten Zeitraum eine leicht steigende Tendenz.

Rückstände von Pestiziden wurden in der Quelle wiederholt nachgewiesen. Der Grenzwert für den Einzelstoff Metolachlor-ESA (100 ng/l), ein Abbauprodukt der Metolachlorsäure, wurde mehrfach deutlich überschritten. Die Werte schwanken zwischen 41 und 209 ng/l. Der erste Nachweis erfolgte im April 2008, davor wurde der Stoff nicht untersucht. Seit Dezember 2012 liegen die Konzentrationen bis auf eine Ausnahme (Januar 2016) konstant oberhalb des erlaubten Grenzwertes. Die Konzentrationen steigen bis zum Jahr 2013 tendenziell an, seitdem deutet sich ein rückläufiger Trend an.

Für Atrazin und Desethylatrazin liegen Nachweise seit Mai 2007 vor. Die Stoffe wurden in allen Analysen nachgewiesen. Über den Gesamtzeitraumbetrachtet scheinen die Konzentrationen leicht rückläufig zu sein. Eindeutig lässt sich dies jedoch nicht belegen.

Die zeitliche Entwicklung deutet, zumindest für Metolachlor-ESA und Desethylatrazin, einen Anstieg der Konzentrationen in den Monaten März/April an. Dies sind die Monate, in denen auch das Maximum des neugebildeten Wassers aus den Wintermonaten das Grundwasser erreicht und der Zustrom vermehrt aus Nordosten, von den landwirtschaftlichen Flächen des Aleschbiere kommt (vgl. Abbildungen 2 im Teil A und Abb.3 in Plan 101085-1/201).

Vereinzelte wurden in den Analysen auch geringfügige Konzentrationen der Stoffe MCPA, Metolachlor-OXA, Terbutylazin und Desethylterbutylazin nachgewiesen.

Im Oktober 2014 wurde zum ersten Mal Metazachlor-ESA und -OXA, Metabolite des Herbizids Metazachlor, untersucht. Die Werte lagen bei 51 ng/l bzw. unterhalb der Nachweisgrenze.

Der Grenzwert für die Summe aller Pestizide (500 ng/l) (26) wird in keiner Analyse überschritten.

C4. Nutzungsspezifisches Gefährdungspotenzial

C 4.1 Allgemein

Das nutzungsspezifische Gefährdungspotenzial bezieht sich auf die Schadstoffmenge, die durch die jeweilige Nutzung in den Stoffkreislauf eingebracht wird /werden kann, und aus der Häufigkeit, mit der dieses Ereignis eintreten kann (5). Nach dem Leitfaden zur Ausweisung der Trinkwasserschutzzonen (1) soll die Bewertung der Gefährdungspotenziale dem DVGW-Arbeitsblatt W101 entnommen werden. Hier werden nicht einzelne Betriebe, sondern ganze Zonen, mit möglichen nutzungsspezifischen Gefährdungen zusammengefasst. Die entsprechende Einteilung für das Einzugsgebiet ist in Tabelle 3 und für die Schutzzone II in Tabelle 4 aufgeführt.

Standorte, die aufgrund ihrer Nutzung in mehrere Kategorien fallen, werden immer mit dem schlechtesten der angegebenen Werte belegt.

C 4.2 Landwirtschaft

Die Schutzzone der Quelle *Kuelemeeschter* wird zum überwiegenden Teil (71 %) landwirtschaftlich genutzt. Die restlichen Flächen sind bewaldet. Es finden sich Ackerflächen (Mais- und Getreideanbau), Wiesen sowie Weideflächen in der Schutzzone II und III.

Der Einfluss der Landwirtschaft ist zum Zeitpunkt der Berichterstattung im Rohwasser deutlich nachweisbar (hohe Nitratkonzentrationen und wiederholter

Nachweis von Pestizidrückständen). Die Nitratkonzentration zeigt seit 2006 eine steigende Tendenz und befindet sich mit zuletzt 45 mg/l unmittelbar unter dem Grenzwert von 50 mg/l. Maßnahmen, die eine Verminderung des Nitrataustrags in der Schutzzone bewirken, müssen somit eingeleitet werden (6).

Rückstände von Metolachlor-ESA überschreiten in der Regel den Grenzwert von 100 ng/l.

C 4.3 Altlasten und Altlastenverdachtsflächen

Im Altlasten- und Verdachtsflächenkataster sind für den Bereich der Schutzzone der Quelle *Kuelemeeschter* keine Standorte vermerkt.

C 4.4 Betriebe im Umgang mit wassergefährdenden Stoffen

In der Schutzzone der Quelle *Kuelemeeschter* befindet sich nur das Wochenendhaus im Bereich Ouschterbour. Ein Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (private Tankstelle, Lagerung von Pestiziden usw.) ist hier möglich jedoch eher unwahrscheinlich. Entlang der CR 301A befindet sich ein Biomassebehälter.

C 4.5 Oberflächenentwässerung

Auf dem Anwesen *Ouschterbour* ist eine private Klärgrube vorhanden. Weitere Anlagen liegen in der Schutzzone der Quelle *Kuelemeeschter* nicht vor.

C 4.6 Nutzungsbezogene Gefährdungspotenziale für die Grundwasserqualität

Das allgemeine Gefährdungspotenzial, dargestellt in Plan 101085-1/230 und Plan 101085-1/231 zeigt die Gefährdungen innerhalb des Einzugsgebietes ohne Berücksichtigung auf deren Lage innerhalb der verschiedenen Zonen und ohne Berücksichtigung des Untergrundes.

Eine erste Bewertung für das nutzungsspezifische, bzw. standortbezogene Gefährdungspotenzial erfolgt auf Basis des DVGW-Arbeitsblattes W101 (Tabelle 1:

Potenzielle Gefährdungen mit Prüfungsbedarf in Trinkwasserschutzgebieten), indem die potenziellen Gefährdungen in Bezug auf ihre Lage in der Schutzzone gewichtet werden:

- Sehr hohes Gefährdungspotenzial
- Hohes Gefährdungspotenzial und
- Weniger hohes Gefährdungspotenzial

Alle Flächen, von denen keine direkten Gefährdungen ausgehen (z.B. Waldgebiete), werden in der GIS-technischen Auswertung mit dem Eintrag „geringes Gefährdungspotenzial“ markiert.

Die Auswertung erfolgt unter Zugrundelegung der Realnutzung der Gemeinden im Bereich der Schutzzone (Luftbild Plan 101085-1/204).

Nach DVGW werden die möglichen Gefährdungen danach gewichtet, ob sie im Bereich der Schutzzone II, III, IIIA oder IIIB liegen (Tab 1, DVGW W101 (2)). Es handelt sich demnach um eine standortbezogene Risikoabschätzung. Jede identifizierte Gefährdung, unabhängig von ihrer Art, die im Bereich der Schutzzone II liegt, trägt ein „*sehr hohes Gefährdungspotenzial*“. In der Schutzzonen III, IIIA und IIIB wird unterteilt in „*hohes Gefährdungspotenzial*“ und „*weniger hohes Gefährdungspotenzial*“.

Die kartographische Darstellung der nutzungsspezifischen Gefährdungspotenziale in Bezug auf ihre Lage im Schutzgebiet findet sich in Plan 101085-1/232. Es gilt hier der *Plan-Zustand*, da sich die potenziellen Gefährdungen auch auf zukünftige Vorhaben beziehen.

Eine Zusammenstellung über die aktuellen potenziellen Gefährdungen im Einzugsgebiet der Quelle mit Prüfungsbedarf nach Tab. 1, DVGW W101 gibt Tabelle 3. Die Abstufung innerhalb der Schutzzone III sind in der Tabelle farblich markiert (**rot**: „*sehr hohes Gefährdungspotenzial*“, **orange**: „*hohes Gefährdungspotenzial*“, **grün**: „*weniger hohes Gefährdungspotenzial*“).

Tabelle 3: Potenzielle Gefährdungen in der Schutzzone nach Tab 1, DVGW W101.

1	Industrie und Gewerbe	keine Anlagen vorhanden/geplant
2	Abwasserbeseitigung und Abwasseranlagen	
2.1	Errichten, Erweitern und Betrieb von Abwasserbehandlungsanlagen einschließlich Kleinkläranlagen mit anschließender Versickerung	Klärgrube auf dem Gelände des Wochenendhauses Ousterbour
2.2	Bau und Betrieb von Abwasserkanälen und –leitungen	Nicht vorhanden
2.3	Ausbringen und Versickern von Abwasser	Nicht bekannt.
2.4	Einleiten von Schmutzwasser und Niederschlagswasser von Verkehrsflächen in oberirdische Gewässer.	Nicht bekannt.
2.5	Versickerung von Niederschlagswasser von Dach- und Verkehrsflächen mittels oberirdischer Versickerungsanlagen	Nicht bekannt.
2.6	Versickerung von Niederschlagswasser mittels unterirdischer Versickerungsanlagen (insbes. Versickerungsschächte)	Nicht bekannt.
3	Abfallentsorgung	keine Anlagen bekannt
4	Siedlung und Verkehr	
4.1	Ausweisung neuer Baugebiete	Es ist keine Ausweisung geplant.
4.2	Errichten, Erweitern und Betrieb von baulichen Anlagen mit Eingriffen in den Untergrund (über Grundwasser)	Bei allen Neubauten ist ein Eingriff in den Untergrund möglich.
4.3	Errichten, Erweitern und Betrieb von baulichen Anlagen mit Eingriffen in den Untergrund (im Grundwasser)	Im Bereich Ouschterbour liegt der Flurabstand bei maximal 5 m. Bauliche Anlagen sind nicht bekannt.

4.4	Errichten, Erweitern und Betrieb von Anlagen zum Umgang und zur Lagerung wassergefährdender Stoffe.	Keine Anlagen bekannt.
4.5	Gewässerausbau und –neubau sowie Hochwasserretentionsflächen.	Keine Anlagen vorhanden/bekannt.
4.6	Baustelleneinrichtungen, Baustofflager und Wohnunterkünfte für Baustellenbeschäftigte.	Keine Anlagen vorhanden.
4.7	Neu-, Um-, und Ausbau von Straßen mit Ausnahme von Feld- und Waldwegen.	Kein Neu-, Um-, oder Ausbau geplant.
4.8	Neu-, Um-, und Ausbau von Gleisanlagen des schienengebundenen Verkehrs	Keine Anlagen vorhanden.
4.9	Anlegen und Erweitern von Flugplätzen, einschließlich Sicherheitsflächen, Notabwurfplätze	Kein Neu-, Um-, oder Ausbau geplant.
4.10	Anwendung von Pflanzenschutzmitteln	Im Bereich von privaten Gärten möglich.
4.11	Transport wassergefährdender Stoffe	Auf dem Straßennetz (C.R. 301A, C.R. 304, Feld- und Waldwege) ist der Transport wassergefährdender Stoffe möglich. Bei Unfällen können wassergefährdende Stoffe in das Grundwasser gelangen.
5	Eingriffe in den Untergrund	
5.1.	Gewinnen von Rohstoffen und sonstige Abgrabungen mit Freilegung des Grundwassers	Keine Eingriffe vorhanden.
5.2	Gewinnen von Rohstoffen und sonstige Abgrabungen ohne Freilegung des Grundwassers	Keine Anlagen vorhanden.
5.3	Errichten, Erweitern und Betrieb von Tunnel- und Stollenbauten sowie Kavernen und Untertagebergbau	Keine Anlagen vorhanden.
5.4	Bohrungen	In der Schutzzone gibt es zwei Grundwassermessstellen (FRE-809-32/33).

5.5	Sprengungen	Informationen zu Sprengungen in der Schutzzone liegen nicht vor.
5.6	Errichten, Erweitern und Betrieb von Grundwasserwärmepumpen, Erdwärmesonden und -kollektoren	Keine Anlagen bekannt. In der Schutzzone sind Erdwärmepumpen nicht möglich oder mit Einschränkungen möglich (Quelle: AGE).
5.7	Errichten, Erweitern und Betrieb von Anlagen zur Eigenwasserversorgung und Beregnungsbrunnen	Keine Anlage bekannt.
6	Landwirtschaftliche, forstwirtschaftliche und gärtnerische Nutzungen	
6.1	Düngen mit Wirtschaftsdüngern und Sekundärrohstoffdüngern	Auf den landwirtschaftlichen Flächen innerhalb der Schutzzone, eventuell auch im Bereich von Gartenanlagen .
6.2	Errichten, Erweitern und Betrieb von Anlagen zum Lagern und Abfüllen flüssiger Stickstoffdünger und Pflanzenschutzmitteln	Entlang der CR 301A im Bereich Aleschbiereg befindet sich ein Biomassebehälter.
6.3	Errichten, Erweitern und Betrieb von befestigten Dunglagerstätten	Keine Anlagen vorhanden.
6.4	Errichten, Erweitern und Betrieb von Anlagen zum Lagern und Abfüllen von Jauche, Gülle und Silagesickersaft	Keine Anlagen vorhanden.
6.5	Errichten, Erweitern und Betrieb von ortsfesten Anlagen zur Gärfutterbereitung	Keine Anlagen vorhanden.
6.6	Feldlagerung von Stallmist und Silage	Mehrere Bereiche vorhanden.
6.7	Eintrag hoher Stickstofffrachten in das Grundwasser (z.B. durch ackerbauliche Nutzung auf Moorböden, Leguminosenanbau, Umbruch von Dauergrünland); überhöhte Düngung	Die hohen Nitratkonzentrationen im Grundwasser weisen deutlich auf eine überhöhte Düngung hin.

6.8	Freiland-, Koppel- und Pferchtierhaltung	Nicht bekannt.
6.9	Wildgehege, Wildfutterplätze	Nicht bekannt.
6.10	Beweidung	Zahlreiche Weideflächen vorhanden.
6.11	Kahlschlag und Waldrodung	Am westlichen Rand des kleinen Waldgebietes an der Grenze von der Schutzzone II zu II-V1 wurde eine Reihe Bäume abgeholzt.
6.12	Erstaufforstungen	Nicht bekannt.
6.13	Nassholzkonservierung, Wertholzlagerplätze	Nicht bekannt.
6.14	Beregnung von landwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzten Flächen	Keine Anlagen bekannt.
6.15	Errichten, Erweitern und Betrieb von Drainagen und zugehörigen Vorflutgräben	Keine Anlagen bekannt.
6.16	Errichten, Erweitern und Betrieb von Kleingartenanlagen, Baumschulen, Gartenbaubetrieben, forstlichen Pflanzgärten, Weinbau, Hopfenanbau, Gemüse-, Obst- und Zierpflanzenanbau.	Keine Anlagen vorhanden.
6.17	Anwendung von Pflanzenschutzmitteln	Restbestände von Pestiziden bzw. deren Abbauprodukte wurden im Grundwasser nachgewiesen. (Atrazin, Desethylatrazin, 2,6-Dichlorbenzamid, Metolachlor-ESA, Metazachlor-ESA).
7	Sonstige Nutzungen	Keine Anlagen vorhanden.

Eine Zusammenstellung über die aktuellen potenziellen Gefährdungen innerhalb der Schutzzone II mit Prüfungsbedarf nach Tab. 1, DVGW W101 gibt Tabelle 4. Wie oben erwähnt, gilt für alle Gefährdungen im Bereich der Schutzzone II ein „sehr hohes Gefährdungspotenzial“.

Tabelle 4: Potenzielle Gefährdungen in der Schutzzone II nach Tab. 1, DVGW W101.

2	Abwasserbeseitigung und Abwasseranlagen	
2.1	Errichten, Erweitern und Betrieb von Abwasserbehandlungsanlagen einschließlich Kleinkläranlagen mit anschließender Versickerung	Klärgrube auf dem Gelände des Wochenendhauses Ousterbour
5	Eingriffe in den Untergrund	
5.4	Bohrungen	Zwei Grundwassermessstellen vorhanden FRE-809-32/ -33
6	Landwirtschaftliche, forstwirtschaftliche und gärtnerische Nutzungen	
6.1	Düngen mit Wirtschaftsdüngern und Sekundärrohstoffdüngern	Die Schutzzone II unterliegt zu rund 80% landwirtschaftlicher Nutzung.
6.6	Feldlagerung von Stallmist und Silage	Beobachtet im Schackgrond
6.7	Eintrag hoher Stickstofffrachten in das Grundwasser, überhöhte Dünung	Die hohen Nitratkonzentrationen im Grundwasser weisen deutlich auf eine überhöhte Dünung hin.
6.10	Beweidung	Zahlreiche Weideflächen vorhanden.
6.11	Kahlschlag und Waldrodung	Kahlschlag an westlicher Grenze einer kleinen Waldfläche.
6.17	Anwendung von Pflanzenschutzmitteln	Auf landwirtschaftlichen Nutzflächen.

Im Unterschied zum allgemeinen Gefährdungspotential, das sich auf das Einzugsgebiet der Wasserfassung bezieht (Tabelle 1), wird das nutzungsspezifische Gefährdungspotential auf die Lage der Fläche innerhalb der Schutzzone bezogen. Tabelle 5 gibt die Flächenverteilung der einzelnen Nutzungen für die Schutzzone der Quelle Kuelemeeschter aus.

Tabelle 5: Flächenanteile der verschiedenen Nutzungen in der Schutzzone der Quelle *Kuelemeeschter*

Nutzung	Fläche ha	Fläche %
Abwasserbeseitigung/ Abwasseranlagen	in Siedlung und Infrastruktur	
Kanal und Abwasseranlagen		
Siedlung und Infrastruktur		
Hauptverkehrsstraßen	1,93	0,99
Feld- und Wanderwege	2,50	1,29
Wohngebiete	0,39	0,20
Landwirtschaftliche, forstwirtschaftliche und gärtnerische Nutzungen		
Acker	92,31	47,59
Grünland	37,90	19,54
Forstgebiete	58,82	30,33
Sonstige Nutzungen	0,11	0,06
Summe	193,96	100,00

C5.Schutzfunktion der grundwasserüberdeckenden Schichten

Das Gebirge im Einzugsgebiet der Quelle *Kuelemeeschter* ist durch eine hohe Heterogenität gekennzeichnet. Die Lithologie der Gesteine schwankt vertikal und horizontal, daher liegen keine detaillierten Angaben über die Schutzfunktion der Deckschichten vor (vgl. Teil A, Kap. 7.5). Einzig den Ablagerungen des Steinmergelkeupers (km3) wird, aufgrund der vornehmlich feinkörnigen Ausbildung in Form von Mergeln, eine hohe Schutzfunktion für das Grundwasser zugeschrieben. Auch die Bodenkarte in Plan 101085-1/215 spiegelt im Norden des Einzugsgebietes den Verbreitungsbereich des Steinmergelkeupers durch die dort vorherrschenden schluffigen Tone wider.

Die Kartendarstellung zur Schutzfunktion (definitive Schutzwirkung) im Einzugsgebiet der Quelle findet sich in Plan N° 101085-1/223-a). In der Schutzzone sind etwa zweidrittel der Flächen mit dem definitiven Schutzfaktor *mittel* belegt. Im Norden schließt sich ein Raum mit Schutzfaktor *hoch* an. Ein *geringer* Schutzfaktor kennzeichnet die Bereiche mit Flurabständen unterhalb von 5 m, die Hangbereiche

sowie die nachgewiesenen Akkumulationsbereiche. *Sehr geringe* Schutzfaktoren finden sich nur in eng begrenzten Bereichen, in denen es zur Versickerung von Oberflächenwasser kommt. Es handelt sich um den temporären Bachlauf am Eingang des Schackgrond im Norden des Einzugsgebietes und um den vermuteten Versickerungsbereich des Fräsbech am südlichen Rand des Einzugsgebietes.

C6.Verschmutzungsrisiko

Das Grundwasserverschmutzungsrisiko steht für die Wahrscheinlichkeit, mit der Schadstoffe in das Grundwasser gelangen können und für die Intensität, der daraus resultierenden Belastungsrisiken (1). Es berücksichtigt, neben der Lage der unterschiedlichen Nutzungen in Bezug auf die Wasserfassung, auch die Schutzwirkung des Untergrundes.

Aus der GIS-technischen Verschneidung der Gefährdungskarte (Plan 101085-1/232) mit der Karte zur Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung (Plan N° 101085-1/123-a, Teil A) ergibt sich die Risikokarte (Darstellung des Verschmutzungsrisikos in Plan 101085-1/233).

Die Verschneidung erfolgt nach der 4 x 4- Matrix zur Risikobewertung in Tabelle 6 aus dem Leitfaden zur Ausweisung von Grundwasserschutzzonen (1) (S. 18, Abb. 7).

Tabelle 6: Matrix zur Risikobewertung nach (3).

Gefährdungspotenzial	Definitive Schutzwirkung			
	hoch	mittel	gering	sehr gering
gering	gering	gering	mittel	hoch
mittel*	gering	mittel	hoch	hoch
hoch	mittel	hoch	hoch	sehr hoch
sehr hoch	hoch	hoch	sehr hoch	sehr hoch

* nach DVGW: weniger hoch

Das bestehende Risiko für die Quelle *Kuelemeeschter* ist über weite Bereiche der Schutzzone *hoch*. Dies ist im Wesentlichen dadurch bedingt, dass der überwiegende Teil des Gebietes landwirtschaftlich genutzt wird. Nur die Flächen im

Verbreitungsbereich der schützenden Deckschichten im Norden und im Bereich der kleinen Waldgebiete sind mit einem *mittleren* bis *geringen* Risiko belegt.

Flächen mit einem *sehr hohen* Risiko finden sich im Bereich des Hanges oberhalb der Quellfassung und im Schackgrond (Plan 101085-1/233).

Senningerberg, 01. August 2016

B.E.S.T.

Ingénieurs-Conseils S. à r. l.

G. BEFFORT

C. SCHNATMEYER

M. URBING

C7.Literaturverzeichnis

1. **Ministère de l'Intérieur et à la Grande Région, Administration de la Gestion de l'eau.** *Leitfaden zur Ausweisung von Grundwasserschutzgebieten.* Luxembourg : s.n., März 2010.
2. **DVGW.** *Technische Regel, Arbeitsblatt W 101; Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete; Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser.* Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. Bonn : s.n., Juni 2006. S. 19.
3. **ahu AG Aachen, C.Sailer.** eau.public.lu. *Administration de la gestion de l'eau.* [Online] 25. März 2009.
http://www.eau.public.lu/eaux_souterraines/zone_protection/workshop_2.pdf.
4. **Amtsblatt des Großherzogtums Luxemburg.** Règlement grand-ducal du 7 octobre 2002 relatif à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. A-N° 115. Luxembourg : s.n., 7.. 10. 2002. S. page 2816.
5. **Administration de la gestion de l'eau.** *Leitfaden zur Ausweisung von Grundwasserschutzgebieten.* Luxembourg : Ministère de l'Intérieur et à la Grande Région, März 2010.
6. **Amtsblatt des Großherzogtums Luxemburg.** Règlement grand-ducal du 8 juillet 2010 relatif à la protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration. *Memorial A-N° 113.* Luxembourg : s.n., 19 juillet 2010. S. 1942-1944.

C8.Anlagen:

Risikoplan

Plan 101085-1/230	Ist-Zustand des allgemeinen Gefährdungspotenzials
Plan 101085-1/231	Plan-Zustand des allgemeinen Gefährdungspotenzials
Plan 101085-1/232	Übersichtsdarstellung der nutzungsspezifischen Gefährdungspotenziale
Plan 101085-1/233	Darstellung des Verschmutzungsrisikos

Commune de Redange
Administration de la gestion de l'eau

Zone de protection des ressources en eau
de la commune de Redange

Source Kuelemeeschter

SCC-809-09

Projet Nr. 101085

Teil C: Risikoplan

Anlagen

02. August 2016

Commune de Redange
Administration de la gestion de l'eau

Zone de protection des ressources en eau
de la commune de Redange

Source Kuelemeeschter

SCC-809-09

Projekt Nr. 101085

Teil D: Maßnahmenkatalog

02. August 2016

Teil D: MAßNAHMENKATALOG

Inhaltsverzeichnis

D1.	Allgemeine Maßnahmen	2
D2.	Empfehlungen für Verbots- und Genehmigungstatbestände	3
D3.	Nutzungsspezifischer Maßnahmenkatalog zur Sicherung und Verbesserung der Trinkwasserqualität.....	3
D 3.1	Maßnahmen in Bezug auf die Landwirtschaft	3
D 3.2	Maßnahmen in Bezug auf den Forst.....	6
D 3.3	Maßnahmen in Bezug auf Altlasten, Altlastenverdachtsflächen und Betriebe im Umgang mit wassergefährdenden Stoffen	6
D 3.4	Maßnahmen in Bezug auf Siedlungsgebiete	6
D 3.5	Maßnahmen in Bezug auf Besonderheiten im Einzugsgebiet	7
D4.	Monitoring	7
D 4.1	Generelle Monitoringkonzeption	7
D 4.2	Messnetz	7
D 4.3	Messprogramm.....	8
D 4.4	Berichtswesen	9
D5.	Anlagenverzeichnis	10
D6.	Literaturverzeichnis.....	10

D1. Allgemeine Maßnahmen

Die einzelnen Vorschläge für Maßnahmen sind mit der jeweiligen Prioritätensetzung

1. kurz (Sofortmaßnahmen)
2. mittel (Planungshorizont 2 bis 4 Jahre) und
3. langfristig (bis 10 Jahre)

in Tabelle 1 bis Tabelle 3 zusammengestellt. Eine detaillierte Auflistung mit Angabe der Ansprechpartner gibt Anlage D1.

Tabelle 1: Nutzungsspezifischer Maßnahmenkatalog, allgemeine Maßnahmen.

Nr.	Nutzung	WSZ	Maßnahme	Priorität
1	Wasser- versorger	I	Kontrolle der Schutzzone, ggf. Entfernung von tiefwurzelnden Pflanzen, Auffüllen von Erdsenken mit geeignetem Bodenmaterial, dauerhafte Begrünung mit Gras	1
2		I	Umzäunung	1
3	alle	I, II, III	Beschilderung Wasserschutzgebiet	1
4	Wasser- versorger	I	Regelmäßige Kontrolle der Nitrat- und Pestizidkonzentrationen	1 – 3
5	alle	I, II, III	Entwicklung eines Alarmplans	2
6		II, III	Überprüfung der Grenzen der Schutzzone	3

Der Bereich der Schutzzonen I und II muss regelmäßig kontrolliert werden. Ggf. auftretende Schäden des Untergrundes wie z.B. durch ausgerissene Baumwurzeln im Bereich der Schutzzone II, Risse und/oder Grabgänge im Erdreich der Schutzzone I sollen durch abdichtende Maßnahmen entfernt werden.

Die Fläche der Schutzzone I muss eingezäunt und vor unbefugtem Betreten geschützt werden. Sie soll mit einer zusammenhängenden Grasdecke versehen und frei von Bäumen gehalten werden.

Das ausgewiesene Wasserschutzgebiet muss mit einer Beschilderung im Gelände kenntlich gemacht werden.

Um die Entwicklung der Wasserqualität beurteilen zu können sind, zusätzlich zu den gesetzlich vorgeschriebenen Untersuchungsintervallen, regelmäßige Kontrollen der

Nitrat- und Pestizidkonzentrationen notwendig. Es wird in den ersten zwei Jahren ein monatlicher Rhythmus empfohlen.

Für Grundwasserverunreinigungen, die zu einer Beeinträchtigung oder zum Ausfall der Wasserversorgung führen können, muss nach der luxemburgischen Trinkwasserverordnung (1) ein Alarmplan entwickelt werden, in dem entsprechende Maßnahmen festgelegt sind. Hinweise und Vorgehensweisen finden sich in den Technischen Mitteilungen der DVGW (2), (3).

Eine Überprüfung der Lage des Einzugsgebietes und der Schutzzonen, etwa 10 Jahre nach deren rechtskräftigen Ausweisung, wird empfohlen.

D2. Empfehlungen für Verbots- und Genehmigungstatbestände

Der Katalog zu Verbots- und Genehmigungstatbeständen im zukünftigen Wasserschutzgebiet kann dem Anhang 1 des *„Règlement grand-ducal du 9 juillet 2013 relatif aux mesures administratives dans l'ensemble des zones de protection pour les masses d'eau souterraine ou parties de masses d'eau souterraine servant de ressource à la production d'eau destinée à la consommation humaine“* (4) entnommen werden.

Zahlreiche Handlungen, insbesondere innerhalb der Schutzzone III, sind gemäß dem Gesetz genehmigungspflichtig. Die Genehmigungen sind Einzelfallabhängig und müssen von den betroffenen Nutzern bei der Gemeinde resp. bei der Wasserverwaltung angefragt werden.

Ergänzende Empfehlungen für die Sachlage in der Schutzzone der Quelle *Kuelemeeschter* erfolgen für die landwirtschaftliche Nutzung in Kapitel D 3.1.

D3. Nutzungsspezifischer Maßnahmenkatalog zur Sicherung und Verbesserung der Trinkwasserqualität

D 3.1 Maßnahmen in Bezug auf die Landwirtschaft

Aufgrund der im Quellwasser nachgewiesenen Rückstände der landwirtschaftlichen Tätigkeit wird empfohlen, die landwirtschaftliche Beratungstätigkeit im Bereich der Schutzzone zu intensivieren. Die Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen zur

Ausbringung von organischen und mineralischen Stickstoffdüngern und stickstoffhaltigen Mehrnährstoff-Mineraldüngern gemäß der großherzoglichen Nitratrichtlinie (5) und deren Abänderung (6) soll überprüft und durchgesetzt werden.

Es wird empfohlen, für alle landwirtschaftlichen Nutzflächen, welche sich in der Schutzzone II befinden, generell eine Herabsetzung der zulässigen Stickstoffmengen auf 130 kg N_{org}/ha festzusetzen (gemäß dem Wassergesetz A-N°141). In der Zone II-V1 ist die Ausbringung von Düngern generell verboten.

In der Schutzzone III sollen die zulässigen Stickstoffmengen auf allen landwirtschaftlichen Ackerflächen, die in Bereichen mit einer geringen bis mittleren Schutzwirkung liegen (Plan N° 101085-1/223-a), ebenfalls auf 130 kg N_{org}/ha herabgesetzt werden. Im Bereich von Dauergrünland sind 170 kg N_{org}/ha gemäß dem Gesetz zulässig. Die betroffenen Flächen sind in Plan 101085-1/234 dargestellt.

Sollte nach Inkrafttreten der Wasserschutzverordnung, innerhalb der nächsten fünf Jahre keine signifikante Verbesserung der Wasserqualität vorliegen, wird empfohlen, die Herabsetzung der zulässigen Stickstoffhöchstmenge auf alle Flächen auszuweiten.

Bezüglich der nachgewiesenen Grundwasserbelastung durch Rückstände von Pflanzenschutzmitteln wird empfohlen, der Einsatz von Pestiziden innerhalb der Schutzzone II, zumindest über einen Zeitraum von fünf Jahren, generell zu verbieten. Nach Ablauf dieser Frist können die Entwicklungstendenzen der Stoffe beurteilt und weitere Maßnahmen abgeleitet werden. Die betroffenen Flächen sind in Plan 101085-1/234 dargestellt.

Die Vorschläge für Maßnahmen im Bereich der landwirtschaftlichen Nutzung mit der jeweiligen Prioritätensetzung sind in Tabelle 2 und Anlage D1 zusammengestellt.

Tabelle 2: Maßnahmen in Bezug auf die vorhandene landwirtschaftliche Nutzung.

Nr.	Nutzung	WSZ	Maßnahme	Priorität
7	Acker	II	<ul style="list-style-type: none"> Entfernung vorhandener Stallmistablagerungen. Entfernung von landwirtschaftlichen Lagerfläche (Ablagerung von Rundballen erlaubt) Verbot für den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln Ganzjährige Bodenbedeckung Fortsetzung, ggf. Intensivierung der landwirtschaftlichen Beratung Überwachung zur Einhaltung des Nitratreglements (zulässigen Stickstofffrachten 130 kg N_{org}/ha) 	1
8		III	<ul style="list-style-type: none"> Reglementierter Einsatz von Pflanzenschutzmitteln Ganzjährige Bodenbedeckung auf erosionsempfindlichen Böden Fortsetzung, ggf. Intensivierung der landwirtschaftlichen Beratung Überwachung zur Einhaltung des Nitratreglements Herabsetzung der zulässigen Stickstofffrachten auf 130 kg N_{org}/ha für Acker auf den ausgewiesenen Flächen 	1
9	Grünland	II V1	<ul style="list-style-type: none"> Keine Düngung zulässig Kein Weidevieh Kein Einsatz von Pflanzenschutzmitteln 	1
10		II	<ul style="list-style-type: none"> Fortsetzung, ggf. Intensivierung der landwirtschaftlichen Beratung Überwachung zur Einhaltung des Nitratreglements Herabsetzung der zulässigen Stickstofffrachten auf 130 kg N_{org}/ha in Zone II Kein Einsatz von Pflanzenschutzmitteln Bei Beweidung: Mobile Tränken, keine regelmäßige Fütterung, keine Winterweiden, Grasnarbe darf bei Beweidung nicht flächig verletzt werden 	1
11		III	<ul style="list-style-type: none"> Fortsetzung, ggf. Intensivierung der landwirtschaftlichen Beratung Überwachung zur Einhaltung des Nitratreglements 	1
12	Bebauung	II, III	<ul style="list-style-type: none"> Lagerbehälter auf Leckagen überwachen Jauche-, Gülle- und Sickersaftbehälter sowie Rohrleitungen auf Dichtigkeit überprüfen Vorhandene Eigenverbrauchstankstellen überprüfen, in der Regel verbieten 	2

D 3.2 Maßnahmen in Bezug auf den Forst

Negative Auswirkungen von der forstwirtschaftlichen Nutzung sind nicht nachweisbar. Notwendigen Maßnahmen bestehen zur Zeit nicht.

D 3.3 Maßnahmen in Bezug auf Altlasten, Altlastenverdachtsflächen und Betriebe im Umgang mit wassergefährdenden Stoffen

Innerhalb der Schutzzone sind keine Verdachtsflächen dokumentiert (Teil C des Gutachtens).

Betriebe im Umgang mit wassergefährdenden Stoffen sind im Einzugsgebiet der Quelle nicht vorhanden.

D 3.4 Maßnahmen in Bezug auf Siedlungsgebiete

In den Siedlungsgebieten zählen Abwasserbeseitigung, Oberflächenentwässerung, Bebauung und Verkehr, zu den umweltrelevanten Nutzungen. In der Schutzzone der Quelle Kuelemeeschter findet sich als relevante Bebauung nur das Wochenendhaus bei Ousterbour, am westlichen Rand des Einzugsgebietes. Hier muss die vorhandene Klärgrube überprüft werden. Außerdem muss das Gelände hinsichtlich weiterer potentielle Gefahrenpunkte (z.B. Lagerung von wassergefährdenden Stoffen) untersucht werden.

Weiterhin queren mehrere Wirtschaftswege und Straßen (C.R.301A, C.R.304 und N.23) die Schutzzone. Eine gezielte Oberflächenentwässerung über eine Kanalisation gibt es nicht. Das Wasser wird in der Regel über Straßengräben abgeleitet und versickert im Einzugsgebiet. Eine Reglementierung des Einsatzes von Streusalz und Pestiziden sollte geprüft werden.

Die relevanten Maßnahmen sind in Tabelle 3 und Anlage D1 zusammengestellt.

Tabelle 3: Maßnahmen im Zusammenhang mit Siedlung und Verkehr.

Nr.	Nutzung	WSZ	Maßnahme	Priorität
13		II	Überprüfung vorhandener Klärgruben auf Schäden, oder Nachweis einer Überprüfung in den letzten 5 Jahren	1
14		III	Überprüfung und Reglementierung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln.	1
15		III	Reglementierung des Einsatzes von Streusalz	2

D 3.5 Maßnahmen in Bezug auf Besonderheiten im Einzugsgebiet

Es sind keine weiteren Maßnahmen erforderlich.

D4. Monitoring

D 4.1 Generelle Monitoringkonzeption

Aufgrund der vorhandenen Belastung mit Rückständen aus den landwirtschaftlichen Nutzungen muss das Grundwasser sorgfältig überwacht werden. Die Einflüsse aus der Landwirtschaft müssen durch eine zielgerichtete Untersuchungskampagne dokumentiert und die Entwicklung mit Hilfe eines Messnetzes beobachtet werden.

Zusätzlich soll mit Hilfe des Messnetzes überprüft werden, ob ein Einfluss des Fräsbech vorliegt und wenn ja, wie groß dieser ist und ob er ggf. unterbunden werden kann.

D 4.2 Messnetz

Zur Überwachung der Grundwasserqualität und der Grundwasserhöhen wird empfohlen, die beiden bestehenden Messstellen FRE-809-32 und -33 in einem Messnetz zu verankern. Zur Vervollständigung des Netzes sollten drei zusätzliche Messstellen im Einzugsgebiet eingerichtet werden (zur Lage siehe Plan 101085-1/235):

- FRE-3, rund 1000 m nordwestlich der Quelle *Kuelemeeschter*, am westlichen Hang des Schackgrond,

- FRE-4, rund 740 m nordnordöstlich der Quelle, unmittelbar westlich der C.R.304,
- FRE-5, rund 320 m westnordwestlich der Quelle, im Abstrom des Mäanders vom Fräsbech.

Die Messstellen dienen zur Verfeinerung des Grundwassergleichenplans und zur Kontrolle des Grundwassers im Abstrom der unterschiedlichen landwirtschaftlichen Flächen. Es ergeben sich wertvolle Hinweise auf die Begrenzung des Einzugsgebietes am westlichen und östlichen Rand, die zur Überprüfung der Lage der ausgewiesenen Schutzzone notwendig sind.

D 4.3 Messprogramm

Zum Monitoring zählt die regelmäßige Überprüfung der Wasserqualität gemäß den rechtlichen Vorgaben (1). Hiernach müssen für die Quelle *Kuelemeeschter* vier Routineuntersuchungen und eine Komplettanalyse pro Jahr durchgeführt werden.

Die Nitratkonzentration und die relevanten Pestizide im Quellwasser sollen in den ersten zwei Jahren monatlich kontrolliert werden.

Weiterhin sollten im Rahmen des Messprogramms die Wasserstände in den Messstellen monatlich erfasst werden. Dadurch zeigen sich die jahreszeitlichen Schwankungen des Grundwasserspiegels und es ergeben sich Rückschlüsse auf die Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet. Das Messintervall kann nach den ersten Jahren angepasst werden.

Komplettanalysen der Grundwasserqualität sollten in den Messstellen im jährlichen Rhythmus durchgeführt werden. Die Kontrolle der Nitratkonzentrationen sollte in einem Abstand von maximal sechs Monaten erfolgen.

Die Schutzzone muss in regelmäßigen Abständen kontrolliert und gepflegt werden. Für die Schutzzone I wird ein monatlicher Rhythmus empfohlen, die Schutzzone II sollte halbjährlich und die Schutzzone III jährlich überprüft werden.

Es wird empfohlen einen Überwachungsplan aufzustellen, in dem die Zeitpunkte der Begehungen des Schutzgebietes und der Beprobung von Grundwasser festgehalten und dokumentiert werden.

D 4.4 Berichtswesen

Die Kontrollen im Rahmen des Monitorings müssen durch eine jährliche Berichterstattung dokumentiert werden. Dabei sollen speziell auch Entwicklungstendenzen aufgezeigt werden.

Es kann von Vorteil sein, eine Schutzzonenkommission einzurichten, in der neben dem Wasserversorger und der zuständigen Behörde auch die betroffenen Landwirte und Forstwirte vertreten sind. In der Kommission werden die einzelnen Maßnahmen festgeschrieben und im Laufe der Zeit auf ihre Wirksamkeit und Verhältnismäßigkeit hin überprüft. Durch die Kommission ist ein ständiger Austausch zwischen den betroffenen Parteien möglich und bei Problemfällen kann, unter Berücksichtigung aller Belange, nach Lösungen gesucht werden. Oberste Priorität hat dabei immer der Schutz der Ressource Grundwasser.

Senningerberg, 01. August 2016

B.E.S.T.

Ingénieurs-Conseils S.à r.l.

G. BEFFORT

C. SCHNATMEYER

M. URBING

D5. Anlagenverzeichnis

Plan 101085-1/234	Landwirtschaftliche Nutzflächen, zulässige Stickstoffmengen kg N _{org} /ha
Plan 101085-1/235	Darstellung des Messnetzes
Anlage D1	Nutzungsspezifischer Maßnahmenkatalog

D6. Literaturverzeichnis

1. **Amtsblatt des Großherzogtums Luxemburg.** Règlement grand-ducal du 7 octobre 2002 relatif à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. A-N° 115. Luxembourg : s.n., 7.. 10. 2002. S. page 2816.
2. **DVGW Regelwerk, Technische Mitteilung.** Merkblatt W 1050. *Vorsorgeplanung für Notstandfälle in der öffentlichen Trinkwasserversorgung.* s.l. : DVGW, März 2002.
3. —. Hinweis W 1020. *Empfehlungen und Hinweise für den Fall von Grenzwertüberschreitungen und anderen Abweichungen von Anforderungen der Trinkwasserverordnung.* Bonn : DVGW, Januar 2003.
4. **Amtsblatt des Großherzogtums Luxemburg.** Règlement grand-ducal du 7 juillet 2013 a) relatif aux mesures administratives dans l'ensemble des zones de protection pour les masses d'eau souterraine ou parties de masses d'eau souterraine servant de ressources à la production d'eau destinée à la conso. Luxembourg : s.n., 30.07.2013. Bde. A - N°141, S. 2807-2818.
5. **Amtsblatt des Großherzogtums Luxemburg.** Recueil de Legislation, Règlement grand-ducal du 24 novembre 2000 concernant l'utilisation de fertilisants azotés dans l'agriculture. A - N° 124, 11 décembre 2000:. Luxembourg : s.n., 11. décembre 2000. S. page 2856.
6. —. Recueil de Legislation A - N° 252, 31 décembre: Règlement grand-ducal du 20 décembre modifiant le règlement grand-ducal modifié du 24 novembre 2000 concernant l'utilisation de fertilisants azotés dans l'agriculture. 4599. Luxembourg : s.n., 2010.

Commune de Redange
Administration de la gestion de l'eau

Zone de protection des ressources en eau

de la commune de Redange

Source Kuelemeeschter

SCC-809-09

Projet Nr. 101085

Teil D: Maßnahmenkatalog

Anlagen

02. August 2016