

Entwurf
Sanierungsvariantenvergleich
und Sanierungskonzeption
für Düngerbelastungen im Bereich des Grundstücks
Hauptstraße 1 in 67734 Katzweiler

Auftraggeber:
Raiffeisen Waren Zentrale Rhein Main eG
Altenbergerstraße 1a
50668 Köln

Bearbeiter:
Dr. O. Martins

Datum: 27. Juni 2014

Projektnr: M-040413-4

GEO-CONSULT
Dr. Martins
Ingenieurgemeinschaft für Boden, Wasser, Abfall
An der Saline 31
63654 Büdingen
Tel.: 06042-4194 Fax: 06042/1382
www.geo-consult.de

INHALTSVERZEICHNIS	SEITE
1. AUFTRAG UND SITUATION	2
2. SITUATION	2
3. SANIERUNGSKONZEPT	6
3.1 Flächenhafter Teilaushub mit nachfolgender Versiegelung und Grundwassermonitoring (Variante 1)	7
3.1.1 Folgenutzung und flächenhafter Bodenabtrag	7
3.1.2 Grundwassermonitoring	9
3.1.3 Entsorgung	10
3.1.4 Berichtswesen	10
3.1.5 Kostenschätzung Variante 1	10
3.2 Flächenhafter Teilaushub und Vertiefung des Aushubs in den Bereichen mit erhöhten Konzentrationen (Variante 2)	12
3.2.1 Flächenhafter Bodenabtrag und Vertiefung in den belasteten Bereichen	12
3.2.2 Entsorgung	14
3.2.3 Berichtswesen	15
3.2.4 Kostenschätzung Variante 2	15
3.3 Punktueller Bodenaustausch in den belasteten Bereichen (Variante 3)	17
3.3.1 Bodenaushub und Beprobung	17
3.3.3 Wasserhaltung	20
3.3.4 Rückverfüllung der Sanierungsgruben	20
3.3.5 Entsorgung	20
3.3.6 Berichtswesen	21
3.3.7 Kostenschätzung Variante 3	21
4. GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG	22
5. VARIANTENVERGLEICH	24
6. VERWENDETE UNTERLAGEN	26

Anlagenverzeichnis

Anlage 1.1:	Lageplan der Sondierbohrungen / Grundwassermessstellen
Anlagen 1.2-1.3	Grundwassergleichenpläne
Anlage 1.4:	Räumliche Verteilung der Düngerbelastungen (Boden)
Anlage 1.5:	Skizze zur Folgenutzung
Anlage 1.6:	Belastungsbereiche mit Darstellung der geplanten Überbauung
Anlage 1.7:	Lageplan mit Sanierungsbereichen
Anlage 2:	Profildarstellung GWM 3

1. Auftrag und Situation

Die Raiffeisen Waren Zentrale Rhein-Main (RWZ), Köln, beabsichtigt den Verkauf ihrer Fläche in 67734 Katzweiler, Hauptstr. 1 sowie die Rückgabe einer gepachteten Fläche auf dem gleichen Standort. Da auf der ehemaligen Betriebsfläche sanierungswürdige Boden- und Grundwasserbelastungen mit Düngerelementen vorliegen (siehe Kapitel 2), beauftragte die RWZ die Ingenieurgesellschaft Geo-Consult, Büdingen, mit der Erstellung eines Sanierungsvariantenvergleichs und einer Sanierungskonzeption für Düngerelemente im Boden.

Der Sanierungsvariantenvergleich soll als Entscheidungsgrundlage dienen, in welcher Form die Bodensanierung bzw. Sicherung der Boden- und Grundwasserbelastungen erfolgen soll.

2. Situation

Der ehem. RWZ-Standort, derzeit unbebaut und brachliegend, besteht aus einem RWZ-eigenen Flächenteil (Flurstück 392) und einem Teil in Eigentum der Deutschen Bahn (Flurstück 393). Auf dem RWZ-eigenen, nordöstlichen Flächenteil wurde ein Agrarlager betrieben (Lager- und Silogebäude), der südwestliche Flächenteil ist Eigentum der DB und war mit einem Getreide-/ Düngelager bestanden. Ursprünglich war die gesamte Fläche im Besitz der Deutschen Bahn (siehe HE /6/). Da die RWZ beabsichtigt ihren Flächenanteil zu veräußern und der DB-eigene Anteil an die Bahn zurückzugeben, wurde im April 2013 eine orientierende umwelttechnische Untersuchung (Bericht AZ M 040413, 26.04.2013, siehe Bericht /4/) und weitergehende Eingrenzungsuntersuchungen (Berichte /5/ und /13/) durchgeführt.

Auf Basis der durchgeführten Bohrungen (Berichte /4/, /5/, /13/) ergab sich für das Grundstück folgender Untergrundaufbau:

An allen Aufschlusspunkten wurden Auffüllungen zwischen 0,5 und 1,2 m Mächtigkeit festgestellt. Die Auffüllungen setzen sich überwiegend aus Kiesen und Sanden mit schluffigen und steinigen Nebenkomponenten zusammen. Innerhalb der aufgefüllten Zonen wurden Beton-, Ziegel-, Holz- und Schlackereste vorgefunden. Unterhalb der Auffüllungen folgten bis ca. 5,90 m u. GOK überwiegend schluffige Sande, weich und weich-steife Sand-Schluff-Gemische und sandige Schluffe mit rötlichen Farbvarianten. Eine geringmächtige Tonschicht wurde in einer Tiefe von 5,90 bis 6,00 m vorgefunden. Bis zur Tiefe von 10,0 m wurde rötlicher Felsersatz (Sandstein) aufgeschlossen, der zu schwach schluffigem Sand zerfällt (siehe Profil GWM 4, Anlage 2).

Im Zuge der orientierenden Erkundung (Bericht /4/) wurden im ehemaligen Zufahrts- und Lagerbereich der südwestlichen Lagerhalle Bodenverunreinigungen (> Prüfwert ALEX 02-Liste) mit Nitrat und mit Ammonium bis zu den Bohrendtiefen von 3 m festgestellt (siehe Tabelle 1). Auch traten vereinzelt oberflächennah erhöhte PAK-Gehalte bis 170 mg/kg in den aufgefüllten Bodenzonen auf, die auf die eingestreuten Schlacken zurückgeführt wurden. Ein Handlungsbedarf hinsichtlich der PAK-Belastungen wurde nicht gesehen da keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden-Mensch gegeben war und im Grundwasserer-

mittelten PAK-Konzentrationen deutlich den Prüfwert der ALEX-02 Liste unterschritten (siehe Tabelle 2).

Die Düngerbelastungen wurden im Rahmen von weitergehenden Erkundungen eingegrenzt (siehe Berichte /5/ und /13/), wobei mit Ausnahme der Bohrung GWM 3 keine weiteren relevanten Belastungen (> Prüfwerte der ALEX-02 Liste) angetroffen wurden. In der GWM 3 wurden Ammoniumbelastungen (> 0,5 mg/l) bis zu einer Tiefe von 5,0 m ermittelt (siehe Tabelle 1), wobei vermutet wurde, dass die tiefergehenden Ammoniumbelastungen durch Verschleppungen beim Bohrvorgang hervorgerufen wurden. Die Lage der Bohrpositionen ist aus Anlage 1.1 und die Belastungsschwerpunkte aus Anlage 1.4 ersichtlich.

Tabelle 1: Düngereinhaltsstoffe sowie elektrische Leitfähigkeiten im Bodeneluat gemäß der Berichte /4/, /5/ und /13/. Es sind nur die untersuchten Proben aufgeführt, bei denen Prüfwertüberschreitungen festgestellt wurden.

Probe	Entnahmetiefe (m u. GOK)	Nitrat mg/l	Ammonium mg/l	Chlorid mg/l	Sulfat mg/l	EC μ S/cm
RKS 5						
5/2	0,35 – 0,7	< 1	27,5	1	6	171
5/4	1,0 – 1,8	< 1	< 0,05	2	9	93
5/5	1,8 – 2,4	< 1	< 0,05	1	8	126
5/6	2,4 – 3,0	< 1	40,2	3	9	89
RKS 6						
6/4	0,7 – 1,5	1	20	2	7	102
6/5	1,5 – 2,5	9	12,8	4	10	117
6/6	2,5 – 3,0	2	10,9	5	9	95
RKS 7						
7/4	1,0 – 1,7	97	7,56	6	9	289
7/5	1,7 – 2,3	3	< 0,05	4	4	69
7/6	2,3 – 3,0	< 1	1,20	4	3	76
RKS 8B						
8/3B	0,5 – 1,0	2	7,81	2	7	104
8/4B	1,0 – 1,6	7	< 0,05	2	9	130
8/5B	1,6 – 2,3	10	< 0,05	4	6	86
8/6B	2,3 – 3,0	< 1	< 0,05	2	2	60
RKS 9B						
9/2B	0,35 – 0,8	14	6,66	5	24	277
9/4B	1,0 – 2,0	16	2,68	7	11	238
9/5B	2,0 – 3,0	< 1	5,64	5	4	100

Fortsetzung Tabelle 1:

Probe	Entnahmetiefe (m u. GOK)	Nitrat mg/l	Ammonium mg/l	Chlorid mg/l	Sulfat mg/l	EC µS/cm
GWM 4						
GWM 4/3	0,5 – 1,0	< 1	0,268	1	3	46
GWM 4/5	2,0 – 2,7	2	0,418	1	5	85
GWM 4/8	4,5 – 5,0	< 1	0,758	4	4	77
GWM 4/9	5,0 – 5,9	< 1	0,473	2	2	60
GWM 4/11	6,0 – 7,0	< 1	0,192	1	2	34
Prüfwerte						
ALEX-02-	oPW	50	0,5	100	240	2.000
LAGA M 20 Bodeneluat	Z 0	keine Angabe	keine Anga- be	10	50	500
	Z 1.1			10	50	500
	Z 1.2			20	100	1.000
	Z 2			30	150	1.500

Da aufgrund relativ geringer Grundwasserflurabständen (1,6 m-2,30 m) eine Grundwassergefährdung durch die Düngerbelastungen nicht ausgeschlossen werden konnte, erfolgte im Zuge der Eingrenzungsuntersuchungen auch eine Erkundung des Grundwasserpades (siehe Berichte /5/ und /13/). Hierzu wurden drei Kleingrundwassermessstellen (GWM 1 bis 3, Durchmesser DN 50, Ausbautiefe 3 m), die den oberen Grundwasserleiter(Schichtwasser) erschlossen, eingerichtet und zur Erkundung des tieferen Grundwasserleiters erfolgte der Bau einer Messstelle bis zu einer Tiefe von 7,50 m u. GOK mit einem Durchmesser von DN 125. Die Lage der Messstellen ist aus dem Lageplan der Anlage 1.1 ersichtlich.

Im unteren Grundwasserleiter wurden gespannte Grundwasserverhältnisse angetroffen.

Die Messstellen wurden an vier Stichtagen beprobt und die Grundwasserspiegelhöhen ermittelt. Es lagen GW-Flurabstände von ca. 1,60 bis 2,30 m vor. Für den oberen GW-Leiter ergab sich eine Grundwasserfließrichtung nach Südwesten, so dass die GWM 2 sich im Oberstrom und die GWM 3 sowie die GWM 1 sich im Abstrom bzw. im Seitenabstrom der festgestellten Bodenbelastungen mit Ammonium und Nitrat befinden. Exemplarisch sind die GW-Fließrichtungen für die letzten beiden Stichtage in den Anlagen 1.2 und 1.3 dargestellt.

Die Grundwasserproben wurden auf Ammonium, Nitrat, Chlorid, Sulfat, PAK und MKW untersucht. Die ermittelten Konzentrationen sind aus Tabelle 2 ersichtlich.

Tabelle 2: Ergebnisse der Wasseruntersuchungen auf PAK, MKW und Düngernährstoffe

Probe	PAK µg/l	Nitrat mg/l	Ammonium mg/l	Chlorid mg/l	Sulfat mg/l	MKW mg/l
01.08.2013*						
GWM 1	0,14	70	1,72	80	290	n.b.
GWM 2	n.n.	11	0,177	100	180	n.b.
GWM 3	0,22	560	26	260	140	n.b.

Fortsetzung Tabelle 2

Probe	PAK µg/l	Nitrat mg/l	Ammonium mg/l	Chlorid mg/l	Sulfat mg/l	MKW mg/l
05.09.2013*						
GWM 1	0,01	71	0,4	62	220	n.b.
GWM 2	0,19	11	< 0,05	78	89	n.b.
GWM 3	0,01	460	30,9	220	110	n.b.
10.02.2014						
GWM 1	n.n.	21	< 0,05	12	78	< 0,1
GWM 2	n.n.	27	< 0,05	110	120	< 0,1
GWM 3	n.n.	220	16,8	130	120	< 0,1
GWM 4	n.n.	6	0,15	27	81	< 0,1
04.03.2014						
GWM 1	n.n.	7	< 0,05	12	55	< 0,1
GWM 2	n.n.	93	< 0,05	170	380	< 0,1
GWM 3	n.n.	350	9,1	200	180	< 0,01
GWM 4	0,01	5	0,076	26	82	< 0,01
Prüfwerte						
ALEX-02- oPW	0,5	50	0,5	100	240	0,1

n.n. nicht nachweisbar n.b. nicht bestimmt * Ergebnisse aus dem Bericht /5/ ** Ergebnisse Bericht /13/
Fettdruck= Prüfwertüberschreitung

Die im Abstrom positionierte Flachmessstelle GWM 3 zeigte zu allen vier Beprobungszeitpunkten deutliche Belastungen mit Nitrat, Ammonium und Chlorid. Die Messstelle GWM 1, die sich im seitlichen Abstrom befindet, wies lediglich zu den ersten beiden Stichtagen erhöhte Konzentrationen (> Prüfwert Alex 02) für Nitrat, Ammonium und Sulfat auf. Im Januar und März 2014 konnten an dieser Messstelle keine Prüfwertüberschreitungen mehr festgestellt werden.

Die Messstelle GWM 2, die sich oberstromig zu dem Hauptbelastungsbereich befindet, wies zu den ersten beiden Stichtagen keine Prüfwertüberschreitungen auf, an den darauf folgenden Stichtagen waren Überschreitungen für Chlorid, Sulfat und Nitrat feststellbar, wobei die Ursache für diese Belastungen nicht ersichtlich ist, da in diesem Bereich keine entsprechenden Bodenbelastungen angetroffen wurden.

Die GWM 4, die den tieferen Grundwasserleiter erschließt, wies keine Belastungen mit den untersuchten Stoffen (< oPW) auf. Die Stickstoffbelastungen beschränken sich somit auf den oberen Grundwasserleiter.

3. Sanierungskonzept

Aufgrund der Bodenbelastungen mit Düngereinhaltsstoffen bis in den grundwasserbeeinflussten Bereich (Grundwasserflurabstand ca. 1,70 m bis 2,20 m) und da der obere Grundwasserleiter schon deutliche Belastungen mit Nitrat, Ammonium, Chlorid und Sulfat aufweist, ergibt sich die Notwendigkeit einer Bodensanierung bzw. von Sicherungsmaßnahmen, insbesondere um den tieferen, unbelasteten Grundwasserleiter vor Düngereinträgen zu schützen.

Im Bericht /13/ wurden schon folgende zwei Sanierungsvarianten vorgestellt

- 1. Sanierung durch Bodenaustausch und Versiegelung unter Berücksichtigung der geplanten Folgenutzung .
- 2. Sicherung/Sanierung der Bodenbelastungen durch Nährstoffentfrachtung mittels Bepflanzung mit Grundwassermonitoring.

Von Seiten der Genehmigungsbehörde wurde die Variante 1, Teilauskoffierung mit Versiegelung, grundsätzlich als denkbare Sanierungsvariante angesehen (Schreiben der SGD Süd vom 27.05.2014, siehe /14/). Es wurde allerdings zur Überwachung der Sicherungsmaßnahme ein Grundwassermonitoring gefordert, sofern noch relevante Belastungen im Boden verbleiben. Diese Variante sollte zudem mit einer Kostenschätzung unterlegt werden.

Die Variante 2, Entfrachtung mittels Bepflanzung mit Grundwassermonitoring, wurde behördlicherseits abgelehnt, da durch die Bepflanzung nur eine relevante Nährstoffentfrachtung bis zu einer Tiefe von 25 cm möglich ist.

Neben der Variante 1 sollen noch folgende weitere Sanierungsvariante beschrieben und kostenmäßig abgeschätzt werden. Basierend darauf erfolgte eine Empfehlung, welche Variante zur Ausführung kommen soll.

Variante 1: Flächenhafter Teilaushub mit nachfolgender Versiegelung und Grundwassermonitoring.

Variante 2: Flächenhafter Bodenaushub mit nachfolgender Versiegelung und Vertiefung des Aushubs in den Bereichen mit erhöhten Konzentrationen.

Variante 3: Punktueller Bodenaustausch in den belasteten Bereichen

In den Varianten 2 und 3 soll eine Sanierung der Bodenbelastungen durch punktuellen Bodenaustausch an den einzelnen Belastungspunkten erfolgen. Angestrebt wird eine möglichst vollständige Beseitigung der Bodenbelastungen mit Ammonium und Nitrat, was mit einer deutlichen Reduzierung der Grundwasserbelastungen einhergeht und somit ein Grundwassermonitoring entfallen kann.

Die Beseitigung der Bodenbelastungen bis auf ein umweltverträgliches Maß setzt die Festlegung eines Sanierungszielwertes voraus.

Als Sanierungszielwert sollen die Prüfwerte (oPW) der ALEX-02-Liste für Ammonium und Nitrat herangezogen werden, die im Rahmen der umwelttechnischen Erkundungen auch zur Bewertung der Eluatkonzentrationen für Ammonium und Nitrat dienen (siehe Berichte /4/, /5/, /13/). Es ergeben sich somit folgende Sanierungszielwerte, die im Zuge der Bodensanierung gemäß Variante 2 und 3 angestrebt werden sollen.

- Nitrat : 50 mg/l
- Ammonium: 0,5 mg/l

Im Grundwasser wurden nicht nur erhöhte Stickstoffkonzentrationen angetroffen, sondern auch erhöhte Chlorid- und Sulfatwerte, die auch temporär in der oberstromigen Messstelle GWM 2 vorlagen (siehe Tabelle 2), wobei die Ursache dieser oberstromigen Belastung nicht ersichtlich ist. Da allerdings im Boden keine erhöhten Chlorid-bzw. Sulfatkonzentrationen vorgefunden wurden (siehe Tabelle 1), können diese beiden Stoffe zur Überprüfung des Sanierungserfolges nicht herangezogen werden, so dass für Chlorid und Sulfat keine Sanierungszielwerte genannt werden.

3.1 Flächenhafter Teilaushub mit nachfolgender Versiegelung und Grundwassermonitoring (Variante 1)

3.1.1 Folgenutzung und flächenhafter Bodenabtrag

Für die Untersuchungsfläche ist eine Bebauung mit einer Hotelanlage mit folgenden Funktionsbereichen geplant: Beherbergung, Gastrobereich mit Außenterrasse, Wellnessbereich und Fahrradladen mit Servicestation. Die ungefähre Lage der einzelnen Bereiche ist aus der Skizze der Anlage 1.5 ersichtlich. Die Außenflächen sollen im Bereich Parkplätze und Verkehrsflächen versiegelt werden. Insgesamt sollen rd. 80% der Fläche überbaut bzw. versiegelt werden.

Aus gründungstechnischen Gründen ist ein flächenhaftes Abschieben des Bodens auf einer Fläche von rd. 1.600 m² bis zu Tiefen von ca. 0,50 m vorgesehen. Weiterhin ist es erforderlich in den Fundamentbereichen Bodenaushub bis zu Tiefen von rd. 1,00 m unter GOK durchzuführen.

Da das geplante Gebäude im südwestlichen Bereich des Grundstücks positioniert werden soll und sich in diesem Bereich die Bodenbelastungen befinden (siehe Anlage 1.5) wird durch den flächenhaften Abtrag sowie durch den Bodenaushub im Fundamentbereich ein Großteil des belasteten Bodens entfernt.

Aus Tabelle 3 ist ersichtlich in welchen Bereichen ein Bodenaushub von 0,5 m bzw. 1 m durchgeführt werden soll und wieviel Prozent des belasteten Bereiches dadurch beseitigt werden. Wie aus der Tabelle 3 hervorgeht, werden durch den Bodenaushub zwischen 17 und 100 % der belasteten Bodenbereiche entfernt, im Durchschnitt rd. 68,5%.

Tabelle 3: Ammonium und Nitratkonzentrationen im Boden gemäß der Berichte /4/, /5/ und /13/ mit Aushubtiefen und %-Anteil des belasteten, ausgekofferten Bodens

Probe	Entnahmetiefe (m u. GOK)	Nitrat mg/l	Ammonium mg/l	Aushubtiefe	Entfrachtung in % (% Anteil des ausgekofferten Bodens zum gesamten belasteten Bodenbereich)
RKS 5					
5/2	0,35 – 0,7	< 1	27,5	0,5 m	71
5/4	1,0 – 1,8	< 1	< 0,05		
5/5	1,8 – 2,4	< 1	< 0,05		
5/6	2,4 – 3,0	< 1	40,2*		
RKS 6					
6/4	0,7 – 1,5	1	20	0,5	17**
6/5	1,5 – 2,5	9	12,8		
6/6	2,5 – 3,0	2	10,9		
RKS 7					
7/4	1,0 – 1,7	97	7,56	1,0	59
7/5	1,7 – 2,3	3	< 0,05		
7/6	2,3 – 3,0	< 1	1,20*		
RKS 8B					
8/3B	0,5 – 1,0	2	7,81	1,0	100
8/4B	1,0 – 1,6	7	< 0,05		
8/5B	1,6 – 2,3	10	< 0,05		
8/6B	2,3 – 3,0	< 1	< 0,05		
RKS 9B					
9/2B	0,35 – 0,8	14	6,66	1,0	33
9/4B	1,0 – 2,0	16	2,68		
9/5B	2,0 – 3,0	< 1	5,64		
RKS 14					
14/3	0,5 - 0,9	52	0,11	1,0	100**
14/4	0,9 – 1,5	12	0,09		
GWM 4					
GWM 4/3	0,5 – 1,0	< 1	0,268	0,5	100**
GWM 4/5	2,0 – 2,7	2	0,418		
GWM 4/8	4,5 – 5,0	< 1	0,758*		
GWM 4/9	5,0 – 5,9	< 1	0,473*		

Fortsetzung Tabelle 3

Probe	Entnahmetiefe (m u. GOK)	Nitrat mg/l	Ammonium mg/l	Aushubtiefe	Entfrachtung in % (% Anteil des ausgekofferten Bodens zum gesamten belasteten Bodenbereich)
GWM 4/11	6,0 – 7,0	< 1	0,192*		
Prüfwerte					
oPW		50	0,5	Mittelwert:	68,5

*Es wird vermutet, dass die ermittelte Belastung in dieser Tiefenlage aus Verschleppungsvorgängen beim Bohrvorgang resultiert und wird deshalb bei der Berechnung der Entfrachtung nicht berücksichtigt.

** Es wird angenommen, dass für die Tiefenlage 0,00-0,50 m ebenfalls Prüfwertüberschreitungen vorliegen

3.1.2 Grundwassermonitoring

Da durch den auf maximal ein Meter Tiefe limitierten Bodenaushub noch rd. 32 % des belasteten Bodens im Untergrund verbleiben und diese Restbelastungen sich zum Teil im Grundwasserschwankungsbereich befinden (GW-Flurabstände ca. 1,60 bis 2,60 m), ist ein Grundwassermonitoring erforderlich, insbesondere zur Kontrolle des tieferen Grundwasserleiters, der bislang keine Belastungen mit Düngereinstoffen aufweist.

Durch die teilweise Entfernung des belasteten Bodens sowie durch die rd. 80%-ige Überbauung und Versiegelung des Grundstücks erfolgt eine deutliche Reduzierung der Sickerwasserraten, so dass nur noch eine geringe Verlagerung der im Boden verbliebenen Restbelastungen bis in den Grundwasserschwankungsbereich zu erwarten ist, was sich in einer Reduzierung der GW-Belastungen widerspiegeln wird. (**Frachtberechnung**)

Da im Zuge des Bodenabtrags die Messstellen sehr wahrscheinlich beschädigt werden, sind diese wieder herzustellen. Die Messstellen sollen, mit Ausnahme der GWM 2, nicht an den ursprünglichen Positionen positioniert werden, da sie sich dann im überbauten Bereich befinden. Deshalb erfolgt eine Verlegung der Messstellen GWM 1, GWM 3 und GWM 4 um ca. 3-5 m nach Südwesten an die unbebaute Grundstücksgrenze. Die ungefähre neue Lage der Messstellen ist aus Anlage 1.6 ersichtlich. Die Messstelle GWM 2 kann an gleicher Stelle wieder positioniert werden, da diese sich im Bereich einer Grünfläche befindet.

Zur Kontrolle des Grundwassers erfolgt eine vierteljährliche Beprobung aller vier Messstellen (drei Flachpegel, ein Tiefpegel). Im Zuge der Beprobungen werden die Grundwasserspiegellhöhen sowie die Feldparameter pH-Wert, Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt und Temperatur ermittelt. Die entnommenen Wasserproben werden auf Ammonium, Nitrat, Chlorid, Sulfat und PAK untersucht und die Ergebnisse jährlich in einem Bericht beschrieben. Das Grundwassermonitoring wird zunächst auf eine Zeitdauer von drei Jahren festgelegt. In Abhängigkeit von den Ergebnissen wird dann über die Einstellung bzw. Verlängerung des Monitorings entschieden.

3.1.3 Entsorgung

Der Boden soll auf einer Fläche von rd. 1.600 m² bis auf eine Tiefe von rd. 0,50 m abgetragen werden, so dass aus diesem Abtrag ein Bodenvolumen von ca. 800 m³ resultiert. Aus den Fundamentbereichen werden zusätzlich noch rd. 120 m³ Boden anfallen, so dass zunächst von rd. 920 m³ Bodenaushub auszugehen ist, der zu entsorgen ist.

Die ausgebauten Böden sind auf Halden, getrennt nach den Ausbaubereichen, südöstliche Düngerlagerhalle und nördlicher Grundstücksbereich, auf dem Gelände zwischenzulagern und Haldenbeprobungen mittels Baggerschürfen oder Sondierbohrungen gemäß den Vorgaben der LAGA PN 98 durchzuführen. Die Mischproben sind entsprechend den Vorgaben der TR Boden zuzüglich der Ergänzungsparameter der Deponieverordnung zu untersuchen. Auf Basis dieser Ergebnisse erfolgt die Einstufung des Bodenaushubes und es kann dann über den Entsorgungsweg entschieden werden.

Der aufgehaldete Boden ist während der Zwischenlagerung gegen Niederschlagseinflüsse mit Folie abzudecken.

3.1.4 Berichtswesen

Die gesamten Bodenaushubmaßnahmen sind durch ein Fachbüro zu begleiten. Die durchgeführten Maßnahmen (Bodenaushub) einschließlich Beschreibung der Entsorgungswege und der entsorgten Bodenmasse werden abschließend in einem Bericht beschrieben.

3.1.5 Kostenschätzung Variante 1

Die Kostenschätzung für den Bodenaustausch erfolgt unter folgenden Voraussetzungen:

- Auf dem Grundstück fallen insgesamt rd. 920 m³ Bodenaushub an, was bei einer angenommenen Dichte von 1,9 t/m³ einer Masse von rd. 1.750 t entspricht.
- Die Kosten für den Bodenabtrag (BE, Aushub, Laden, Zwischenlagererstellung) werden nicht berücksichtigt, da es sich um Sowieso-Kosten im Rahmen der Baumaßnahme handelt.
- Es wird für die Entsorgung eine Einstufung des Bodens als Z2-Material unterstellt. Eventuelle Kostenaufteilungen zwischen Investor und RWZ als Verursacher der Bodenbelastungen werden nicht berücksichtigt.

- Es wird die Wiederherstellung von drei Kleingrundwassermessstellen mit einem Ausbaudurchmesser von DN 50 und eine Tiefe von ca. 3 m und einer Messstelle mit einer Tiefe von ca. 7,50 m und einem Durchmesser von DN 125 berücksichtigt.
- Die Beprobungen der vier Messstellen sollen vierteljährlich (4 x pro Jahr) über einen Zeitraum von 3 Jahren erfolgen.
- Die Wasserproben sollen auf Chlorid, Sulfat, Ammonium, Nitrat und PAK untersucht werden.
- Bei den angegebenen Preisen handelt es sich um Nettopreise und um grobe Schätzungen, die durch Angebotseinholungen zu konkretisieren sind.

Kostenschätzung

Pos. 1:	Erstellen, eines Leistungsverzeichnisses, Einholung und Auswertung der Angebote, Vergabevorschlag, pauschal	2.000,00 €
Pos. 2:	Entsorgung belasteten Bodens inkl. Transport, Einstufung Boden Z 2 ca. 1.750 t x 28,00 €/t	49.000,00 €
Pos. 3:	Probenahme und Analytik für die Erstellung der Deklarationsanalysen Pauschal	3.000,00 €
Pos. 4	Grundwassermonitoring für drei Jahre (4 Beprobungen der vier Messstellen pro Jahr)	
Pos. 4.1	Wiederherstellen von drei flachen Messstellen (4 m Tiefe ,DN 50) und einer tiefen Messstelle (7,5 m , DN 125) Pauschal	4.500,00 €
Pos. 4.2:	An-und Abfahrten für die Beprobung 12 Termine x 300,00/Termin	3.600,00 €
Pos. 4.3:	Beprobung von jeweils 4 GW-Messstellen pro Termin mittels Unterwassermotorpumpe. Ermittlung der Feldparameter und Grundwasserspiegelhöhen. Stellung der Probenahmegefäße , 48 Proben x 60,00 €/Probe	2.880,00 €
Pos. 4.4:	Analyse von Wasserproben auf Chlorid, Sulfat, Ammonium, Nitrat, PAK 48 Proben x 85,00 €/Probe	4.080,00 €
Pos. 4.5:	Rückbau der GW-Messstellen nach Beendigung des Monitorings pauschal	2.000,00 €
Pos. 4.6:	Jährliche Berichte zu den durchgeführten Beprobungen. Erstellen von Grundwassergleichenplänen, Dokumentation und Bewertung der Ergebnisse anhand gängiger Richt- und Orientierungswerte. 3 Berichte x 500,00 €/Bericht	1.500,00 €

Nettosumme Pos. 1-4:
zzgl. gesetzliche Mehrwertsteuer

ca. 72.560,00 €

3.2 Flächenhafter Teilaushub und Vertiefung des Aushubs in den Bereichen mit erhöhten Konzentrationen (Variante 2)

3.2.1 Flächenhafter Bodenabtrag und Vertiefung in den belasteten Bereichen

Auf dem Grundstück soll als Nachfolgenutzung die Bebauung mit einer Hotelanlage, wie sie auch schon in Kapitel 3.1 beschrieben wurde, erfolgen (siehe Anlage 1.5).

Ebenso ist ein flächenhaftes Abschieben des Bodens auf einer Fläche von rd. 1.600 m² bis zu Tiefen von ca. 0,50 m vorgesehen. Weiterhin ist es erforderlich in den Fundamentbereichen Bodenaushub bis zu Tiefen von rd. 1,00 m unter GOK durchzuführen. Da bei diesem Teilaushub noch rd. 32% des belasteten Bodens auf der Fläche verbleiben und damit ein Grundwassermonitoring erforderlich wird, soll zur Beseitigung dieser Restbelastungen zusätzlich noch ein tiefergehender Bodenaushub in den belasteten Bereichen erfolgen, so dass ein Grundwassermonitoring entfallen kann. Aus Tabelle 4 sind die belasteten Bereiche mit den Aushubtiefen und aus Anlage 1.7 die Positionen der Aushubbereiche ersichtlich.

Tabelle 4: Ammonium und Nitratkonzentrationen im Boden gemäß der Berichte /4/, /5/ und /13/ mit Aushubtiefen und %-Anteil des belasteten, ausgekofferten Bodens

Probe	Entnahmetiefe (m u. GOK)	Nitrat mg/l	Ammonium mg/l	Aushubtiefe Flächenabtrag /Vertiefung	Entfrachtung in %***	Zusätzliches Bodenvolumen durch Vertiefung bei Sanierungsfläche von 25 m ² und 45° Böschung In m ³
RKS 5						
5/2	0,35 – 0,7	< 1	27,5	0,5 m /0,7m	100	5
5/4	1,0 – 1,8	< 1	< 0,05			
5/5	1,8 – 2,4	< 1	< 0,05			
5/6	2,4 – 3,0	< 1	40,2*			
RKS 6						
6/4	0,7 – 1,5	1	20	0,5 m/ 2,5 m	83	58
6/5	1,5 – 2,5	9	12,8			
6/6	2,5 – 3,0	2	10,9			
RKS 7						
7/4	1,0 – 1,7	97	7,56**	1,0 m/1,7 m	100	18,5

Fortsetzung Tabelle 4:

Probe	Entnahmetiefe (m u. GOK)	Nitrat mg/l	Ammonium mg/l	Aushubtiefe Flächenabtrag /Vertiefung	Entfrachtung in %***	Zusätzliches Bodenvolumen durch Vertiefung bei Sanierungsfläche von 25 m ² und 45° Böschung In m ³
7/5	1,7 – 2,3	3	< 0,05			
7/6	2,3 – 3,0	< 1	1,20*			
RKS 8B						
8/3B	0,5 – 1,0	2	7,81**	1,0 m / 0 m	100	0
8/4B	1,0 – 1,6	7	< 0,05			
8/5B	1,6 – 2,3	10	< 0,05			
8/6B	2,3 – 3,0	< 1	< 0,05			
RKS 9B						
9/2B	0,35 – 0,8	14	6,66	1,0 m / 2,5 m	83	42
9/4B	1,0 – 2,0	16	2,68			
9/5B	2,0 – 3,0	< 1	5,64			
RKS 14						
14/3	0,5 - 0,9	52	0,11**	1,0 m / 0	100	0
14/4	0,9 – 1,5	12	0,09			
GWM 4						
GWM 4/3	0,5 – 1,0	< 1	0,268**	0,5 m / 0 m	100	0
GWM 4/5	2,0 – 2,7	2	0,418			
GWM 4/8	4,5 – 5,0	< 1	0,758*			
GWM 4/9	5,0 – 5,9	< 1	0,473*			
GWM 4/11	6,0 – 7,0	< 1	0,192*			
Prüfwerte						
oPW		50	0,5		Mittelwert: 95 %	Zusätzliches Aushubvolumen: 123,5 m³

*Es wird vermutet, dass die ermittelte Belastung in dieser Tiefenlage aus Verschleppungsvorgängen beim Bohrvorgang resultiert und wird deshalb bei der Berechnung der Entfrachtung nicht berücksichtigt.

** Es wird angenommen, dass für die Tiefenlage 0,00 m-0,50 m bzw. 1,00 m ebenfalls Prüfwertüberschreitungen vorliegen

*** % Anteil des ausgekofferten Bodens zum gesamten belasteten Bodenbereich

Es wird zunächst der flächenhafte Bodenabtrag bis zu Tiefen von 0,5 m bzw. 1 m durchgeführt. Anschließend erfolgt der punktuelle, tiefergehende Bodenaushub in den in Tabelle 4 aufgeführten belasteten Bereichen. Da die zu Eingrenzung der Belastungen durchgeführten Bohrungen in Abständen von ca. 5 bis 10 m um die Belastungsschwerpunkte durchgeführt wurden und somit kleinräumige Eingrenzungen nicht vorliegen, wird beim Bodenaushub wie folgt verfahren werden.

Es wird um jeden Belastungsbereich zunächst eine Sanierungsfläche von 25 m² (5 m x 5 m) ausgewiesen (siehe Anlage 1.7). Die Aushubtiefen für die einzelnen Sanierungsbereiche sind aus Tabelle 4 ersichtlich und bewegen sich zwischen 0,7 und 2,5 m. Bei Realisierung dieser Aushubtiefen werden rd. 95% der belasteten Bodenbereiche entfernt (siehe Tabelle 4). Das vollständige Entfernen der Bodenbelastungen würde bereichsweise Aushubtiefen, wie z.B. an der RKS 6 oder 9B von > 3 m bedingen, die allerdings schwer zu realisieren sind, da die Gruben frei geböscht (Böschungswinkel ca. 45°) werden sollen und ab Tiefen von ca. 1,60 m–2,60 m Grundwasser auftreten kann, so dass die Standsicherheit der Grubenwandungen nicht gegeben sein kann. Evtl. sind die angestrebten Tiefen von rd. 2,50 auch schon nicht realisierbar, je nachdem in welchem Umfang bzw. ab welchen Tiefen Grundwasser anfällt.

Die Düngerbelastungen im Boden sind organoleptisch nur wahrnehmbar, wenn sehr hohe Ammoniumkonzentrationen vorliegen (Geruch nach Ammoniak), was in nur sehr wenigen Bodenbereichen der Fall sein wird. Dies hat zur Folge, dass eine organoleptische Separierung des belasteten vom unbelasteten Boden nicht oder nur im geringen Umfang möglich sein wird. Die Separierung wird deshalb primär analytisch durchgeführt. Dabei soll bei der Vertiefung des Bodenaushubes wie folgt verfahren werden.

Nachdem der Boden flächenhaft um 0,5 bzw. 1,0 m abgetragen wurde, erfolgt in den Bereiche , in denen ein tiefergehender Bodenaushub durchgeführt werden soll, auf einer Fläche von rd. 25 m² eine Beprobung der Sohl- und Wandungsbereiche, indem ca. 10 Einzelproben aus jeder Wandung bzw. der Sohle entnommen werden und diese jeweils zu einer Mischprobe vereinigt werden. Diese Mischproben werden auf Ammonium und Nitrat, jeweils im Eluat untersucht. Sofern die Sanierungszielwerte nicht erreicht werden, erfolgt ein erneuter Bodenaushub und Beprobung in dem betreffenden Bereich bis zur Unterschreitung des Sanierungszielwertes. Es kann aber nicht ausgeschlossen werden, dass in einzelnen Sohlbereichen aufgrund der Tiefenlimitierung auf ca. 2,50 m die Sanierungszielwerte nicht erreicht werden.

Vorab kann davon ausgegangen werden, dass bei dieser Variante rd. 95 % des belasteten Bodens ausgebaut werden.

3.2.2 Entsorgung

Der Boden soll auf einer Fläche von rd. 1.600 m² bis auf eine Tiefe von rd. 0,50 m abgetragen werden, so dass aus diesem Abtrag ein Bodenvolumen von ca. 800 m³ resultiert. Aus den Fundamentbereichen werden zusätzlich noch rd. 120 m³ Boden anfallen und aus den Aushubvertiefungen im Bereich der Belastungsschwerpunkte resultieren rd. 124 m³, so dass zunächst von rd. 1.044 m³ Bodenaushub auszugehen ist, der zu entsorgen ist.

Die ausgebauten Böden sind auf Halden, getrennt nach den Ausbaubereichen, südöstliche Düngerlagerhalle und nördlicher Grundstücksbereich, auf dem Gelände zwischenzulagern und Haldenbeprobungen mittels Baggerschürfen oder Sondierbohrungen gemäß den Vorgaben der LAGA PN 98 durchzuführen. Die Mischproben sind entsprechend den Vorgaben der TR oder zusätzlich der Ergänzungsparameter der Deponieverordnung zu untersuchen. Auf Basis dieser Ergebnisse kann dann über den Entsorgungsweg entschieden werden.

Der aufgehaldete Boden ist während der Zwischenlagerung gegen Niederschlagseinflüsse mit Folie abzudecken.

3.2.3 Berichtswesen

Die gesamten Bodenaushubmaßnahmen sind durch ein Fachbüro zu begleiten. Die durchgeführten Maßnahmen (Bodenaushub) einschließlich Beschreibung der Entsorgungswege und der entsorgten Bodenmassen sind abschließend in einem Bericht zu beschreiben.

3.2.4 Kostenschätzung Variante 2

- In der Kostenschätzung werden die Kosten für die Baustelleneinrichtung, Erstellung Zwischenlager nicht mit berücksichtigt, da dies Sowieso-Kosten im Rahmen im Rahmen der Baumaßnahme darstellen.
- Die Kosten für Bodenaushub und das Laden werden nur für den zusätzlichen Bodenaushub berücksichtigt der für die Vertiefung in den belasteten Bereichen anfällt, da der flächenhafte Abtrag als Sowieso-Kosten im Rahmen der Baumaßnahme zu werten ist.
- Es wird für die Entsorgung eine Einstufung des Bodens als Z2-Material unterstellt. Eventuelle Kostenaufteilungen zwischen Investor und RWZ als Verursacher der Bodenbelastungen werden nicht berücksichtigt
- Als Sanierungszielwerte werden für Nitrat im Eluat ≤ 50 mg/l und für Ammonium $\leq 0,5$ mg/l angenommen.
- Es werden die Kosten für eine Aushubkubatur von rd. 1044 m³ geschätzt. Je nach Ergebnis der Sohl- und Wandbeprobungen ist nicht auszuschließen, dass höhere Aushubkubaturen erforderlich werden, die aber bei der Kostenschätzung nicht mit berücksichtigt werden können.

- Im Rahmen der Sanierung ist eine Wasserhaltung erforderlich, da sich die Bodenbelastungen bis in den grundwasserbeeinflussten Bereich erstrecken.
- Der gesamte Bodenaushub ist als düngerbelastet zu entsorgen.
- Im Zuge des Bodenaushubes erfolgt auch ein Rückbau der GW-Messstellen, da diese nicht mehr benötigt werden.
- Bei den angegebenen Preisen handelt es sich um Nettopreise und um grobe Schätzungen, die durch Angebotseinholungen zu konkretisieren sind.

Kostenschätzung

Pos. 1: Erstellen, eines Leistungsverzeichnisses, Einholung und Auswertung der Angebote, Vergabevorschlag, pauschal	2.000,00 €
Pos. 2: Wasserhaltung, Vorhalten und betreiben von Schmutzwasserpumpen, Leitungen, Sandfang, Verschlauchungen, Erstellen von Pumpensümpfen pauschal	7.000,00 €
Pos. 3: Einleitgebühren für das abgepumpte Grundwasser pauschal	2.000,00 €
Pos. 4: Zusätzliches Aufnehmen und laden von belasteten Böden ca. 124 m ³ x 9,00 €/m ³	1.116,00 €
Pos. 5: Entsorgung düngerbelasteten Bodens inkl. Transport, LAGA-Einstufung Z 2 (1.044 m ³ , Umrechnungsfaktor 1,9 t/m ³ Boden) ca. 1.984 t x 27,00 €/t	53.568,00 €
Pos. 6: Folienabdeckung Zwischenlager ca. 1.000 m ² Folie x 3,00 €/m ²	3.000,00 €
Pos. 7: Anlieferung Fremdmaterial zur Rückverfüllung ca. 236 t x 6,00 €/t	1.416,00 €
Pos. 8: Verdichteter Einbau des Fremdmaterials ca. 236 t x 3,00 €/t	708,00 €
Pos. 9: Umwelttechnische Überwachung der Arbeiten inkl. Berichtswesen, ca. 5 Arbeitstage x 500,00 €/Arbeitstag	2.500,00 €
Pos. 10: Begleitanalytik für Grubenfreimessung und Entsorgung Pauschal	4.000,00 €
Pos. 11: Rückbau der Grundwassermessstellen Pauschal	1.000,00 €

GEO-CONSULT	M-040413-4	Entwurf: Sanierungskonzept ehem. RWZ-Standort Katzweiler	17
-------------	------------	--	----

Pos. 12: Kosten für behördliche Leistungen, wie z. B.
Stellungnahmen, Einleitgenehmigungen etc.
Pauschal

500,00 €

Nettosumme Pos. 1-12:
zzgl. gesetzliche Mehrwertsteuer

ca. 78.808,00 €

3.3 Punktueller Bodenaustausch in den belasteten Bereichen (Variante 3)

Diese Variante sieht keinen flächenhaften Bodenabtrag vor, sondern einen punktuellen Ausbau der Bodenbelastungen in den nachweislich belasteten Bereichen und ist unabhängig von der Folgenutzung. Der Bodenaushub soll vertikal und horizontal soweit geführt werden bis weitestgehend die Bodenbelastungen, unter Berücksichtigung der Sanierungszielwerte für Ammonium von 0,5 mg/l und Nitrat von 50 mg/l, beseitigt sind und somit eine Grundwassergefährdung nicht mehr gegeben ist und das Grundwassermonitoring entfallen kann.

3.3.1 Bodenaushub und Beprobung

Der Bodenaushub soll gezielt in den in Tabelle 5 genannten Bereichen erfolgen. Da die zu Eingrenzung der Belastungen durchgeführten Bohrungen in Abständen von ca. 5 bis 10 m um die Belastungsschwerpunkte durchgeführt wurden und somit kleinräumige Eingrenzungen nicht vorliegen, wird beim Bodenaushub wie folgt verfahren werden.

Es wird um jeden Belastungsbereich zunächst eine Sanierungsfläche von 5 m x 5 m ausgewiesen (siehe Anlage 1.7). Die Aushubtiefen für die einzelnen Sanierungsbereiche sind aus Tabelle 5 ersichtlich und bewegen sich zwischen 0,7 und 2,5 m. Bei Realisierung dieser Aushubtiefen sind rd. 95% des belasteten Bodenbereiches entfernt (siehe Tabelle 3). Das vollständige Entfernen der Bodenbelastungen bedingt Aushubtiefen von > 3 m, die allerdings schwer zu realisieren sind, da die Gruben frei geböscht (Böschungswinkel ca. 45°) werden sollen und ab Tiefen von ca. 1,60 m – 2,60 m Grundwasser auftreten kann, so dass die Standsicherheit der Grubenwandungen nicht gegeben sein kann. Evtl. sind die angestrebten Tiefen von rd. 2,50 auch schon nicht realisierbar, je nachdem in welchem Umfang bzw. ab welchen Tiefen Grundwasser anfällt.

Tabelle 5: Ammonium und Nitratkonzentrationen im Boden gemäß der Berichte /4/ und /13/ mit Aushubtiefen zur Beseitigung der Bodenbelastungen

Probe	Entnahmetiefe (m u. GOK)	Nitrat mg/l	Ammonium mg/l	Aushubtiefe	Entfrachtung in %***	Aushubvolumen in m ³ (bei Sanierungsfläche von 25 m ² und 45° Böschung)
RKS 5						
5/2	0,35 – 0,7	< 1	27,5	0,7 m	100	23
5/4	1,0 – 1,8	< 1	< 0,05			
5/5	1,8 – 2,4	< 1	< 0,05			
5/6	2,4 – 3,0	< 1	40,2*			
RKS 6						
6/4	0,7 – 1,5	1	20	2,5	83	125
6/5	1,5 – 2,5	9	12,8			
6/6	2,5 – 3,0	2	10,9			
RKS 7						
7/4	1,0 – 1,7	97	7,56**	1,7	100	71
7/5	1,7 – 2,3	3	< 0,05			
7/6	2,3 – 3,0	< 1	1,20*			
RKS 8B						
8/3B	0,5 – 1,0	2	7,81	1,0	100	35
8/4B	1,0 – 1,6	7	< 0,05			
8/5B	1,6 – 2,3	10	< 0,05			
8/6B	2,3 – 3,0	< 1	< 0,05			
RKS 9B						
9/2B	0,35 – 0,8	14	6,66**	2,5	83	125
9/4B	1,0 – 2,0	16	2,68			
9/5B	2,0 – 3,0	< 1	5,64			
RKS 14						
14/3	0,5 - 0,9	52	0,11	1,0	100	35
14/4	0,9 – 1,5	12	0,09			
GWM 4						
GWM 4/3	0,5 – 1,0	< 1	0,268**	0,5	100	13
GWM 4/5	2,0 – 2,7	2	0,418			

Fortsetzung Tabelle 5:

Probe	Entnahmetiefe (m u. GOK)	Nitrat mg/l	Ammonium mg/l	Aushubtiefe	Entfrachtung in % ^{***}	Aushubvolumen in m ³ (bei Sanierungsfläche von 25 m ² und 45° Böschung)
GWM 4/8	4,5 – 5,0	< 1	0,758*			
GWM 4/9	5,0 – 5,9	< 1	0,473*			
GWM 4/11	6,0 – 7,0	< 1	0,192*			
Prüfwerte						
oPW		50	0,5			
					Mittelwert: 95	Summe: 427

*Es wird vermutet, dass die ermittelte Belastung in dieser Tiefenlage aus Verschleppungsvorgängen beim Bohrvorgang resultiert und werden deshalb bei der Berechnung der Entfrachtung nicht berücksichtigt.

** Es wird angenommen, dass für die Tiefenlage 0,00-0,50 m bzw. bis 1,00 m ebenfalls Prüfwertüberschreitungen vorliegen

*** % Anteil des ausgekofferten Bodens zum gesamten belasteten Bodenbereich

Düngerbelastungen im Boden sind organoleptisch nur wahrnehmbar, wenn sehr hohe Ammoniumkonzentrationen vorliegen (Geruch nach Ammoniak), was in nur sehr wenigen Bodenbereichen der Fall sein wird. Dies hat zur Folge, dass eine organoleptische Separierung des belasteten vom unbelasteten Boden nicht oder nur im geringen Umfang möglich sein wird. Die Separierung wird deshalb primär analytisch durchgeführt. Dabei soll wie folgt verfahren werden.

Zunächst wird der Boden in den Sanierungsflächen um ca. 1,00 m (RKS 5: 0,70 m, GWM 4: 0,5 m) abgetragen. Anschließend erfolgt eine Beprobung der Sohl- und Wandungsbereiche, indem ca. 10 Einzelproben aus jeder Wandung bzw. der Sohle entnommen werden und diese jeweils zu einer Mischprobe vereinigt werden. Diese Mischproben werden auf Ammonium und Nitrat, jeweils im Eluat, untersucht. Sofern die Sanierungszielwerte nicht erreicht werden, erfolgt ein erneuter Bodenaushub in dem betreffenden Bereich bis zur Unterschreitung des Sanierungszielwertes. Evtl. kann es sein, dass in einzelnen Sohlbereichen aufgrund der Tiefenlimitierung auf ca. 2,50 m die Sanierungszielwerte nicht erreicht werden.

Vorab kann davon ausgegangen werden, dass bei dieser Variante rd. 95 % des belasteten Bodens ausgebaut werden.

3.3.3 Wasserhaltung

Der Bodenaushub soll bis in eine Tiefe von vermutlich max. 2,5 m geführt werden und befindet sich somit im grundwasserbeeinflussten Bereich, so dass evtl. eine Wasserhaltung in kleinräumigen Bereichen erforderlich wird.

Zur Erfassung des Wassers sollen Pumpensümpfe bis ca. 1,0 m unter die Aushubsohle niedergebracht werden und mittels Schmutzwasserpumpen eine Absenkung des Grundwassers bis ca. 0,5 m unter die Aushubsohle erfolgen. Die Grubensohle ist dabei so zu profilieren, dass ein geringes Gefälle in Richtung auf die Pumpensümpfe vorliegt.

Das abgepumpte Wasser soll über einen Sandfang dem Schmutzwasserkanal zugeführt werden. Im Vorfeld der Bodensanierung ist hierfür eine Einleitgenehmigung bei der Gemeinde Katzweiler zu beantragen.

3.3.4 Rückverfüllung der Sanierungsgruben

Nach Unterschreitung der Sanierungszielwerte kann eine Rückverfüllung der Sanierungsgruben erfolgen. Die Rückverfüllung sollte mit nachweislich unbelasteten (LAGA-Einstufung Z 0), verdichtungsfähigen, weitgestuften, schwach bindigem Naturschotter oder Boden erfolgen. Eine höhere LAGA-Einstufung bis Z 1.2 sollte zulässig sein, sofern die erhöhten Konzentrationen auf natürliche, geogene Ursachen zurückzuführen sind. Eine Versiegelung der sanierten Flächen ist nicht vorgesehen.

3.3.5 Entsorgung

Vorab kann bei Aushubtiefen bis zu 2,5 m und Sanierungsflächen von mindestens 25 m² zzgl. Böschungsbereiche von einem Aushubvolumen von rd. 450 m³ ausgegangen werden, was ca. 855 t (1,9 t/m³) entspricht.

Die ausgebauten Böden sind auf Halden, getrennt nach den Ausbaubereichen, südöstliche Düngerlagerhalle und nördlicher Grundstücksbereich, auf dem Gelände zwischenzulagern und Haldenbeprobungen mittels Baggerschürfen oder Sondierbohrungen gemäß den Vorgaben der LAGA PN 98 durchzuführen. Die Mischproben sind entsprechend den Vorgaben der TR Boden zuzüglich der Ergänzungsparameter der Deponieverordnung zu untersuchen. Auf Basis dieser Ergebnisse kann dann über den Entsorgungsweg entschieden werden.

Der aufgehaldete Boden ist während der Zwischenlagerung gegen Niederschlagseinflüsse mit Folie abzudecken.

3.3.6 Berichtswesen

Die gesamte Sanierung wird durch ein Fachbüro begleitet. Die durchgeführten Maßnahmen (Bodenaushub, Grubenfreimessungen, Darlegung der Bereiche mit Restbelastungen) einschließlich Beschreibung der Entsorgungswege und der entsorgten Bodenmassen werden abschließend in einem Bericht beschrieben.

3.3.7 Kostenschätzung Variante 3

Die Kostenschätzung erfolgt unter folgenden Voraussetzungen:

- In der Kostenschätzung werden auch die Kosten für die Baustelleneinrichtung, Aushub, laden, Erstellung Zwischenlager etc. mit berücksichtigt, da die Bodensanierung unabhängig von der Folgenutzung erfolgen soll.
- Als Sanierungszielwerte werden für Nitrat im Eluat ≤ 50 mg/l und für Ammonium $\leq 0,5$ mg/l angenommen.
- Es werden die Kosten für eine Aushubkubatur von rd. 490 m³ geschätzt. Je nach Ergebnis der Sohl- und Wandbeprobungen ist nicht auszuschließen, dass höhere Aushubkubaturen erforderlich werden, die aber bei der Kostenschätzung nicht mit berücksichtigt werden können.
- Im Rahmen der Sanierung ist eine Wasserhaltung erforderlich, da sich die Bodenbelastungen bis in den grundwasserbeeinflussten Bereich erstrecken.
- Der gesamte Bodenaushub ist als düngerbelastet zu entsorgen.
- Im Zuge des Bodenaushubes erfolgt auch ein Rückbau der GW-Messstellen, da diese nicht mehr benötigt werden.
- Bei den angegebenen Preisen handelt es sich um Nettopreise und um grobe Schätzungen, die durch Angebotseinholungen zu konkretisieren sind.

Kostenschätzung

Pos.1: Erstellen eines Sanierungsplans, eines Leistungsverzeichnisses,
Einholung und Auswertung der Angebote, Vergabevorschlag,
pauschal

2.000,00 €

Pos. 2: Baustelleneinrichtung, An- und Abtransport der erforderlichen Baugeräte,

GEO-CONSULT	M-040413-4	Entwurf: Sanierungskonzept ehem. RWZ-Standort Katzweiler	22
-------------	------------	--	----

Baustellensicherung, pauschal	3.000,00 €
Pos. 3: Wasserhaltung, Vorhalten und betreiben von Schmutzwasserpumpen, Leitungen, Sandfang, Verschlauchungen, Erstellen von Pumpensümpfen pauschal	7.000,00 €
Pos. 4: Einleitgebühren für das abgepumpte Grundwasser pauschal	2.000,00 €
Pos. 6: Aufnehmen und laden von belasteten Böden ca. 430 m ³ x 9,00 €/m ³	3.870,00 €
Pos. 7: Entsorgung düngerbelasteten Bodens inkl. Transport (430 m ³ , Umrechnungsfaktor 1,9 t/m ³ Boden) ca. 817 t x 27,00 €/t	22.059,00 €
Pos. 8: Folienabdeckung Zwischenlager ca. 1.000 m ² Folie x 3,00 €/m ²	3.000,00 €
Pos. 9: Anlieferung Fremdmaterial zur Rückverfüllung ca. 817 t x 6,00 €/t	4.902,00 €
Pos. 10: Verdichteter Einbau des Fremdmaterials ca. 817 t x 3,00 €/t	2.451,00 €
Pos. 11: Umwelttechnische Überwachung der Arbeiten inkl. Berichtswesen, ca. 5 Arbeitstage x 500,00 €/Arbeitstag	2.500,00 €
Pos. 12: Begleitanalytik für Grubenfreimessung und Entsorgung Pauschal	4.000,00 €
Pos. 13: Rückbau der Grundwassermessstellen Pauschal	1.000,00 €
Pos. 14: Kosten für behördliche Leistungen, wie z. B. Stellungnahmen, etc. Pauschal	500,00 €
Nettosumme Pos. 1-14: zzgl. gesetzliche Mehrwertsteuer	ca. 58.282,00 €

4. Gefährdungsabschätzung

Für die drei Sanierungsvarianten ergeben sich unterschiedliche Gefährdungspotentiale für das Grundwasser.

Bei Variante 1 verbleiben noch rd. 32 % des belasteten Bodens im Untergrund, sowohl im ungesättigten als auch im gesättigten Bereich. Die geplante Überbauung reduziert zwar die Sickerwasserraten auf dem Grundstück, aber ein gewisser Schadstoffaustrag mit dem Sickerwasseraustrag ist gegeben, so dass nicht auszuschließen ist, dass weiterhin relevante Belastungen des Grundwassers gegeben sind. Der Austrag soll nicht weiter mit einer Si-

ckerwasserprognose quantifiziert werden, da diese Sanierungsvariante nicht ausgeführt werden soll.

Variante 2 und 3 unterscheiden sich nicht hinsichtlich ihres Gefährdungspotentials für das Grundwasser, da in beiden Fällen rd. 95% des belasteten Bodens entfernt werden. In der ungesättigten Zone befinden sich keine Restbelastungen mehr, so dass auch kein Austrag von Schadstoffen mit dem Sickerwasser erfolgen kann und die verbliebenen Restbelastungen sich ausschließlich im Grundwasserschwankungsbereich befinden. Da in der ungesättigten Zone keine Belastungen mehr vorliegen, erübrigt sich eine Sickerwasserprognose.

Zur Abschätzung der im Grundwasser verbliebenen Schadstoffmassen, wurden die Werte der Eluatanalysen auf Feststoffgehalte umgerechnet, (Eluaterstellung nach S4, Wasser-Boden-Verhältnis 10:1, 1 l H₂O:0,1 kg Boden). Es ergeben sich die in Tabelle 6 aufgeführten Konzentrationen, mit denen dann die Nitrat- bzw. Ammoniummassen berechnet werden. Vergleicht man die Nitrat- bzw. Ammoniummassen im gesamten belasteten Bereich mit denen die durch den Aushub entfernt wurden, dann zeigt sich, dass rd. 99 % des Nitrats und 98% des Ammoniums entfernt wurden, so dass davon auszugehen ist, dass von diesen geringen verbliebenen Restmassen keine relevante Grundwassergefährdung ausgeht und somit ein Grundwassermonitoring sich erübrigt.

Tabelle 6: Nitrat- und Ammoniumfeststoffkonzentrationen und Ermittlung der Schadstoffmassen im Boden

Probe	Entnahmetiefe (m u. GOK)	Nitrat mg/l-/ mg/kg	Ammonium mg/l / mg/kg	Aushubtiefe	Entfrachtung in %***	Masse NO ₃ in mg/m ² ****	Masse NH ₄ -in mg/m ² ****
RKS 5							
5/2	0,35 – 0,7	< 1 / <10	27,5 / 275	0,7 m	100	< 13,3	366
RKS 6							
6/4	0,7 – 1,5	1 / 10	20 / 200	2,5	83	28,5	570
6/5	1,5 – 2,5	9 / 90	12,8 / 128			171	243
6/6	2,5 – 3,0	2 / 20	10,9 / 109			19	104
RKS 7							
7/4	1,0 – 1,7	97 / 970	7,56** / 75,6	1,7	100	3133	244
RKS 8B							
8/3B	0,5 – 1,0	2 / 20	7,81 / 78,1	1,0	100	38	148
RKS 9B							
9/2B	0,35 – 0,8	14 / 140	6,66** / 66,6	2,5	83	213	101
9/4B	1,0 – 2,0	16 / 160	2,68 / 26,8			304	51
9/5B	2,0 – 2,50	< 1 / <10	5,64 / 56,4			8	54
9/5B	2,5 – 3,0	< 1 / <10	5,64 / 56,4			8	54

Fortsetzung Tabelle 6

Probe	Entnahmetiefe (m u. GOK)	Nitrat mg/l-/ mg/kg	Ammonium mg/l / mg/kg	Aushub- tiefe	Entfrach- tung in %***	Masse NO ₃ in mg/m ² ****	Masse NH ₄ -in mg/m ² ****
RKS 14							
14/3	0,5 - 0,9	52 /520	0,11 / 1,1	1,0	100	889	2
GWM 4							
GWM 4/x	0,0 – 0,05	50/ 500	0,5 / 5	0,5	100	475	4,75
		Σ Masse Schadstoffe aller Bohrpunkte pro Fläche (mg/m ²)				5.300	1.942
		Σ Masse Schadstoffe aller ausgekofferte Bereiche pro Fläche (mg/m ²)				5.273 (=99,5 %)	1.784 (91,8 %)

** Es wird angenommen, dass für die Tiefenlage 0,00-0,50 m bzw. bis 1,00 m ebenfalls Prüfwertüberschreitungen vorliegen

*** % Anteil des ausgekofferten Bodens zum gesamten belasteten Bodenbereich

**** $M = G \times LD \times Mä$ (gemäß /15/)

M= Masse des Schadstoffes pro Fläche(mg/m²) im Bereich eines Bodenprofiles

G= Gesamtgehalt der Schadstoffe in einer Bodenprobe (mg/kg)

LD=Lagerungsdichte (kg/m³)= 1,9 kg/m³

5. Variantenvergleich

Die drei dargestellten Sanierungs-/Sicherungsvarianten weisen die in Tabelle 7 aufgeführten Vor- und Nachteile auf:

Tabelle 7: Vor- und Nachteile der Sanierungsvarianten

Variante	Vorteile	Nachteile
Variante 1	Vorteile	Nachteile
Flächenhafter Bodenaushub bis max. 1 m mit Versiegelung und dreijährigem GW-Monitoring		
	Versiegelung verringert Sickerwasseranfall und reduziert damit die GW-Belastungen	Hohe Kosten von rd. 72.560 €
	Kosten für die Entsorgung des Bodenaushubs können sich für die RWZ verringern, wenn Teile des Aushubs LAGA-Einstufen < Z 2 aufweisen	Keine vollständige Beseitigung der Bodenbelastungen. es verbleiben Restbelastungen in Höhe von ca. 32% des ursprünglich belasteten Bodenbereichs

Fortsetzung Tabelle 7

Variante	Vorteile	Nachteile
	Vermutlich werden Entsorgungskosten zwischen Investor und RWZ aufgeteilt, da zumindest für die Entsorgung der einstufigsrelevante Parameter PAK sein wird und somit dann diese Kosten zu Lasten des Investors gehen	Grundwassermonitoring ist für mindestens 3 Jahre erforderlich. Falls das GW-Monitoring verlängert werden muß (> 3 Jahre), entstehen dafür Mehrkosten.
Variante 2		
Flächenhafter Bodenaushub mit Vertiefung bis max. 2,5 m in den Belastungsbereichen mit nachfolgender Versiegelung		
	Durch nahezu vollständige Beseitigung der Bodenbelastungen (ca. 92 bis 99% ist eine Sanierung des oberen GW-Leiters nicht erforderlich und eine Gefährdung des unteren GW-Leiters ist nicht gegeben.	Hohe Kosten von rd. 78.808 €
	Keine Folgekosten für die RWZ, da durch Bodenaushub die Sanierung abgeschlossen ist.	Schätzungen beruhen auf Größe der Sanierungsbereiche von jeweils 25 m ² . Je nach Ergebnis der Sohl- und Wandbeprobungen ergeben sich evtl. deutlich größere Sanierungsbereiche, so dass dann erhöhte Entsorgungskosten anfallen.
	Vermutlich werden Entsorgungskosten zwischen Investor und RWZ aufgeteilt, da zumindest für die Entsorgung der einstufigsrelevante Parameter PAK sein wird und somit diese Kosten zu Lasten des Investors gehen	
Variante 3		
Bodenaushub in den belasteten Bereichen bis max. 2,5 m		
	Niedrige Kosten von den rd. 58.300 €	
	Durch nahezu vollständige Beseitigung der Bodenbelastungen (ca. 92 bis 99% ist eine Sanierung des oberen GW-Leiters nicht erforderlich und eine Gefährdung des unteren GW-Leiters ist nicht gegeben.	Schätzungen beruhen auf Größe der Sanierungsbereiche von jeweils 25 m ² . Je nach Ergebnis der Sohl- und Wandbeprobungen ergeben sich evtl. deutlich größere Sanierungsbereiche, so dass dann erhöhte Kosten für Entsorgung und Rückverfüllung ergeben.
		Kosten sind zu 100% von der RWZ zu tragen, da die Sanierung nicht im Zuge einer Baumaßnahme erfolgt und damit keine Sowieso-Kosten anfallen.

Wie aus der Tabelle 7 hervorgeht, stellen die Variante 2 und 3 Sanierungsverfahren dar, welche weitestgehend zur Beseitigung der Bodenbelastungen führen und damit eine Sanierung des oberen GW-Leiters einleitet und eine Gefährdung für den unteren GW-Leiter nicht mehr gegeben ist, so dass ein Grundwassermonitoring entfallen kann. Allerdings verursacht Variante 2 höhere Kosten als die Variante 3 aufgrund der größeren zu entsorgenden Bodenmassen. Dabei ist aber zu beachten, dass bei Variante 2 vermutlich ein Teil der Entsorgungskosten zu Lasten des Käufers bzw. Investors geht, da gemäß Angaben der RWZ die Entsorgungskosten zu deren Lasten gehen, wenn die einstufigsrelevanten Parameter nicht auf die Düngerbelastung zurückzuführen sind.

Die Variante 1, die nur einen Teilaushub des belasteten Bodens vorsieht, ist mit rd. 6000 € etwas günstiger als Variante 2, aber hier ist ein GW-Monitoring erforderlich, welches evtl. länger als die geschätzten drei Jahre dauern kann und damit wäre der Kostenvorteil nicht mehr gegeben.

6. Verwendete Unterlagen

/1/ Bundes-Bodenschutz und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999

/2/ Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen, Technische Regeln (TR Boden). 05. November 2004.

/3/ Merkblatt ALEX-2 Liste, Orientierungswerte Altablagerungen und Altstandorte, Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht, Rheinland-Pfalz, Juli 1997

/4/ Gutachten orientierende umwelttechnische Erkundung des ehemaligen Raiffeisenstandorts in Katzweiler, Geo-Consult Büdingen, AZ M 040413, 26.04.2013.

/5/ Gutachten Eingrenzungs- und Grundwasseruntersuchungen auf dem ehemaligen Raiffeisenstandort in Katzweiler, Geo-Consult Büdingen, AZ M 040413-2, 19.09.2013.

/6/ Historische Erkundung des ehem. Raiffeisenstandorts in Katzweiler, Geo-Consult Büdingen, AZ M 040313-HE, 04.02.2014

/7/ Ergebnisvermerk der SGD Süd zur Besprechung am 09.12.2013

/8/ LAGA PN 98. Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen, und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen. Dezember 2001.

/9/ Auerswald, K. und H. Schnyder 2009: Böden als Grünlandstandorte. Handbuch der Bodenkunde 31. Erg. Lfg. 02/09.

/10/ Grünland-Düngungsintensität und Futterwert. Initiative effiziente Stickstoffdüngung (INCONA). März 2009.

/11/ Faustzahlen für die Landwirtschaft, KTBL, 2005.

GEO-CONSULT	M-040413-4	Entwurf: Sanierungskonzept ehem. RWZ-Standort Katzweiler	27
-------------	------------	--	----

/12/ Merkblatt ALEX 13. Untersuchung und Beurteilung des Wirkungspfad des Boden-Grundwasser; Sickerwasserprognose. Hrsg. Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht. Landesamt für Wasserwirtschaft. Stand 09/2001.

/13/ Weitergehende Grundwasseruntersuchungen auf dem ehemaligen Raiffeisenstandort in Katzweiler mit Sanierungskonzept, Geo-Consult Büdingen, AZ M 040413-3, Berichtsdatum 27. März 2014.

/14/ Schreiben der SGD Süd vom 27.05.2014 an die RWZ Köln (Aktenzeichen 32-5-26.03 10.03-002) zu den weitergehenden Grundwasseruntersuchungen auf dem RWZ Standort in Katzweiler mit Sanierungskonzept.

/15/ Ermittlung von Schadstofffrachten im Grund- und Sickerwasser. Handbuch Altalsten, Band 3, Teil 6. Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie. Wiesbaden 2008.

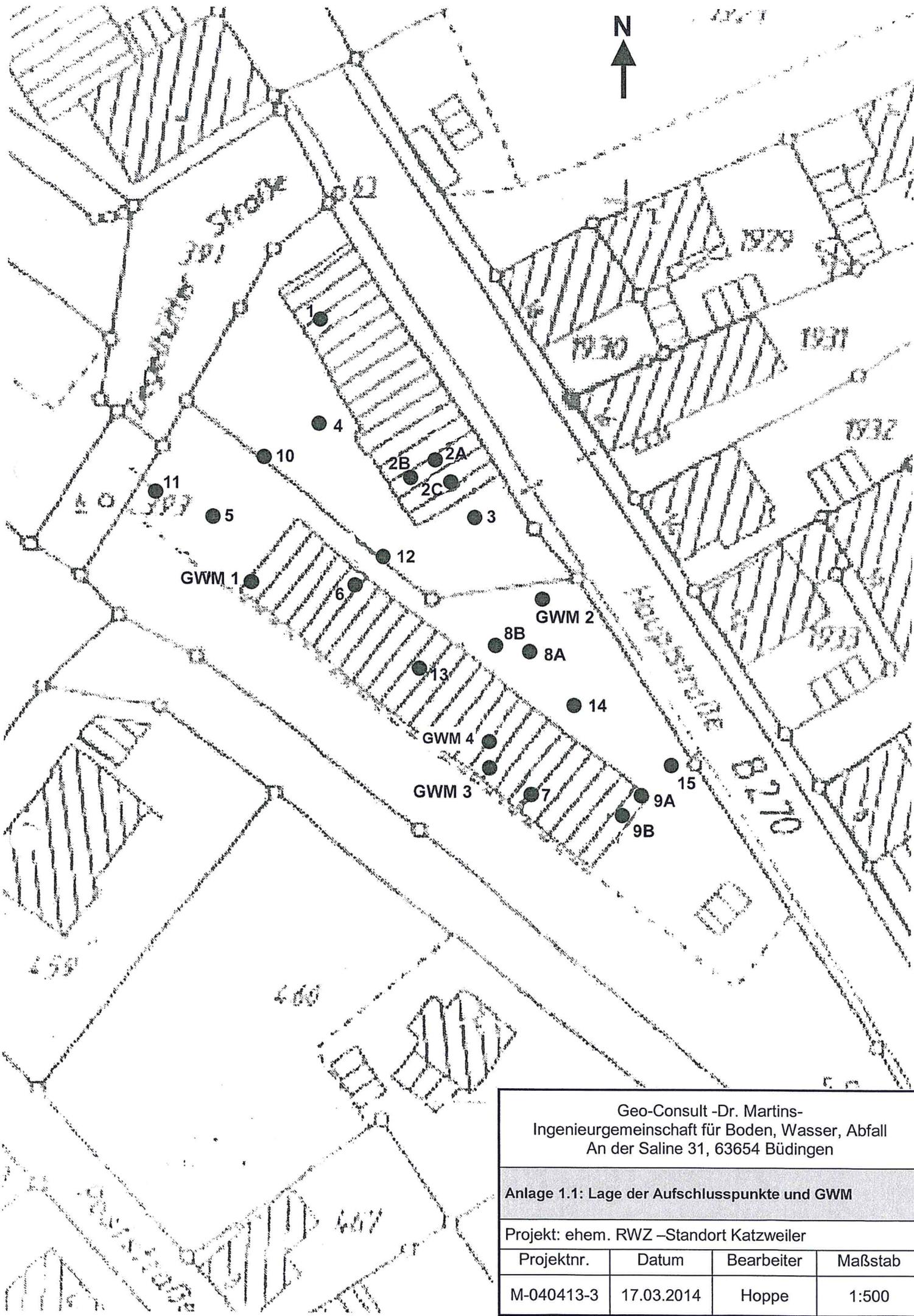
Büdingen, den 27. Juni 2014



Dr. Olaf Martins

Anlagen

**Anlage 1.1:
Lageplan mit Positionen der Sondierbohrungen/GW-Messstellen**



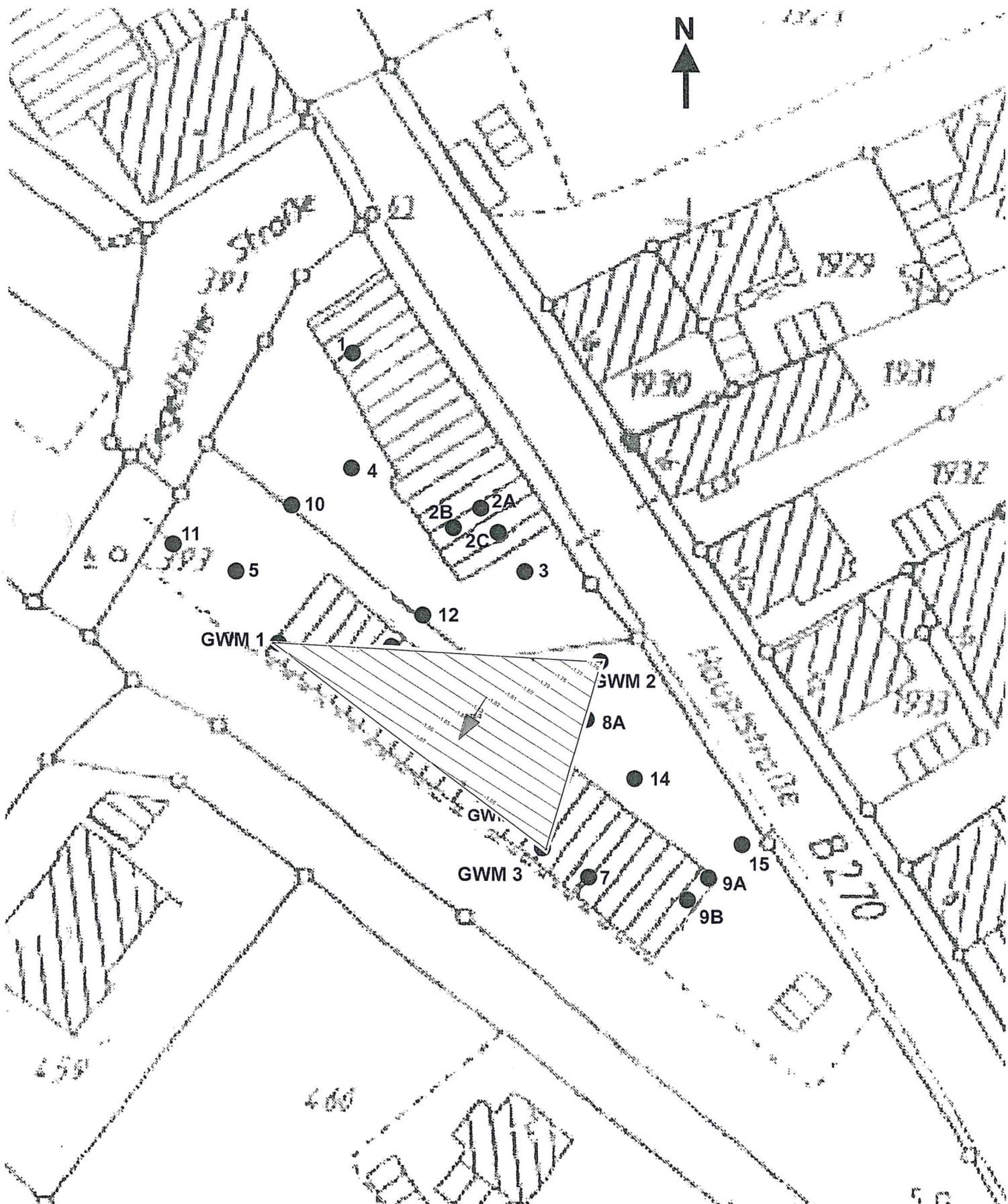
Geo-Consult -Dr. Martins-
 Ingenieurgesellschaft für Boden, Wasser, Abfall
 An der Saline 31, 63654 Büdingen

Anlage 1.1: Lage der Aufschlusspunkte und GWM

Projekt: ehem. RWZ –Standort Katzweiler

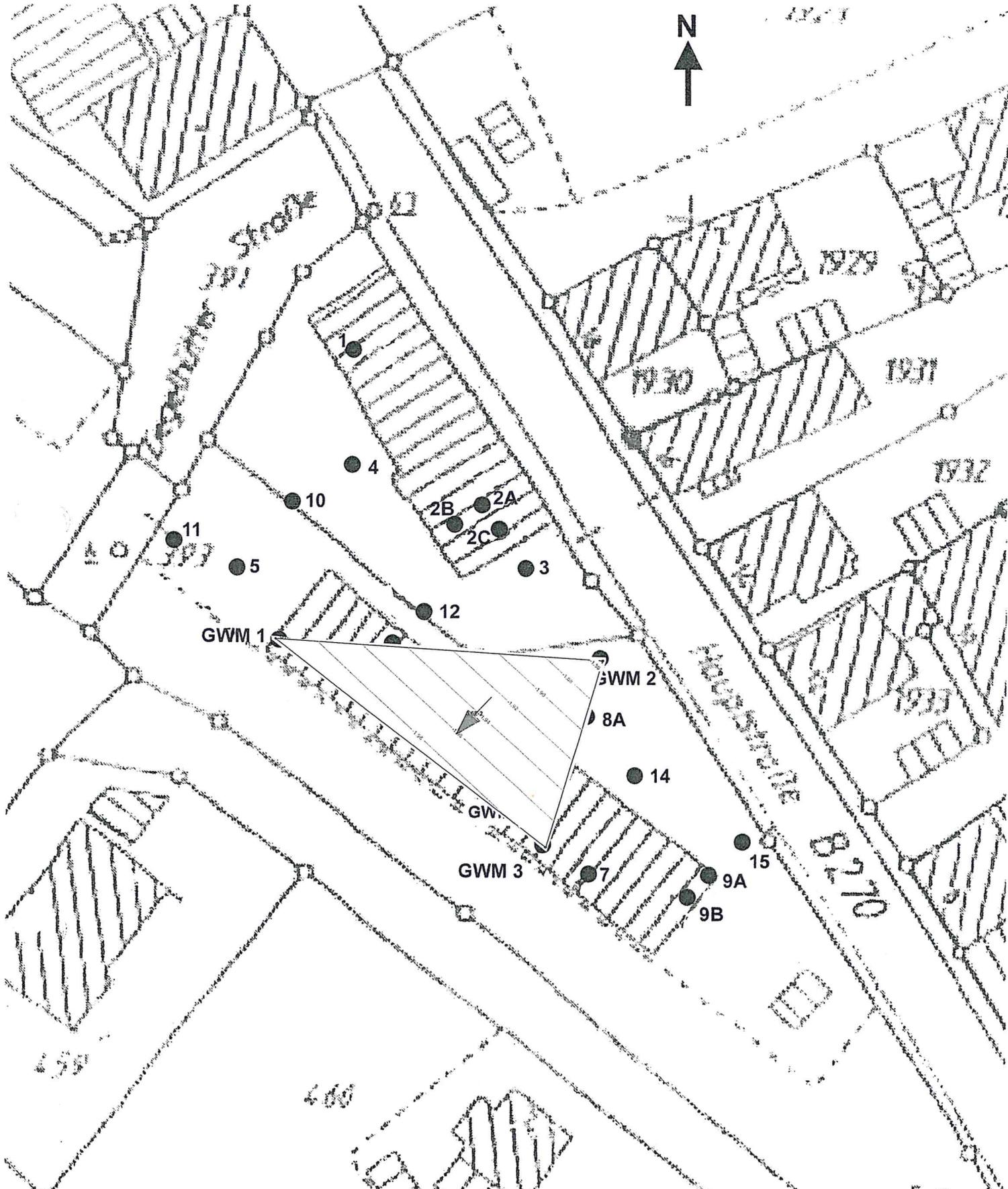
Projektnr.	Datum	Bearbeiter	Maßstab
M-040413-3	17.03.2014	Hoppe	1:500

**Anlagen 1.2-1.3:
Grundwassergleichenpläne**



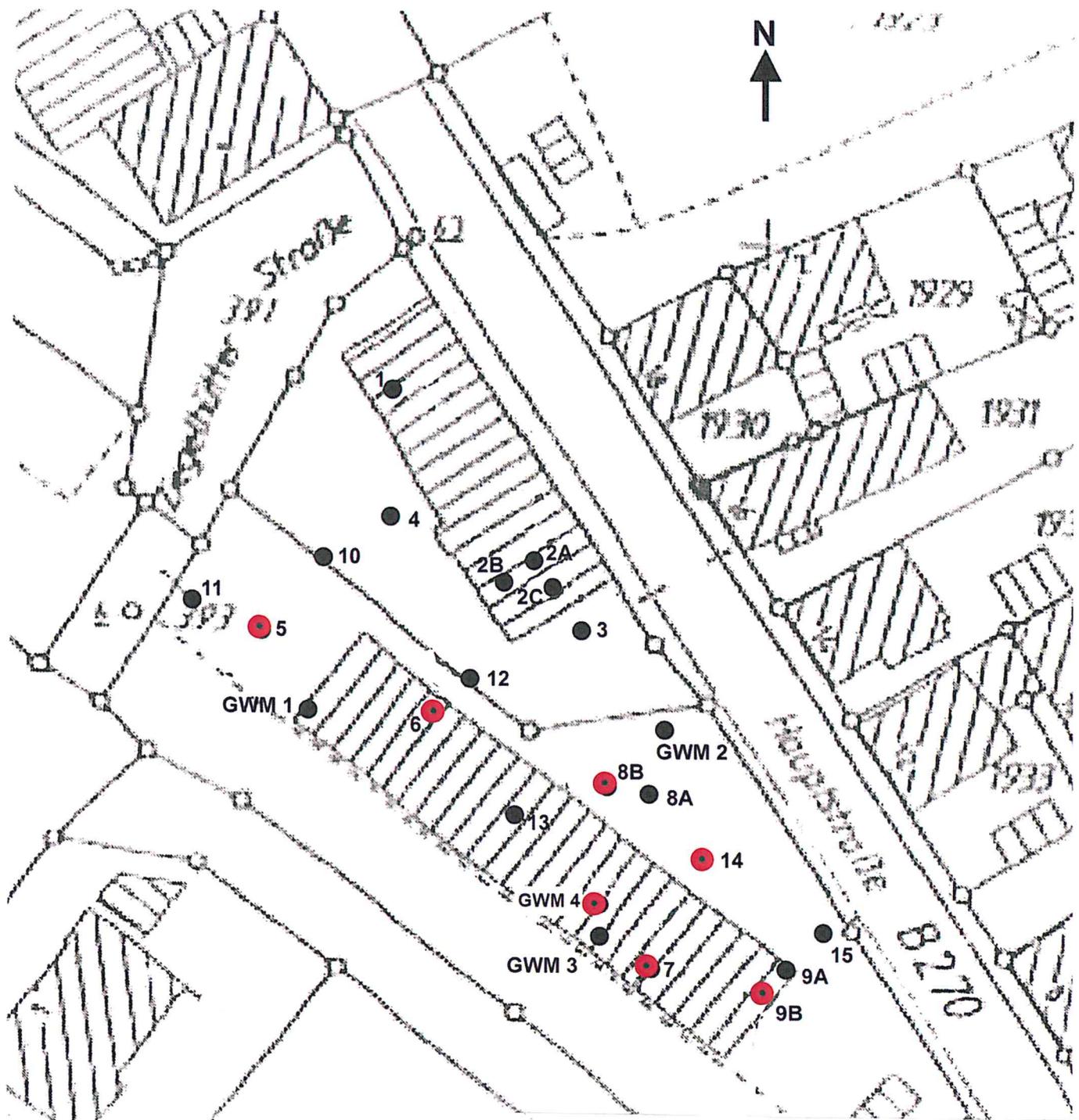
Geo-Consult -Dr. Martins-
 Ingenieurgesellschaft für Boden, Wasser, Abfall
 An der Saline 31, 63654 Büdingen

Anlage 1.2: Grundwassergleichenplan 10.02.2014			
Projekt: ehem. RWZ –Standort Katzweiler			
Projektnr.	Datum	Bearbeiter	Maßstab
M-040413-3	17.03.2014	Hoppe	1:500



Geo-Consult -Dr. Martins- Ingenieurgesellschaft für Boden, Wasser, Abfall An der Saline 31, 63654 Büdingen			
Anlage 1.3: Grundwassergleichenplan 04.03.2014			
Projekt: ehem. RWZ –Standort Katzweiler			
Projektnr.	Datum	Bearbeiter	Maßstab
M-040413-3	17.03.2014	Hoppe	1:500

**Anlage 1.4:
Lageplan mit räumlicher Verteilung der Düngerbelastungen (Boden)**



Geo-Consult -Dr. Martins-
 Ingenieurgesellschaft für Boden, Wasser, Abfall
 An der Saline 31, 63654 Büdingen

**Anlage 1.4: Räumliche Verteilung der
 Düngerbelastungen (Boden)**

Projekt: Sanierungskonzept ehemaliger RWZ-Standort
 Katzweiler

Projektnr.	Datum	Bearbeiter	Maßstab
M-040413-4	20.06.2014	Martins	1:500

Legende:

- Rammkernsondierung
- Prüfwertüberschreitung ALEX 02 Ammonium/Nitrat

**Anlagen 1.5:
Skizze zur Folgenutzung**

Funktionsbereiche Ebene 0

Gastrobereich mit Aussenferrasse

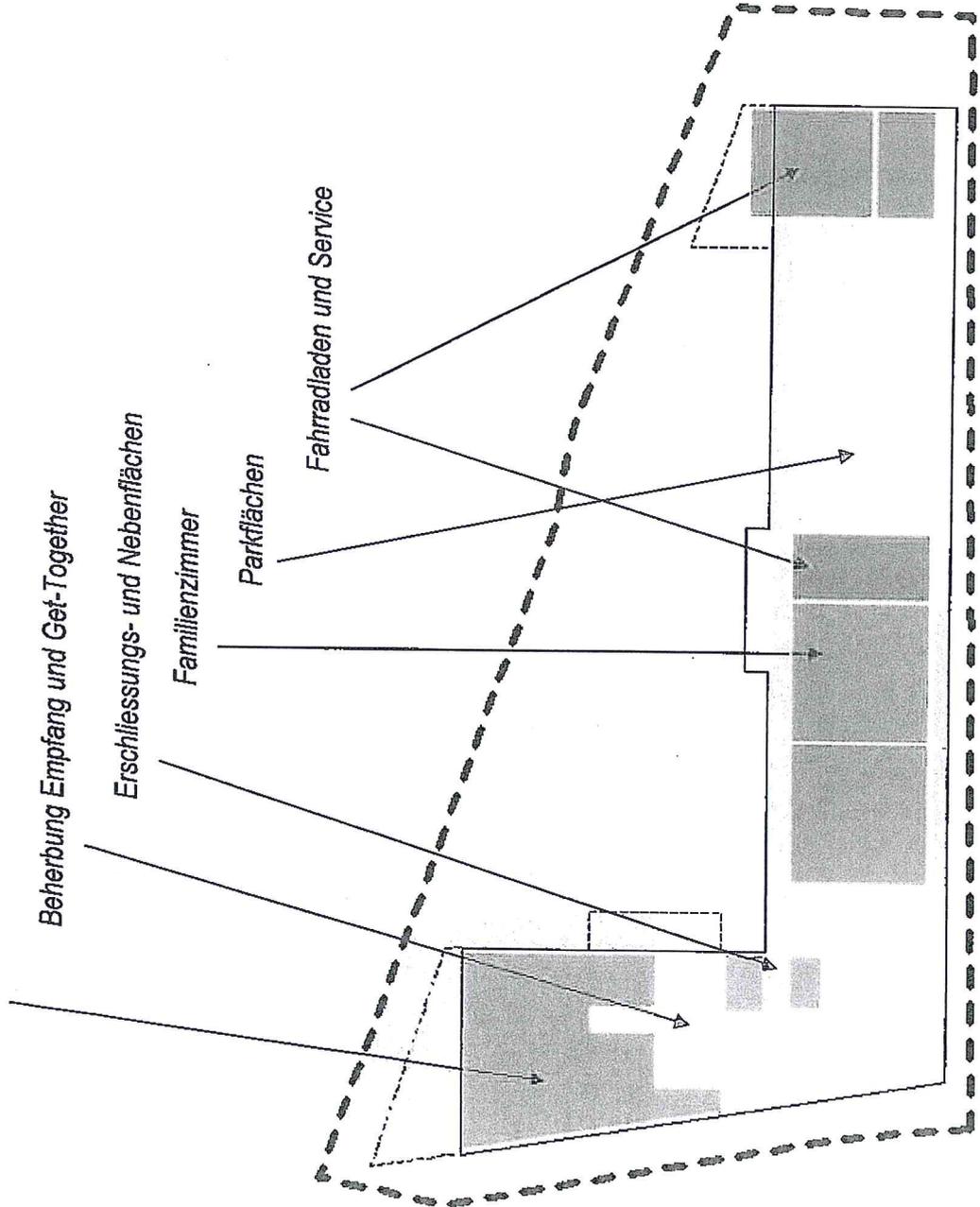
Beherbung Empfang und Get-Together

Erschliessungs- und Nebenflächen

Familienzimmer

Parkflächen

Fahrradladen und Service



Rosenstrasse 11-13
67655 Kaiserslautern

fon 0631 / 696868
fax 0631 / 696869
mobil 0171 / 4967453

Geo-Consult -Dr. Martins-
Ingenieurgesellschaft für Boden, Wasser, Abfall
An der Saline 31, 63654 Büdingen

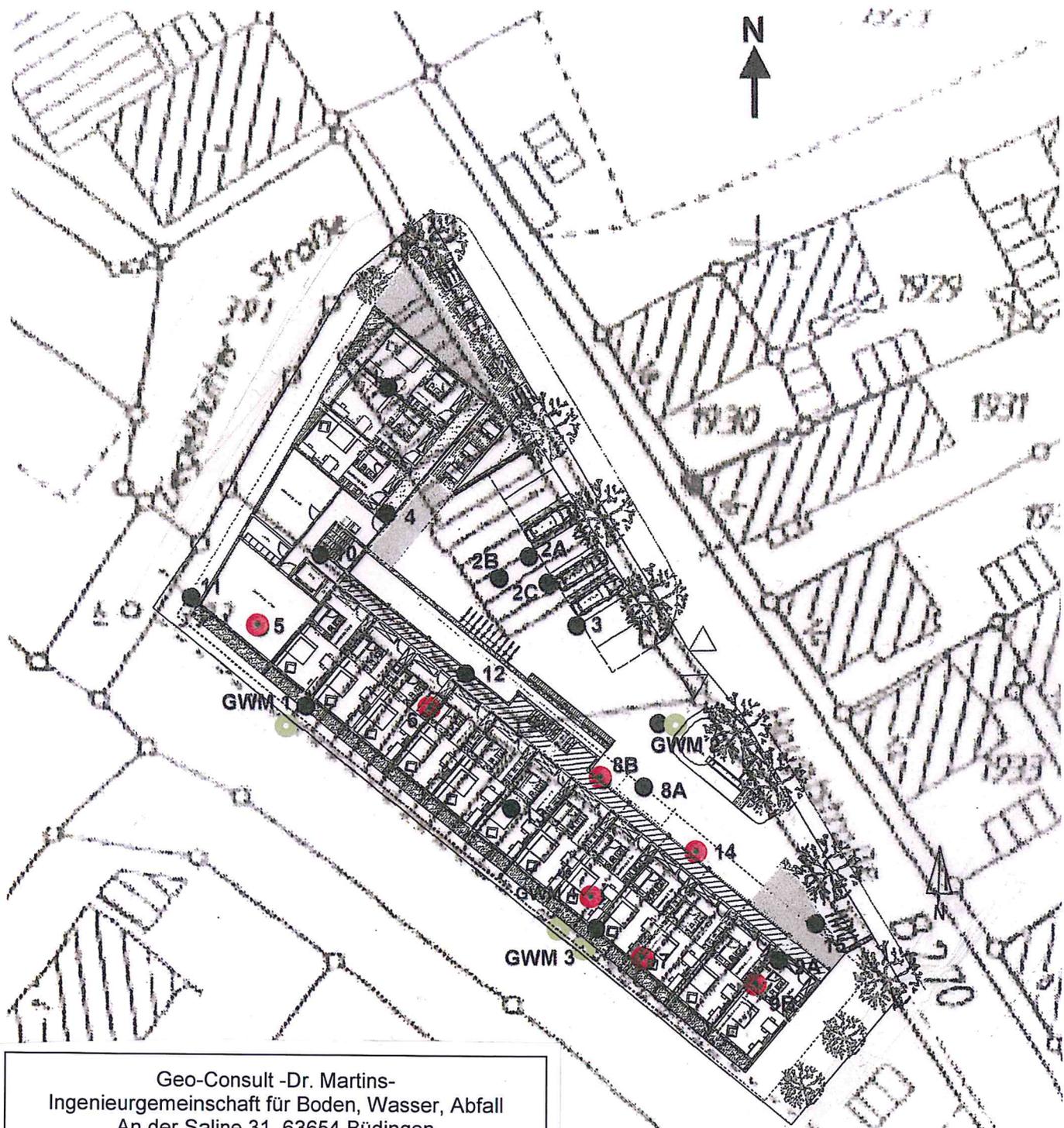
Anlage 1.5: Skizze zur Folgenutzung

Projekt: Sanierungskonzept ehemaliger RWZ-Standort
Katzweiler

Projektnr.	Datum	Bearbeiter	Maßstab
M-040413-4	23.03.2014	Martins	ohne



**Anlagen 1.6:
Belastungsbereiche mit Darstellung der geplanten Überbauung**



Geo-Consult -Dr. Martins-
Ingenieurgesellschaft für Boden, Wasser, Abfall
An der Saline 31, 63654 Büdingen

Anlage 1.6: Belastungsbereiche mit Darstellung der geplanten Überbauung

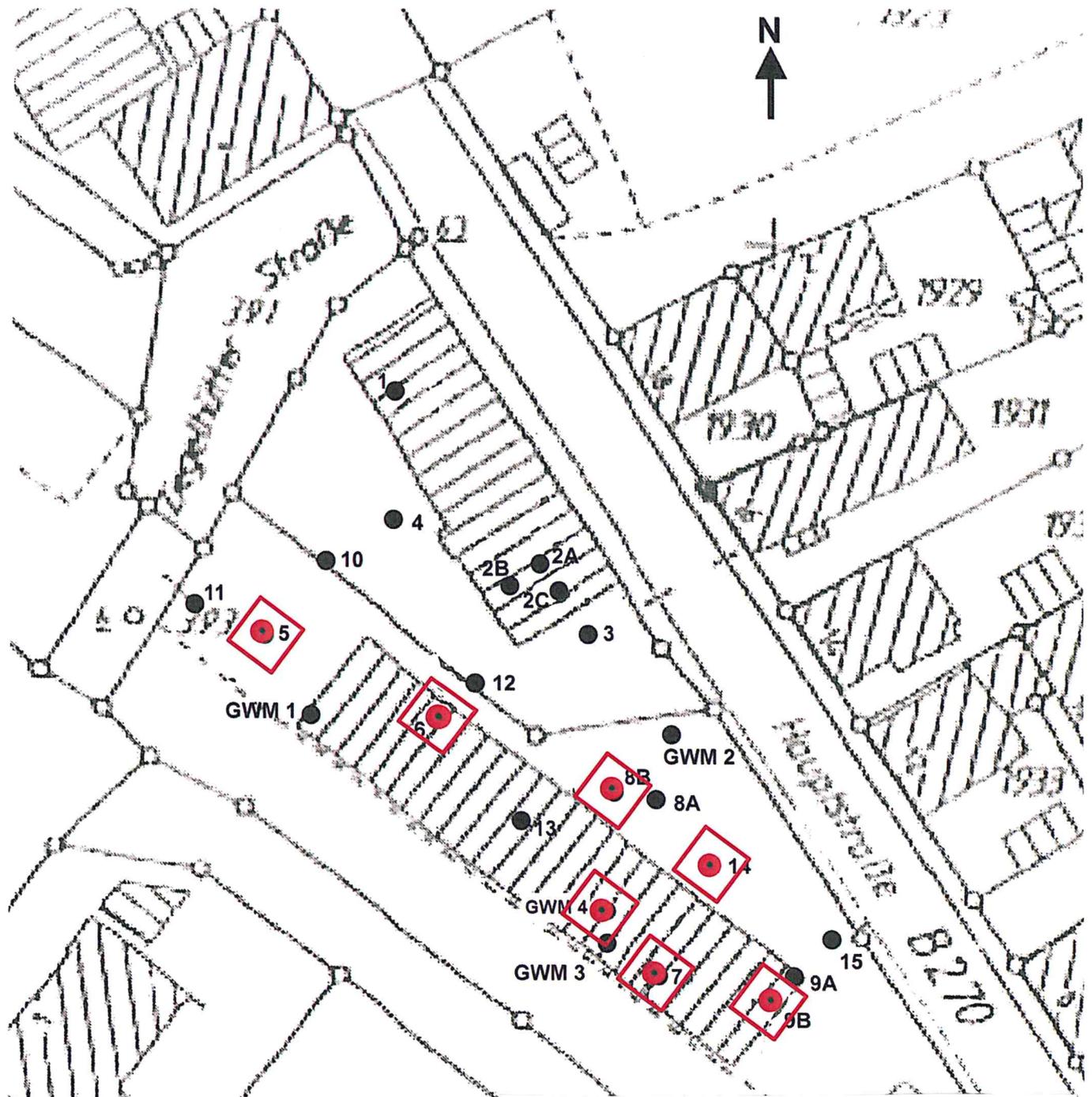
Projekt: GW-Untersuchungen und Sanierungskonzept
ehemaliger RWZ-Standort Katzweiler

Projektnr.	Datum	Bearbeiter	Maßstab
M-040413-3	23.03.2014	Martins	1:500

Legende:

- Rammkernsondierung
- Prüfwertüberschreitung ALEX 02 Ammonium/ Nitrat
- Neue Grundwassermessstellen

**Anlagen 1.7:
Lageplan mit Sanierungsbereichen**



Geo-Consult -Dr. Martins-
 Ingenieurgesellschaft für Boden, Wasser, Abfall
 An der Saline 31, 63654 Büdingen

Anlage 1.7: Lageskizze mit Sanierungsbereichen

Projekt: GW-Untersuchungen und Sanierungskonzept
 ehemaliger RWZ-Standort Katzweiler

Projektnr.	Datum	Bearbeiter	Maßstab
M-040413-3	23.03.2014	Martins	1:500

- Legende:
- Rammkernsondierung
 - Prüfwertüberschreitung ALEX 02 Ammonium/Nitrat
 - Sanierungsbereich

Anlage 2: Profildarstellungen der GWM 4

Boden- und Felsarten



Auffüllung, A



Steine, X, steinig, x



Mittelsand, mS, mittelsandig, ms



Sand, S, sandig, s



Ton, T, tonig, t



Fels, verwittert, Zv



Kies, G, kiesig, g



Feinsand, fS, feinsandig, fs



Schluff, U, schluffig, u

Korngrößenbereich

f - fein
m - mittel
g - grob

Nebenanteile

' - schwach (<15%)
- - stark (30-40%)

Konsistenz



breiig



weich



steif



halbfest



fest

Grundwasser

▽ 1,00
18.02.2014 Grundwasser am 18.02.2014 in 1,00 m unter Gelände angebohrt

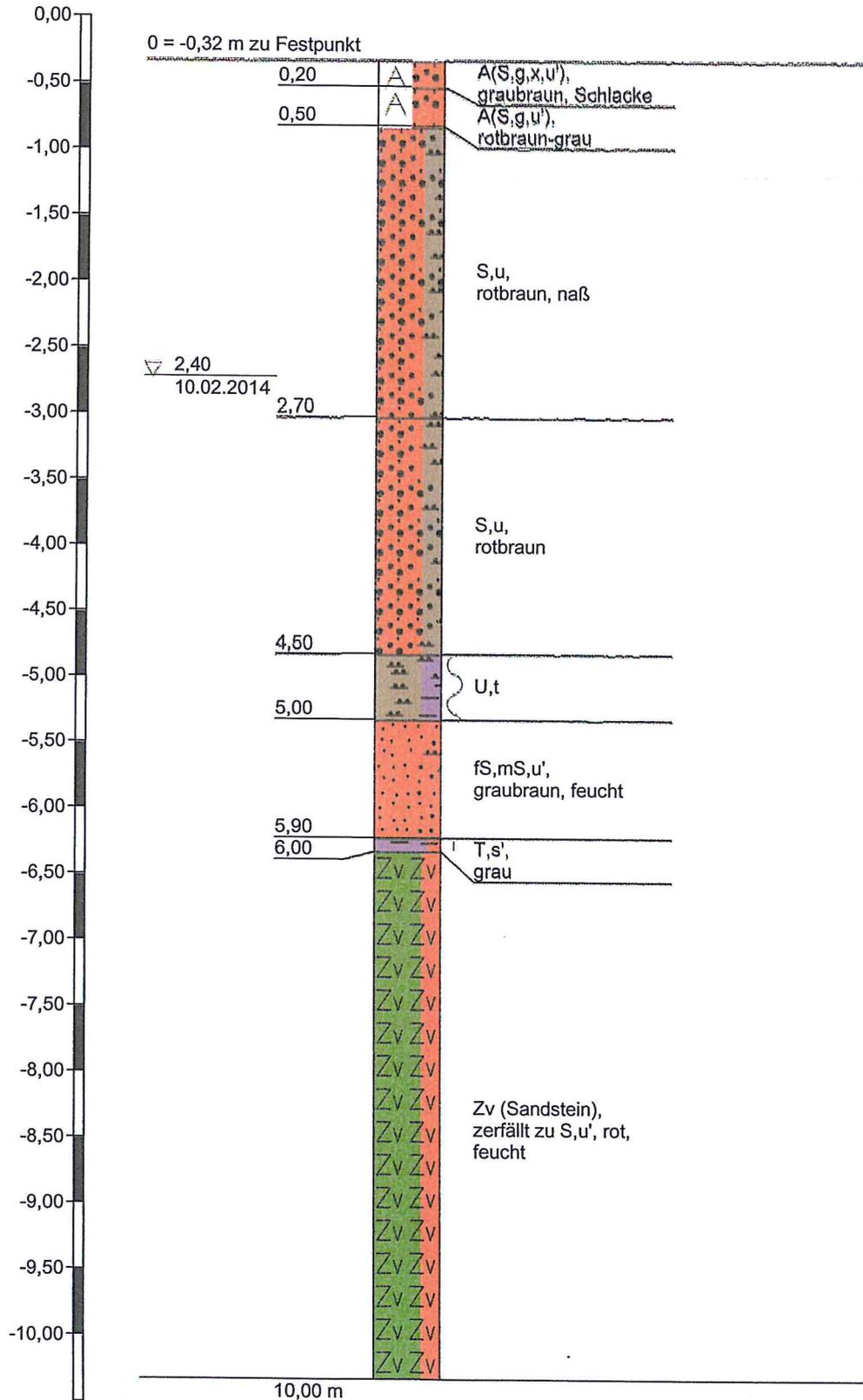
▽ 1,00
18.02.2014 Grundwasser in 1,80 m unter Gelände angebohrt, Anstieg des Wassers auf 1,00 m unter Gelände am 18.02.2014

▽ 1,00
18.02.2014 Grundwasser nach Beendigung der Bohrarbeiten am 18.02.2014

▽ 1,00
18.02.2014 Ruhewasserstand in einem ausgebauten Bohrloch

1,00
▽ 18.02.2014 Wasser versickert in 1,00 m unter Gelände

GWM 4



Höhenmaßstab 1:50

WENDT

Bohrergesellschaft mbH
Vor der Höhe 3a
35428 Langgöns-Espa

Projekt: BV Katzweiler

Anlage:

Datum: 20.02.2014

Auftraggeber: Geo-Consult Dr. O. Martins

Bearb.: Wendt

Ausbauskitze

GWM 4

