



**GRUNDBAUBERATUNG -
GEOCONSULTING AG**

INGENIEURE FÜR GEOTECHNIK, HYDROGEOLOGIE,
ALTLASTEN, MESSTECHNIK UND UMWELTTECHNIK

G 5799/2

HOCHBAUAMT DES KANTONS ST. GALLEN

**MACHBARKEITSSTUDIE FÜR EIN NEUES STAATS-
ARCHIV AM STANDORT ST. GALLEN / WALDAU**

ALTLASTENBERICHT "DEPONIEGAS"

St. Gallen, 13. Dezember 2019

© GBB AG 12/2019

Büro St. Gallen

Helvetiastrasse 41
CH - 9000 St. Gallen
Tel. +41 (0)71 244 88 44
www.grundbau.ch
info@grundbau.ch

Büro Zürich

Clausiusstrasse 41
CH - 8006 Zürich
Tel. +41 (0)44 261 33 22
www.grundbau.ch
info@grundbau.ch

Büro Triesen

Lawenastrasse 63
FL - 9495 Triesen
Tel. +423 392 33 30
www.grundbau.li
info@grundbau.li

Auftraggeber:	Hochbauamt des Kantons St. Gallen, Lämmli brunnenstrasse 54, 9001 St. Gallen	
Objekt:	Machbarkeitsstudie für ein neues Staatsarchiv Deponiegas-Problematik	
Lage:	St. Gallen / Waldau Parzellen Nrn. W1770 und W4653 Koordinaten ca. 2'744'050 / 1'253'630	
Gelände:	z.T. überbaut und Parkplatz (FHS), z.T. Schrebergärten	
Architekt:	Gähler Flühler Architekten AG, Zürcher Strasse 45, 9000 St. Gallen	
Ingenieur:	Grünenfelder & Lorenz AG, Vadianstrasse 35, 9000 St. Gallen	
Untersuchungen:	- 12 Sondierbohrungen KB 1-19 bis KB 12-19 auf Tiefen zwischen ~ 8.00 und 10.00 m, ausgeführt durch die Hartl Baugrunduntersuchungen, Marbach, vom 29. Oktober bis 06. November 2019 (für geotechnische Untersuchungen) - Entnahme von Porenluftproben an 11 Standorten und Analyse im Labor auf Methan, Kohlendioxid und Sauerstoff, ausgeführt durch die UmweltMess GmbH, Lützelflüh, am 18. November 2019	
Verteiler:	Hochbauamt des Kantons St. Gallen	1 Expl. (+ pdf)
	Gähler Flühler Architekten AG, St. Gallen	1 Expl. (+ pdf)
	Grünenfelder & Lorenz AG, St. Gallen	1 Expl. (+ pdf)
	Grundbauberatung-Geoconsulting AG	1 Expl.

INHALTSVERZEICHNIS

	<u>Seite</u>
1. EINLEITUNG	4
2. VORHANDENE GRUNDLAGEN	5
3. AUSGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN	6
4. UNTERSUCHUNGSRISIKO	6
4.1 Untergrundverhältnisse	6
4.2 Porenluftanalysen	7
5. ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG	8
6. WEITERES VORGEHEN	10

ANHANG

- 1 Kataster der belasteten Standorte 1 : 2'000
- 2 Situation 1 : 500
- 3 Ergebnismitteilung Porenluftuntersuchung (UmweltMess GmbH)

1. EINLEITUNG

Der Kanton St. Gallen, vertreten durch das kantonale Hochbauamt, plant ein neues Staatsarchiv auf dem Gebiet der Stadt St. Gallen. Zu diesem Zweck hat er das Büro Gähler Flühler Architekten AG mit einer Machbarkeitsstudie für 4 vorgegebene Standorte beauftragt, aus der im Verlauf des Sommers 2019 das Areal "Waldau" zwischen der Fachhochschule FHS und der Schönaustrasse als vorläufiger "Sieger" hervorgegangen ist. Für diesen Standort kann aufgrund seiner unmittelbaren Nachbarschaft zur ehemaligen Deponie Waldau nicht a priori ausgeschlossen werden, dass Deponiegas-Vorkommen, wie sie z.B. beim nordseitig angrenzenden Werkhof der Stadt St. Gallen bekannt sind, auch auf dem Areal eines zukünftigen Staatsarchivs auftreten können und damit besondere Sicherheitsmassnahmen erfordern würden (obwohl das Areal - Parzellen Nrn. W1770 und W4653 - nicht im Kataster der belasteten Standorte eingetragen ist). Wir haben deshalb in unserem geotechnischen Bericht vom 04. Juli 2019, bei dem verschiedene Projektstandorte geprüft wurden, darauf hingewiesen, dass man für den Fall, dass der Standort "Schönauweg / Schönaustrasse" weiter verfolgt wird, "... nicht darum herum kommt, allfällige negative Auswirkungen aus der Deponie auf ein zukünftiges Staatsarchiv näher abzuklären". Dasselbe gilt auch bezüglich allfällig aus der Deponie "Waldau" resultierender Altlasten bzw. belasteter Untergrundschichten, deren regelkonforme Entsorgung sich bekanntlich als sehr kostspielig erweisen kann. In dieser Situation hat uns das Hochbauamt des Kantons St. Gallen durch Schreiben vom 09. Oktober 2019 mit der Durchführung der erforderlichen Untersuchungen beauftragt.

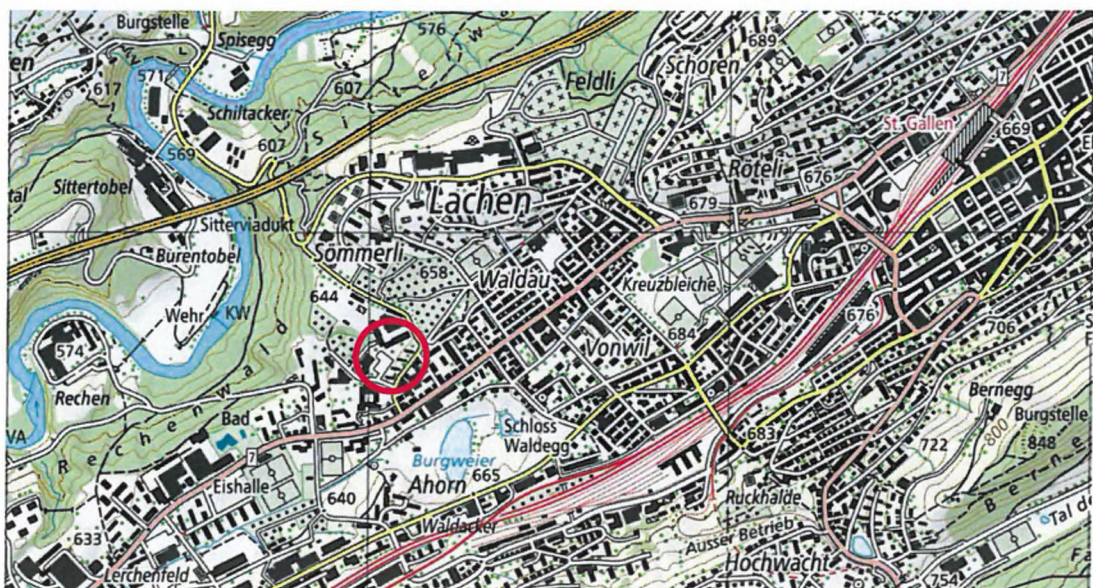


Abbildung 1: Ausschnitt Landeskarte 1 : 25'000 (nicht massstabsgetreu)
Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie (JA002001)

2. VORHANDENE GRUNDLAGEN

Neben den ergänzend ausgeführten Untersuchungen gemäss Ziffer 2 standen uns die folgenden Berichte zur Altlasten- und Deponiegas-Situation zur Verfügung:

- [1] Andres Geotechnik AG: Parzelle W 1770, Schönaustrasse, St. Gallen. Geologische und altlastenspezifische Untersuchungen. 28. Januar 2019.
- [2] Oester Messtechnik: Deponie Waldau. Gastechische Untersuchung. 26. September 2019.
- [3] Grundbauberatung-Geoconsulting AG: G 5799/1 Machbarkeitsstudie für ein neues Staatsarchiv am Standort St. Gallen / Waldau. Geotechnischer Bericht. 28. November 2019.

Im Jahr 2013 wurden auf der Parzelle Nr. W1770 fünf Baggerschlitze BS 1/2013 - BS 5/2013 abgeteuft [1]. Diese zeigten allesamt künstlich geschüttetes Material, das durchwegs mit mineralischen Bauabfällen (Bauschutt) und mehrheitlich auch mit nichtmineralischen Abfällen wie Hauskehricht, Holz, Plastik und Gummi versetzt war. Messungen zu Kontaminationen in der Bodenluft (Deponiegas) oder Laboranalysen an Untergrundproben wurden nicht ausgeführt. Hingegen wurde der Oberboden beprobt und auf PAK sowie ausgewählte Schwermetalle nach VBBo¹ analysiert (Flächenmischprobe, Lage der Probenahme unbekannt, Analysenresultate im Bericht beschrieben - ohne Dokumentation des Laborberichts). Die Richtwerte nach VBBo werden meist überschritten, die Prüfwerte nur knapp für Blei (d.h. Sanierungswerte durchgehend klar eingehalten). Die Gasgefährdung durch vor Ort entstehendes oder aus der nordwestlich angrenzenden Deponie Waldau migrierendes Deponiegas wird als gering beurteilt. Gemäss den Untersuchungsergebnissen wird die Parzelle Nr. W1770 als belasteter Standort ohne Überwachungs- oder Sanierungsbedarf, d.h. ohne Gefährdung der Schutzgüter (Grundwasser, Oberflächengewässer, Porenluft und Boden), eingestuft und eine entsprechende Ausweitung des Eintrags der nördlich angrenzenden Deponie Waldau im Kataster der belasteten Standorte vorgeschlagen (die aber bis heute nicht erfolgt ist).

Die Deponiegassituation bei der nördlich an das hier interessierende Projektareal angrenzenden Deponie Waldau, welche im kantonalen Kataster der belasteten Standorte KbS unter der Nummer 3203A0020 in die Massnahmenklasse B (weitere Massnahmen erforderlich) eingestuft wird, wurde letztmals im Jahr 2019 untersucht [2]. Bei den am nächsten zum hier interessierenden Projektareal gelegenen Messpunkten P3, P4 und P6 (P5 im 2019 nicht gemessen) wurden keine erhöhten Methan-Konzentrationen festgestellt (0 Vol-%). Hingegen

¹ Verordnung über Belastungen des Bodens

lag der Kohlendioxid-Gehalt bei 2 - 5 Vol-% bzw. 20'000 - 50'000 ml/m³ und überschritt damit den MAK- und AltIV-Wert von 5'000 ml/m³ klar (MAK = Mittlere Arbeitsplatz-Konzentration, AltIV = Altlasten-Verordnung).

3. AUSGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Zur detaillierten Abklärung der Deponiegassituation auf dem hier interessierenden Projektareal (Parzellen W1770 und W4653) wurden an insgesamt 11 Standorten Porenluftproben P1 - P11 entnommen. Dabei wurde jeweils eine Probenahmelanze in den Untergrund eingepresst, über welche die Porenluft aus einer Tiefe von 0.9 - 1.3 m ab OK Terrain bzw. von 0.4 m ab OKT beim Standort P7 abgesaugt und in Gläschen abgefüllt wurde. Die Analyse der Proben im Labor erfolgte auf die Parameter Methan CH₄, Kohlendioxid CO₂ und Sauerstoff O₂.

Im Übrigen wurden im Zuge von geotechnischen Untersuchungen für das hier interessierende Projekt 12 Sondierbohrungen auf Tiefen zwischen ~ 8.0 - 10.0 m unter OKT, d.h. je ~ 3 - 4 m in den anstehenden Molassefels abgeteuft und 5 Bohrlöcher mit Piezometerrohren zur Messung des Bohrlochwasserspiegels ausgebaut. Die entsprechenden Erkenntnisse zum Untergrundaufbau sind unter Ziffer 4.1 zusammengefasst und in detaillierter Fassung aus dem Bericht [3] ersichtlich.

4. UNTERSUCHUNGSRISULTATE

4.1 Untergrundverhältnisse

Im gesamten Projektareal ergibt sich ein 3-teiliger Schichtaufbau gemäss nachfolgendem Schema:

- A Deckschicht (meist künstlich geschüttet)
- B Moräne
- C Molassefels

Die Deckschicht A besteht überwiegend aus einer lehmig-sandig-kiesigen **Aufschüttung A₁**. Diese weist häufig Fremdstoffe auf, wobei mineralische Bauabfälle wie Ziegel- und Betonreste dominieren, örtlich aber auch deutliche Anteile an nichtmineralischen Abfällen wie Hauskehricht, Holz, Metall, Plastik und Gummi auftreten können. Im Falle von organischen Abfällen (insbesondere Holz) können diese zu einer Deponiegasbildung führen. In einem grossen Teil des Areals folgt unter der im Mittel 2 - 3 m starken Aufschüttung eine dünne

Schicht aus "gewachsenen" nacheiszeitlichen **Tümpelablagerungen A₂**, die zum grössten Teil aus stark tonigem Tümpellehm bestehen, stellenweise auch aus Sand und Torf.

Die **Moräne B** folgt nicht tiefer als $\leq 3.0 - 5.0$ m unter Terrain und liegt meist nur als relativ dünnes "Polster" über dem Molassefels. Sie besteht aus einer feinkörnig-kompakten Grundmasse mit hierin eingebettetem Kies, Steinen und einzelnen grossen Blöcken (Findlinge); sporadisch treten auch dünne sandige und stark tonige Zwischenlagen auf. Die Zusammensetzung der Grundmasse variiert örtlich zwischen "überwiegend lehmig" und "mehrheitlich sandig".

Der **Molassefels C** steht bereits in einer mittleren Tiefe von $\sim 5.0 - 6.0$ m unter OKT an. In KB 6-19 wurde er schon bei 4.6 m unter Terrain erreicht, in KB 3-19 erst bei 7.1 m unter Terrain (Extremwerte aus 12 Sondierbohrungen). Lithologisch handelt es sich überwiegend um Mergel der sogenannten oberen Süsswassermolasse. Relativ häufig treten aber auch sandige Siltsteine, zum Teil auch mergelige Sandsteine auf (Siltstein = feinkörniger Molassefels ohne nennenswerten Tonanteil).

Bezüglich der **Grundwasserverhältnisse** ist festzuhalten, dass das Gebiet St. Gallen / Waldau ausserhalb nutzbarer Grundwasservorkommen im sogenannten Gewässerschutzbereich üB ("übriger Bereich") liegt. Praktisch bedeutet dies, dass im gesamten Planungsbereich kein zusammenhängendes Grundwasservorkommen und dementsprechend auch kein flächendeckender Grundwasserspiegel vorhanden ist. Nur in kiesig-sandigen Partien der Deckschicht A, in sandigen Zwischenlagen in der Moräne B sowie im klüftigen Molassefels C sind geringe Wasserzuflüsse möglich. Die unter der Deckschicht folgende Moräne und der Molassefels sind generell sehr schlecht durchlässig. Das piezometrische Druckniveau dieses Schichtwassers ist aufgrund der Messungen in den Beobachtungsrohren KB 3-19 / KB 7-19 / KB 8-19 / KB 9-19 / KB 11-19 im Mittel bei $\sim 1.6 \text{ m} \pm 0.2 \text{ m}$ unter OKT zu erwarten. Im Gefolge starker Niederschläge kann dieses Druckniveau vorübergehend auf ≤ 1.0 m unter Terrain ansteigen.

4.2 Porenluftanalysen

Die Porenluftanalysen zeigen für die beiden deponierelevanten Stoffe Kohlendioxid und Methan die folgenden Resultate:

Methan CH₄

Das Deponiegas Methan CH₄ entsteht im Wesentlichen durch die Zersetzung von Biomasse in der Aufschüttung (z.B. Holz, Papier, Textilien) und ist leichter als Luft. Die ausgeführten

Untersuchungen zeigen, dass für Methan lediglich beim Punkt P9 ein klar erhöhter Wert auftritt, der mit 601'800 ml/m³ (= ppm bzw. parts per million) massiv über dem Grenzwert gemäss Altlasten-Verordnung von 10'000 ml/m³ liegt. Zudem übersteigt diese Konzentrationen mit 60.18 Vol-% auch die obere Explosionsgrenze OEG für Methan von 16.5 Vol-% (untere Explosionsgrenze UEG bei 4.4 Vol-%). Bei den übrigen Punkten liegt der Methan-Gehalt deutlich unter dem AltIV-Wert (unter 800 ml/m³ und mehrheitlich sogar unter 40 ml/m³).

Kohlendioxid CO₂

Das Deponiegas Kohlendioxid CO₂ entsteht sowohl durch die oben erwähnte Zersetzung von Biomasse, als auch durch den Abbau von Methan. Zudem ist es schwerer als Luft. Die CO₂-Gehalte liegen lediglich bei P3 und P7 unter dem AltIV-Konzentrationswert von 5'000 ml/m³. Bei den übrigen Punkten wird dieser Grenzwert durchgehend überschritten, bei einigen Punkten sogar um mehr als das 10-fache (Maximalwert in P10 mit 126'200 ml/m³ bzw. 12.62 Vol-%).

Die Resultate der Porenluftuntersuchungen ergeben mehrheitlich ein plausibles Bild im Vergleich zu den mit den Baggerschlitz- und Kernbohrungen angetroffenen Untergrundverhältnissen. Das heisst, in Bereichen mit grossflächigem Auftreten von nichtmineralischen Abfällen in der Aufschüttung, die im Wesentlichen zu der Deponiegasbildung beitragen, liegen auch erhöhte Schadstoffgehalte in der Porenluft vor (zentraler und nordöstlicher Bereich des Untersuchungsareals). Im südwestlichen Bereich, d.h. weiter von der Deponie Waldau entfernt, treten im Untergrund kaum noch nichtmineralische Abfälle auf und auch die Konzentrationen in der Porenluft sind hier deutlich geringer, liegen aber teilweise immer noch über den AltIV-Werten.

5. ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG

Aufgrund der vorliegenden Erkenntnisse zum Untergrund (Baggerschlitz- und Kernbohrungen) ist ersichtlich, dass in einem Grossteil des Untersuchungsareals (Parzellen W1770 und W4653) Fremdstoffe in der Aufschüttung auftreten, weshalb gemäss Altlasten-Verordnung ein **belasteter Standort** vorliegt und der bestehende Eintrag der Deponie Waldau im Kataster der belasteten Standorte entsprechend auszuweiten ist (oder als neuer Standort einzutragen ist). Aufgrund des gering durchlässigen Untergrunds gehen wir davon aus, dass daraus keine unzulässige Schadstoffauswaschung mit dem Sickerwasser und dementsprechend keine Gefährdung der Schutzgüter Grundwasser und Oberflächengewässer besteht (d.h. kein Überwachungs- oder Sanierungsbedarf bezüglich dieser Schutzgüter). Auch für das Schutzgut Boden liegt gemäss dem Bericht [1] keine Gefährdung vor (vgl. Ziffer 2). Be-

züglich des Schutzgutes Porenluft haben die ausgeführten Porenluftanalysen gezeigt, dass im Untersuchungsareal grossflächig Porenluftbelastungen mit Kohlendioxid und teils Methan auftreten, die mit Ausnahme der Messstellen P3 und P7 immer über den AltIV-Werten liegen. Nachdem diese erhöhten Konzentrationen auch im Bereich von Gebäuden zu erwarten sind (z.B. Schönaustrasse 62 / 64 und 70, evtl. Fachhochschule), besteht gemäss Art. 11 AltIV grundsätzlich ein **Überwachungsbedarf** ("vom Standort ausgehende Emissionen können an Orte gelangen, wo sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten"). Ein Sanierungsbedarf würde vorliegen, wenn im Zuge der Überwachung, d.h. durch Messungen innerhalb der Gebäude, nachgewiesen wird, dass die belastete Porenluft auch effektiv an diese Orte gelangt.

Gemäss dieser Beurteilung als überwachungsbedürftiger Standort sind im aktuellen Zustand, d.h. ohne Neubauvorhaben, die bestehenden Gebäude auf mögliche Gaszutritte und damit auf einen möglichen Sanierungsbedarf zu untersuchen. Im Falle zukünftiger Bauvorhaben (Staatsarchiv) sind die vorhandenen Porenluftbelastungen im Rahmen der Planung um Umsetzung ebenfalls zu berücksichtigen. Generell sind dabei Massnahmen vorzusehen, um die belastete Porenluft zu fassen und kontrolliert abzuleiten oder das Gebäude ist gasdicht auszugestalten, um so ein Eindringen in den Neubau und eine Gefährdung von Personen zu verhindern. Bezüglich der Fassung und Ableitung von Deponiegasen ist grundsätzlich zu berücksichtigen, dass Methan leichter ist als Luft und dementsprechend "nach oben" entgast. Damit ist Methan für die Festlegung von Massnahmen nur relevant, wenn unter einem Neubau noch Deponiematerial verbleibt, was ab einer 1-fachen Unterkellerung und Aushubtiefen ≥ 3 m kaum noch der Fall sein wird. Das Kohlendioxid hingegen ist schwerer als Luft und bewegt sich im Wesentlichen der Schwerkraft folgend entlang von gasdichten Untergrundschichten, weshalb es auch dann zu berücksichtigen ist, wenn das aufgeschüttete Material im Zuge eines Neubaus vollständig ausgehoben wird ($\rightarrow$ seitliches Zufließen).

Generell ist bei Bautätigkeiten für das geplante Staatsarchiv oder auch für andere Bauvorhaben aufgrund der lokalen Methan-Konzentrationen über der oberen Explosionsgrenze OEG eine entsprechende Gefährdung zu berücksichtigen (mögliche Durchmischung mit Umgebungsluft mit Reduktion des Methangehalts bis in den entzündlichen bzw. explosiven Bereich). Demnach sind bei Tiefbauarbeiten oder Arbeiten in Schächten, Vertiefungen o.ä. geeignete Massnahmen zu treffen (z.B. Gaswarngeräte, Rauchverbot auf der Baustelle).

Neben der oben beschriebenen Gasproblematik wird bei Neubauvorhaben auch belastetes Aushubmaterial auftreten, das speziell entsorgt werden muss. Gemäss aktuellem Kenntnisstand gehen wir davon aus, dass die Entsorgung mehrheitlich auf einer Deponie Typ B / Inertstoffdeponie (für Aushubmaterial mit mineralischen Bauabfällen) oder auf einer Deponie

Typ E / Reaktordeponie (für Aushubmaterial mit nichtmineralischen Bauabfällen) erfolgen kann.

6. WEITERES VORGEHEN

Gemäss der zusammenfassenden Beurteilung in Ziffer 5 schlagen wir für das weitere Vorgehen folgendes vor:

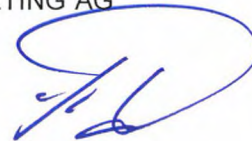
- *Aktueller Zustand:* Gasmessungen innerhalb bestehender Gebäude, in denen sich Personen während längerer Zeit aufhalten (weitere daraus resultierende Massnahmen je nach Resultaten möglich)
- *Bauprojekt Staatsarchiv (oder anderweitige Bauprojekte):* Definition eines Gasabdichtungs- oder Gasdrainagekonzepts sowie eines Massnahmenkonzepts für die Bauarbeiten (z.B. Gaswarngeräte), Definition eines Triage- und Entsorgungskonzepts für belastetes Aushubmaterial

Wir empfehlen, den vorliegenden Bericht an das kantonale Amt für Umwelt, welches für die Nachführung des Katasters der belasteten Standorte zuständig ist, weiterzuleiten. Damit kann die Beurteilung im vorliegenden Bericht behördenseits geprüft und die weiteren Massnahmen mit dem Amt koordiniert werden.

GRUNDBAUBERATUNG - GEOCONSULTING AG



H. Bicker



F. Sager

Sachbearbeiter:

Herbert Bicker, dipl. Natw. ETH, Geologe

Felix Sager, dipl. Natw. ETH, Geologe CHGEOL

St. Gallen, 13. Dezember 2019 Hb/Fs/hb

5799-2-Bericht-Deponiegas-Dez-2019

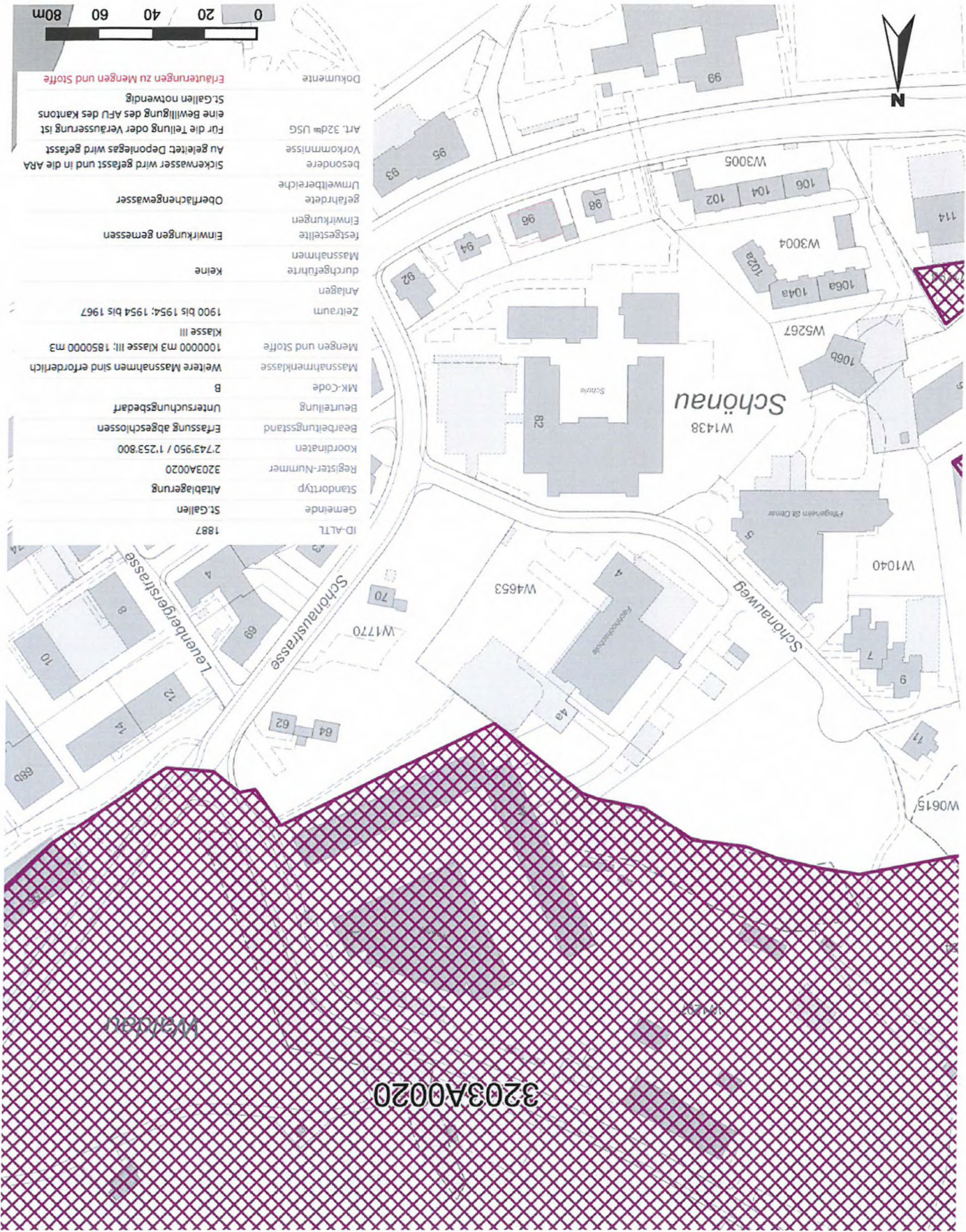
Haftungsbeschränkung

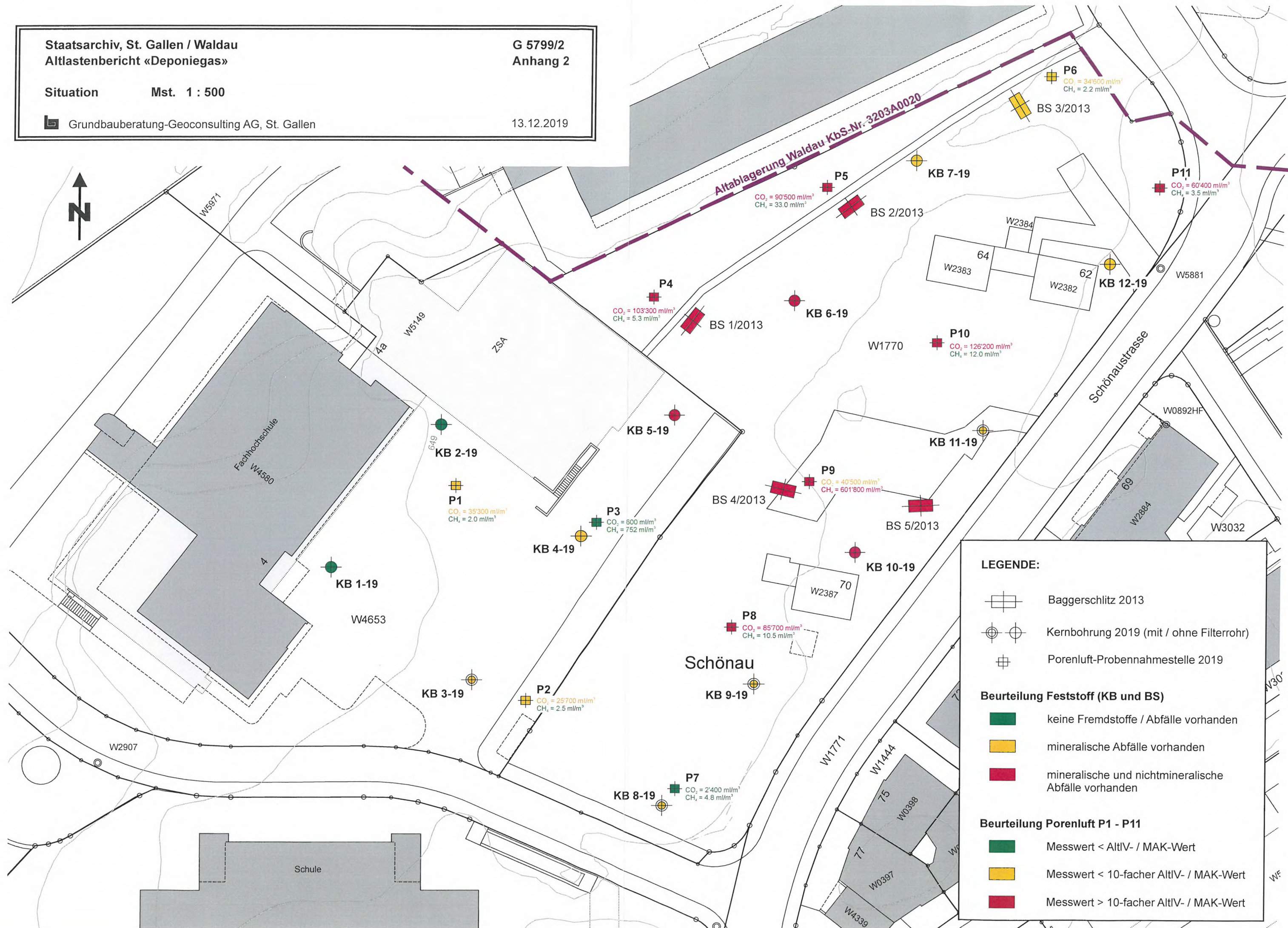
Dieser Bericht wurde von der Grundbauberatung-Geoconsulting AG verfasst. Die Firma bestätigt, dass bei der Bearbeitung dieses Auftrages die erforderliche Sorgfaltspflicht angewendet worden ist. Die Ergebnisse und Konsequenzen dieses Berichts beruhen dabei auf dem aktuellen Kenntnisstand. Sollten sich nach Fertigstellung dieses Berichts neue Erkenntnisse ergeben oder die Rahmenbedingungen bezüglich des hierin begutachteten Objekts ändern (u.a. Projektänderung), ist der Inhalt dieses Berichts auf seine Gültigkeit hin neu zu beurteilen.

Dieser Bericht ist ausschliesslich für den hierin angegebenen Auftraggeber bestimmt. Eine allfällige Haftung gegenüber Dritten, welche sich auf diesen Bericht berufen, wird ausdrücklich abgelehnt.

ANHANG

- 1 Kataster der belasteten Standorte 1 : 2'000
- 2 Situation 1 : 500
- 3 Ergebnismitteilung Porenluftuntersuchung (UmweltMess GmbH)





Ergebnismitteilung Porenluftuntersuchung

Projekt (19188) Neues Staatsarchiv Stadt St. Gallen
 Bearbeiter B. Gäumann

Sondierung		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
Datum der Probenahme		18.11.19	18.11.19	18.11.19	18.11.19	18.11.19	18.11.19	18.11.19	18.11.19	18.11.19	18.11.19	18.11.19
Uhrzeit		10:25	10:55	10:40	11:10	11:25	11:35	13:50	13:35	13:20	13:00	11:50
Luftdruck [mbar]		1008	1008	1008	1008	1008	1008	1009	1009	1009	1008	1008
Lufttemperatur [°C]		5.6	6.6	5.7	6.7	6.4	6.2	7.0	8.2	8.1	7.3	6.7
Wetter		trocken	trocken	trocken	trocken	trocken	trocken	trocken	trocken	trocken	trocken	trocken
Versiegelung [cm]		keine	keine	SB 10	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine
Sondiertiefe [cm]		150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Absaugtiefe [cm]		130	130	110	120	120	130	40	120	120	120	90
Totvolumen [l]		< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1	< 1	< 1	< 1	< 1
abgesaugtes Volumen [l]		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Volumenstrom [l/min]		2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Probenahmetechnik		1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)
Sonde		2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)
Analysedatum		18.11.19	18.11.19	18.11.19	18.11.19	19.11.19	19.11.19	19.11.19	19.11.19	19.11.19	19.11.19	19.11.19
Sauerstoff	BG	[Vol%]										
IR-Sensor	[Vol%]											
O ₂	0.1	15.0	18.4	20.2	8.3	1.3	18.3	20.4	5.3	0.7	4.5	12.7
Kohlendioxid	BG	[Vol%]										
IR-Sensor	[Vol%]											
CO ₂	0.01	3.53	2.57	0.06	10.33	9.05	3.46	0.24	8.57	4.05	12.62	6.04
Aliphatische Kohlenwasserstoffe	BG *	[ml/m³]										
GC-FID, IR-Sensor	[ml/m³]											
Methan (CH ₄)	0.1	2.0	2.5	752	5.3	33.0	2.2	4.8	10.5	601'800	12.0	3.5

1) Direktmethode, in Headspace-Gläschen
 2) Stahlhohlsonde Ø 32mm

BG Bestimmungsgrenze
 - nicht nachgewiesen

* GC-FID 0.1ml/m³ / IR-Sensor 1000 ml/m³

20. November 2019

UmweltMess GmbH

