

# Vorgehen bei Gasaustritt bei Erdwärmesondenbohrungen

## Auftraggeber:

Kanton Luzern  
Umwelt und Energie (UWE)  
Postfach 3436  
6002 Luzern

Vertreten durch:  
Samuel Riedener



## Autoren:

Dr. Andreas Ebert  
Geo Explorers AG  
Wasserturmplatz 1, 4410 Liestal  
Tel. 061 821 60 40  
[www.geo-ex.ch](http://www.geo-ex.ch)  
[info@geo-ex.ch](mailto:info@geo-ex.ch)



Liestal, 23.08.2023

Projekt	Erdgasbeurteilung Kanton Luzern
Unterprojekt	Vorgehen bei Gasaustritt in EWS-Bohrung
Objekt / Standort	Kanton Luzern
Auftraggeber Adresse	Kanton Luzern, Umwelt und Energie, Gewässer & Boden Libellenrain 15 Postfach 3439 6002 Luzern
Projekt- / Auftragsnummer	20401220 31320003 / 40047151
Ausführende Büros	Geo Explorers AG
Projektleitung	Andreas Ebert
Qualitätssicherung	Christian Häring / Marc Touzin
Sachbearbeitung	Andreas Ebert
Dateiname / Version	23_07_Merkblatt Vorgehen bei Gasfall.docx
Datum Bericht	19.07.2023, revidiert 23.08.2023
Beilagen	

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	2
2	Gasvorkommen .....	2
3	Kritische Gas Werte .....	3
4	Vorgehen bei Gasaustritt.....	4
4.1	Vorkehrungen in kritischen Gebieten.....	4
4.2	Vorgehen im Gasfall mit Explosionsgefahr .....	5
4.2.1	Kritische Phase, Explosionsgefahr: .....	5
4.2.2	Erste Massnahmen nach Eintreffen der Feuerwehr:.....	5
4.2.3	Massnahmen, nach erfolgter Sicherung des Bohrlochs / Stabilisierung:.....	6
4.2.4	Rückbau, nachdem Gasflamme erloschen ist und Gaskopfdruck 0 bar zeigt:.....	6

## 1 Einleitung

Im Kanton Luzern erfolgten vereinzelt stärkere Erdgas-Austritte während Bohrarbeiten für Erdwärmesonden (EWS) -Anlagen. Auch unkritische Erdgas-Indizien und Spuren von Erdöl wurden wiederholt festgestellt.

Im Nachgang eines grösseren Gasaustrittes in St. Urban im Jahr 2023 wurde vorliegendes Merkblatt erstellt. Erkenntnisse und Lessons Learned aus diesem und umgebenden Gasaustritten werden im Merkblatt berücksichtigt. Dieses soll im Gasfall helfen, dass von beteiligten Bohrfirmen, Geologiebüros und / oder Kantonsvertretern rasch geeignete Massnahmen getroffen werden können.

## 2 Gasvorkommen

Verschiedenste Bohrungen zeigen in einem Gürtel von Langenthal über Murgenthal, Rothrist, Oftringen bis nach Kölliken Erdgaszutritte und –anzeichen in EWS-Bohrungen. Weitere Gaszutritte und –anzeichen bestehen im Gebiet St. Urban, Pfaffnau bis Zoffingen. Auch im Entlebuch wurden vereinzelt Gaszutritte verzeichnet. Die Zutritte oder Anzeichen von Methan wurden in verschiedensten Tiefen von ca. 60 m bis >200 m registriert. Die gemessenen Gasdrücke am eingeschlossenen Bohrlochkopf erreichten z.T. Werte von 4-20 bar. Auf Grund der dominant thermischen Signatur vom Erdgas wird dessen Herkunft in den Kohlelagen im unterlagernden Permokarbon u./o. marinen Sedimenten im Mesozoikum angenommen. Die Erdgasvorkommen liegen in den porösen u./o. geklüfteten Molasse-Sandsteinen, die von dichten tonigen Lagen überlagert werden. Einige Gasaustritte konnten mit Hilfe von eingepumpten Wasser oder Schwerespülung gestoppt werden. In Fällen mit starken Gaszutritten und hohem Druck wurden die Vorkommen kontrolliert abgefackelt. Auf Grund ihrer kleinen Vorkommen erloschen die Gasflammen während dem Abfackeln von Gasvorkommen meist nach wenigen Tagen.

Beispiele für grössere bekannte Gasfälle und Gasvorkommen im nördlichen Kantonsgebiet Luzern und angrenzend sind:

- Rothrist-Rubern 14.02.2008 in 217 m u.T.
- St. Urban 21.01.2008 in 120 m u.T.
- Rothrist-Buchrain 25.10.2009 in 190 m u.T.
- St. Urban 14.02.2014 in 140 m u.T.
- Langenthal 02.2023 in 216 m u.T.
- St. Urban 06.02.2023 in 120 m u.T.
- In 5 Kohlenwasserstoff-Tiefbohrungen um Pfaffnau in den 50er und 60er Jahren wurden ebenfalls Gaszutritte und Gasvorkommen angetroffen.

### **3 Kritische Gas Werte**

#### **Methan CH<sub>4</sub>:**

Explosionsgefahr bei 4.4 - 16.5 Vol% in Luft durch Funken, Flammen,.... Methan ist leichter als Luft und reichert sich in Kavernen an. Alarmwert für tragbare Gaswarngeräte liegen bei 10 % der unteren Explosionsgrenze (UEG).

#### **Schwefelwasserstoff H<sub>2</sub>S:**

Wenige ppm riechen nach faulen Eiern. Bei >100 ppm treten nach wenigen Min. Vergiftungssymptome (Reizung Augen, Lunge, ...) auf. Bei 500 ppm tritt nach einigen Min. Benommenheit auf. Nach 30-45 Min. kommt es zur Bewusstlosigkeit. Ab 1500 ppm tritt der Tod nach wenigen Min. ein. H<sub>2</sub>S explodiert bei 4.5 - 45.5 Vol.%. H<sub>2</sub>S ist schwerer als Luft. Übliche untere Alarmwerte liegen bei 5 ppm.

#### **CO<sub>2</sub>:**

Gefahr durch Ersticken. 8-10 Vol.% in Luft führt zu Kopfschmerzen und Atemnot. Konzentration >20 % führt zum Tod. Eine Kerze erlischt bei 17-18 Vol%. CO<sub>2</sub> ist schwerer als Luft.

#### **Sauerstoff O<sub>2</sub>:**

Bei einem Sauerstoffgehalt von <13 Vol% tritt rasch Bewusstlosigkeit und bald der Tod ein. Übliche untere Alarmwerte liegen bei 19.5 ppm.

## 4 Vorgehen bei Gasaustritt

### 4.1 Vorkehrungen in kritischen Gebieten

**In kritischen Gebieten sollte die Bohrequipe mit allen erforderlichen Materialien für die Intervention im Störfall ausgerüstet sein und Erfahrung im Umgang damit haben:**

- Preventer mit zusätzlichem Abgang, Ventil und Manometer
- Rückschlagventile im Bohrgestänge verhindern, dass ein unnötiger Ausbau oder "Fischen" vom im Bohrloch abgestellten Gestänge notwendig wird
- Signalisationen und Absperrband
- Gasmessgerät, das vor Erreichen der unteren Explosionsgrenze der brennbaren Gase Methan, Propan usw. ein akustisches und optisches Warnsignal abgibt.

**Folgendes Material sollte in Kürze einsatzfähig zur Verfügung stehen:**

- Abfackelungseinrichtung mit ausreichend Schlauchlänge (je nach Entfernung zum Ort des Abfackelns sind mehrere 100 m notwendig) und vorgängiger Definition eines geeigneten Standorts zum Abfackeln bei Berücksichtigung von Gebäuden und Windrichtung (viele Bohrfirmen haben eigene Gasfackeln, meist aus einem Standrohr selber gebaut)
- Spülungszusätze zum Beschweren der Bohrspülung
- Ein Ventilator kann im Fall von oberflächennahen unkontrollierten Ausgasungen von Nutzen sein.
- Geeigneter Injektionsbaustoff (z.B. Arteserzement, aber zumindest frostbeständige Fertizementmischungen)
- Pneumatischer Packer passend zu Bohrlochdurchmesser und Gaskopfdruck (notwendig, wenn z.B. Gasdruck durch das Abfackeln nicht reduziert werden kann)

**Des Weiteren gilt:**

- Berücksichtigung der Auflagen in der gewässerschutzrechtlichen Bewilligung für Erdwärmenutzung
- Grundsätzlich gelten die Bestimmungen in der SIA 384-6 2021 (unter anderem E.4).
- Kontinuierlicher Einsatz des Gasmessgerätes im Bereich der Bohrung und Schlammmulde.
- Geeignete Wasserzuleitung vom nächsten Hydrant in Absprache mit Gemeinde / Wasserversorgung sicherstellen.
- Ausreichend grosses Absetzbecken. Mulde sollte vorsorglich ausreichend weit entfernt von brennbaren Objekten / Gebäuden platziert werden, falls das Gas in der Mulde angezündet werden muss.
- Telefonnummern vom Feuerwehr, Polizei, zuständigen Fachperson des Kantons, geologisches Fachbüro sollten vorhanden sein. Der Geologe und evtl. die örtliche Feuerwehr sollten vorweg informiert werden.
- Wenn möglich sollte eine Bohrung am selben Tag gebohrt, ausgebaut und dicht hinterfüllt werden. Falls dies nicht möglich ist, sollte die Bohrung über Nacht bzw. Wochenende druckdicht verschlossen sein.
- Rauchverbot und Zündquellen fernhalten

## 4.2 Vorgehen im Gasfall mit Explosionsgefahr

### 4.2.1 Kritische Phase, Explosionsgefahr:

- Gasaustritt wird festgestellt
- Sofortiger **Bohrstopp**, Abstellen der Maschinen
- Explosionsgefahr, **Eigenschutz** geht vor
- **Alarm** an Feuerwehr 118 und Polizei 117
- **Sicherung** Baustelle
- Anwohner, Passanten, Baustellen-Personal usw. vor Gefahr **informieren** bzw. evakuieren
- Bei grosser Gefährdung kann in Absprache mit der Feuerwehr das **Gas in die Mulde** geleitet (im Normalfall erfolgt dies mit dem Bohrschlamm ohnehin) und dort **gezündet** werden. Alternativ kann mit Kompressorluft der Gasaustritt am Bohrloch verdünnt werden. Dabei weiterhin kontinuierliche **Gasmessungen** durchführen.
- Warten auf Feuerwehr
- Begleitendes geologisches Fachbüro und UWE / Kanton **informieren** (Pikett via Polizei aufbieten)
- Meldung Vorfall der Arteserversicherung

### 4.2.2 Erste Massnahmen nach Eintreffen der Feuerwehr:

- Mit **Wasserschirm** brennendes Gas kontrollieren
- Kontrollieren, ob es weitere Gasaustritte rund um die Bohrung z.B. entlang der Hauswand oder aus benachbarten EWS gibt, gegebenenfalls diese Gasaustritte mit **Ventilatoren** verdünnen
- Evtl. Chemiewehr für **Gasmessungen** aufbieten (brennbare / explosive Gase wie Methan, H<sub>2</sub>S und CO<sub>2</sub> messen)
- Anwohner informieren, **evakuieren** im Gefahrenbereich
- So bald wie möglich **Besprechung weiteres Vorgehen** mit geologisches Fachbüro, UWE, Bohrfirma, Feuerwehr
- Bohrmeister installiert unter Schutz von Feuerwehr **Preventer mit Manometer**. Gestänge soll nicht ausgebaut werden, da sonst nicht mehr mit einer Schwerespülung reagiert werden kann. Häufig hat es Rückschlagventile im Gestänge, so dass ein Ausbau nicht notwendig ist. Falls keine Rückschlagventile im Bohrgestänge verbaut wurden, Gestänge unterhalb Preventer abschrauben und im Bohrloch abstellen oder Rohrverlängerung auf Schutzrohr setzen und darauf Preventer schrauben, so dass ein nachfolgendes "Fischen" vom Gestänge nicht notwendig wird. Bohrung kurz einschliessen und **Kopfdruck messen** (Kopfdruck ist entscheidend für weitere Massnahmen).
- In erster Priorität wird das Gas abgefackelt. Da die Gastaschen meist klein sind, ist dies kurz- und langfristig das sicherste Vorgehen. Dazu **Ableitung mit Gasfackel** auf freier Fläche installieren (kann einige 100 m entfernt sein) und Gasfackel entzünden. Diese muss dauerhaft kontrolliert werden (zu Beginn von Feuerwehr, später z.B. via Sicherheitsdienst). Wenn Flamme erlischt z.B. durch Wind oder von zusammen mit dem Gas gefördertem Wasser, muss diese sofort wieder angezündet werden. Es wird solange abgefackelt, bis die Gastasche geleert ist. Dies kann ein paar Tage dauern. Täglich wird kurz der **Kopfdruck am Preventer** gemessen. Sollte sich dieser nicht ändern, so wird in Absprache mit Bohrfirma, Geologe, UWE, Bauherr, Versicherung, Feuerwehr ein alternatives Vorgehen (z.B. Füllen des Bohrloches mit einer Schwerespülung oder Einbau pneumatischer Packer) aufgegleist.
- Alternativ: Wird entschieden, dass nicht abgefackelt werden muss, so wird **Wasser oder von Vorteil eine Schwerespülung** über das Gestänge ins Bohrloch gepumpt. Damit wird ein Gegendruck aufgebaut, der den Gasaustritt stoppt. Dies sollte nur erfolgen, wenn sich kein bzw. nur ein geringer Gaskopfdruck von wenigen Zehntel bar aufbaut.

#### 4.2.3 Massnahmen, nach erfolgter Sicherung des Bohrlochs / Stabilisierung:

- **Gesamtlagebesprechung** mit allen vor Ort (UWE, Gemeinde, Feuerwehr, Polizei, Chemiewehr, Versicherungen, Bauherrschaft, geologisches Fachbüro) und **Definition weiteres Vorgehen / Rückbau bzw. Abdichtung Bohrloch**
- Weiterhin **Kontrolle Gasfackel und Gasdruck**
- mögliche **weitere Gasaustritte** um das Bohrloch beobachten und kontrollieren

#### 4.2.4 Rückbau, nachdem Gasflamme erloschen ist und Gaskopfdruck 0 bar zeigt:

- Folgende **Möglichkeiten** bestehen:
  - A: komplette Verfüllung des Bohrlochs ohne Einbau EWS
  - B: zweistufige Verfüllung mit Einbau EWS (Einbau einer diffusionsdichten Sonde)
  - C: Setzen eines pneumatischen Packers oberhalb der Gaszutritte mit oder ohne Einbau EWS
- Es wird empfohlen, dass nach dem Leeren der Gastasche durch das Abfackeln nicht weiter gebohrt wird und auch keine Sonde eingebaut wird. Eine komplette Verfüllung bietet den grössten Langzeitschutz. Dies ist nicht notwendig bei Gasindizien oder nicht feststellbaren Gaskopfdrücken.
- Um eine dichte und dauerhafte Verfüllung zu garantieren, sollte mindestens eine **frostbeständige Fertigmischung** injiziert werden. Empfohlen wird ein Arteserzement mit einer Suspensionsdichte von min. 1.8 kg/l.
- **Fall A: komplette Verfüllung Bohrloch:**
  - Warten bis Gasfackel erloschen ist. Falls Gasfackel nicht erlischt, kann der Gaszutritt mit einer Schwerespülung oder gemäss Fall C gestoppt werden.
  - Ausbau Gestänge (Check Gaskonzentration)
  - Einbau Injektionsrohr evtl. mit Schwerestangen und Gewebestrumpf im Bereich der Gaszutritte, um Suspensionsabflüsse zu minimieren
  - Injektion Verfüllsuspension von unten nach oben (auf richtiges Mischungsverhältnis Wert legen, evtl. digitale Verfüllmessung vorsehen, um den im Bohrloch ansteigenden Suspensionsspiegel zu kontrollieren)
  - Sollte der Suspensionsspiegel am nächsten Tag abgesackt sein, wird nachinjiziert
- **Fall B: Einbau EWS:**
  - Einbau EWS nur im Fall, wenn Gas vollständig abgefackelt wurde (Gaskopfdruck = 0 bar).
  - Ausbau Gestänge (Check Gaskonzentration)
  - Stufenzementation: erste Verfüllung des Bohrlochs bis ca. 20 m oberhalb der Gaszutritte. Hinterfüllvorgang wie im Fall A. Vor Einbau der Sonde sollte zur Sicherheit der erhärtete Pegel der Verfüllung abgetastet werden. Sollte die Verfüllsuspension abgeflossen sein, muss in Absprache mit Geologe und UWE ein alternatives Vorgehen aufgegleist werden (z.B. Einbau pneumatischer Packer).
  - Einbau einer diffusionsdichten Erdwärmesonde und Hinterfüllung dieser bei Beachtung der oben genannten Empfehlungen.
  - Von Vorteil wird eine Entgasungsanlage installiert, die ins Freie führt. Die Einführung in das Haus muss gas- und wasserdicht ausgeführt werden.
- **Fall C: pneumatischer Packer:**
  - Dies kommt zu tragen, wenn eine Abfacklung nicht möglich ist, die Gastasche nicht vollständig abgefackelt werden kann oder die Suspension in Hohlräumen abfließt.
  - Ausbau Gestänge (Check Gaskonzentration)

- Einbau pneumatischer Packer auf von geologischer Fachperson definierter Tiefe
- Falls mit dem Spannen des Packers der Gaszutritt gestoppt werden kann, wird ein Zementpfropfen von rund 20 m Länge oberhalb vom Packer injiziert. Ein unmittelbares vollständiges Verfüllen bis GOK ist nicht zu empfehlen, um ein Verrutschen bzw. eine Schädigung des Packers zu vermeiden.
- Nach Aushärtung des Zementpfropfens kann die restliche Bohrlochsäule von unten nach oben injiziert werden. Oder es kann alternativ eine Erdwärmesonde eingebaut werden.