

Zeitschrift: Bulletin der Vereinigung Schweiz. Petroleum-Geologen und -Ingenieure
Herausgeber: Vereinigung Schweizerischer Petroleum-Geologen und -Ingenieure
Band: 49 (1983)
Heft: 117

Artikel: Erdgasindikationen des schweizerischen Alpennordrandes
Autor: Büchi, U.P. / Amberg, R.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-207422>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 01.05.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Erdgasindikationen des schweizerischen Alpennordrandes

von U. P. BÜCHI¹⁾ und R. AMBERG²⁾

(1. Teil mit 29 katalogisierten Vorkommen im Anhang)

Zusammenfassung

Für die Beurteilung der Erdölchancen im Alpenrandgebiet interessieren u. a. auch die Kohlenwasserstoff-Indikationen an der Oberfläche, in Stollen, Tunnels und Bohrungen.

Die Katalogisierung von über 40 uns bekannten Gasvorkommen und der Versuch, aus den Beobachtungen, Messungen und Analysen bezüglich Genese und Provenienz Aussagen zu machen, erbrachten erste Resultate, die jedoch in den meisten Fällen als Arbeitshypothese für spätere Forschungen zu betrachten sind.

Eine Grosszahl der Gasvorkommen ist an sogenannte Spaltenbläser gebunden, deren Gasführung oft vom Barometerstand abhängt.

Mehrere der beschriebenen Gasvorkommen sind bezüglich Genese und Provenienz mit einiger Sicherheit in den Deckenpaketen des Helvetikum und der subalpinen Molasse bzw. in der parautochthonen Molasse und dem aufgerichteten Südrand der mittelländischen Molasse zu beheimaten.

Ein Aufstieg eines Teiles der Kohlenwasserstoffe aus tieferen tektonischen Stockwerken und/oder sogar aus dem Autochthon unterhalb der Decken liegt sehr wohl im Bereich der Möglichkeiten. Es wäre deshalb wünschenswert, dass die heute noch zugänglichen Gasaustritte sowie Gasvorkommen, die bei neuen Tiefbauarbeiten auftreten, systematisch untersucht würden, wobei vor allem Isotopenbestimmungen interessieren.

Abstract

For the evaluation of oil prospects in the swiss part of the northern alpine margin among others the hydrocarbon indications on surface as well as in subsurface works including tunnels and drills are interesting.

Listing of more than 40 known gas occurrences led to statements on origin and genese on base of field observations, measurements and analyses. In most cases these first results maybe considered as working hypotheses for future exploration.

The greater part of gas-occurrences is linked to so-called joint-blowers. The intensity depends frequently on the barometric pressure. Several of the described shows originate with some certitude in the series of the Helvetic overthrust sheets, in the Subalpine Molasse, in the Parautochthonous Molasse and in the raised southern Margin of the Middleland Molasse.

The ascent of at least part of the hydrocarbons can reasonably be assumed as coming from detached deeper tectonic units and/or from the Autochthonous below the overthrust nappes.

It would be desirable to explore systematically along the some lines all occurrences of gas show and blowouts in recent underground works. Especially Isotopic determinations of the gas is of predominant importance.

1. Einleitung

Mit dem Erdgasfund im Malm der Bohrung Entlebuch 1 und dem bevorstehenden Bau der Erdgasleitung von Finsterwald zum Anschluss an die Transitgaspipeline wenig nördlich der Ortschaft Entlebuch stellt sich selbstverständlich die Frage nach den generellen Erdölchancen im Gebiet des Alpennordrandes. Die Zusammensetzung des Gases lässt auf Herkunft aus dem Karbon schliessen. Bekanntlich hat die Bohrung einige hundert Meter

¹⁾ U. P. BÜCHI, Eggenbergstrasse 9, CH-8127 Forch

²⁾ R. AMBERG, Ingenieurbüro, Rheinstrasse 4, CH-7320 Sargans

Permokarbon durchteuft, ohne die Basis des paläozoischen Troges erreicht zu haben. In diesen Zusammenhang ist auch die starke Gasführung des Malm in der Bohrung Linden 1 (BE) zu stellen.

Zu den Beurteilungskriterien der Gasmöglichkeiten im Alpenrandgebiet gehören unter anderem auch alle Beobachtungen über Erdgasindikationen an der Oberfläche, in Seen, in Stollen, Tunnels, Sondierbohrungen usw. Über diese Indikationen wird in Publikationen berichtet, die z. T. vergriffen sind; andere Hinweise stammen aus unveröffentlichten Berichten und Gutachten.

Im folgenden wurden alle uns bekannten Gasvorkommen sowie alle greifbaren Basisinformationen geologischer und tektonischer Art, Gasanalysen, wenn möglich bezogen auf luftfreies Gas, aufgelistet, auch wenn die Daten und Werte nur bruchstückhaft oder ungenau sind.

Selbstverständlich kann diese Auflistung nicht Anspruch auf Vollständigkeit erheben, da die eine oder andere Publikation uns nicht bekannt ist oder von Tiefbauarbeiten Gasindikationen vorliegen, die uns nicht zugänglich waren.

Es ist zu hoffen, dass, angeregt durch diese Arbeiten, nicht erfasste Gasindikationen, Analysen usw. der VSP bekanntgegeben werden, sodass durch Nachträge im Bulletin mit der Zeit ein umfassender Katalog aller oder der meisten Gasvorkommen des Alpenrandgebietes erstellt werden kann.

Die als Alpennordrand bezeichnete Region umfasst das gesamte Deckenpaket nördlich des abtauchenden Aar- bzw. Aiguilles Rouges-Massivs bis zum tektonischen Kontakt zwischen Molassedecken bzw. parautochthoner Molasse einerseits und der mittelländischen Molasse andererseits.

Einzelne interessante Indikationen werden auch aus dem aufgerichteten Südrand der mittelländischen Molasse erwähnt.

In der vorliegenden Auflistung werden flüssige oder feste Kohlenwasserstoffe nur dann aufgeführt, wenn sie zusammen mit Gas auftreten.

In einer späteren Folge ist vorgesehen, auch die Indikationen von flüssigen und festen Kohlenwasserstoffen des Alpennordrandes in ähnlicher Art und Weise darzustellen.

Soweit möglich wurden die Gasanalysen auf sogenanntes Luft- bzw. Sauerstoff-freies Gas umgerechnet.

2. Diskussion der Gasvorkommen bezüglich Genese und Provenienz

Im Nachstehenden wird versucht, die Gasindikationen in gewisse Kategorien zu gruppieren, die sich bezüglich ihres Kohlenwasserstoff-Spektrums, ihrer Genese und Provenienz unterscheiden. Da leider von den meisten Gasvorkommen keine oder z. T. fragliche Analysen vorliegen, kann dieses Unterfangen lediglich den Wert einer Arbeitshypothese für spätere Untersuchungen beanspruchen.

2.1. Erdgas aus quartären Ablagerungen

Das wohl bekannteste Vorkommen ist jenes von Altstätten SG im St. Galler Rheintal, das bezüglich Lagerungsverhältnissen weitgehend identisch ist mit Gasaustritten bei Rietli/Rorschach, Altenrhein SG, Bregenz und Höchst auf österreichischer Seite. Die Vorkommen wurden in der Regel in einer Tiefe um 20 m in kiesig-sandigen Schichten unter jungen, meist tonig-siltigen, oft torfigen Alluvionen erschlossen. Durch eine ¹⁴C-Analyse wurde mit ca. 7000 Jahren BP das alluviale Alter für das Gas, sogenanntes Sumpfgas, aus den höheren Teilen der quartären Füllung des Alpenrheintales bewiesen.

Gas tritt jedoch auch aus dem tieferen Quartär bis hinunter zur Felsoberfläche auf. Ferner sind Gasindikationen aus dem Felsuntergrund, so aus der Molasse und dem Flysch auf österreichischer Seite, bekannt geworden (Erdölbohrung Dornbirn und Hohenems).

Eine teilweise Herkunft des Gases aus den Molasse- bzw. helvetischen Decken ist für die tieferen Gasaustritte innerhalb des Quartärs nicht auszuschliessen.

Die Gasbeobachtung von Walenstadt innerhalb torfführender Alluvionen deutet auf Sumpfgas.

Schwieriger ist die Beurteilung der Gasaustritte in Seen. Dort, wo die Gasaustritte längs Linien aufsteigen, die bekannten Störungszonen im Felsuntergrund der Seen folgen, kann quartäre Genese mindestens zum Teil ausgeschlossen werden. Dazu gehören z. B. die Gasvorkommen im Oberen Zürichsee, Lauerzersee, Sarnersee, Lungernsee und vermutlich Alpnachersee sowie Vierwaldstättersee.

2.2. Gasvorkommen innerhalb der Molasse

Bei diesen Vorkommen lassen sich heute zwei Gruppen unterscheiden, die sich möglicherweise bezüglich Genese und Provenienz unterscheiden.

Gruppe 1

Charakteristik: Vorwiegend Methangas
Höhere Kohlenwasserstoffe < 1 %

Solche Gase wurden in verschiedenen Formationen und tektonischen Einheiten nachgewiesen. Meist handelt es sich um geringe Gasaustritte in Stollen und Tunnels.

Aus der Oberen Meeresmolasse bestehen Beobachtungen aus dem Goldach-Kraftwerkstollen SG und dem Bahntunnel Gütsch LU. In beiden Fällen liegen die Austritte im Bereich oder der Nachbarschaft von Molassekohlenflözen, so dass es sich aller Wahrscheinlichkeit nach um Kohlegas handelt.

Mit Sicherheit um Kohlegas handelt es sich bei den Gasaustritten in den Kohlebergwerkstollen von Mionnaz/Semsaies VD/FR, die im oberen Chattian liegen.

Die Beurteilung der Gasvorkommen in der Unteren Süsswassermolasse nördlich des Kontaktes mit den helvetischen Decken ist nicht immer eindeutig.

Soweit es sich um geringe Gasaustritte handelt, wie z. B. Walzenhausen AR, Etzelkraftwerkstollen SZ, Lammschluchtstollen LU, ist eine Genese aus pflanzlichen Resten in der Molasse selbst am wahrscheinlichsten.

Bei stärkeren Gasaustritten wie im Rickentunnel und am Oberen Zürichsee, die eindeutig an stark tektonisch beanspruchte Zonen gebunden sind, ist eine Provenienz und damit auch Genese aus älteren Formationen bzw. tieferen tektonischen Stockwerken nicht auszuschliessen.

Gruppe 2

Charakteristik: Vorwiegend Methangas
vergesellschaftet mit Oelindikationen

Zu dieser Gruppe gehören die Erdölbohrung Tuggen SZ, die im Stirnbereich der subalpinen Molassedecken liegt, und die Erdölbohrung Dornbirn im österreichischen Alpenrheintal. Beide Bohrungen wurden im Chattian eingestellt und haben die Basis der Molassedecken nicht erreicht.

Die Kohlenwasserstoffe dürften entweder aus der Unteren Meeresmolasse oder noch älteren Formationen (Mesozoikum-Karbon) stammen.

2.3. *Gasvorkommen im Grenzbereich subalpine Molasse- und helvetische Decken*

Von diesen Vorkommen bestehen keine Analysen oder eindeutige Beobachtungen, die auf die Anwesenheit grösserer Anteile an höheren gasförmigen oder flüssigen Kohlenwasserstoffen schliessen lassen.

In diese Kategorie müssen vorderhand die Gasaustritte im Wägital-Kraftwerkstollen SZ, im Lauerzersee SZ und der Gasausbruch bei St. Sylvestre südlich Fribourg eingestuft werden.

Die Herkunft der Gase aus dem Flysch, bzw. der Molasse oder älteren Formationen, bzw. tieferen tektonischen Stockwerken ist heute noch nicht zu entscheiden.

2.4. *Gasvorkommen in den helvetischen Decken*

Bezüglich Erscheinungsformen, Genese und Provenienz lassen sich verschiedene Gruppen unterscheiden.

Gruppe 1

Charakteristik: Vorwiegend Methan
Höhere Kohlenwasserstoffe $\leq 1\%$
im Kohlenwasserstoffmuttergestein gespeichert

In diese Gruppe gehören die Gasaustritte in den Valanginianmergeln des Seelisbergtunnels (vor allem Hutteggstollen), ev. auch die Gasaustritte im Valanginian des Kraftwerkstollens vom Grossen zum Kleinen Melchtal.

Gruppe 2

Charakteristik: Methan
Höhere gasförmige Kohlenwasserstoffe $> 1\%$
Kondensat und/oder Leichtöl

In diese Gruppe sind vorderhand folgende Vorkommen einzustufen:

Seelisbergtunnel: Drusbergschichten
Kieselkalk

Kraftwerkstollen vom Grossen zum Kleinen Melchtal:
Valanginian (ev. Gruppe 1)
Kieselkalk

Lungernsee

Sarnersee bei Wilen

Ev. Gasaustritte Alpnersee und Vierwaldstättersee bei Vitznau

Ev. Gasaustritte im Axenflue-Tunnel.

Das Auftreten von Kondensat und Leichtöl im Kieselkalk wurde wiederholt beobachtet und zwar vom St. Gallischen Rheintal bis in die Innerschweiz.

Grössere Feuerbrände beim Sprengen in Kieselkalk-Steinbrüchen machen es wahrscheinlich, dass jeweils auch eine Gasphase abbrannte.

Interessant ist nun, dass die meisten dieser Gasvorkommen mit Kondensat im Bereich der Drusbergdecke liegen, was kaum als Zufall betrachtet werden kann. Diese Tatsache macht es wahrscheinlich, dass der Kieselkalk und ev. die Drusbergschichten als Mutterformation für Gas, Kondensat und Leichtöl in Frage kommen.

Gruppe 3

Etwas ausgefallene Verhältnisse wurden beim Bau des Rothornstollens (LU/BE) der Transitgaspipeline beobachtet.

Die vor dem Bau des Stollens erfolgten Oberflächenmessungen in Klüften des Kieselkalkes und der Drusbergsschichten der Drusbergdecke ergaben z. T. recht hohe Gaskonzentrationen, wobei die Werte an höheren gasförmigen Kohlenwasserstoffen z. T. mehr als 30% erreichten. Beim Bau des Stollens wurden deshalb alle Sicherheits-Vorkehrungen bezüglich Erdgasausbrüche getroffen.

Im Stollen selbst trat dann aber kein Erdgas auf, dafür H_2S -führendes Wasser, wobei sich an den Austrittsstellen ausgedehnte Bakterienrasen in bunten Farben bildeten.

Es bestehen somit grundsätzlich zwei Möglichkeiten bezüglich Genese und Provenienz:

1. Junge, bakterielle Gasbildung durch anaerobe Bakterien im wassergefüllten Kluftsystem des Kieselkalkes unter gleichzeitiger Entstehung von im Wasser gelöstem H_2S .

Herkunft des Kohlenstoffes aus organischen Substanzen oder aus dem Karbonat des Kieselkalkes.

Für diese Interpretation sprechen die H_2S und CO_2 -Führung des Kluftwassers und die Bakterienteppiche, ferner hohes Alter des Kluftwassers gemäss Tritium-Bestimmung.

2. Fossiles Gas, das längs Klüften aus älteren Formationen oder tieferen tektonischen Stockwerken aufsteigt.

Auch eine Kombination der beiden Möglichkeiten ist nicht auszuschliessen.

Gruppe 4

Im parautochthonen Helvetikum des Sernftales traten beim Bau des Kraftwerkstollens wiederholt starke Gasaustritte auf. Da im benachbarten Steinbruch im «Glarner Fischschiefer» Leichtöl auftritt, könnte hier die Mutterformation auch für das Gas vorliegen.

2. 5. *Gasvorkommen in den Préalpes*

Über die Methangasaustritte im Tunnel Col de Jamon VD, im Kraftwerkstollen Hongrin VD und in den Salinen von Bex VD konnten wir bis heute keine näheren Angaben ausfindig machen, so dass bezüglich Genese und Provenienz vorderhand noch nichts ausgesagt werden kann.

2. 6. *Erdgas in der Kreide der Bohrung Savigny*

Die Gasmengen waren zu gering, um eine nähere Aussage machen zu können.

2. 7. *H_2S -führendes Gas bei Giswil OW*

Die wenigen Beobachtungen lassen vorderhand keine Zuordnung zu.

Benutzte Dokumente

ALTHAUS, H. (1943): Erdgasvorkommen in der Schweiz. Bericht PEK.

AMBERG, R. (1972): Transitgas AG, Rothorn-Stollen, Messungen der Stollen-Atmosphäre auf Schwefelwasserstoff (H_2S). Bericht Ing. Büro Amberg.

BADOUX, H. (1965): 1264 Montreux, Geol. Atlas der Schweiz 1:25 000, Karte und Erläuterungen. Schweiz. geol. Komm.
– (1966): Description géologique des mines et salines de Bex et de leurs environs. Matériaux pour la Géol. de la Suisse. Série géot. 41e liv.

- BÜCHI, U. P. (1963): Interne Aktennotiz über eine Besprechung SEAG und Eisenbergwerk Gonzen AG.
- BÜCHI, U. P., WIENER, G., OESCHGER, H. (1964): Zur Altersfrage der Gasvorkommen bei Altstätten SG. Bull. VSP, Vol. 30, Nr. 75.
- BÜCHI, U. P. (1971): N2 Seelisbergtunnel Kanton UR. Beurteilung der Erdgasvorkommen im Sondierstollen Huttegg (II. Zwischenbericht).
- (1971): Transitgas AG Zürich, Lammschluchtstollen. Bericht.
- BÜCHI, U. P., AMBERG, R. (1972): N2 Seelisbergtunnel. Beurteilung der Erdgasvorkommen. III. Zwischenbericht (Bericht ARGE BÜCHI/AMBERG).
- (1972): N2 Seelisbergtunnel Kanton Uri. Beurteilung der Erdgasvorkommen im Sondierstollen Huttegg (Bericht ARGE BÜCHI/AMBERG).
- (1972): Seelisbergtunnel. Gasgefährdung im Endentlüftungstollen des Bauloses Huttegg (Bericht ARGE BÜCHI/AMBERG).
- BÜCHI U. P., AMBERG, R., KAPPELER, S. (1972): Transitgas AG, Rothorn-Stollen. Beurteilung der geologischen Formationen bezüglich Gasführung (Bericht ARGE BÜCHI/AMBERG).
- BÜCHI, U. P., KAPPELER, S. (1972/1973): Div. Berichte Rothorn-Stollen.
- HEIM, A. (1919): Geologie der Schweiz Bd. 1, Molasseland und Juragebirge. Verlag Chr. Herm. Tauchnitz, Leipzig.
- HEIM, A., HIRSCHI, H. (1941): Bericht über die Naturgasvorkommen im Kt. St. Gallen. KIA, Büro für Bergbau.
- HINZE, W. (1972): Oberflächengasmessungen Lammschlucht. Bericht GEOME.
- (1972): Oberflächengasmessungen Rothorn. Bericht GEOME.
- (1972): Oberflächengasmessungen im Messgebiet Seelisberg. Im Auftrag ARGE Büchi/Amberg.
- (1973): Entgasung von Gesteinsproben. Bericht GEOME, z. H. ARGE Büchi/Amberg.
- KELLER, F. (1980): Erdgasvorkommen. Schweizer Ingenieur und Architekt Nr. 50.
- KOPP, J., ERNI, A. (1937): Die Erdgas- und Erdölvorkommen am Alpenrand der Ostschweiz und Zentralschweiz. Rapport PEK.
- KOPP, J. (1937): Die Erdgas- und Erdölzeichen am Alpennordrand der Ostschweiz und Zentralschweiz. Rapport PEK.
- (1937): Petrolgeologische Untersuchungen in der subalpinen Molasse zwischen La Roche und Châtel St. Denis. Rapport PEK.
- (1937): Petrolgeologische Untersuchungen in der subalpinen Molasse zwischen Linth und Thur, mit spezieller Berücksichtigung der Petrolbohrung Tuggen. PEK 30. 8. 1937.
- (1938): Die Naturgasvorkommen im St. Galler Rheintal. Bull. VSP, 5. Jahresversammlung.
- (1955): Erdgas und Erdöl in der Schweiz. Verlag Räber & Cie, Luzern.
- 1963): Gasvorkommen in schweizerischen Seen. Tagesanzeiger 22. 2. 1963.
- LEMCKE, K. (1963): Die Ergebnisse der Bohrung Savigny bei Lausanne. Bull. VSP, Vol. 30, Nr. 78.
- LOMBARD, A. et al. (1974): 1265 Les Mosses. Geol. Atlas der Schweiz Karte 1: 25 000, Feuille 64, und Erläuterungen. Schweiz. Geol. Komm.
- MOHLER, H. P. (1966): Stratigraphische Untersuchungen in den Giswiler Klippen (Préalpes Médiannes) und ihrer helvetisch-ultrahelvetischen Unterlage. Beitr. z. Geol. Karte der Schweiz Nf. 129 Lf.
- MÜLLER, H.-P. (1971): Geologische Untersuchungen in der subalpinen Molasse zwischen Einsiedeln und oberem Zürichsee. Inaug. Diss. Uni. Zürich. Dissdruck Leemann AG, Zürich.
- OCHSNER, A., SCHARDT, H., MEYER, H. (1924): Geologische Karte des Wägital und seiner Umgebung. Beitrag geol. Karte der Schweiz. Spez. Karte Nr. 108 a.
- OCHSNER, A. (1975): 1133 Linthebene. Erläuterungen. Geol. Atlas der Schweiz 1: 25 000. Kümery & Frey AG Bern.
- PAVONI, N. (1960): Ein Erdgasvorkommen in der subalpinen Molasse des Kantons Appenzell-Ausser rhoden. Bull. VSP, Vol. 26, Nr. 71.
- PFISTER, R. (1972): Erdgasvorkommen im Seelisbergtunnel. Schweiz. Bauzeitg. Heft 36, 7. 9. 1972.
- RICKENBACH, E. (1947): Erdölgeologische Untersuchungen in der Schweiz. 1. Teil, 5. Abschnitt, Erdgasvorkommen. Beitr. z. Geol. d. Schweiz. Geotechn. Serie Lf. 26, Teil A.
- RITTER, E. (1924): Stratigraphie und Tektonik der kohleführenden Molasse zwischen Genfersee und Saanetal. Eclogae geol. Helv. Bd. XVIII, Heft 3.
- SCHINDLER, C. (1980): Geologisch-geotechnische Voruntersuchung der N8 zwischen Sarnen und dem Brünig. (Geotechnisches Büro Dr. von Moos AG, Zürich). Strasse und Verkehr, Nr. 5/1980, Separatdruck.
- SCHLANKE, S., KAPPELER, S. (1974): Geologie von Lammschlucht-, Flühli-, Rothorn- und Ballenberg-Stollen. Gas Wasser-Abwasser, Nr. 7, Sonderdruck Transitgasleitung.
- SCHNEIDER, T. R. (1973): Seelisbergtunnel. Geologische Beurteilung der Gasführung des Gebirges. Bericht Schweiz. Nationalstrassen.
- (1974): Methangasvorkommen im Erschliessungstollen Huttegg des Seelisbergtunnels. Geologisch-geotechnischer Aspekt. Strasse und Verkehr, Nr. 3, 11. 3. 1974.
- SCHUPPLI, H. M. (1952): Erdölgeologische Untersuchungen in der Schweiz IV. Teil 9. Abschnitt. Oelgeologische Probleme der subalpinen Molasse der Schweiz. Beitr. zur Geol. der Schweiz, Geotechn. Serie Lf. 26, Teil 4.