

Zeitschrift: Die Eisenbahn = Le chemin de fer
Band: 8/9 (1878)
Heft: 2

Artikel: Petroleum, dessen Vorkommen, Gewinnung und Verarbeitung in Nord-Amerika: Vortrag
Autor: Icely, John E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-6810>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.10.2024

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

vieh, sowie diejenige der Kälberschlächtereien, sind mit Aufzügen versehen und zwar kann in der Grossviehschlächtereien, deren Zahl bis auf 80 ausgedehnt werden.

Unter den Kuttelsiedereien „i“ befinden sich Kellerräumlichkeiten zur Aufbewahrung von Fleisch etc., während die Behälter „n“ mehr zur Aufbewahrung von Werkzeug für die einzelnen Metzgermeister und deren Gehilfen verwendet werden.

Links von der Durchfahrtsstrasse sind die Stallungen, Blut- und Häutekammern, Remisen und Aborte untergebracht; Einrichtungen, welche zum grössten Theil über die Verpflichtungen der Stadt hinaus gingen, sich aber als durchaus nothwendig erwiesen und für welche von den Bewerbern zu Händen der Stadt ein Miethzins bezahlt wird.

Ueber den Stallungen „e und k“ sind luftige Obergeschosse zum Trocknen der Häute, sogenannte Fellwinden, erstellt worden.

Beinahe sämtliche Räume sind von einem Canalisationsnetz durchzogen, welches hinwiederum mit dem in der Durchfahrtsstrasse liegenden Hauptcanal der städtischen Canalisationsanlage in Verbindung steht. Die hauptsächlichsten Räume sind in genügender Weise mit Wasser- und Gas-Einrichtungen versehen. —

Erstellungskosten.

1. Erdarbeiten	Fr. 12 411,33
2. Gründungsarbeiten, namentlich der Ufermauern längs der Limmat	„ 28 953,48
3. Maurerarbeiten	„ 174 520,73
4. Steinhauerarbeiten	„ 73 901,05
5. Zimmerarbeiten	„ 52 823,39
6. Schreinerarbeiten	„ 6 731,48
7. Schlosserarbeiten mit Gussarbeiten	„ 15 863,77
8. Glaserarbeiten	„ 5 930,32
9. Spenglerarbeiten, Zinkbedachung der Halle	„ 13 680,09
10. Dachdeckerarbeiten	„ 8 010,44
11. Malerarbeiten	„ 4 959,47
12. Pflasterungsarbeiten	„ 14 140,93
13. Erstellung der Dohlen	„ 2 919,95
14. Wasserversorgung	„ 10 519,49
15. Einrichtungen, Aufzüge, Joche, Seilerarbeiten, Flösse, Brückenwaage etc. etc.	„ 24 445,91
16. Hafnerarbeiten	„ 956,80
17. Tapeziererarbeiten	„ 121,52
18. Hauptcanal	„ 37 024,69
19. Stützmauern längs der Strasse hinter den Stallungen	„ 5 620,31
20. Verschiedenes	„ 9 617,07
Total Erstellungskosten	Fr. 503 152,22

Die Ausführung der ganzen Anlage bis zur vollständigen Fertigstellung der sämtlichen Arbeiten, fiel in die Jahre 1863 bis 1866. Projectirt und geleitet wurde der Bau vom damaligen Stadtbaumeister Herrn *Hanhart*, der in derselben Zeit auch den Bau der Fleischhalle ausführte und in beiden Objecten Beweise grosser Geschicklichkeit und Erfahrungen an den Tag legte.

A. Geiser, Stadtbaumeister.

P. S. Eine Ansicht der Façade längs der Limmat kommt in der nächsten Nummer.

Petroleum,

dessen Vorkommen, Gewinnung und Verarbeitung
in Nord-Amerika.

*Auszug aus einem Vortrage von John E. Jcely, gehalten im Ingenieur- und Architekten-Verein in Zürich.

I.

Während meines Aufenthaltes in Amerika im Jahre 1876 hatte ich Gelegenheit die Oelregionen Pennsylvaniens zu besuchen und die Gewinnung und Verarbeitung des Oels etwas näher zu

studiren. Bei der Kürze der Zeit war es mir jedoch unmöglich, auf alle Details einzugehen, und ich habe daher, damit mein Referat sich so vollständig als möglich gestalte, den von Herrn Professor *Hans Höfer* zu Händen der Oesterreichischen Commission für die Weltausstellung in Philadelphia herausgegebenen Bericht theilweise benutzt, besonders für diejenigen Theile, die ich bei der knapp zugemessenen Zeit nicht näher studiren konnte. Es betrifft dies hauptsächlich die Geologie der Oelregion, sowie die Statistik des Petroleumhandels; letztere ist jedoch durch die neuern Daten vervollständigt worden. In den meisten Beziehungen mussten die Beobachtungen das gleiche Resultat ergeben, da erstens die besuchten Gegenden zum Theile die gleichen waren, und da zweitens die Anlagen der Bohrlöcher, Raffinerien etc. durch die ganze Oelregion hindurch gleichmässig ausgeführt sind und Ausnahmen von der allgemeinen Schablone bloss localen Verhältnissen angepasst scheinen. So weit mir solche bekannt sind, werde ich dieselben hervorheben.

Die *Geschichte* der Petroleumindustrie bietet verschiedene interessante Abschnitte. In vorhistorischer Zeit war das Oel jedenfalls bekannt, muss auch schon auf bergmännische Weise gewonnen worden sein, indem sich bei Titusville runde Brunnen von etwa 1,5—2 m Durchmesser finden, welche auf Petroleum führende Schichten auslaufen. Aus der bedeckenden Vegetation, und aus der Dicke der Humusschichte kann man deren Alter auf etwa 500 Jahre berechnen. — In der auf diese Zeit folgenden Periode hatten die nomadisirenden Indianer Besitz vom Lande. Auch ihnen war das Steinöl bekannt, doch wussten dieselben nichts von der früheren rationellen Gewinnungsart. Sie schöpften das Oel, welches sich auf stehenden Gewässern angesammelt hatte ab, und verwendeten dasselbe als Beleuchtungsmaterial bei ihren Ceremonien und Festlichkeiten, sowie als Heilmittel. Die erste Erwähnung des Oeles bei den *Weissen* findet sich in einer Karte aus dem Jahre 1670, in welcher in der Nähe des jetzigen Ortes Cuba (Pa.) die Bezeichnung *Fontaine de bitume* eingetragen ist. Später geschieht des Erdöls mehrfach Erwähnung und wir finden in Karten aus der Mitte des 18. Jahrhunderts an der Stelle des jetzigen Oil Creek das Wort *Petroleum*. Von jener Zeit an gelangte das Erdöl in den Handel und wurde unter dem Namen Naphta oder Senecaöl als Heilmittel verkauft.

Noch zu Anfang dieses Jahrhunderts und durch dessen ganze erste Hälfte war die gleiche primitive Gewinnung desselben im Gebrauche. In Teichen, auf deren Oberfläche sich Erdöl gesammelt hatte, wurden wollene Decken vorsichtig eingetaucht und diese, nachdem sie mit dem Oele gesättigt waren, ausgewunden. Hie und da wurden auch neben den Teichen Gräben gezogen und mit denselben verbunden; beim Ueberfließen wurde das Oel abgeschöpft. Natürlich konnten bei dieser einfachen Art der Gewinnung nur ganz geringe Quantitäten gesammelt werden (ein solcher Teich lieferte im Jahr etwa 12 Fass), die Preise waren deshalb ungemein hoch und die Verwendung daher nur als Heilmittel möglich. Zu Beginn dieses Jahrhunderts kostete 1 Gallone 16 Dollars, was für das Fass etwa 3400 Fr. ausmachen würde. Man stiess jedoch in dieser Periode an einigen Orten auf ölführende Schichten, welche grössere Quantitäten lieferten und es wurden hiedurch die Preise etwas gedrückt. Doch waren die Mengen noch nicht so gross, dass eine eigentliche Industrie aus deren Gewinnung hätte entstehen können. Merkwürdig bleibt immerhin, dass Niemanden einfiel, eine rationellere Gewinnungsart und die Verwendung des Oels als Leuchtmaterial zu versuchen, da schon damals bedeutende Quantitäten Leuchtöl aus asphaltartigen Substanzen gewonnen wurden und der Uebergang zur Refinement von Petroleum ein sehr einfacher gewesen wäre.

Eine vollständige Revolution bewirkten die glücklichen Versuche des Colonel Drake, das Erdöl zu erbohren. Nach vielen missglückten Arbeiten gelang es endlich am 26. Aug. 1859 Drake eine Petroleumader zu erreichen und einen fliessenden Brunnen zu erhalten. Nun folgte die Entwicklung dieser neuen Industrie mit staunenswerther Schnelligkeit. Sein Erfolg war kaum bekannt geworden, als auch schon die Speculation sich der Sache bemächtigte und in kurzer Zeit die umliegende Gegend sich bevölkerte und eine Menge Quellen erbohrt wurden. Die Industrie hatte in der ersten Zeit mit ungeheuren Schwierigkeiten zu

kämpfen; der District war noch kaum bevölkert, ohne alle Verkehrsmittel und während eines grossen Theils des Jahres beinahe unzugänglich. Das Material hatte noch keinen stabilen Markt gefunden, die Preise waren immerwährenden Aenderungen unterworfen und alle die Operationen des Raffinirens, welche dem Erdöl eigentlich erst wirklichen Werth verleihen, waren noch nicht bekannt. Doch wurde diesen Uebelständen bald abgeholfen und es dauerte nur etwa drei Jahre, um die nothwendigen Einrichtungen einzuführen und dabei wurde das Gebiet, in welchem Erdöl gewonnen wurde, allseitig ausgedehnt. Im Anfange lieferten einige Quellen solch ungeheure Mengen des Oeles, dass es an Reservoirs gebracht, um dasselbe zu sammeln und eine Menge Oel unbenutzt in die Flüsse lief, in denen dasselbe häufig Feuer fing und verheerende Katastrophen herbeiführte. Ein paar Beispiele mögen den enormen Reichthum der Quellen darlegen. Einige Meilen südlich von Oil Creek wurde die berühmte „Phillips“ Quelle erbohrt, welche in 24 Stunden 3000 Fass lieferte, im Ganzen bis zu deren Eingehen etwa 400 000 Fass. Die „Noble“ Quelle brachte deren Besitzern einen Reingewinn von mehr als 3 000 000 Dollars in einem Jahre; die „Sherman“ Quelle ergab 2500 Fass pro Tag und viele andere reichhaltige Quellen folgten so rasch, dass 1864 das Einkommen aus denselben mehr als das aus den Eisen- und Kohlenwerken zusammengekommen betrug.

Die Thätigkeit war in dieser Zeit eine ganz fiebrhafte. Alles wendete sich dieser Industrie, die in bloß fünf Jahren zur Hauptindustrie des Landes geworden war, zu. Natürlich musste hierauf eine Reaction folgen, und es dauerte auch nicht lange, bis Alles wieder in ruhigere Geleise zurückkehrte und das Oelfieber bedeutend abnahm. Doch war die Zeit, in welcher dasselbe herrschte, gerade lange genug gewesen, um bedeutende Verluste an Capitalien herbeizuführen und es hat hierunter nicht nur Amerika, sondern auch Europa, das überhaupt mit den schlechtesten Papieren und Actien bedient wurde, viele Einbußen zu verzeichnen. Eines der frappantesten Beispiele der Kurzlebigkeit der Petroleumstädte bietet der Ort Pithole.

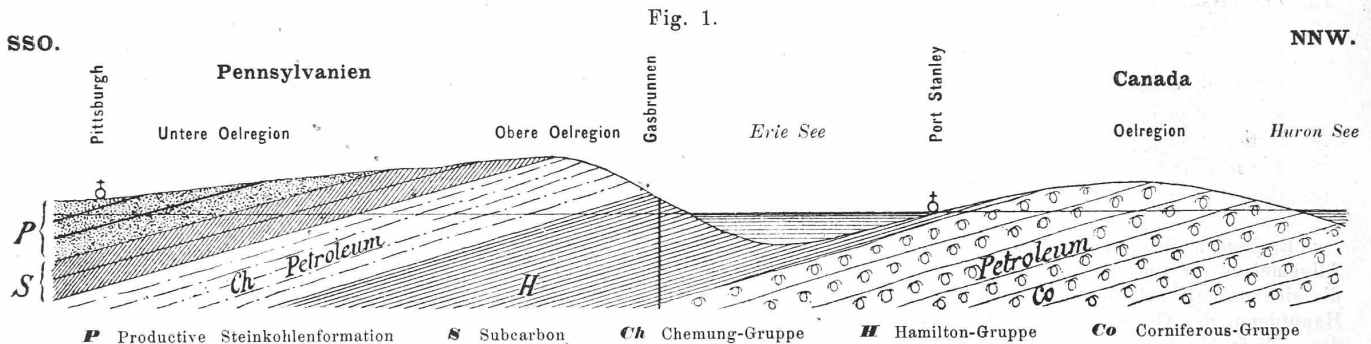
Im Januar 1865 wurde dort die erste Quelle erbohrt, es

folgten noch verschiedene andere und in kurzer Zeit galt der Ort als das wahre Eldorado der Oelgegend. Trotz ungünstiger Witterungsverhältnisse und grosser Ueberschwemmungen, welche die Operationen bedeutend verzögerten, stand am 1. August 1865 an der Stelle die 3 Monate vorher nur 2 Häuser aufzuweisen hatte, eine Stadt Pithole von 16 000 Einwohnern, mit allen Einrichtungen alter Städte versehen; deren Postbureau war das drittgrösste in Pennsylvanien. Im October nahmen die Quellen zusehends ab, zwei grosse Feuersbrünste beschleunigten die Katastrophe und das Neujahr 1866 fand nur noch eine verlassene Stadt mit langen Reihen unbewohnter Häuser an Stelle des vor wenigen Monaten noch so blühenden Pithole. Aehnliche Fälle finden sich viele in der Oelregion, wenn auch nicht in diesem extremen Masstabe.

Seither hat sich die Gewinnung von Oel weit ausgedehnt und wird auf einer soliden Basis fortgesetzt, wenn sich auch von Zeit zu Zeit bei Entdeckung neuer Gegenden ein Anflug des Oelfiebers wieder zeigt.

Vorkommen des Petroleums. In Nordamerika sind folgende Gegenden zu verzeichnen, welche Erdöl liefern: Pennsylvanien mit den reichsten Districten, sodann Ohio, West-Virginien, Kentucky und Tennessee, Canada und endlich in neuerer Zeit einige der westlichen Staaten, doch ist in letztern die Gewinnung noch ganz unbedeutend.

Fast alle Schichten der paläozoischen Formation führen Petroleum, die ältesten mögen die obere Horizonte des untern Silurs, die sogenannten Trenton-Schichten, sein. Sodann folgen mehrere Schichten des obern Silurs, doch sind diese Fundstätten nur von geologischer Bedeutung, und haben technisch gar keine Wichtigkeit. Die darüber liegende Devonformation enthält die reichhaltigsten Lager in ihren untern und obern Schichten, und diese sind es, aus denen gegenwärtig das meiste Oel gewonnen wird. Ein Profil durch die Hauptregion wird die Lagerung der Schichten verdeutlichen, es ist in der Richtung von N. N. W. nach S. S. O. gezogen. Die Schichten liegen beinahe horizontal, zur Verdeutlichung mussten dieselben in der Skizze stärker geneigt werden.



Die tiefsten Horizonte dieses Profils sind die Corniferous-Schichten, bestehend aus Kalkstein, welcher vielfach Hornstein führt und sehr reich an Corallen ist. Die Zellen vieler dieser Corallenspecies sind mit Erdöl oder Asphalt angefüllt.

Diese Schichten treten in Canada zu Tage und in denselben liegen die dortigen Quellen. Auch in andern Districten, zum Beispiel Terre-haute in Indiana, sind dieselben ölführend.

Die darüberliegenden Schichten, gehören der Hamilton-Gruppe an, sie bestehen aus schwarzen und grauen Schiefern mit Einlagerungen von Mergel und Seifenstein etc. Bei Dunkirk am Eriesee haben dieselben eine Mächtigkeit von 360 m. Petroleum findet sich in diesen Horizonten keines, wohl aber in den obern Theilen stark bituminöse Schiefer. An Petrefacten enthalten dieselben fast gar nichts als einige grosse Stämme von Lepidodendron und viele Fischzähne.

Die wichtigste Gruppe ist die nun folgende Chemung-Gruppe, deren Gesteine meist Schiefer und Schieferthone sind, in welchen sich Einlagerungen von Sandstein und Conglomeraten finden. Die Ausdehnung dieser Gruppe ist ziemlich bedeutend, sie tritt am südlichen Ufer des Eriesees parallel mit demselben zu Tage, zieht sich dann östlich bis zum Hudsonflusse, von

dort an südwestlich durch das Alleghanygebirge und verläuft endlich südlich des Ohioflusses. Die westliche Begrenzung ist ungefähr parallel dem Alleghanygebirge vom Westende des Eriesees aus (etwa zwischen Toledo und Columbus).

Ueber dieser Gruppe folgen braune und schwarze, dem Subcarbon angehörige Schiefer und sodann die productive Steinkohlenformation.

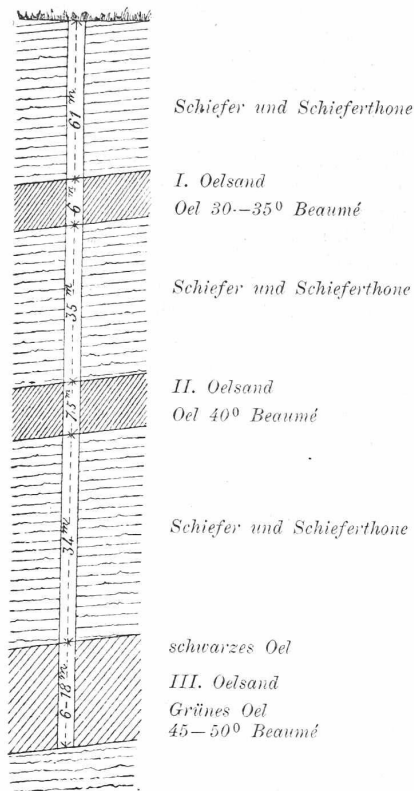
Die Petroleumregion Canada's wurde im Vortrage eingehend besprochen, doch dürfte es hier zu weit führen auf dieselbe einzutreten und beschränken wir uns auf den wichtigsten District, auf Pennsylvanien. Dieser zerfällt in zwei Regionen, die obere, die sich in der Richtung von N. O. nach S. W. von der südlichsten Spitze von Warren County diagonal durch Venango County zieht. Die bedeutendsten Quellen sind bei Tideout, Petroleum-Centre, Oil City und früher Pithole. In ihrer Verlängerung trifft diese Linie auf die Quellen bei Wartenburg und Smith's Ferry an der Grenze von Pennsylvanien und Ohio.

Parallel zu diesem Districte und in einer Entfernung von etwa 27 m östlich, liegt die untere Oelregion, welche gegenwärtig die reichste ist. Die Hauptorte dieser Region sind Lawrenceburg, Millerstown, Karns-City.

In der obern Oelregion trifft man gewöhnlich nach Durch-

bohrung der Schiefer des Subcarbon, auf die ölführenden Schieferthone der Chemung-Gruppe, in der untern Region muss vorher noch die ganze productive Steinkohlenformation durchbohrt werden. In beiden findet sich das Oel in den Einlagerungen von Sand und Conglomeraten, welche in den Schieferthonen der Chemung-Gruppe vorkommen. Diese sogenannten *Oelsande* finden sich ganz unregelmässig in den Schichten, sind von grösserer oder geringerer Ausdehnung und ganz verschiedener Dicke. Im Allgemeinen trifft man bei den Bohrungen auf drei Oelsande, doch lassen sich dieselben in den verschiedenen Quellen nicht auf gleiche Horizonte zurückführen. Die Tiefen beim Oil Creek lassen sich aus nebenstehender Profilskizze ersehen.

Fig. 2.



Es liefern die einzelnen Sande auch verschiedene Oele, im Allgemeinen die untern leichteres Oel, die obern schwere Oele, die sich nur als Schmieröle eignen. Die untersten scheinen das Hauptdepot des Oeles zu sein und fast alle Bohrlöcher sind auf diese Tiefe hinabgeführt.

In der obern Oelregion sind die Bohrlöcher meistens 450' tief, in der untern 1100', doch kommt sehr viel auf die Lage der Bohrstelle an (ob im Thal oder auf den Bergen) und es gehören Tiefen von 1500 bis 1600' keineswegs zu den Seltenheiten.

Die reichlichsten sind die Quellen, welche auf den Anticlinalen der Schichten, d. h. auf dem Rücken der Schichtenwellen liegen. Letztere sind manchmal so wenig ausgesprochen, dass deren Lage mittels geodätischer Instrumente bestimmt werden muss. Der Grund warum sich das meiste Oel auf den Anticlinalen findet, ist darin zu suchen, dass bei der Biegung der Schichten sich die meisten Spalten und Klüfte auf dem Rücken der Schichtenwellen bilden, und diese dienen dann als Reservoirs für das Oel.

Sowohl über den Ort als über die Art der Entstehung, sind die Geologen durchaus nicht einig und werden wohl schwerlich so bald zu einem Resultate gelangen. So viel scheint festzustehen, dass das Erdöl nicht in den Schichten in welchen es gefunden wird entstanden ist, sondern dass es sich auf secundärer Lagerstätte befindet.

Unter den Quellen sind solche, aus denen das Oel ohne Zuthun herausfliesst, bei den meisten jedoch muss dasselbe mit

Pumpen herausgefördert werden. Fast jede Quelle fliesst, wenn sie angebohrt wird, es dauert dies jedoch nur ganz kurze Zeit bis der Druck der Gase nachgelassen hat, dann muss die Pumpe angesetzt werden. Doch nicht immer sind fliessende Quellen Folgen des Gasdruckes, es können dieselben auch durch Wasserdruk hervorgebracht werden; dies ist in mehreren Fällen in Canada nachgewiesen worden. Es stehen dort verschiedene Quellen mit dem Eriesee in Verbindung und es wirkt dabei das Wasser auf das Oel, gleich wie in communicirenden Röhren. Es ist auch denkbar, dass bei dem hohen Druck das Gas im Oel gelöst wäre, und daher die Wirkung beim Anbohren die gleiche wäre wie die der Kohlensäure in Syphons etc. Einige der fliessenden Quellen sandten Strahlen bis auf 100' Höhe, so eine intermittirende Quelle, die berühmte Lady Hunter-Quelle bei Petrolia-City.

Von grossem Interesse sind die *Gasquellen*, welche in einigen Theilen der Oeldistricte eine bedeutende Rolle spielen. Es kommen solche Gasbrunnen fast in der ganzen Oelregion und deren nächsten Umgebungen vor, hauptsächlich in den verschiedenen Horizonten der Chemung-Gruppe und sodann in den Hamilton-Schichten. Manchmal tritt das Gas neben dem Oel auf, wie bei den schon erwähnten *fliessenden Quellen*; häufig jedoch wird nur Gas erbohrt, es sind dies die *trockenen Brunnen*, (dry holes). Die Verwendung des Gases ist eine sehr ausgedehnte, ausser als Leucht- und Heizmaterial, wird dasselbe auch als motorische Kraft benützt, wie z. B. in der Stadt St. Joe, wo es in den Leitungsröhren noch einen natürlichen Druck von 6,8 Atmosphären haben soll. Als Leuchtmaterial wird das Gas fast überall in der Petrolgegend verwendet.

Bei Erie wurden 27 Gasbrunnen mit einer durchschnittlichen Tiefe von 180' angelegt, welche fast alles Gas zur Beleuchtung der Stadt liefern. Eine Stadt in Pennsylvania, bei welcher jedes Bohrloch Gas in sehr bedeutenden Mengen lieferte, wurde hiernach Gas-City getauft. An eben demselben Orte fingen die Gasbrunnen Feuer und erloschen erst nach Jahren. Solche brennende Gasbrunnen sind überhaupt nichts Seltenes.

Nördlich von Titusville, etwa 8 $\frac{1}{2}$ Meilen von dort entfernt, ist ein Gasbrunnen, welcher täglich etwa 115 000 O^m Gas liefern soll; dasselbe wird in Röhren nach Titusville geleitet und dient zur Beleuchtung der Stadt. Am interessantesten ist unbedingt der grosse Gasbrunnen von Delamater (Butler Co.). Als fliessende Quelle angebohrt, lieferte derselbe ziemliche Mengen Oel, wurde darauf etwas tiefer geführt und nun kam kein Oel mehr, sondern nur Gas, letzteres jedoch in solch enormen Mengen, dass die ganze Gegend bis St. Joe damit versehen ist. Die Aufsteiggeschwindigkeit des Gases wurde als 518 m per Secunde bestimmt bei einem Röhrendurchmesser von etwa 13,7 cm . Die ausströmende Gasmenge ergäbe demnach 7,5 O^m per Secunde oder 26 900 O^m per Stunde und 6 600 600 O^m per Tag.

Die Leuchtkraft dieses Gases ist ungefähr die Hälfte derjenigen des Steinkohlengases. Was die Heizkraft betrifft, so sollen ungefähr $\frac{3}{4}$ kg des Gases 1 kg guter Steinkohle gleichkommen. Es ist dies der Brunnen, dessen Gas, wie oben bemerkt, als motorische Kraft benützt wird.

Wenn man bedenkt, dass diese Gasquelle seit mehr als zwölf Jahren angebohrt ist und noch keinerlei Abnahme zeigt, so kann man sich einen Begriff von der Grösse des unterirdischen Reservoirs machen, aus welchem das Gas geschöpft wird.

Bei Fairville, etwa 15 Meilen von Pittsburgh, sind Quellen, deren Gase in zwei Eisenwerke dieser Stadt geleitet werden, und dort zum Heizen der Puddel- und Schweissöfen sowie der Rotators dienen.

Die Untersuchung der Gase hat gezeigt, dass sie meist aus Sumpfgas bestehen, sodann enthalten einige bis auf 18 $\%$ Aethylen, andere bis auf 22 $\%$ Wasserstoff, ferner Kohlensäure, Spuren von Kohlenoxyd, Sauerstoff und Stickstoff.

Da nirgends in den Oelgegenden grosse Hohlräume bestehen und in Gesteinen wie Schieferthon, Sandstein, Conglomeraten etc. auch nicht zu erwarten sind, muss man annehmen, dass diese Gase unter hohem Druck in den Poren und auf den Klüftflächen der Gesteine angesammelt sind.

* * *