

Ueber Verbrennung mit besonderer Berücksichtigung der praktischen Forderungen.*)

Von Friedrich Siemens.

Einleitend die vor zwei Jahren erschienene Arbeit¹⁾ des Verfassers über freie Flammentfaltung erwähnen und die Vortheile dieses Heizsystemes besprechend, bemerkte der Vortragende, dass es bei derartigen Forschungen nöthig sei, mit einer Betrachtung der Verbrennung vom theoretischen Standpunkte zu beginnen.

Die Theorie, welche die Natur der Flamme am besten erklärt, wäre diese, welche sagt: Die Flamme ist eine Umwandlung von Gasen, deren Molecüle chemisch erregt, sich in heftiger Bewegung unter- und gegeneinander befinden. Wirkt nun irgend etwas störend auf diese Bewegung der Gaspartikelchen, so wird dadurch die chemische Verbindung theilweise verhindert und die Verbrennung gestört.

Im Verlaufe des Vortrages auf diese Theorie zurückkommend, führt Verfasser an, dass das Anstossen der Flammen an den Ofenwänden oder an sonst festen Körpern ausser vom Standpunkte der vollkommenen Verbrennung auch aus chemischen und mechanischen Gründen verwerflich ist. Eine Flamme, als Unmasse von in enorm rascher Bewegung befindlichen Gastheilchen gedacht, welche constant auf einen Körper stösst, wird denselben endlich zerstören müssen.

Zu einer vollkommenen Verbrennung ist nöthig, dass 1. die Gase in dem richtigen chemischen Verhältnisse gemischt werden, 2. diese Mischung derart stattfindet, dass die Verbindung der einzelnen verschiedenen Molecüle leicht geschehen könne, 3. Alles vermieden werde, was die Bewegung der Gase während der Verbrennung in ihrer Entwicklung stört. Bei Besprechung dieser drei Punkte erwähnt Verfasser, dass eine innige Mischung von Gas und Luft, wie es etwa die Theorie fordern würde, in der Praxis schwer durchführbar und meist auch überflüssig ist. Nichtsdestoweniger ist die

Art der Mischung von Gas und Luft von höchster Wichtigkeit. Bei zu inniger Mischung wird die Flamme kurz, heiss und wird wenig strahlende Wärme besitzen, wogegen bei unvollkommener Mischung eine gänzliche Verbrennung nicht stattfinden kann; man strebe somit den Mittelweg an, wobei gute Verbrennung, intensive Hitze und eine Flamme von grosser Strahlungswärme erreicht werde. Das Gas, von geringerem specifischen Gewichte als die Luft, unterhalb derselben in den Ofen eingeführt, wird sich innig mit letzterer mengen, indem es in ihr emporzusteigen trachtet. Ist die Temperatur der beiden Gase jedoch verschieden, so ändert sich auch das specifische Gewicht derselben ganz nennenswerth, was bei der Art der Zuführung von Gas und Verbrennungsluft wieder zu berücksichtigen ist.

Die Hindernisse, welche der Flamme in den Weg treten, ergeben ausser der bereits erwähnten Störung der Bewegung der Molecüle noch einen anderen üblen Einfluss, der in der Erleichterung der Dissociation besteht, wenn die von der Flamme berührten Oberflächen entsprechend erhitzt sind. Sind solche erhitzte Oberflächen nicht vorhanden, so muss für alle Fälle die Dissociationstemperatur höher liegen. Wärme dehnt die Gasmolecüle aus und dies veranlasst die Schwächung der chemischen Affinität der Atome; bei einer gewissen Temperatur wird nun die Expansion grösser wie die chemische Attraction und die Dissociation tritt dann ein. Wie vorerwähnt, wird diese durch heisse Oberflächen, welche das Gas berührt, begünstigt; dies beweist der Umstand, dass, wenn die zur Bestimmung verwendeten Gefässe raue Oberflächen besitzen oder mit Thon, Porzellan, Asbeststücken u. dgl. gefüllt sind, die Dissociation früher, d. h. bei minder hoher Temperatur, auftritt, als wenn dies nicht der Fall ist. Bei verhältnissmässig niedriger Temperatur dissociiren die Köhlenwasserstoffe, bei höherer Temperatur dann der Reihe nach CO , H_2O (Dampf), CO_2 . Zum Schlusse spricht der Vortragende noch über Beheizung von Räumen.

F. T.

*) Gelesen vor dem Iron and Steel Institute am 7. October v. J.

¹⁾ „Oesterr. Ztschft. f. Berg- u. Hüttenw.“, 1885, S. 57.

Die Vorkommen von Erdöl und Asphalt in Californien.

Nach E. W. Hilgar von C. Zincken in Leipzig.

Die Erdöl führenden Schichten Californiens, welche für miocän gehalten werden, umfassen das Hauptmassiv des Küstengebirges um die, oder südlich von der San Francisco-Bai und südlich der letzteren bis Anaheim im Los Angeles county. Nördlich der Bai sind die vorherrschenden Gebirgsmassen der Formation thonige oder kieselige Schiefer. In der Erdölregion herrschen mehr oder weniger feste Sande, wechsellagernd mit kalkigem Sandsteinen und Thongesteinen vor. Spuren von Bitumen sollen sowohl weiter nördlich, als bei Mendocino angetroffen worden sein. Dasselbe ist durch den Bohrer nach-

gewiesen worden unweit San Pablo im Alameda county und in grösseren Mengen im Santa Clara county, südlich von San José. Dann folgen südwärts die Spuren von bituminösen Ablagerungen fast hauptsächlich in den landeinwärts gelegenen Theilen des Küstengebirges, so dass Oel in mehr oder weniger befriedigenden Quantitäten an zahlreichen Orten längs dem westlichen Bande des San Joaquinthaales gewonnen werden könnte. Die Erdöl führenden Schichten werden erst in der Breite des Santa Barbara county über dem gewöhnlichen Niveau angetroffen, woselbst sie durch Oelaussickerungen oder theil-

weise Oelverdampfungen Veranlassung zu der Bildung von leicht zugänglichen Asphaltablagerungen geben. Südlich vom Cayamsflusse treten bituminöse Lager öfters an der Seeküste auf und Erdölquellen geben ihr Vorhandensein ausserhalb der Küste an verschiedenen Stellen zu erkennen.

Während der Process der Verdampfung an der Atmosphäre die Bildung von grösseren und hervortretenderen Asphaltlagern herbeiführt, wird der Asphalt auch unter anderen Verhältnissen beobachtet, welche auf Destillation durch unterirdische Hitze als den Hauptfactor des Erhärtens hinweisen. Mitunter sind beide Arten der Bildung combinirt, so dass es schwer ist, die genauen Grenzen zu bestimmen, in welchen jede derselben thätig gewesen ist, obgleich gewöhnlich schon Handstücke die unverkennbaren Zeichen ihres Ursprunges zeigen.

Die praktisch wichtigen Asphaltablagerungen von Californien finden sich in den Counties von Santa Barbara, Ventura oder Los Angeles. Die zuerst und zuletzt genannten liefern allein den Bedarf für den Handel, aber gerade in Ventura können die ölführenden Formationen am besten studirt werden und desshalb soll dieser Theil der Gegend am ersten in Betracht gezogen werden.

Ventura county. Der County wird fast in der Mitte von Nordost nach Südwest von dem Santa Clarafluss durchströmt, welcher entspringt in den San Fernando- und San Gabrielgebirgen am südwestlichen Rande der Mojawewüste. Nicht weit davon, wo der Fluss in den offenen County sich ergiesst, und zwar an der Linie der südlichen Pacificisenbahn, liegen die Oelbrunnen von Newhall, welche lange Zeit hindurch einen beträchtlichen Theil des Bedarfes an Erdöl an der pacifischen Küste geliefert haben.

Nur wenige Meilen von diesem Orte tritt eine unbedeutende Ablagerung von schwarzem Asphalt an der Erdoberfläche, und zwar an einer etwa 1000 Fuss über der Thalsohle liegenden Anhöhe auf. Weiter unten zu gelangen wir zu dem wohlbekannten Flussbecken von Sespe in einem engen, nach Nordwest zu gerichteten Seitenthale, welches entschieden hundert Fuss tief ist, und hier hören wir wieder von Asphaltlagern auf den Bergen.

So weit in dieser Gegend die Schichten nicht wesentlich in ihrer Lagerung alterirt worden sind, scheint es, dass daselbst wenigstens 2 ölführende Niveaux vorhanden sind, 1000 Fuss oder mehr von einander getrennt, von welchen das untere das ölfreichste zu sein scheint und von welchen das obere die Quelle ist, von unzähligen einzelnen Ausflüssen von meistens dickem schwarzgrünem Oele, welches, der heissen Sonne der Gegend ausgesetzt, allmählich zu festem Asphalt erhärtete. Das dem Thale von Sespe zunächstliegende Thal von Santa Paula mündet von Norden her in das Hauptthal. Es bildet die östliche Grenze des Massivs, bekannt als Sierra del Azufre oder „Schwefelgebirge“, jetzt auch gewöhnlich das „Petroleumgebirge“ genannt, welches bis an das Seeufer unweit der Stadt Buenaventura auf 10 Meilen sich erstreckt, während die durchschnittliche

Entfernung von dem Hauptthale von Santa Clara von dem Ojaithale in Norden etwa 7 Meilen beträgt.

Dieses Gebirge bildet das Verbindungsglied zwischen den Santa Inezbergen, indem es von Santa Barbara nach der Sierra San Fernando sich ausdehnt.

Es ist dieses die Hauptregion des Vorkommens von „Brca“ in dem County, deren Gebirgsmassen bestehen aus den gewöhnlichen Sanden mit eingeschalteten Lagen von höhligem, kalkigem Sandsteine, sind fast gar nicht in der Lagerung gestört und fallen leicht gegen Norden dem Ojaithale zu. Während hier nur an wenigen Stellen „Brca“ an dem südlichen Abhange angetroffen wird, zeigt sich am nördlichen der bei weitem grössere Ausfluss, welcher in seiner Entwicklung sowohl in Betreff der Beschaffenheit als auch der mutmaasslichen Quantität des Bitumen ungewöhnlich und staunenerregend ist. Das dicke Oel oder Pech sickert aus oder fliesst aus in verschiedener Höhe, manchmal hundert Fuss über den Thälern am Anfange der Schluchten und bildet zu Tage Ablagerungen in der Gestalt von Wällen oder Terrassen längs den Abhängen, oder noch häufiger gletscherähnliche Massen, welche in den Schluchten langsam sich fortbewegen. Zum Theile erhärten sie zu gesteinsähnlichen Massen an den Hügelseiten oder an ihnen entgegentretenenden Hindernissen, zum Theile zu ungeheuren 1 bis 2 Fuss dicken Kuchen gestaltet auf den mehr horizontalen Flächen, zum Theile endlich träge Ströme in den Betten der Bäche bildend, welche in der nassen Jahreszeit einen regelmässigen Wasserstrom führen, aber während der heissen und trockenen Jahreszeit den täuschenden Anschein von reflectirendem Theer annehmen, welcher gemeiniglich mit etwas kalkigem Wasser vermischt ist, so dass er alle Arten von lebenden Geschöpfen zu der Meinung verleitet, dass sie darin ihren Durst stillen können. So fallen Erdeichhörnchen (Gophers), Maulwürfe, Eichhörnchen, Kaninchen, alle Arten von Vögeln, von den Bussard und Falken an bis zu den Kanarienvögeln sowohl, als alle Arten von Insecten fortwährend dieser Täuschung zum Opfer, indem sie entweder gefesselt oder vollständig untergetaucht werden, je nach der Art des Missgeschicks, in die erbarmungslose zähflüssige Masse, welche nur selten ein einmal gefangenes Schlachtopfer wieder loslässt. Das häufige Vorkommen der Knochen von Lämmern und Kälbern auf der anscheinend festen Oberfläche beweist, dass dieselben, wie auch mitunter deren Eltern, harmlos den verrätherischen Boden betreten. Auch für die Menschen ist es mitunter schwierig, der Fessel des Peches ohne dem Verlust der Stiefel oder Schuhe zu entgehen. Das Kalkwasser incrustirt beim Vorbeifiessen Baumstämme und Laubblätter an Stellen, an welchen es den heissen Sonnenstrahlen ausgesetzt ist. Es contrastirt sein schnelles Strömen seltsam mit der trägen Fortbewegung des zähen schwarzen Theeres, welche bisweilen durch eine Temperaturverminderung unterbrochen wird, bis des nächsten Tages Sonne die Fortsetzung der langsamen Reise nach der Thalsohle veranlasst. Da finden sich dann Anhäufungen von verschiedenem Acres Ausdehnung und an einigen Stellen von 15 Fuss Mächtigkeit. Es

muss hier ausdrücklich bemerkt werden, dass diese Massen durchaus nicht rein sind, sondern, dass sie bei ihrem Herabwälzen jeden beweglichen Gegenstand aufgenommen haben, z. B. Sandstein, Kalkstein, Kieselstein, Sand, Stengel, Blätter, kleine Baumstämme oder Bruchstücke von grösseren, sowie stets eine gemischte Sammlung von Thierknochen in grosser Verschiedenheit. Die landläufige Annahme von der Menge des in dieser Gegend befindlichen Asphaltes ist weit übertrieben in Folge der bedeutenden Oberfläche, welche an den Bergabhängen oft nur mit einer dünnen Lage von verwerthbarem Asphalt bedeckt sind. Bei solchen Umständen und der grossen Unregelmässigkeit der vereinzelt Ablagerungen ist es schwierig, eine genaue Schätzung der Menge des verwerthbaren Materials vorzunehmen.

Auf Grund der erhaltenen besten Informationen hat Hilgar die Fläche des asphaltführenden Terrains auf 10 Acres und die Mächtigkeit des Asphaltes auf 2 bis 3 Fuss angenommen; dasselbe liegt 8 Meilen vom San Buenaventura-Land. Weiter im unteren Ojaithale liefert fast jede Schlucht auf 8 Meilen hin eine grössere oder geringere Menge von ähnlichem Material, welches in dem aufgehäuften Zustande eine grössere Masse bildet.

Bei einer Stelle, etwa 16 Meilen von der Seeküste, steigt plötzlich die Sohle von dem unteren nach dem oberen Ojaithale um 500 Fuss und hier liegt das Niveau, von welchem der Theer ausfliesst. Asphaltterrassen erscheinen auf einem bestimmten Niveau an jeder Bergseite, hervorgegangen aus mehr oder weniger reichen Quellen, welche noch oder nicht mehr fliessen, in vielen Fällen durch ihre eigenen Producte verstopft. An einer Localität liegt in einem bebauten Ackerfelde ein etwa 100 Fuss im Durchmesser haltender Kessel mit blasenwerfendem Theere und Wasser. Die Blasen bestehen aus Kohlenwasserstoff. Aus dieser Quelle hat ein circa 600 Ellen langer Theerabfluss nach dem Bett eines Creek stattgefunden, welcher unter dem Sonnenscheine des Tages mühsam dahinschleichend, zur Nachtzeit stockte und gelegentlich eine träge Cascade von zähem Theer über eine Erhöhung oder Vertiefung in der Sohle bildete. Von dem halbfüssigen Theere zu dem harten, aber etwas zelligem Asphalt, finden sich alle Uebergänge in diesen Ablagerungen des oberen Ojaithales. Hilgar nimmt an, dass in dem Rancho Viego an der Ojaiseite die Ablagerungen etwa 6 Acres bedecken und deren durchschnittliche Mächtigkeit nicht weniger als 2 Fuss und vielleicht bis 4 Fuss beträgt.

Am östlichen Ende dieser Ablagerungen neigen sich die Schichten nach dem Santa Paulathale zu und hier an der Seite des Seehawthalbaches findet sich die grösste der Ablagerungen der Gegend, denn auf eine volle $\frac{1}{2}$ Meile hin zeigt die südliche Gebirgsseite ungeheuere Terrassen von schwarzem Asphalt, über welche schwarzes Oel und Theer in einem ununterbrochenen Flusse hinwegsickern, während einige über die Landstrasse strömen, so dass die Kränze der Wagenräder darin eintauchen. An einer Stelle rollen dieselben auf 30 Ellen über ein natürliches Asphaltpflaster. Die Quantität des hier

lagernden Materials muss auf 100 000 Tonnen geschätzt werden und sicher nicht weniger als 1 Million Tonnen dürfte in dem 3 Meilen zwischen dieser Stelle und dem Aufstiege von dem unteren Ojaithale angenommen werden können. Die Gebirgsmasse dieser Gegend, meistens ein gebräucher Schieferthon, ist in seinen Bruchstücken oft vollständig mit Asphalt imprägnirt. Aber auch Massen von reinem Asphalt würden in hinreichender Menge gewonnen werden können, während das unreine Material als Brennmaterial bei der Saigerung behufs der Reinigung verwendet werden könnte.

Unweit dieser mächtigen Ablagerungen scheinen die ölführenden Schichten die Nordseite des Thales zu durchqueren, denn wenn wir nach Osten zu den gletscherähnlichen Massen von „Brca“ hinabsteigen, finden wir in den Schluchten an der Nordseite einen anderen blasenwerfenden Kessel von schwarzem Theere und Wasser nahe der Heerstrasse. Ein nahe demselben ausgeführter Bohrbrunnen liefert etwa 6 Barrels Oel pro Tag. Aehnliche im Ojaithale an verschiedenen Stellen bis zu 200 bis 300 Fuss Tiefe abgesunkene Brunnen haben zur Erlangung lohnender Oelmengen nicht geführt. Die reichsten und die leichtesten Oele liefernden Brunnen wurden auf dem Plateau des „Sulphurgebirges“ erbohrt, und zwar offenbar in der Schicht, aus welcher die Ausickerungen in den Ojai- und Seehawthälern hervorgehen.

Die grösste Ablagerung in dem Seehaw ist etwa 20 Meilen von San Buenaventura über das Ojaithal entfernt und etwa 6 Meilen von Santa Paula in dem Santa Clara-Hauptthale, von wo die Seeküste 16 Meilen weit liegt.

Die Retortenprobe von charakteristischen Stücken von 2 Localitäten ergab folgende Resultate:

1. Analyse von Asphalt aus dem oberen Ojaithale.

Flüchtige Bestandtheile	35,8 Proc.
Kohle	28,2 „
Aschenbestandtheile	36,0 „
2. Analyse des Asphalt von der Terrasse des Seehaw cañon.

Flüchtige Bestandtheile	39,0 Proc.
Kohle	21,0 „
Aschenbestandtheile	40,0 „

Nr. 1 ist ein harter, blasiger Asphalt aus der Ablagerung an der Bergseite des Rancho Viego im oberen Ojaithale; er erweicht kaum im Sonnenscheine, zeigt zum Theile eine matte, zum Theile eine glänzende Bruchfläche und mitunter Theertropfen in Höhlungen; schmilzt vollständig und verlangt eine hohe Temperatur für die Destillation des Oeles, welches von dicker Beschaffenheit ist. Die fallenden Cokes sind hart und brennen schwer. Die vereinzelt Ablagerungen umfassen etwa 6 Acres.

Nr. 2 ist ein harter blasiger Asphalt von den Terrassen an der Bergseite in dem Seehaw cañon, nahe der Ojaigabelung. In der Hitze verhält er sich sehr ähnlich wie Nr. 1; in der Asche werden viele leicht erkennbare Bruchstücke von Schieferthon gefunden.

Es ist unzweifelhaft, dass das Material aus beiden Localitäten verwendbar ist zu allen gewöhnlichen Zwecken, ohne vorherige Behandlung. Doch würden bessere Transportmittel erforderlich sein, um mit den günstiger gelegenen Localitäten concurriren zu können.

Los Angeles county. Von den Asphaltablagerungen des Angeles county ist die am meisten bekannte und die bei weitem am meisten bergmännisch bearbeiteten diejenige von dem Rancho de la Brca, 7 Meilen westlich von der Stadt Los Angeles und 9 Meilen von Santa Monica, aber nur 272 Meilen von dem Santa Monicazweige der südlichen Pacific-Eisenbahn. Das genannte Gebirge bildet einen Theil des hügeligen Meçalandes (Meça ist ein Plateau von geringer Erhebung) am südlichen Fusse des Santa Clara-Monica, und liegt an dieser Stelle wahrscheinlich etwa 350 Fuss über dem Meeresspiegel.

Ausbisse („outcrops“) von Asphaltmassen dehnen sich über eine Fläche von 80 Acres aus und bilden den Hauptbestandtheil eines niedrigen Rückens.

In diesem Terrain liegen zahlreiche Quellen und kleine Becken, aus welchen Theer, Wasser und Gase mehr oder weniger beständig hervortreten, und um jeden dieser Ausflüsse hat eine pilzähnliche Masse von festem Asphalt sich angehäuft, welche häufig in den Klüften des Bodens sich fortsetzt. Die kleinen Massen dieser Art werden Schlotte („chimneys“) genannt und führen oft Tonnen des reinsten Asphalts (wie Nr. 3).

Es finden sich da drei grosse Asphaltkörper, welche offenbar tiefe Becken früherer Seen ausfüllen und welche durch die Verdampfung der leichten Oele entstanden sind. Das Mineral ist deshalb am härtesten an der Oberfläche und wird weicher mit der zunehmenden Tiefe. Mitunter zeigt die Masse auf verschiedene Ellen keine Unreinigkeiten; gemeinlich aber sind mehr oder weniger Bruchstücke der benachbarten Gebirge (ein milder schiefriger Sandstein), Kiesel und eine ausserordentliche Menge von Thierknochen eingemengt. An einigen Stellen werden Massen von regelmässigen, durch Asphalt cementirte Knochen conglomerate gefunden. An anderen und namentlich in dem nördlichsten der 3 Asphaltkörper wird ein hartes Gestein von rauher, sandiger Bruchfläche, ein asphaltischer Sandstein („rook asphaltic“) conform Nr. 4 angetroffen. Bei diesem sowohl, als bei dem vorerwähnten Materiale der Oberfläche wird eine Reinigung nicht vorgenommen, da beide eine zu grosse Hitze zur Saigerung erfordern.

Zur Zeit der Anwesenheit von Hilgar wurde nur der nördlichste der drei Körper bergmännisch bearbeitet. Der in dieser Masse abgesunkene „old pit“ umfasst ein Feld von 100 und 300 Fuss Ausdehnung und hat eine Mächtigkeit des Asphalts von 30 Fuss erschlossen, aber die ganze ist noch nicht erreicht worden. Der grösste Theil des werthlosen Haufwerks (Gestein, Kiesel, einem Asphaltconglomerate, zu arm, um gereinigt zu werden) ist im Schacht selbst gebergt worden. Die Förderung wurde in der primitivsten Weise durch Gruppen von

Chinesen bewirkt, indem der Arbeitsplatz (the working face) weithin mit dem zurückgestürzten Haufwerke bedeckt war, welches offenbar schon seit einer Reihe von Jahren aufgehäuft worden ist und welches eine so wilde Unordnung verursachte, dass es nicht leicht war, eine klare Vorstellung von der Beschaffenheit dieser Wälle zu erlangen. Der Grubenaufseher gab an, dass etwa 50 Procent des gewonnenen Rohmaterials als „gereinigter Asphalt“ in den Handel kommt, aber die Analyse sub Nr. 6 zeigt, wie unvollkommen der Process der Saigerung ist. Dieser wird meist ausgeführt in grossen gusseisernen Pfannen von etwa 8 Fuss Länge, 3 Fuss Breite und 2 Fuss Tiefe, welche roh eingemauert sind. Das Rohmaterial wird darin aufgeschichtet und der geschmolzene Asphalt wird allmählich angesammelt zwischen dem Bodensatze („settings“) und dem Abgeschäumten („skimmings“) den leichtern Kieseln, kleinen Knochen etc., welche an der Oberfläche sich sammeln, dann abgeschäumt werden und die geschmolzene Masse wird dann in rohe Formen gegossen, durch welche sie zu Formsteinen von 50 Pfund und darüber gestaltet wird.

So weit zu ermitteln war, wurden 15 000 Tonnen von „raffinirtem Asphalt“ auf dem „old pit“ bis jetzt gewonnen. Nach der Schätzung von Hilgar dehnt dieser Asphaltkörper über nicht weniger als 8 Acres sich aus. Die untere Grenze ist noch nicht erreicht worden.

Etwa 150 Ellen westlich von diesen Hauptbecken liegt ein anderes, welches anscheinend nur 2 Acres bedeckt. Dasselbe ist bis zu einer Teufe von 15 Fuss ausgerichtet (dug). Es besteht grösstentheils aus Asphaltgestein („rook asphalt“ Nr. 4) mit „chimneys“ und aus sehr reiner Masse.

In derselben Entfernung liegt nördlich von dem Hauptbecken ein anderes Becken von etwa 5 Acres Ausdehnung, soweit erkennbar. Hier ist der Oberflächenasphalt („the surface material“) so hart, dass er durch Sprengen gewonnen werden muss und nur als Brennmaterial in der Destillationsanstalt von Los Angeles verwendet wird. Er wird weicher mit der wachsenden Teufe, ist aber nur bis 6 Fuss Teufe durchsunken worden. In einem der Brunnen dieses Beckens ist eine Wasserquelle erschroten worden.

Es darf als sicher angenommen werden, dass hier etwa 15 Acres bis zu einer Minimalteufe von 30 Fuss mit Asphaltmaterial bedeckt sind, welches offenbar von unten heraufgequollen ist, wobei es Klüfte und Vertiefungen erfüllte und jedes Object, welchem es begegnete, imprägnirte und Zerreibungsconglomerate aller Art und von jedem Grade von Feinheit beim Emporquellen bildete, während in dem flüssigen oder zähen Zustande der Masse eine grosse Anzahl von Knochen verschiedener Thiere angetroffen wird.

Kleine Asphaltbecken liegen 2 Meilen östlich von dieser Localität, welche von unter 30° nordwestlich einfallenden Sandsteinschichten unterteuft werden. Die Mächtigkeit derselben ist in dieser Gegend sehr verschieden.

Die Analysen diverser Vorkommen gaben folgende Resultate, und zwar Asphalte von Brca Rancho im Los Angeles county:

Nr. 3. Natürlicher reinster Asphalt:

Flüchtige Bestandtheile	71,4	Procent,
Kohle	14,4	"
Aschenbestandtheile	14,2	"

Nr. 4. Gestein („rook“):

Flüchtige Bestandtheile	29,6	Procent,
Kohle	18,4	"
Aschenbestandtheile	52,0	"

Nr. 5. Harter Asphalt von der Oberfläche:

Flüchtige Bestandtheile	40,1	Procent,
Kohle	23,0	"
Aschenbestandtheile	36,9	"

Nr. 6. Raffinirter Asphalt:

Flüchtige Bestandtheile	41,5	Procent,
Kohle	16,9	"
Aschenbestandtheile	41,6	"

Nr. 3 ist eine Masse von einer Kluft nahe einem „chimney“, welche vollständig abgebaut worden ist; sie ist, dem Sonnenschein ausgesetzt, zusammengesmolzen, ist gebräch, zeigt glänzenden muscheligen Bruch, schmilzt leicht und muss im geschmolzenen Zustande vor Ueberschäumen sorgfältig verwahrt werden. Der Cokes ist leicht und schnell entzündbar.

Nr. 4 ist das Asphaltgestein westlich von dem „old pit“ aus etwa 3 Fuss Tiefe; schmilzt vollständig, aber bei einer weit höheren Temperatur als Nr. 3, und destillirt Oel nur bei hoher Temperatur; sehr hart und von rauhem, mattem, muscheligen Bruche.

Nr. 5 ist harter Asphalt, kaum bei Sonnenschein erweichend; so auch z. Th. matt, z. Th. glänzend; mehr oder weniger mit Bläschen erfüllt; in den Bläschen z. Th. Theer, darunter Wasser enthaltend; schmilzt vollständig bei hoher Temperatur und erfordert grosse Hitze zur Destillation der Oele. Der Cokes ist hart, löcherig, schwer entzündbar.

Nr. 6 ist raffinirter Asphalt; Rohmaterial aus dem oder nahe der Sohle des „old pit“, 30 Fuss unter Tage, schliesst Knochen ein; ist harzglänzend auf dem Bruche; schmilzt vollständig und ist dann sehr dünnflüssig und gibt vollständig die Oele bei niedriger Temperatur ab.

In diesem County, unweit Anaheim, findet sich noch ein anderes Asphaltdepot. Es liegt in einem cañon und hat wahrscheinlich einen im Ventura county so stark entwickelten gletscherähnlichen Charakter. In der Stadt Los Angeles wird es zu Leuchtgasfabrication benutzt.

Von noch anderen Ablagerungen wird berichtet, aber sie sind wahrscheinlich von geringer Ausdehnung und Wichtigkeit im Vergleich zu denjenigen von dem Brca Rancho.

Santa Barbara county: In diesem County sind die Spuren von dem Vorhandensein bituminöser Ablagerungen weit verbreitet, besonders im östlichen Theile. Die frühesten Nachrichten über ihr Vorhandensein an der pacifischen Küste stammten von früheren Schiffern, welche durch die „petroleum sea“ in den Santa Barbaracanal

führten. Die auffallende Erscheinung des mit von Miriaden von Regenbogenstreifen und von fortwährend gefärbter Fläche bedeckten Wassers, welche bisweilen auf 15—20 Meilen sich erstreckte, konnte nicht verfehlen, die Aufmerksamkeit der zufälligen Beobachter zu erregen, und wurde natürlich als für den Unternehmer ungeheuerere Mengen von Oel versprechend angesehen. Das Ergebniss der unternommenen Bohrungen hat indessen den hohen Erwartungen nicht entsprochen. Sowohl die erfahrene Täuschung als auch das relative Fehlschlagen der ausgeführten Versuche wurde ein Hinderniss gegen die Erforschung der ölführenden Formation der Gegend, welche als die günstigste an dem Ufer von Carpenteria, 18 Meilen östlich von der Stadt Santa Barbara, angesehen werden kann, namentlich die Stelle, welche den Namen Las Breitas führt, wegen des Vorkommens von „Brca“ daselbst. Dort befindet sich nämlich eine colossale Bank, welche die Fluthhöhe um 20 Fuss überragt. Der obere Theil unter der Dammerde besteht aus mildem Schiefer und sandigen Schichten, während die unteren 8 Fuss eine Lage von mässig feinem, scharfem Sande zeigen, welcher vollständig mit schwarzem, theerigem Oele imprägnirt worden ist. Die Masse ist etwas zerreiblich und wird leicht mit der Keilhaue gewonnen, aber sie widersteht der Brandung so gut wie festes Gestein und solche Sandbänke, welche Wellenbrecher bilden, werden seewärts auf eine gewisse Entfernung hin beobachtet. Der Ausbiss ist auf $\frac{1}{3}$ Meilen weit am Ufer entlang zu verfolgen und seine geringste Mächtigkeit wird zur Zeit der Ebbe zu 12 Fuss beobachtet. Wie weit er landeinwärts sich erstreckt, ist noch nicht bekannt, aber es ist anzunehmen, dass als ein Glied des Tertiärs in einer in der Lagerung fast ungestörten Gegend, diese Schicht die Küstenberge auf 2 Meilen hin landeinwärts unterteuft.

Es unterliegt kaum einem Zweifel, dass sie dieselbe Quelle ist, aus welcher die Oelblättchen auf der „petroleum sea“ hervorgehen, z. Th. durch die directe, wenn auch allmähliche Heraustreibung des Oels aus der sandigen Matrix durch die stärkere Capillarkraft des Seewassers, z. Th. aus Oelquellen, welche aus seichten Teufen in dem Canale zwischen dem festen Lande und den Inseln Santa Rosa und Santa Cruz entspringen.

Der mit Erdöl geschwängerte Sand wurde in früherer Zeit auf Oel und Theer destillirt, aber nach der Entdeckung grösserer Massen von Oel durch die Bohrungen wurde dieses Verfahren als unrentabel wieder aufgegeben.

Die nachfolgende Analyse einer Durchschnittsprobe von dieser Localität rechtfertigt das befolgte Verlassen der bezeichneten Gewinnungsweise von Oel.

Analyse des ölführenden Randes von Las Breitas Nr. 7:

Flüchtige Bestandtheile	19,3	Procent,
Kohle	0,5	"
Sand	36,2	"

Es verdient bemerkt zu werden, dass fast die ganze Menge des theerigen Inhalts flüchtig und das erhaltene Oel sehr flüssig und von heller Farbe ist.

Spuren von bituminösen Schichten sind gelegentlich an der Küste gegen Santa Barbara beobachtet worden und es sind deshalb Brunnen auf Oel an verschiedenen Stellen gebohrt worden, aber mit nur beschränktem Erfolge hinsichtlich der Qualität des erschrottenen Oels. Das augenscheinlich einfach aus sandigen Schichten ausickernde Oel gleicht demjenigen des Carpentiera beach. Eine nur einigermaassen wichtige Asphaltablagerung ist östlich der Stadt Santa Barbara weder gefunden worden, noch westlich bis auf 6 Meilen Entfernung, nämlich bis zu dem Rancho de Las Galetas an einem niedrigen Plateau gelegen, welches steil in die See fällt. Hier scheint eine schwarze Asphaltmasse, welche mehr oder weniger mit scharfem Sande gemengt ist, einen ungeheuern Klufttrand oder einen Felsdamm (dyke) zu bilden in der Gestalt einer mächtigen, etwa 50 Fuss hohen Bank, deren Fuss durch die Brandung ausgewaschen worden ist.

Die Masse ist durchschnittlich ungefähr 30 Fuss mächtig und scheint unter einem Winkel von 30—40° östlich einzufallen, wahrscheinlich aber unter einem steileren Winkel, 15—20° gegen NO. An der oberen Fläche der Dammerde ist die Bank nur 25 Fuss dick, ihre Stärke wächst aber bis zu 35 Fuss am Meeresrande. Dort fällt sie auf eine Strecke hin in die See als eine Gesteinsschicht, von welcher ein grosser Theil bergmännisch gewonnen worden ist, welche aber der Brandung einen dauernden Widerstand geleistet haben würde. Nach Osten zu scheint die Schicht etwas unregelmässig fortzusetzen, und zwar fast horizontal längs dem Ufer bis auf einige 600 Fuss von dem westlichen Ausbisse. Es ist festgestellt worden, dass während der Winterszeit, wenn der Abbau bewirkt worden ist und südliche Stürme das sandige Ufer weggeführt haben, die feste Masse als Meeresgrund auf weite Entfernung hin erscheint.

Die grösste Menge des verschifften Materials ist vorzugsweise aus dem unteren Niveau zur Zeit der Ebbe gewonnen. Die Fortsetzung der Schicht scheint landeinwärts auf etwa 1/2 Meile hin durch den Pflug unerkennbar gemacht worden zu sein. Aber vorausgesetzt, dass die Ablagerung in dieser Richtung nur auf dieselbe Entfernung, welche am Ufer beobachtet worden ist (600 Fuss), fortsetzt und dass ihre Mächtigkeit 30 Fuss beträgt, kann die Menge des fassbaren Materials zu 140 000 Tonnen angenommen werden.

Unbedeutende Kluftadern, welche aus reinerem, mitunter aus fast reinem, glänzendem Asphalt bestehen, beissen aus in dem Hauptgebirge an unzähligen Stellen und sind an der Wand des steilen Ufers auf grössere Entfernung über der oben angenommenen Grenze von 600 Fuss hinaus erkennbar. Ueberdies steht fest, dass das Jahr vor dem Einsturze (caving away of a bank), einer Bank etwa 1/2 Meile unterhalb der starken Schicht ein Nest „pocket“ von sehr gutem Asphalt freigelegt worden ist, von welchem einige 10 Tonnen verschifft worden sind. Im Ganzen genommen ist daher die Wahrscheinlichkeit, dass ein sehr bedeutender Vorrath von Asphalt in dieser Gegend gewonnen werden kann, eine sehr grosse.

Die Beschaffenheit der Hauptgebirgsmasse ist hier im Ganzen fast dieselbe wie diejenige des Asphaltgesteins („rook asphalt“) des Brca rancho, welches weiter oben beschrieben wurde, nur ist der Asphalt weicher und ölreicher und liefert bei der Destillation ein flüssigeres Oel. Doch ist nirgends eine Neigung zu einer Schichtung oder einer Absonderung in Lagen zu erkennen, aber es scheint gleichwohl, dass die ganze Masse von unten her eingetrieben ist in einem fast gleichmässigen teigigen Zustande, und stellenweise Bruchstücke („horses“) von Sandstein, durchzogen von einem Netzwerk von Aederchen reinen Asphalts, einschloss, ein Beweis, dass die Masse, offenbar in Folge eines starken Druckes, emporgequollen war. Die Bruchfläche der Masse ist rau und muschelrig und das Material musste nicht ohne Schwierigkeit mit Keil und Hammer gewonnen werden.

Das den Asphalt überlagernde Gestein ist meistens ein milder, sandiger Schiefer, welcher leicht mit der Keilhau (Pike) bearbeitet werden kann. Das Liegende ist ähnlich. Mitunter werden harte kieselige Knollen angetroffen, welche der ölführenden Formation von Ventura ebenfalls charakteristisch zu sein scheinen.

Analysen von verschiedenen hier genommenen Proben gaben folgende Resultate.

Asphalt von der Galetas-Schicht unterer Theil Nr. 8 :

Flüchtige Bestandtheile	23,1 Procent,
Kohle	6,0 „
Sand	70,9 „

Asphalt von dem Pfahle der Werfte („pile on warf“) Nr. 9 :

Flüchtige Bestandtheile	32,8 Procent,
Kohle	10,4 „
Sand	56,8 „

Asphalt aus einer reinsten Ader Nr. 10 :

Flüchtige Bestandtheile	40,2 Procent,
Kohle	11,7 „
Sand	48,1 „

Es verdient hervorgehoben zu werden, dass das Bitumen in diesen Proben viel weniger Kohle enthält, als in denjenigen von Ventura und auch etwas weniger als diejenigen von Los Angeles. Aber während die bituminöse Substanz leichtflüssiger und öliger ist, findet sich in dem Rohmaterial eine grössere Menge von Aschenbestandtheilen, „ash“.

Nr. 8 ist in der That ein bituminöser Sandstein; derselbe erweicht zwar, schmilzt aber nicht; die Bruchstücke behalten bei der Destillation fast gänzlich ihre Gestalt bei.

Nr. 9 schmilzt vollständig und wird für ein sehr gutes Material zur Dachbedeckung, zur Pflasterung etc. gehalten.

Nr. 10 wird sehr flüssig.

Die Destillationsproducte von allen sind sehr leicht flüssig und flüchtig.

Diese Localität liefert den grössten Theil des Asphalts, welcher in San Francisco gebraucht wird. Eine Werfte gestattet den Tiefseeschiffen, nahe bei ihr Ladungen einzunehmen.

Andere Ablagerungen von Asphalt sollen weit landeinwärts an den Flüssen Santa Maria di Cuyamas, d. i. im nördlichen County sowohl als in dem angrenzenden County von San Luis Obispo sich finden. Dieselben haben wahrscheinlich denselben Charakter und Ursprung wie diejenigen von Ventura. Dass die ölführenden Schichten dort ebenfalls in einem hohen Niveau auftreten, scheint mit der bekannten Thatsache in Verbindung zu stehen, dass Salomon's peak, ein hervorragender Berg der Gegend, Rauch ausstieß und anscheinend in einen Vulcan sich zu verwandeln schien. Die aus dieser Gegend erhaltenen Gesteinsproben sind genau dieselben milden Sandsteine, welche an anderen Orten in Verbindung mit den Asphaltischen vorkommen, hier aber zu rothen Bricks gebrannt und stellenweise durch hohe Hitze bedeutend gefrittet worden sind. Ein ganz ähnlicher Fall ereignete sich an der Küste zwischen San Buenaventura und San Barbara, wo eine hohe Klippe vor Jahren rauchte und dampfte und ihre vorwaltend braungelbe Farbe zu einem hellen Roth gebrannt worden ist. Das Feuer, welches ohne Zweifel in der jährlichen Abbrennung des Graswuchses seinen Ursprung hatte, erreichte das hohe Niveau der ölführenden Schichten, und das dadurch verbreitete Feuer hatte jahrelang fortbestanden. Wenn die Gegend bevölkerter werden wird, werden solche Ereignisse ohne Zweifel häufiger eintreten.

Es soll zu bemerken nicht unterlassen werden, dass die Art und Weise des Vorkommens des Erdöls und Asphalts im californischen Tertiär ganz ähnlich ist dem

in Louisiana und in den benachbarten Theilen von Texas beobachteten. Auch dort finden sich die sandigen Tertiärschichten, welche unmittelbar die Kreide überlagern (oder entschieden das Oligocän), aus welcher zahlreiche Ausickerungen und Quellen von Erdöl oder Theer, häufig durch Verdampfung zu Asphaltlagen verhärtet, hervorgehen. Aber in der Golfregion ist das Areal nicht nur viel schmäler (von dem Calcasien bis zu dem Angelina-Flusse), sondern auch die angetroffene Asphaltquantität ist, so weit die Nachrichten gehen, zu gering gewesen, um eine Ausbeutung zu rechtfertigen, welche Angesichts der sehr unbedeutenden Wichtigkeit der Formation als lohnend nicht angesehen werden konnte.

Die Erdöl führenden Miocän(?)schichten von Californien correspondiren nichtsdestoweniger mit den Louisianaschichten insoferne, als sie unmittelbar die Kreide überlagern beim Fehlen des Oligocäns. Bei ihrer grösseren Mächtigkeit sind ihre Erdöl- und Asphaltquellen häufiger und anhaltender und während ihre Productionen selten so reichlich sind als die der paläozoischen Schichten im Osten, so ist doch ihre andauernde, gleichmässige Lieferung an allen Orten für die Industrie eine sichere Basis. Die Masse von Asphalt in den oben beschriebenen Ablagerungen ist eine sehr beträchtliche — hinreichend für den Bedarf der vereinigten Staaten auf viele Jahre, auch wenn neue Depots nicht entdeckt werden sollten. Indessen würde californisches Asphalt hinsichtlich der Frachtverhältnisse im Nachtheile sein bei der Concurrenz mit dem Trinidadasphalt auf den östlichen Märkten.

Ueber die Bestimmung der Querschnittsdimensionen von Luft- und Gasröhren bei verschiedenen Temperaturen.

Zur Bestimmung der Querschnittsdimensionen von Luft- oder Gasleitungsröhren, in welchen die Temperatur der Luft, bezw. des Gases auf dem Wege von der Erzeugungsstelle zum Verwendungsorte sehr wechselt, hat de Langlede eine Näherungsformel angegeben, bei deren Ableitung er von der Voraussetzung ausgeht, dass der Leitungswiderstand an allen Stellen ein und derselbe bleibt, und demjenigen gleich ist, welcher sich für die Temperatur Null ergibt. Den für 0° Temperatur berechneten Querschnitt der Leitung nennt er den primitiven und bestimmt aus diesem den für eine beliebig geänderte Temperatur erforderlichen Querschnitt mit Hilfe eines leicht zu ermittelnden Coëfficienten, welcher sich aus Folgendem ergibt.

De Langlede setzt den Druckverlust

$$p - p' = m L \frac{P}{S} u^2 \delta,$$

wobei bezeichnet

p und p' den Druck am Anfang und am Ende der Leitung;

L die Länge der Leitung;

S den Querschnitt derselben;

P den Umfang von S ;

δ die Dichtigkeit des Gases;
 u dessen mittlere Geschwindigkeit, und
 m einen Zahlencoëfficienten, welchen de Langlede als Const. annimmt.

Wir setzen einfacher, pro Längeneinheit der Leitung,

$$\text{den spec. Leitungswiderstand} = m' \frac{u^2}{d} \delta,$$

wobei

$$d = \frac{4 S}{P}$$

gleich ist dem Durchmesser einer kreisförmigen, resp. dem sogenannten mittleren Durchmesser bei beliebig gestalteten Querschnitten.

Die Grössen in der Leitungswiderstandsformel seien für die Temperatur Null (C) mit dem Index 0 , für die Temperatur t^0 (C) mit dem Index t bezeichnet. Für die oben angeführte Voraussetzung ist, bei

$$m' = \text{Const.}$$

$$\frac{u_0^2}{d_0} \delta_0 = \frac{u_t^2}{d_t} \delta_t,$$

somit

$$\frac{d_t}{d_0} = \frac{u_t^2 \delta_t}{u_0^2 \delta_0}.$$