

(Aus der Universitätsanstalt für Gerichtliche Medizin und Naturwissenschaftliche Kriminalistik Jena. — Direktor: Prof. Dr. G. Buhtz.)

Optische Methoden zur Identifizierung geringer Brandmittelrückstände¹.

Ein Beitrag zur Untersuchung von Brandresten.

Von

Dr. habil. **W. Specht**, Jena,
Chemiker der Anstalt.

Mit 9 Textabbildungen.

Die Mittel, mit denen Brände angelegt werden, sind vielfältiger Natur.

Läßt man die Brandfälle unberücksichtigt, in denen ohne menschliches Mitwirken Stoffe wie Heu, Sauerstoff bindende Öle, ölige Putzlappen, Düngekalk und dergleichen mehr sich selbst entzündeten, so kennt die Wissenschaft, aber auch oftmals der Brandstifter, Vorrichtungen und chemische Substanzen, die in besonderer Aufstellung und Kombination einen Brand verursachen können. So ist schon von einem Brand berichtet worden, bei dem Kaliumchlorat und Zucker im Gemisch mit konzentrierter Schwefelsäure in Reaktion traten und Feuer auslösten. In einzelnen Fällen machte sich der Brandstifter auch die Kenntnis der Selbstentzündung chemischer Stoffe wie des Phosphors oder einer Phosphor-Schwefelkohlenstofflösung bei der Ausführung der Tat zu Nutze. Nicht unbekannt ist in Brandstifterkreisen weiterhin, daß metallisches Natrium und Kalium mit Wasser unter heftiger Zersetzung in Kali- bzw. Natronlauge reagieren, wobei sich der Wasserstoff entzündet und Brände verursacht. Für Brandstiftungen nicht minder geeignet erweist sich auch Phosphorcalcium, das, mit Wasser zersetzt, den selbstentzündlichen Phosphorwasserstoff entwickelt.

Über das Ausmaß der Anwendung solcher und ähnlicher Mittel darf man sich aber keiner Täuschung hingeben. Deren Gebrauch zur vorsätzlichen Brandstiftung setzt immerhin einige Sachkenntnis voraus, die nicht jeder Brandstifter besitzen oder sich verschaffen kann.

Selbst Brandstifterbanden bedienen sich in der Regel der einfacher zugänglichen und bekannteren Zündmittel, wie *Rückriem* aus Pommern berichtet u. a. des Schwarzpulvers, das in Papier gewickelt mittels Zündschnüren in Brand gesetzt wurde. Meist aber diente lediglich die einfache Kerze als Zeitzünder.

¹ In Anlehnung an einen Vortrag, gehalten auf der Tagung der Dtsch. Ges. f. gerichtl. u. soz. Med., im September 1936 in Dresden.

Der „Durchschnittsbrandstifter“ greift zu den Brennmitteln, die ihm sein Haushalt bietet. Petroleum, Benzin, Triebstoff oder Brennspiritus sind nach wie vor die gebräuchlichen Flüssigkeiten, mit denen Brände gelegt werden.

Welch erstaunliches Raffinement selbst beim Gebrauch der letztgenannten Mittel je nach der Findigkeit des Brandstifters bei der Brandlegung entwickelt wird, das lehrt die Praxis.

Der Brandstifter braucht gleichsam gar nicht zu besonderen technischen oder chemischen Hilfsmitteln zu greifen, um zum Erfolg zu kommen.

Denn die Mehrzahl der Brände wird erwiesenermaßen mit den jederzeit erhältlichen Brennflüssigkeiten und mittels Kerze gelegt. Daher ist es erforderlich, daß sich die mit der Untersuchung von Brandstellen betrauten Personen mit der Methodik und Technik der Brandstiftung, insbesondere aber den zugänglichen und gebräuchlichen Brennflüssigkeiten und Zündstoffen vertraut machen und deren *Umsetzungs- und Zersetzungsprodukte* studieren.

Die Meinung, nur dann sei die Verwendung von Brennmitteln zur Brandlegung erwiesen, wenn noch Reste davon im Brandschutt in *unverändertem Zustand* nachgewiesen werden, ist überholt. Diese irrige Auffassung macht es aber verständlich, daß die Ursache zahlreicher Brände bisher nicht geklärt wurde, da man die Aufklärung wegen der scheinbaren Aussichtslosigkeit gar nicht erst versucht hat.

Beim Brand treten sehr hohe Temperaturen auf. Hierbei verändern sich die Brennmittel nicht minder als bei Berührung mit offener Flamme. Es ist daher verständlich, daß die Fahndung nach völlig unveränderten Brandflüssigkeits- und Zündstoffresten im Brandschutt fast ausnahmslos negativ verlaufen muß.

Daß dennoch bisweilen auf Brandstellen nur geringfügig veränderte Brennflüssigkeitsspuren vorhanden sein können, wird durch deren Nachweis bestätigt. In der Regel handelt es sich jedoch in diesen Fällen um Brandstiftungen, bei denen der gewünschte Erfolg ausblieb, sei es, daß eine schon in Gang befindliche Zeitzündungsanlage vorzeitig durch unvorhergesehene Momente erlosch und so fast unverändert erhalten blieb, oder aber, daß das Feuer entdeckt wurde, ehe es auf die zum Brande vorbereiteten Räumlichkeiten übertreten konnte.

Theoretischer Teil.

a) *Brennflüssigkeiten.*

„Jeder Brand ist ein chemischer Vorgang, der nicht nach den allgemeinen chemischen Regeln allein, sondern unter ganz bestimmten, physikalischen Bedingungen abläuft, ja, von diesen in seiner Entwicklung und Wirkung beherrscht wird.“

Diese Definition stellt *Schatz* an den Anfang seiner Ausführungen, die sich mit Erfahrungen bei der Ermittlung von Brandursachen befassen. Ehe ich jedoch zu den Ausführungen Stellung nehme, werden folgende Einzelheiten aus der Arbeit herausgestellt:

„Die Ursache für das Übrigbleiben benutzter Brandflüssigkeiten in Erdböden, Mauerritzen und dergleichen und für das Nichtschmelzen von Kerzen, die mit Petroleum getränkten Lappen umwickelt waren, trotz Bestrahlung von benachbarten hohen Temperaturquellen“, glaubt der Verfasser in den Vorgängen bei der Veränderung der Aggregate gefunden zu haben.

„Immer wieder wurden unter dem Schutt restlos niedergebrannter Gebäude noch Behältnisse mit flüchtigen, teils sehr leicht flüchtigen Substanzen (ätherischen Flüssigkeiten, Petroleum, Terpentinöl u. a.) aufgefunden, obwohl diese längere Zeit von Flammen umgeben waren.

Für die Unversehrtheit der Behältnisse war zunächst der Fund- bzw. der Standort bestimmend. In der Regel wurden diese auf dem Fußboden von Scheunen, Stallungen und Schuppen, auch auf Estrich- und Lehmschlagfußböden in den Obergeschossen und Böden von Wohnhäusern festgestellt, wo auch Tiere nach dem Brande unter dem Schutt noch lebend vorgefunden wurden, wenn sie unmittelbar auf dem Erdboden ihr Leben gefristet hatten.

Der Ursache für die Erhaltung dieser Dinge nachgehend, wurde festgestellt, daß in der Regel die Fundstellen einen natürlichen Feuchtigkeitsgrad aufwiesen, mit muffig feuchtem Kaff oder auch mit Stroh und Brandschutt in geringer Menge bedeckt waren, die beim Löschen Wasser aufgenommen hatten.“

Der Verfasser sagt weiter:

„Mag in einigen Fällen die Löschfeuchtigkeit direkten Schutz vor Vernichtung durch die höheren Temperaturen gegeben haben, so sprachen in den meisten Fällen die Begleitumstände dafür, daß *„der Hauptschutz gegen die Wärmestrahlungen in der Abkühlung der angrenzenden Luftschichten durch Aggregatveränderungen des Wassers aus den Unterlagen (Fußboden oder Moschschicht) und aus dem Deckmaterial gelegen haben muß“*. Nunmehr wird gefolgert, daß *„der Feuchtigkeitsgrad der Gebäudesohle und sonstiger Unterlagen nicht nur bei der Erhaltung von Lebewesen usw. im Brandmeer eine Rolle spielt, sondern auch für das Übrigbleiben und Auffinden von Überresten gebrauchter Zündstoffe und Brennflüssigkeiten maßgeblich ist“*.

„Werden schon über dem Boden liegende spirituöse und ätherische Flüssigkeiten durch den Feuchtigkeitsgrad gegen die Wirkung einer Wärmerückstrahlung geschützt, so geschieht dieses in erhöhtem Maße für *Brennflüssigkeitsspuren*, die beim Ausgießen in den Boden, die Dielenfüllung, in die Spreu- und Kaffschicht einsickerten und hier einen

erhöhten Schutz sowohl durch Verdunsten der Bodenfeuchtigkeit als auch durch eigene Teilverdunstung erfahren.“

„Weiterhin wurden in Scheunen Petroleumspuren in der Erde gefunden, deren oberste Schicht unbedeckt sehr starker Wärmeeinwirkung ausgesetzt war. Während sich die oberste Decke von nahezu 3 cm Tiefe frei von Petroleum erwies, aber gemutmaßt wurde, daß Petroleum an dieser Stelle vorhanden gewesen sein konnte, wurde tiefer in das Erdreich eingedrungen und Petroleum in den Erdschichten unterhalb der 3 cm tiefen Zone aufgefunden.

In anderen Fällen wurden demgegenüber Petroleumrückstände schon von der Oberfläche her im gewachsenen Boden angetroffen.

Wie verhält sich nun Petroleum während des Feuers und nach dem Brandabschluß, das in die natürlichen Unterlagen eingedrungen ist?

Die Spuren können von der obersten Schicht einer porösen Unterlage durch unmittelbar einwirkendes Feuer vorübergehend beseitigt werden, bleiben aber in den feuchten, tieferen Schichten erhalten. Jedoch scheint sich das tiefer in die Unterlage eingedrungene Petroleum nach dem Ablöschen des Feuers und nach dem Abkühlen der Brandstätte capillar wieder hochziehen und sich von den oberen Schichten des Erdbodens sogar den aufliegenden Brandschuttschichten mitteilen zu können.

Vom Feuer so gut wie nicht berührt, zeigten dann diese Petroleumspuren alle natürlichen Eigenschaften des ursprünglich zur Brandlegung gebrauchten Brennmittels, vor allen Dingen seinen natürlichen, ja oft niedrigeren Flammpunkt, weil es sich zum Teil nur um verdichtete Destillate des Brennmittels handelt.“

Obwohl die Ausführungen des Verfassers bisher unwidersprochen blieben, habe ich Bedenken gegen die Richtigkeit und allgemeine Gültigkeit der gegebenen Erklärungen.

Daß Brennflüssigkeitsspuren nach Ablöschen des Feuers im Brandschutt und unterhalb desselben noch aufgefunden und als solche erkannt werden können, beweist die Untersuchung von Brandfällen, bei denen nachweislich Petroleum, Benzin oder ähnliche Flüssigkeiten gewollt oder ungewollt eine Rolle gespielt haben.

Nicht angängig ist es aber, gemeinhin für den Erhalt der Brennflüssigkeitsspuren anzunehmen, daß der Hauptschutz gegen die Wärmestrahlungen in der Abkühlung der angrenzenden Luftschichten durch Aggregatveränderung des Wassers aus den Unterlagen und aus dem Deckmaterial der Spuren hergeleitet werden könnte.

Für den Fall, daß keine Wärmebestrahlung, also keine Wärmezufuhr von außen her stattfindet, kann man eine Abkühlung der angrenzenden Luftschichten, der Unterlage oder des Deckmaterials annehmen, da das Wasser die nötige Verdampfungswärme aus sich selbst und seiner Um-

gebung entnimmt. Somit würde sowohl bei einer langsamen Verdunstung als auch im gesteigerten Maße bei vorhandener Luftströmung eine Abkühlung, die Verdunstungskälte, eintreten. Wird aber dem schützenden (oder isolierenden) Wasser zur Überführung vom flüssigen in den dampfförmigen Zustand Wärme von außen zugeführt, so findet im natürlichen Geschehen des allgemeinen Brandablaufs *keine Abkühlung*, sondern *ein Verbrauch der auftreffenden Wärme* statt (Verdampfungswärme¹).

Gesetzt den Fall nun, daß normalerweise die natürliche wie die künstlich beim Löschen zugeführte Feuchtigkeit im Erdreich einschließlich der in den obersten Erdschichten befindlichen Brennflüssigkeit durch Wärmezufuhr in den Gaszustand versetzt würden, so ist das Auftreten von Verdunstungskälte überhaupt unmöglich, und von einem Schutz für die tiefer in die Unterlage eingesickerten Brennflüssigkeitsspuren durch Abkühlung kann keine Rede sein. Durch den Verbrauch aufstrahlender Wärme zur Verdunstung von Flüssigkeit werden lediglich — solange noch verdampfbare Flüssigkeiten vorhanden sind — nennenswerte Temperaturerhöhungen und deren Folgen vermieden.

Aus diesem Grunde werden ja auch in der Praxis brandgefährdete Gebäude fürsorglich mit Wasser bespritzt und so vor schnellem Feuerübertritt bewahrt

Die nach Verdampfen des Wassers möglicherweise noch weiterhin auf die Unterlage oder die Strohschicht aufstrahlende Wärme vermag nunmehr diese selbst zu erhitzen und die eingesickerten Petroleumspuren zu verdunsten. Benzin-, Benzol- und Alkoholspuren würden gemäß ihren niedrigen spezifischen Wärmen, ihrer höheren Dampfdrucke und der niedrigeren Verdampfungswärmen bereits vor der Verdampfung des Wassers zum größten Teil aus dem Stroh oder der Unterlage abgedunstet sein. Indessen kann die *Feuchtigkeit*, so lange diese über den Brennflüssigkeitsspuren liegt, infolge ihres *geringeren Wärmeleitungsvermögens* für von oben auftreffende Wärmestrahlung ein gewisser Schutz sein. Eine Wärmefortführung durch die wasserhaltige Zone ist gering. Nur langsam wird die Wärme durch die Bodenflüssigkeit zu den tieferen Schichten geleitet. Eine Erwärmung des Bodens in tiefere Schichten findet also nicht statt, weil die Wärmeströmung in der Hauptsache nach oben, von der Erdoberfläche weg gerichtet ist und nach unten nur viel geringere Wärmeleitung stattfindet.

Abgesehen von dem Teil der Brennflüssigkeit, der bei länger dauernder Wärmeeinwirkung verdampft wird, destilliert wahrscheinlich eine

¹ Natürlich kennt die Industrie Maschinen, bei denen mittelbar durch Wärmeenergie bei Einschaltung spezieller Hilfsapparaturen die Abkühlung eines Stoffes erreicht wird. Die Verhältnisse bei einem Brand lassen indessen nicht im entferntesten vermuten, daß sich im Brandgeschehen Vorgänge technisch-konstruktiver Art abspielen. Der Brand folgt in seinen Wirkungen einfacheren physikalischen Gesetzen.

gewisse Menge des Brennmittels von der Wärmequelle weg in tiefer gelegene, noch kühlere Schichten der Unterlage ein, wird dort stagnierend gehalten und kann gegebenenfalls daselbst noch aufgefunden werden.

Daß schließlich Brennflüssigkeitsspuren aus dem Boden bei Abkühlung der Oberfläche rückgängig capillar wieder hochgezogen werden können, dürfte nicht zweifelhaft sein.

Dagegen soll mit wenigen Worten noch auf Brennversuche eingegangen werden, die mit umwickelten Kerzen angestellt wurden:

Eine Kerze, deren Fuß mit petroleumgetränkten Lappen umwickelt war, erlosch infolge Sauerstoffmangels in dem Augenblick, als die Flamme auf das Petroleum der Umhüllung übertrat und diese selbst entzündete. Die Lappen brannten um die Kerze herum sehr lebhaft, und es hatte anfänglich den Anschein, als bliebe die Kerze unversehrt. Nach kurzer Brenndauer jedoch trat das ein, was nur hatte erwartet werden können:

Mit fortschreitender Steigerung und Verteilung der konzentrisch nach innen wirkenden Verbrennungstemperatur schmolz inmitten der brennenden Umhüllung die Kerzenmasse vom Docht ab (Abb. 1, a und b) und wurde von den Stoffasern aufgesogen

(Dochtwirkung); schließlich war von der Kerze lediglich der Kerzendocht noch übrig, der im Innern der Stoffhülle infolge mangelnden Sauerstoffzutritts und ungenügender Hitzegrade wohl verkohlen, jedoch nicht verbrennen konnte (Abb. 1, c). Die Verbrennungsreste der Umhüllung zerfielen zundrig beim Berühren. Die charakteristische Kohlenspur auf dem Brett (Abb. 1, d) läßt nicht selten noch den ursprünglichen Standort der Kerze (innerer Ring) und die Grenze der ringförmigen Umwicklung des Kerzenfußes erkennen. Die Brandzonen sind durch besondere Tiefenwirkung ausgezeichnet.

In keinem der ausgeführten Brennversuche war nach dem natürlichen Ausbrennen der Zündanlagen ein Kerzenrest übrig geblieben. Solche wurden immer nur dann erhalten, wenn ein Brennversuch vor-

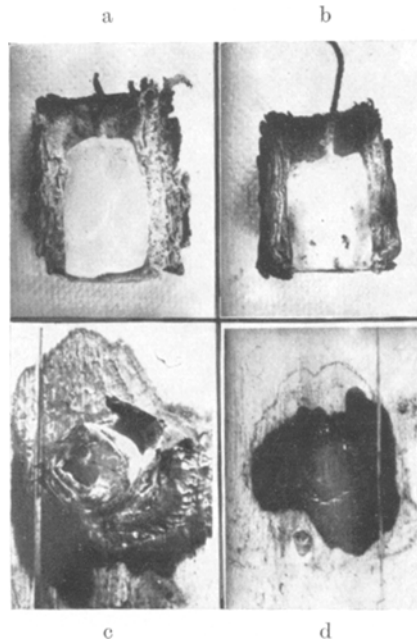


Abb. 1.

zeitig abgebrochen wurde. Mit dieser Möglichkeit wird man in der Praxis also rechnen müssen, wenn am Tatort noch ein Kerzenstumpf aufgefunden wird. Dies wird vielleicht dann der Fall sein, wenn ein beispielsweise in einem Schrank abbrennendes Kleidungsstück im Herabfallen die in Gang befindliche Zündanlage unter sich begräbt und zum Erlöschen bringt. Sollte die Umhüllung des Kerzenstumpfes gegebenenfalls nicht mehr vorhanden sein, so wird man am Kerzenstumpf das Negativ des Gewebes vorfinden, und dies wird Rückschlüsse auf die zur Umhüllung benutzte Stoffart zulassen.

Daß es gemeinhin möglich ist, in oder unter dem Schutt abgebrannter Gebäudeteile Spuren oder Reste von Brennflüssigkeiten und Zündstoffen noch nachzuweisen, mag aus meinen Ausführungen hervorgehen. Damit entfällt aber auch die oft in erster Linie in Kreisen der Brandstifter gehegte Meinung, der Brand zerstöre alle Spuren der verbrecherischen Brandvorbereitung.

Bekanntermaßen ist die Mehrzahl der Brände auf Brandstiftung unter Zuhilfenahme von Brennflüssigkeiten zurückzuführen, und man ist bisweilen fast geneigt anzunehmen, daß der Vorteil, den die Benutzung von brennbaren Flüssigkeiten zum schnellen und sicheren Gelingen der Brandtat bietet, dem Brandstifter bekannter sei als dem Brandermittelungsbeamten.

Immer wieder taucht schon bei den ersten Ermittlungen am Tatort und auch im späteren Stadium der Untersuchung eines Brandfalles die Frage auf, worauf es eigentlich zurückzuführen sei, daß beispielsweise die 80 m lange Scheune, die doch größtenteils noch voll Stroh war, in wenigen Minuten, ja schlagartig in Flammen stehen konnte. In Gedanken sind schon die Schwefelfäden oder ähnliche Zündschnüre aufgefunden worden, die das Feuer von Bansen zu Bansen oder von Anwesen zu Anwesen geleitet und die schnelle Ausbreitung des Feuers bewirkt haben sollen.

Abgesehen von den verschwindend wenigen Fällen, bei denen nachweislich Zündschnüre zur Weiterleitung des Brandes benutzt worden sind, ist die schnelle Ausbreitung des Brandes selbst über ausgedehnte Gebäudekomplexe weg in der Regel auf das Mitverbrennen leichtflüchtiger Brandflüssigkeiten zurückzuführen.

Dabei ist es nicht notwendig, daß der gesamte Scheuneninhalt mit der Brennflüssigkeit benetzt sein muß. Schon die Verwendung des Mittels an einer Stelle in der Scheune wird genügen, das Feuer mit großer Geschwindigkeit im Brandraum weiterzutragen; denn aus der Brennflüssigkeit entwickeln sich gemäß dem Grade ihrer Verdunstungsfähigkeit nach dem Ausgießen schon vor dem Brande, mehr noch im Anfangsstadium desselben, flüchtige, sich schnell und weit ausbreitende Schwaden, die, im noch unversehrten Brandraum verteilt, sich anfäng-

lich an den kälteren Teilen niederschlagen, dann erst entflammt werden und das Feuer schlagartig durch das ganze Gebäude weitertragen.

Da in Scheunen immer mit einem gewissen Luftzug zu rechnen ist, wird schon dadurch die Verdunstung der Flüssigkeiten sehr gefördert. Der Gasaustausch im Raum geht unter diesen Umständen lebhafter vonstatten, da die mit den Verdunstungsgasen gesättigte Luft rasch von der Flüssigkeitsoberfläche entführt wird und ungesättigte Luft an ihre Stelle tritt.

Auch an sich schwer entzündbare Öle (Treckeröle, petroleumhaltige Mineralöle und dergleichen) zeigen die beschriebenen Eigenschaften dann, wenn sie ausgegossen eine größere Oberfläche bilden. Eine teilweise Verdunstung der leichtflüchtigen Anteile dieser Öle wird somit ermöglicht, und Schwägerung der Luft mit entzündlichen Gasen ist die Folge. Die in einem Brandobjekt an drei räumlich weit voneinander getrennt liegenden Stellen nachgewiesenen Mineralölrückstände enthielten noch Spuren mit Wasserdampf abdestillierbarer Ölanteile petroleumartiger Beschaffenheit. Die ätherlöslichen Rückstände rührten von hochentflammbarem Mineralöl her. Eine Entscheidung darüber, ob die geringen, leicht flüchtigen und petroleumähnlichen Anteile, denen die beschriebene Schwadenwirkung zukommen könnte, aus einem künstlichen Petroleumzusatz herrühren oder ob in den Spuren unter Umständen ein Krackprodukt des Mineralöls vorliegt, ist naturgemäß schwer zu treffen.

Aus dem Verhältnis der wasserdampflichten Ölanteile zu den nichtflüchtigen, aber ätherlöslichen Rückständen, das für die 3 Proben etwa 1:200 betrug, könnte allerdings der bedingte Schluß gezogen werden, daß es sich wohl um eine ursprüngliche Petroleumbeimengung zum Mineralöl handelte, dies um so mehr, als die Materialproben an drei räumlich weit voneinander getrennten Stellen im Brandobjekt entnommen wurden, an denen verschiedene Brandtemperaturen geherrscht haben mußten.

Allenthalben werden in abgebrannten Scheunen Stroh- und Heureste gefunden, die durch einen auffallenden Fettglanz und hohen Ölgehalt ausgezeichnet sind; bisweilen jedoch fehlten auch in äußerlich ähnlichen Brandstätten die öligen Rückstände im Stroh ganz. Die Analyse der aus den Strohresten durch Wasserdampfdestillation und Ätherextraktion ausgemittelten Öle ergab, daß es sich jeweils in der Hauptsache um Reste von Holzimprägnierölen handelte.

Im Verlaufe einer entsprechend geleiteten Untersuchung dieser Ölrückstände¹ gelang es mir, angeregt durch die Tatortfeststellungen des genannten Autors, durch Anwendung der *Valentaschen* Probe mittels Dimethylsulfat oder Anilin eine quantitative Aufteilung der öligen Roh-

¹ Die Untersuchung wurde im Institut Dr. *Schatz*, Halle durchgeführt und ist jetzt überprüft worden.

extrakte in teerige Imprägnierölbestandteile und Petroleum-, Benzin- und Mineralölrückstände durchzuführen.

Damit fand die Vermutung ihre Bestätigung, daß die auffälligen Öle immer nur dann im Stroh zu finden sind, wenn in Scheunen Holzimprägnierungsmittel mit Benzin oder Petroleum zusammen abbrennen. Die im Anfangsstadium des Brandes flüchtigen Petroleum- oder Benzinateile kondensieren sich infolge der zu dieser Zeit im Brandobjekt noch bestehenden Temperaturunterschiede an den imprägnierten Hölzern, lösen und verdünnen die Imprägnieröle und tropfen schließlich in das Stroh ab.

Maßgeblich für das Vorhandensein der beschriebenen Öle ist demnach die Verwendung von Brennflüssigkeit. Fehlt diese im Brandobjekt, so verbrennen die imprägnierten Hölzer ohne zu schwitzen und zu tropfen, die Öle im Stroh fehlen.

Wiederholt ist im Schrifttum bereits darauf hingewiesen worden, daß Rußspuren an der Brandstelle Fingerzeige für den Gebrauch bestimmter Flüssigkeiten zur Brandlegung sein können. Flüssige und feste Brennstoffe wie Petroleum, Benzin, Benzol, Mineralöl, Terpentin, Teer, Paraffin u. a. verbrennen bei Sauerstoffmangel unter mehr oder weniger charakteristischer Rußbildung. Der Ruß schlägt sich besonders an noch kalten Flächen im Brandraum und an den Austrittsstellen des Rauches an der Außenseite der Mauern über Fensterhöhlen oder ähnlichen Öffnungen nieder.

Wenngleich also die Rußspuren am Brandplatz auf die Verbrennung flüssiger Brennstoffe hinweisen können, so ist deren Beurteilung und Auswertung doch mit größter Vorsicht zu begegnen.

Angenommen, in einem Gebäude ist Stroh oder Holz über die Höhe einer kleineren oder größeren Öffnung im Mauerwerk hinaus dicht aufgebaut. Wird der Stapel entzündet, so braucht dieser nicht sogleich in hellen Flammen aufzugehen. Fehlt der nötige Luftdurchzug, wird es zunächst nur zu einem schwelenden Inkohlungsprozeß kommen. Die sich im Stapel während dieses Vorganges bildenden dichten Rauchschwaden, die feinste Rußpartikel wie auch ölige Schwelprodukte mit sich führen, entweichen in diesem Stadium des Brandes durch die Abzugslöcher und zeichnen ihren Weg in gleicher Weise wie beim Gebrauch von Brennflüssigkeiten durch Hinterlassung von Anrußungen über den Öffnungen außen am Mauerwerk.

Aus der Struktur und Beschaffenheit solcher Rußungen ist demnach zunächst nicht mehr und nicht weniger abzuleiten, als daß im Brandobjekt eine unvollkommene Verbrennung beliebiger Substanzen organischer Natur stattgefunden hat.

Die Struktur des Rußes nun scheint mir nicht allein von der verbrennenden Substanz, sondern wesentlich von physikalischen und che-

mischen Bedingungen abhängig zu sein, die bei jedem Brand jeweils verschieden sein können. Gesetzmäßigkeiten, nach denen jede Substanz unter *allen nur möglichen* Verbrennungsverhältnissen immer gleichbleibende, also typische Rußungen hinterläßt, sind bislang noch nicht erarbeitet worden! Die Möglichkeit einer subjektiven Beurteilung solcher Rußfahnen steht zwar offen, kann aber keinen Anspruch auf exakte Beweisführung erheben. Die Rußspur vermag wohl einen bestimmten Verdacht aufkommen zu lassen, beweist an sich allein aber keinesfalls den Gebrauch einer Brennflüssigkeit zur Brandlegung. Immer wird das Augenmerk darauf zu richten sein, von welcher Quelle die Rußungen ausgingen. Ist deren Ausgangsstelle im Brandobjekt gefunden und die Art des Mittels festgestellt, kann an die Auswertung der Spuren herangetreten werden, wobei aber wiederum in ganz besonderem Maße etwa vorhandene, natürliche Quellen für verdächtige Rußungen berücksichtigt werden müssen.

Die Schwierigkeit der Identifizierung der durch Ätherextraktion oder durch Wasserdampfdestillation und Anreicherung mittels Äther aus den Proben erhaltenen Brennflüssigkeitsreste wird zum Teil dadurch behoben, daß es möglich ist, eine gewisse Differenzierung der Ölrückstände durch Bestimmung der Brechungsindices zu erreichen.

Von vornherein können naturgemäß nicht die gleichen Brechungsexponenten erwartet werden, die für die unveränderten Brennflüssigkeiten gelten. Wie unter anderem *Medinger* im Modellversuch gezeigt hat, steigen die Refraktometerzahlen für Petroleum je nach dem Grad und der Schnelligkeit der Verdunstung an.

Es ist daher gar nicht anders zu erwarten, als daß die aus Brandresten ausgemittelten Petroleumrückstände eine Erhöhung der Refraktometerzahl gegenüber der ursprünglichen aufweisen müssen.

Aus dem für die aufgefundenen Petroleumrückstände bestimmten Lichtbrechungsexponenten kann meines Erachtens jedoch nur *der* Schluß gezogen werden, daß das Petroleum entweder längere Zeit ausgegossen sich selbst überlassen blieb oder aber unter der Einwirkung von Brandhitze stand.

Eine Vergleichung der Petroleumrückstände vom Tatort mit einer oder mehreren Petroleumproben aus dem Haushalt eines Verdächtigten unter Heranziehung der Refraktometerzahl bietet schon deshalb geringe Aussicht auf Erfolg bei der Fahndung, weil einmal Petroleum als Massenfabrikat an den verschiedensten Orten das gleiche sein kann, zum andern, weil es sich nachträglich überhaupt nicht feststellen läßt, welchen Einflüssen, insbesondere welchen Temperaturen das Brennmittel am Tatort ausgesetzt war. Damit aber entfällt auch die von *Medinger* in Erwägung gezogene Möglichkeit, aus der Beschaffenheit der Petroleumrückstände vom Tatort mit Hilfe eines Destillationsversuches, der mit

einer Vergleichungsprobe von mutmaßlich benutztem Petroleum anzustellen wäre, auch nur annähernd den Zeitpunkt der Brandstiftung zu ermitteln.

Die von der Praxis bestätigte Vermutung, daß vom Brandherd aufsteigende Rußschwaden Teile der Brennflüssigkeit in unverändertem Zustand mit sich reißen können, die sich dann zusammen mit dem Ruß am Mauermörtel oder an den Dachziegeln niederschlagen, veranlaßte mich, eine Möglichkeit zur quantitativen Bestimmung dieser latenten Spuren unter größtmöglicher Vermeidung von Verdunstungsverlusten zu suchen.

Unter Zuhilfenahme des Interferometers gelingt es, die aus dem zu untersuchenden Ruß oder Mörtel durch Äther extrahierten Benzin- oder Petroleumspuren in Lösung einer genauen mengenmäßigen Bestimmung zuzuführen. Die Verschiebung der Interferenzstreifen, die die Benzin- oder Petroleum-Ätherlösung unbekannter Konzentration gegenüber der konstanten Lage der Interferenzstreifen reinen Äthers hervorruft, dient zur Feststellung des Gehaltes der unbekanntes Ätherlösung an Benzin oder Petroleum.

Die beschriebene Modifizierung der allgemein bei Brandsachen üblichen chemisch-technischen und chemisch-analytischen Untersuchungsmethoden kann naturgemäß nur informatorischen Charakter haben. Als Voraussetzung für die Durchführbarkeit der speziellen Bestimmung von Benzin- und Petroleumspuren mit dem Interferometer gilt, daß die zu untersuchenden Materialproben frei sind von weiteren, durch Äther auslösbaren Ölsubstanzen.

Auch ist es nötig, um Fehlbestimmungen zu vermeiden, an Ort und Stelle bereits bei Entnahme der Materialproben durch die Sinnesprüfung zwischen Benzin und Petroleum zu unterscheiden. Dies bietet keine Schwierigkeiten, da der Geruch an frisch zerkleinerten Mörtelproben die geforderte Differenzierung zuläßt.

Wird durch die Interferometerbestimmung der wahre Gehalt an Brennflüssigkeit in verdächtigen Mörtel- oder Rußproben festgestellt, so waren bei noch so vorsichtiger Durchführung der bisherigen Methode des Eindampfens der Ätherlösung und Auswiegen des öligen Rückstandes nicht unerhebliche Verluste unvermeidbar.

Selbstverständlich muß man den Ölrückstand nach Feststellung des Interferometerwertes nach wie vor durch Abdunsten des Äthers in Substanz auf seine Beschaffenheit hin zur Sicherung des Befundes überprüfen.

Die praktische Anwendung der beschriebenen Bestimmungsmethode sei angeführt:

Die bei einer Tatortuntersuchung sofort in luftdicht schließenden Behältern gesicherten Materialproben ergaben bei der Untersuchung im Laboratorium den Interferometerwert von 1,5% Benzinanteilen.

Nach der bisher üblichen Art der Bestimmung durch Verdunstung der Ätherlösung und Auswiegen des Verdunstungsrückstandes waren nur 0,9% zu erfassen. Durch die Bestimmung der Refraktometerzahl wurde der Rückstand als Benzin bestätigt.

In erster Linie dann, wenn es sich um die Bestimmung kleinster Benzin- oder Petroleumspuren handelt, ist demnach die Zuhilfenahme des Interferometers zweckdienlich und erfolgversprechend.

Für nicht minder geeignet halte ich aber auch in Erweiterung des Anwendungsbereiches des *Abbeschen* Refraktometers die *refraktometrische Methode* zur Bestimmung der Konzentration von Brennflüssigkeitspuren in Ätherlösungen, ja, diese Bestimmungsmethode ist wegen der schnelleren und bequemeren Durchführbarkeit der Interferometermethode vorzuziehen, wenngleich der letzteren wohl eine weitgehendere Genauigkeit zukommt.

Diese Untersuchungsmethode stellt ebenso wie die Interferometermethode ein Hilfsmittel dar, geringe Brennflüssigkeitsmengen in bestimmten Brandmaterialien einer exakteren, mengenmäßigen Bestimmung zuzuführen als es bisher geschah.

Der für die Analysenlösung bestimmte Brechungsindex ist abhängig von der Konzentration der im Äther gelösten Substanz. Ist die Art der Substanz hinreichend gesichert, so kann bereits zwanglos im Gang der Aufarbeitung von Brandüberresten aus dem Brechungsindex der Ätherlösung auf den wahren Prozentgehalt dieser an gelöster Substanz geschlossen werden. Die Bestimmung geschieht unter Umgehung der unvermeidbaren Teilverdunstung, die das Abdampfen des Äthers und das Auswiegen der teils sehr leicht flüchtigen Brennflüssigkeitsrückstände zur Folge haben.

Als selbstverständlich wird nochmals betont, daß die Bestimmungen nicht mit Ätherextrakten aus beliebig von der Brandstelle entnommenen Materialproben durchgeführt werden dürfen. Vielmehr muß von vornherein die Gewähr dafür geboten sein, daß die Proben, die zur Untersuchung gelangen sollen, beim Brande nicht Destillationsprodukte aufgenommen haben, deren Natur einen Brennflüssigkeitsgehalt vortäuschen könnte (Harze, Terpene usw.). Weiterhin kann aber auch die Auflösung der Brennflüssigkeit in Äther unmittelbar zur Bestimmung des Brechungsindex einer Ölspur herangezogen werden.

Auf diese Weise erhält man noch auswertbare Angaben selbst über geringste Brennflüssigkeitsmengen, die sonst an sich auf Grund ihrer Beschaffenheit nicht mehr für die direkte Refraktometerbestimmung ausreichen.

Aus den für Ätherlösungen bekannten Petroleum-, Benzin- oder Benzolgehaltes festgelegten Brechungsexponenten kann die Refraktion des gelösten Ölanteiles durch Umrechnung ermittelt werden,

Die Schwierigkeiten, Unterschiede zwischen Mineralölen festzustellen, die aus Brandüberresten zurückgewonnen werden, sind bekannt. Selbst dann, wenn Flammpunkt, Brechungsexponent und spez. Gewicht verschiedener Proben übereinstimmen, können dennoch die Öle verschiedener Art und Herkunft sein.

Durch die Einführung der *Absorptionsspektrographie* in den Gang der *Auswertung von Brandölen* fand ich eine Möglichkeit, die es gestattet, mit hinreichender Sicherheit über die Identität oder Verschiedenheit zweier oder mehrerer Öle zu entscheiden.

Gegenstand der Beobachtungen sind alkoholische Lösungen der Ölproben. Es handelt sich um die Aufnahmen spektrographischer Absorptionskurven, deren Auswertung in der Ablesung der Lage der Absorptionsmaxima besteht.

In die Praxis der Brandermittelung übertragen, wird es an Hand der Absorptionenaufnahmen möglich sein, künftighin — um nur ein Beispiel anzuführen — sicher zu entscheiden, ob aufgefundene Ölsuren an der Brandstelle etwa aus geölten Maschinenlagern stammen können oder als Rückstände gebrauchter Brennflüssigkeiten anzusprechen sind. — Über die Ergebnisse entsprechender Absorptionsversuche mit Ölen, die verschiedenen Hitzegraden ausgesetzt waren, wird zu gegebener Zeit berichtet werden.

Naturgemäß ist es aber auch möglich, allein bereits durch die Bestimmung des Brechungsindex, des Flammpunktes, des spezifischen Gewichtes, der verschiedenen Löslichkeitsverhältnisse und des Siedepunktes Brandöle zu differenzieren. Dies ist vor allem dann noch möglich, wenn die Öle aus Brandrückständen nicht unmittelbarer Hitzeeinwirkung ausgesetzt waren.

Sicherheitshalber empfiehlt es sich schließlich, durch die Elementaranalyse einen Kohlenwasserstoffbefund zu sichern. Aus den Elementaranalysen läßt sich mit Sicherheit ableiten, ob die verdächtigen Brennflüssigkeits- bzw. Zündstoffreste reine Kohlenwasserstoffverbindungen sind, oder ob diese etwa zusätzliche Stoffe enthalten (Schwefel etwa), die beim Brande ebenfalls eine Rolle gespielt haben können.

Zu bemerken ist schließlich, daß bei der Untersuchung von Brandrückständen, in Sonderheit der Rußanflüge und deren Unterlage, der häufig vorhandene, natürliche Gehalt der Brennflüssigkeiten und Zündstoffe an Schwefelverbindungen berücksichtigt werden muß. Zu Sulfit verbrannt oder in der Unterlage bereits zum Sulfat oxydiert, wird der Schwefel im Mörtel oder mit Ruß kombiniert (Petroleum-, Benzinverbrennung) — auch in der Reduktionsstufe als Sulfid — im Material der Brandstelle vorgefunden. Nur die quantitative Bestimmung wird Aufschluß darüber geben, wessen Herkunft der Schwefel im Überführungsstück ist.

Bei der systematischen Durchprüfung eines Brandherdes wurde Schwefel als Brandlegungsmittel gemutmaßt.

Die Materialien wurden zur Isolierung anhaftender Ölbestandteile mit Äther und anschließend mit Schwefelkohlenstoff ausgezogen.

Die Analysenergebnisse wurden tabellarisch zusammengestellt (s. Exp. Teil).

Im Hauptbrandbereich wurden ganz erhebliche Mengen Schwefel bei relativ geringem, ja verschwindend niedrigem Mineralölgehalt festgestellt. Die sichergestellten Proben aus der weiteren Umgebung des Brandherdes erwiesen sich als nur sehr schwach schwefelhaltig. Aus den zurückgewonnenen Ölen schieden sich allenthalben vereinzelte Schwefelkrystalle ab.

Die räumliche *Verteilung* des unmittelbar durch Schwefelkohlenstoff ausziehbaren *Schwefels* in einem eng begrenzten Bereich des Brandherdes schien kein Zufall zu sein; denn die Brandwirkung war gerade über dem Teil der Brandstelle besonders stark, in dem elementarer Schwefel nachweisbar war.

Wollte man annehmen, der Schwefel stamme etwa aus den Mineral- und Schmierölrückständen, die auf natürliche Weise an die Brandstelle gelangt waren, so wäre es unerklärlich, warum die Schwefelbefunde nur im Hauptbrandbereich erhoben werden konnten.

Es ist bekannt, daß schwere Öle, vor allem Roherdöle, zumeist von Natur aus mit wenigen Ausnahmen einen gewissen Schwefelgehalt aufweisen. Der Schwefel ist in den Ölen sehr verschieden gebunden; er kommt zum Teil als freier Schwefel bzw. Schwefelwasserstoff, zum Teil in organischer Bindung in den Ölen vor. Letztere können thiophenartige Verbindungen, aber auch Alkylsulfide, Thioäther sein. Bei raffinierten Ölen kann ein Schwefelgehalt auch aus der zur Raffination verwendeten Schwefelsäure stammen, so daß man beispielsweise Ätherschwefelsäuren oder neutrale Schwefelsäureester nachweist.

Sprachen bereits die starke Anreicherung des Schwefels in drei Materialproben und das Fehlen desselben in weiteren Proben für sich, so ist auch das jeweilige Verhältnis von Ölrückstand zu Schwefel kein normales. Die aufgefundenen Schwefelmengen sind so groß, daß sie nicht anders als die Rückstände gebrauchten Zünd- bzw. Brennmaterials angesprochen werden können.

Wesentliche *Ölanteile* aus dem *Mörtelputz* vom Brandherd rochen beim Verbrennen eindeutig nach verbrennendem Schwefel. Das ausgemittelte Öl enthielt sonach Schwefel bzw. Schwefelsubstanzen, ein Befund, der darauf hinweist, daß sich am Brandherd anormale Brandvorgänge abgespielt haben. Der Gebrauch von Schwefel zur Brandlegung war auf Grund des Ausfalles der Untersuchung nicht mehr zweifelhaft, zumal sich trotz gründlichster Nachforschungen keine An-

haltspunkte dafür ergaben, daß etwa schwefelhaltiges Material am Brandherd gelagert und vom Feuer ergriffen worden war.

Die Möglichkeiten, die die Ultralampe zur Identifizierung und Vergleichung von Brandölen bietet, sind im Verhältnis zum Wert der vorbeschriebenen Untersuchungsmethoden erheblich geringer. Während breitgelaufene Brennflüssigkeit (Petroleum, Benzin und dergleichen) in einer Holzunterlage z. B. bei Bestrahlung im ultravioletten Licht so gut wie gar nicht fluoresciert, werden zwar größere Effekte bei der Überprüfung der ausgemittelten Öle erzielt; der Nachweis der Fluorescenz allein ist aber kein sicheres Diagnostikum.

b) Kerzenreste.

Die erhebliche Verbreitung der Anwendung von *Kerzen* jeder Art zur *Brandlegung* veranlaßte bereits *Tramm*, in seinem Werk „Brandstiftungen und Brandursachen“ auf die verschiedenen Anwendungsformen von Kerzen zu *Zeitzündungen* einzugehen.

In den wenigsten Fällen gelingt es jedoch, wie die Erfahrung lehrt, am Brandort noch ein Stück der zur *Zeitzündung* benutzten Kerze aufzufinden. Es gilt demnach, an Brandstellen nach den Spuren zu suchen, die eine niedergebrannte Kerze an ihrem Standplatz hinterläßt bzw. hinterlassen haben kann.

Die Meinung ist irrig, es sei nicht möglich, am Brandherd noch Kerzenspuren aufzufinden; freilich treten diese zumeist nicht offen zutage, sind vielmehr „verkappt“ und geben sich oft lediglich durch sekundäre, in ihrer Art aber charakteristische Merkmale am Brandherdmaterial zu erkennen.

Kerzen werden in zahlreichen Fällen als *Zeitzünder* in Möbeln, Kisten und dergleichen Einrichtungsgegenständen, nicht selten aber auch *unter* Schränken, Fußböden oder Betten aufgestellt und abgebrannt.

Welches Schicksal erfahren nun Kerzenspuren in einem derartigen Brandbereich?

Die niedergebrannte Kerze kann im für den Brandstifter ungünstigsten Falle nur eine scharf umrissene Kohlungsspur hinterlassen, in deren weiterer Umgebung sich breitgelaufene Kerzenreste befinden, die vom unverbrannten Holz oder vom Gewebe der Unterlage aufgesaugt, daselbst noch aufgefunden und aus den unverkohlten Materialien isoliert werden können.

Die bekannten Unterschiede zwischen den optischen Eigenschaften für sichtbares und infrarotes Licht legten den Gedanken nahe, Kerzenspuren mit *ultraroter Strahlung* (7000—10000 ÅE.) photographisch aufzunehmen. In trüben Medien ist die Zersetzung der ultraroten Strahlen im Vergleich zum sichtbaren Licht geringer. In verschiedenen, bereits untersuchten Farbstoffen z. B. nimmt die Absorption mit zunehmender

Wellenlänge ohne gesetzmäßigen Zusammenhang mit der Absorption im Sichtbaren ab, so daß man unter Umständen auf den Ultrarotaufnahmen einen völlig veränderten Eindruck des Objektes erwarten konnte. Wegen der veränderten Eindringtiefe der Ultrarotstrahlen in die Objekte konnte es also möglich sein, Kerzenspuren eventuell „sichtbar“ zu machen.

In einer früheren Untersuchung hatte ich bereits darauf hingewiesen, daß sich dunkel gefärbte Kerzenfragmente im Lichtbild vom dunklen Untergrund als hellere Punkte abheben. Der von den Kerzenteilchen bei entsprechender Belichtung (senkrecht auffallend) ausgehende Lichteffekt scheint auf gesteigerter Strahlenreflexion des auftreffenden Lichtes an den Kerzenresten zu beruhen.

In der Photographie, speziell durch die *Infrarotaufnahme*, glaube ich nun einen Weg gefunden zu haben, das Vorhandensein von Kerzenspuren, insbesondere breitgelaufener Kerzenmasse in feinsten Verteilung in einem Überführungsstück wahrscheinlich zu machen.

Wie Versuche ergaben, unterscheiden sich Brandspuren, die einmal durch ausbrennende Kerzen auf einem Teppich, zum andern etwa durch auffallende Glut entstanden sind, beim bloßen Augensehein nicht merklich voneinander.

Auch das gewöhnliche Lichtbild läßt keine wesentlichen Unterschiede an beiden Brandspuren erkennen.

Anders ist es bei der Infrarotaufnahme.

Durch das vorgeschobene Filter wurden bei entsprechender Belichtungsdauer nicht nur die Farben des Teppichs (braun, gelb, rot, oliv) und deren Zonierung eliminiert, sondern es traten bei Anwesenheit von Kerzenspuren außerhalb der Kohlungsstellen die in das unverbrannte Teppichgewebe beim Brand vorgetriebenen *Kerzenanteile im Lichtbild als beschattete Zonen* hervor.

Diese Zonierung fehlt bei der Infrarotaufnahme der ohne Kerze auf dem Teppich entstandenen Brandspur völlig.

Die Infrarotaufnahme eines verdächtigen Beweisstückes kann daher bei der Fahndung nach geringsten Kerzenspuren wichtige Dienste leisten. Daß das Beweisstück durch diese informatorische Überprüfung im Originalzustand erhalten bleibt, erhöht den Wert der Methode.

Bei positivem Ausfall der optischen Vorprüfung wären gegebenenfalls die verdächtigen Zonen im Gewebe in der üblichen Weise mit Normalbenzin zur Isolierung der Kerzenmasse zu extrahieren.

Oft macht es nun bei positivem Kerzenbefund der Gang der Ermittlung erforderlich, einen aus dem Haushalt des Brandbetroffenen sichergestellten Kerzenrest mit geringsten Kerzenspuren vom Tatort zu vergleichen. Sind die Kerzenspuren vom Tatort und die Vergleichungskerze chemisch qualitativ gleich zusammengesetzt (z. B. Stearin), so

wäre es abwegig, aus dieser Übereinstimmung eine Identität der Kerzen-substanzen abzuleiten.

Für die *Identifizierung und Differenzierung geringer und geringster Kerzenspuren* aus Brandmaterialien erachte ich neben den allgemein üblichen Verbrennungsproben die *Bestimmung der Brechungsindices* für zweckmäßig und erforderlich.

Mit dem Refraktometer von *Abbe* ist eine solche Differenzierung möglich. In verschiedenen Brandfällen konnte auf Grund entsprechend vergleichender Untersuchungen die Verschiedenheit von Tatort- und Vergleichskerzen aus dem Haushalt der Brandbetroffenen festgestellt werden.

Um nachzuprüfen, ob die Abweichungen zwischen den Lichtbrechungsexponenten für die Vergleichs- und Tatortkerzenreste auf verschiedenes Kerzenmaterial zurückzuführen waren, wurden Brennversuche mit bekannten Kerzensubstanzen angestellt.

Bestand doch die Möglichkeit, daß sich die Kerzenspuren zum Teil während des Abbrennens in ihren Eigenschaften verändern konnten, oder aber bei der späteren Ausmittelung durch Extraktivstoffe aus der Unterlage verunreinigt erhalten wurden, wodurch eine Verschiebung des Brechungsindex gegen den Normalwert eintreten und eine Verschiedenheit der Kerzenmassen vorgetäuscht werden konnten.

Wie die Versuche lehrten, erfahren offenbar Kerzensubstanzen, die beim Niederbrennen der Kerze über die Brandzone hinausgetrieben in der Unterlage noch nachweisbar sind, keine wesentlichen Veränderungen in der Lichtbrechung, was diagnostisch von Bedeutung ist. Freilich muß man sich stets davon überzeugen, ob neutrale, unverdächtige Stellen der Unterlage ihrerseits Stoffe an das Lösungsmittel abgeben (z. B. Imprägnierungsmittel in Geweben), die geeignet wären, auch bei Extraktion der Kerzenmassen in Erscheinung zu treten und die Lichtbrechung der ausgemittelten Kerzensubstanz zu verändern.

Immer wurde der Extrakt gelblich oder farblos erhalten, auch wenn die Kerzensubstanz ursprünglich gefärbt war. Ausschlaggebend bei der Vergleichung mit Kerzen aus dem Haushalt eines Verdächtigen wird demnach die Beschaffenheit der Kerze, nicht aber ihre Farbe sein.

Reicht die ausgemittelte Kerzenmasse weiterhin noch zur Bestimmung des Schmelzpunktes aus, so wird man dieses Kriterium nicht außer acht lassen, um zur völligen Sicherstellung des Befundes zu gelangen. Wiederum ist aber auch hierbei zu berücksichtigen, daß Verunreinigungen der extrahierten Kerzenreste den Schmelzpunkt oft nicht unwesentlich herabdrücken.

Auf die Identifizierung von Kerzenspuren mit Hilfe des Polarisationsmikroskopes wird verwiesen. Die beim gleichmäßig raschen Abkühlen der Kerzenmasse auf dem Objektträger erhaltenen Krystalle

sind im polarisierten Licht differenzierbar und nach *Dangl* sowie nach neueren Untersuchungen von *Künkele* für Wachse, Paraffine, Stearine und Ceresine typisiert.

Experimenteller Teil.

1. Vergleichung der wasserdampfflüchtigen und nicht abdestillierbaren, aber ätherlöslichen Brandöle.

a) Die Materialproben wurden einer erschöpfenden Wasserdampfdestillation unterworfen, die Destillate ausgesalzen und ausgeäthert. Gravimetrische Bestimmung des nach vorsichtigem Verdunsten des Äthers verbliebenen Ölrückstandes.

b) Ätherauszug des abfiltrierten und getrockneten Destillationsrückstandes. Verdunsten der Ätherlösung und gewichtsmäßige Feststellung des verbliebenen Ölrückstandes.

Tabelle 1.

Proben: Brandschutt	Wasserdampf- destillation mg Öl pro 1 kg Material	Brechungs- index 30° n_D	Ätherlöslicher Rückstand mg Öl pro 1 kg Material	Brechungs- index 30° n_D	Verhältnis wasser- dampfflüchtiges Öl : Ätherlöslicher Rückstand
1	5,5	1,5130	1140	1,5500	1 : 200
2	0,67	1,4899	155	1,5020	1 : 231
3	0,66	1,5002	147	1,5172	1 : 220

2. Valentasche Reaktion zur Analyse der Brandöle.

Nach den Angaben von *Holde* unterscheidet man Teeröle von Mineralölen durch die *Valentasche* Reaktion. Benzol-Kohlenwasserstoffe, wie sie im Steinkohlenteer vorkommen, werden bei Zimmerwärme von Dimethylsulfat leicht gelöst, während Paraffin-Kohlenwasserstoffe (Erdöl, Benzin, Leichtöl, Mineralöl) sowie Heizöl ungelöst bleiben.

Eine bestimmte Menge Öl wird mit dem $1\frac{1}{2}$ —2fachen Volumen Dimethylsulfat etwa 1 Minute lang geschüttelt, wonach die Trennung in Schichten erfolgt.

Bei Anwendung graduierter Meßzylinder kann die Trennung quantitativ gestaltet werden¹.

Beispiel: Durch Wasserdampfdestillation werden aus einer Strohprobe 10 g rohes Öl ausgemittelt.

Eigenschaften des Öles. Äußere Beschaffenheit: braunrotes Öl, kreosotartig-teeriger Geruch.

Spez. Gew. b. 15°: 0,903.

¹ Apparatur siehe Abb. 2a.

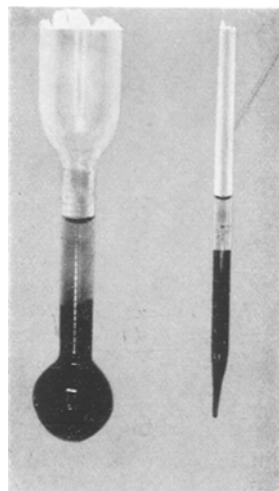


Abb. 2a. Valentasche Probe.

Tabelle 2.

Rohes Brandöl aus Brandmaterial	Brechungsindex bei 20°	Spez. Gewicht bei 15°	Dimethylsulfat % Petroleumanteil	Dessen Brechungsindex bei 20°	Dessen spez. Gewicht bei 15°	Dessen Mikro-siedepunkt Grad	Dessen Flammpunkt Grad
Probe a	1,5137	0,935	30	1,4007	0,801	200	26
„ b	1,4909	0,874	25	1,4102	0,800	190	24
„ c	1,5214	0,921	50	1,4631	0,830	250	29/30
„ d	1,5010	0,899	70	1,4403	0,818	233	27
„ e	1,5098	0,9015	12,5	1,4787	0,867	261	33
„ f	1,5101	0,9032	70	1,4132	0,810	213	29

Brechungsindex b. 20°: 1,5101.

Trennung mit Dimethylsulfat: Aus 10 g Öl-Rohextrakt werden 7 g Öl abgetrennt.

Äußere Beschaffenheit: hellgelb, dünnflüssig; petroleumartiger Geruch.

Spez. Gew. b. 15°: 0,810.

Brechungsindex b. 20°: 1,4132.

Flammpunkt: 29° (angenähert).

Mikro-Siedepunkt: 213°.

Die Konstanten weisen darauf hin, daß das in Dimethylsulfat unlösliche Öl ein Petroleumanteil ist.

Holde rechnet bei der Durchführung der Dimethylsulfattrennung mit einem Verlust von etwa 10% Erdöl.

Versuch: Teeröl, verschiedener Petroleumzusatz, Trennung mittels Dimethylsulfat, Bestimmung des Brechungsindex.

Das Erdöl besitzt den Brechungsindex 1,525 b. 20° und ist in Dimethylsulfat völlig löslich. Das Petroleum ist praktisch unlöslich in Dimethylsulfat (0,3%). Brechungsindex: 1,4120 b. 20°.

Tabelle 3.

Versuchslösung	Nach Dimethylsulfattrennung werden zurückgehalten % Petroleum	Deren Brechungsindex bei 20°
Teeröl + 10% Petroleum . . .	9,0	1,4113
Teeröl + 20% Petroleum . . .	18,0	1,4118
Teeröl + 30% Petroleum . . .	25,5	1,4120
Teeröl + 40% Petroleum . . .	35,6	1,4120
Teeröl + 50% Petroleum . . .	43,8	1,4120
Teeröl + 60% Petroleum . . .	51,3	1,4120
Teeröl + 70% Petroleum . . .	60,0	1,4120

In Übereinstimmung mit den Angaben *Holdes* ist zwar jeweils mit einem Petroleumverlust zu rechnen; dieser sichert indessen einen erheblichen Petroleumbefund im Untersuchungsmaterial.

3. Bestimmung des Brennflüssigkeitsgehaltes von Ätherlösungen mittels Interferometer.

Benutzt wird das tragbare Interferometer der Firma Zeiss-Jena. Das ganze Instrument ist in eine doppelwandige Hülle eingeschoben, diees vor Staub und Temperaturschwankungen schützt. Das Instrument besteht aus einem Kollimatorfernrohr mit Beleuchtungseinrichtung und Spalt, aus dem Kompensator, der mit der Meßeinrichtung verbunden ist, und einem Spiegel mit Doppelblende. In dem Strahlenverlauf zwischen Kompensator und Spiegel werden die Flüssigkeitskammern (Meßküvetten = 5 mm Länge) eingesetzt.

Die Ablesung der Erdölprocente erfolgt in Interferometereichkurven, von denen die für Benzinätherlösungen steigender Konzentration aufgestellte Kurve zur Veranschaulichung beigelegt ist (Abb. 2 b).

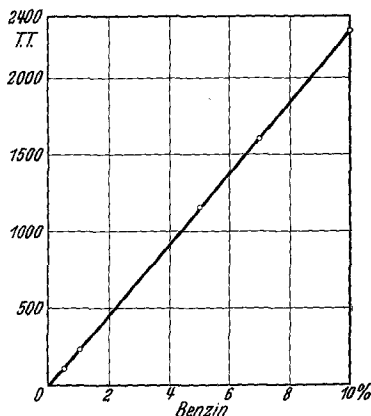


Abb. 2b. Interferometer-Eichkurve für Benzin-Ätherlösungen verschiedener Konzentration. (T = 15 bis 180°.)

4. Bestimmung der Konzentration von Brennflüssigkeitsspuren in Ätherlösungen mittels Abbe-Refraktometer¹.

Die aus den Brandrückständen durch Ätherextraktion oder Wasserdampfdestillation ermittelten Ätherlösungen unbekanntes Gehaltes an reinem Petroleum, Benzin oder Benzol werden je in einem Meßkölbchen mit Äther auf 100 ccm aufgefüllt und im Refraktometer bestimmt. Die Abhängigkeit des Brechungsindex vom Petroleum-, Benzin- oder Benzolgehalt der zu untersuchenden Ätherlösung ergibt sich aus den nachfolgenden Übersichten und Kurvenbildern (Abb. 3).

Als Temperaturkoeffizient für das Abbe-Refraktometer wurde in dem Bereich 20—50° der Wert $\frac{dn}{dt} = 0,0003$ für 1° ermittelt.

Die in der Zusammenstellung aufgeführten Brechungsindices sind Mittelwerte aus je drei gesonderten Versuchsreihen, beziehen sich auf 22° und bestimmen den Kurvenverlauf.

Die Brechungsindices der zu den Verdunstungsreihen benutzten Flüssigkeiten waren:

1. Äther $n_D^{22} = 1,3520$
2. Petroleum (handelsüblich) $n_D = 1,4410$
3. Benzin (Handelsware) $n_D = 1,4100$
4. Benzol (thiophenfrei) $n_D = 1,5005$

¹ Zeiss-Abbe-Refraktometer: Heizbare Prismen, Meßbereich $n_D = 1,3$ bis $n_D = 1,7$.

Aus den für Ätherlösungen bekannten Petroleum-, Benzin- oder Benzolgehaltes festgelegten Brechungsexponenten wird die Refraktion des gelösten Ölteils durch Umrechnung ermittelt.

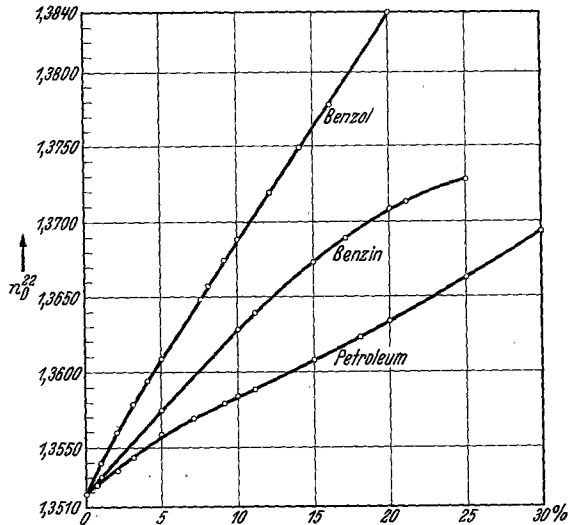


Abb. 3. Abhängigkeit des Brechungsindex von der Petroleum-, Benzin- oder Benzolkonzentration in Äther (Abbe-Refraktometer).

Arbeitet man mit einer Lösung, so addieren sich die spezifischen Refraktionen der Komponenten *angenähert*.

Enthält eine Lösung vom spezifischen Gewicht d p% gelöste Substanz und besitzt den Brechungsexponenten n , während das Lösungs-

Tabelle 4.

Prozent- gehalt der Lö- sungen	Versuchslösungen			Prozent- gehalt der Lö- sungen	Versuchslösungen		
	Petroleum- Äther n_D^{22}	Benzin- Äther n_D^{22}	Benzol- Äther n_D^{22}		Petroleum- Äther n_D^{22}	Benzin- Äther n_D^{22}	Benzol- Äther n_D^{22}
0,5	1,3525	1,3525	—	12,0	—	—	1,3720
1,0	1,3530	—	1,3540	14,0	—	—	1,3750
2,0	—	1,3535	1,3560	15,0	1,3675	1,3610	—
3,0	—	1,3545	1,3580	16,0	—	—	1,3780
4,0	—	—	1,3595	17,0	1,3690	—	—
5,0	1,3575	1,3560	1,3610	18,0	—	1,3625	—
7,0	—	1,3570	—	20,0	1,3710	1,3635	1,3840
7,5	—	—	1,3650	21,0	1,3715	—	—
8,0	—	—	1,3660	22,0	—	1,3650	—
9,0	1,3620	1,3580	1,3675	25,0	1,3730	1,3665	—
10,0	1,3630	1,3585	1,3690	30,0	—	1,3695	—
11,0	1,3640	1,3590	—				

mittel das spezifische Gewicht d_0 und den Brechungsexponenten n_0 hat, so ist die spezifische Refraktion des gelösten Körpers

$$r = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{100}{p} - \frac{n_0^2 - 1}{n_0^2 + 2} \cdot \frac{1}{d_0} \cdot \frac{100 - p}{p}$$

Wenn nun s die Dichte eines bestimmten Körpers ist, so heißt $r = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{1}{s}$ sein spezifisches Brechungsvermögen (*Lorentz*). Aufgelöst nach dem gesuchten Brechungsexponenten wird $n = \sqrt{\frac{2 \cdot s \cdot r + 1}{1 - s \cdot r}}$.

Beispiel: Eine Petroleum Ätherlösung vom spez. Gewicht $d = 0,712$ weist einen Gehalt von 5% Petroleum auf (bestimmt im Refraktometer bzw. Interferometer) und besitzt den Brechungsexponenten $n = 1,356$, während für das Lösungsmittel das spez. Gewicht $d_0 = 0,710$ und der Brechungsexponent $n_0 = 1,351$ bestimmt wurden. Nimmt man nun ein mittleres, spezifisches Gewicht für handelsübliches Petroleum von $s = 0,79$ an, so wird für das in Äther gelöste Petroleum der Brechungsexponent $n = 1,479$ berechnet.

Die Erhöhung des berechneten Brechungsexponenten gegenüber dem durchschnittlichen n_D -Wert von 1,44 handelsüblichen Petroleums entspricht der Erfahrung, daß infolge Abdunstens leichtflüchtiger Bestandteile aus dem Brennmittel dessen Brechungsindex ansteigt.

5. Absorptionsspektrographie der Brandöle.

Die Untersuchungen wurden mit dem Quarz-Spektrographen „Qu 24“ (Zeiss-Jena) für das ultraviolette Spektrum durchgeführt.

Die Versuchsanordnungen und Versuchsbedingungen, nach denen ich mir einen Überblick über die Art der Absorption der zu untersuchenden Ölproben verschaffte, entnahm ich den Ausführungen von *F. Löwe* (Jena).

Die Mineralöllösungen wurden bei gleichbleibender Konzentration in einer Reihe zweckmäßigerweise logarithmisch variiert Schichtdicken spektrographiert.

Während nun die Absorptionsbanden bei hohen Schichtdicken einen großen Teil des ultravioletten Spektrums einnehmen, gelangt man durch Abstufung zu einer Dicke, die die Lage der Absorptionsmaxima einer Versuchslösung ziemlich zuverlässig bestimmen läßt.

Als Lichtquelle diente der Funke zwischen Wolfram-Elektroden, die am Funkenerzeuger nach *Feussner* mit einer Zusatzkapazität von 2×3000 cm ein kräftiges, dichtes Linienspektrum im Ultraviolett liefern.

Zur Variation der Schichtdicke wurden Balyrohre oder ein Satz kittloser, unverschmolzener Küvetten nach *G. Scheibe* mit Quarzfenstern verwandt.

Neben das Rohr mit der Versuchslösung bringt man ein zweites mit dem Lösungsmittel. Beide Strahlengänge werden mit einem *Hüfner-Kondensor* auf dem Spektrographenspalt in zwei Halbspektren abgebildet, die sich in einer sehr feinen Trennungslinie berühren.

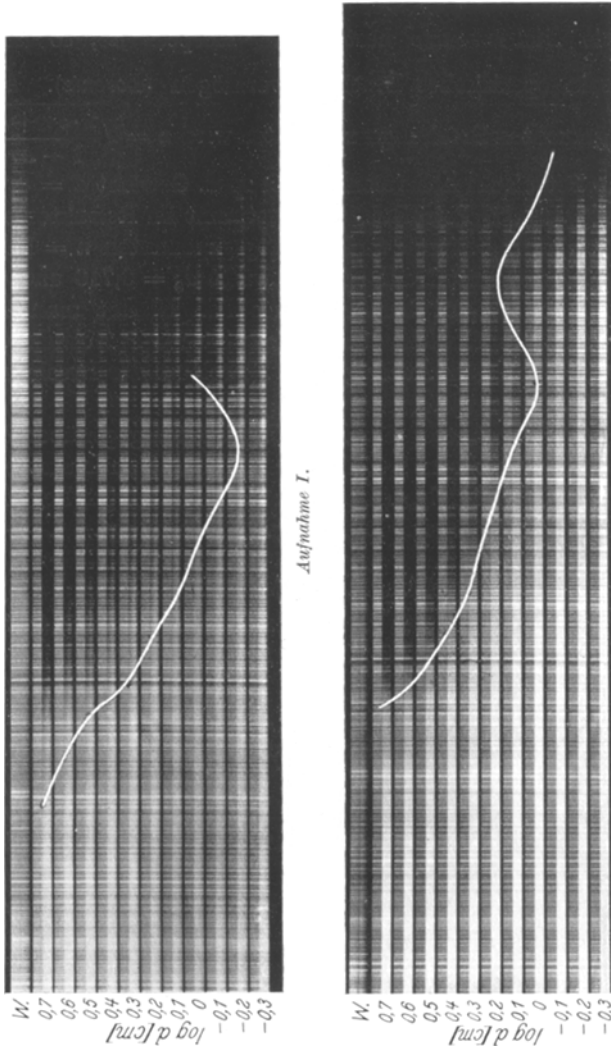


Abb. 4. *Aufnahme I.* Aufnahme von petroleumhaltigem (10%) Mineralöl, 1:10000 in Alkohol 99%, in verschiedenen Schichtdicken im ultravioletten Gebiet ($\log d$ cm = 0,7 ... bis - 0,3), *Hüfner-Prisma*, rotierender Sektor 10%, *Baly-Röhre* und *Wolframfunke*. Spalt 0,03 mm. Belichtungszeit 60 Sekunden. — *Aufnahme II.* Aufnahme von Mineralschmelz 1:10000 in Alkohol 99%, in verschiedenen Schichtdicken im ultravioletten Gebiet ($\log d$ cm = 0,7 ... bis - 0,3), *Hüfner-Prisma*, rotierender Sektor, *Scheide-Küvetten* und *Wolfram-Funke*, Spalt 0,03 mm, Belichtungszeit 60 Sekunden.

Die Beleuchtung der Lösungsmittel wird durch einen rotierenden Sektor von meistens $2 \times 18^\circ$ Öffnungswinkel auf $\frac{36^\circ}{360^\circ} = \frac{1}{10} = 10\%$ herabgesetzt.

Man erhält somit bei jeder Aufnahme zwei Spektren, die sich in einer feinen Linie berühren.

Die Auswertung der Aufnahmezeilen geschieht so, daß in jedem dieser Doppelspektren die Stellen gleicher Schwärzung ermittelt werden.

An diesen Stellen wird das Licht von der absorbierenden Versuchslösung ebenso stark geschwächt, wie es durch den dem Lösungsmittel vorgeschalteten Sektor vermindert wird, nämlich um 90%, und zwar unabhängig vom jeweiligen Absorptionsvermögen des Lösungsmittels.

Der *Hüfner*-Kondensator in Verbindung mit dem rotierenden Sektor stellt also ein spektrophotometrisches Hilfsmittel dar, welches erlaubt, die Breite der Absorptionsbanden in Abhängigkeit von der Schichtdicke genau zu verfolgen. Bei einer bestimmten Schichtdicke, unterhalb derer keine Absorption mehr zu beobachten ist, kann man die für jedes Öl charakteristische Wellenlängenzahl des Absorptionsmaximums hinreichend genau ablesen. Die Festlegung der Stellen gleicher Schwärzung geschieht mittels einer Lupe oder des Spektrumphotometers (Abb. 4).

In den Aufnahmen befindet sich oben eine Millimeterskala anstatt der Wellenlängenteilung. An Hand einer für den Spektrographen aufgenommenen Eichkurve erfolgt die Umrechnung der Millimeterwerte auf ÅE. An die Skala schließt sich ein ungeschwächtes Wolfram-Doppelspektrum an, daß lediglich die gleichstarke Beleuchtung (Justierung) beider Spaltheilften zeigen soll.

In allen folgenden zweiteiligen Spektren zeigt die obere Hälfte das Spektrum des durch den rotierenden Sektor auf $\frac{1}{10}$ seiner Helligkeit abgeschwächten Lichtes, nachdem es das Lösungsmittel (Alk. 99%, für I. $\log d$ cm = 0,8; für II. $\log d$ cm = 0,7) durchlaufen hat. Die untere Hälfte ist das Absorptionsspektrum der Versuchslösung. Die Schichtdicken sind neben den Spektren links angegeben.

Werden nun die Stellen gleicher Schwärzung in ein Koordinatennetz mit den Wellenlängen als Abszisse und den Logarithmen der Schichtdicken als Ordinate übertragen, so erhält man Kurven, die den Verlauf der Absorption der Lösungen im Ultraviolett darstellen, exakter ausgedrückt, Kurven für alle diejenigen Punkte, an denen das Licht durch die Lösungen auf $\frac{1}{10}$ seiner Anfangsintensität geschwächt wird (Abb. 5).

Die Absorptionsmaxima der beiden Versuchslösungen gleicher Konzentration liegen für das petroleumhaltige Mineralöl bei $\lambda = 2650$ ÅE., für das Mineralschmieröl dagegen bei $\lambda = 2560$ ÅE. Beide Öle gleichen sich äußerlich in Farbe und Konsistenz, für beide wurde der Brechungsindex $n_D^{20} = 1,510$ bestimmt, dennoch sind die Öle nicht identisch.

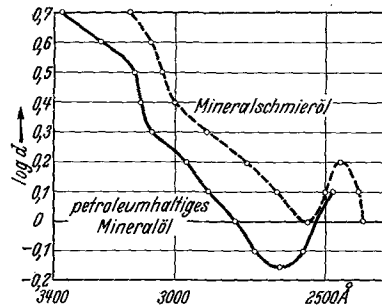


Abb. 5. Diagramm: Abhängigkeit der Absorptionsspektren zweier Öle im Ultraviolett vom log der Schichtdicke, gelöst in Alkohol 99%, 1:10000.

6. Bestimmung des spezifischen Gewichtes und des Flammpunktes kleiner Ölmengen.

a) Die *spezifischen Gewichte* kleinster Ölmengen wurden durch Auswiegen der Öle bestimmt. Das Auswiegen der Öle einer Versuchsreihe erfolgte in einem ununterbrochenen Arbeitsgang und unter gleich-

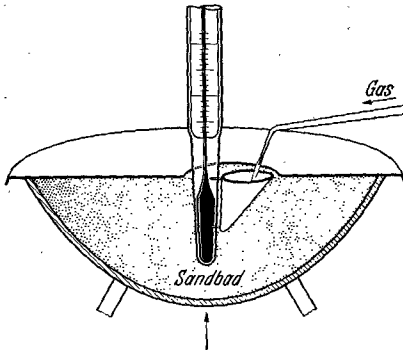


Abb. 6.

bleibenden Bedingungen. Eine durch das Auswiegen der relativ geringen Ölmengen möglicherweise bedingte kleine Differenz gegen das wahre spezifische Gewicht ist bedeutungslos, da ein Wiegefehler konstant bei allen Werten der Reihe wiederkehren würde.

b) Die *Flammpunkte* werden in einer Behelfsapparatur angenähert bestimmt (Abb. 6).

Das Aufnahmegefäß des Öles besteht aus einem kleinen Platintrichter (Öffnung 0,5 cm), der unmittelbar mittels zweier Platinstifte in das Glas des Thermometerfußes eingelassen ist. Die Bestimmung erfolgt im Sandbad analog der Flammpunktsprüfung = im offenen Tiegel.

Tabelle 5. Paraffinöle.

Bezeichnung des Öles (aus verschiedenen Proben)	Farbe	Ausgemittelte Ölmenge auf 100 g berechnet g	Brechungsindex bei 20°	Flammpunkt o. T. Grad	Spez. Gewicht bei 15°	Alkohollöslichkeit
a	rötlichgelb	14,8	1,4760	120	0,977	—
b	„	2,9	1,4760	120	0,977	—
c	gelblich	23,0	1,4760	119/120	0,975	—
d	rötlichgelb	13,9	1,4760	123	0,976	—
e	„	1,8	1,4770	126/127	0,975	—
f	rötlichgelb-braun	5,3	1,4769	125	0,977	—
g	rötlichgelb	10,8	1,4655	138	0,983	+
h	„	5,6	1,4650	138	0,980	+
i	farblos	—	1,4750	143	0,982	—

Die Paraffinöle a—f vom Tatort sind gleicher Art und Beschaffenheit. Der Brechungsindex, Flammpunkt und das spezifische Gewicht stimmen für diese Reihe der aus Brandresten ausgemittelten Öle jeweils im Rahmen der für eine technische Untersuchung zulässigen Schwankungsbreite überein.

Sodann hat die Untersuchung ergeben, daß das Öl mit keinem der drei Vergleichsöle g—i aus dem Betrieb des Brandbetroffenen identisch ist. Die Proben g und h stimmen wohl untereinander überein,

sind aber vom Tatortöl wesentlich verschieden und sind auch mit dem Vergleichsöl i nicht in Einklang zu bringen.

7. Mikrosiedepunktbestimmung.

Die Bestimmungen wurden gemäß den Angaben im Lehrbuch für Mikrochemie von *Emich* in Capillarröhrchen durchgeführt. Bereits geringe Brennflüssigkeitsmengen (1 cbmm) genügen für einen Versuch.

Das vorbereitete Siederöhrchen wird nach Art eines Schmelzpunktröhrchens an ein Thermometer geklebt und in das Heizbad gesenkt. Die Heizflüssigkeit steht etwa 4—5 cm hoch. Im Verlaufe der Erhitzung hebt sich der Tropfen in der Capillare infolge Vergrößerung des Gasvolumens im Fuß des Röhrchens und steigt bis zum Spiegel der Badflüssigkeit. Damit ist der Siedepunkt der Brennflüssigkeitsspur erreicht.

Tabelle 6.

Probeöl	Petroleum (Vergleich)	Ölrückstand a	Ölrückstand b	Ölrückstand c
Siedepunkt der Hauptfraktion	185°	200°	211°	156°
Spez. Gewicht bei 15° .	0,803	0,805	0,810	0,764
Brechungsindex bei 20°	1,438	1,441	1,442	1,416

Die Ölrückstände a und b ähneln weitgehend einem zur Vergleichung analysierten Handelspetroleum, während die Probe c einem niedriger siedenden Erdölanteil entspricht (Schwerbenzin).

Durch vorsichtig geleitete Wasserdampfdestillation (starke Kühlung, Auffangen des Destillates in eisgekühlter Vorlage) kann man auch die leichter siedenden Anteile einer Brennflüssigkeit (Benzinfraktionen 50 bis 150°) aus Brandresten wiedergewinnen, vorausgesetzt, daß diese Anteile durch die Einwirkung der Brandhitze nicht bereits vollkommen verloren gegangen sind.

8. Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Schwefelbestimmungen.

a) Makroverbrennungen.

Probesubstanzen: Braunkohlenschwel- bzw. Destillationsprodukte.

Die Bestimmung des Prozentgehaltes der Öle an Kohlenstoff und Wasserstoff geschah durch Verbrennung im Quarzrohr nach der *Liebig*-schen Methode mittels Kupferoxyd. Zum Zurückhalten von Schwefel, Stickstoff und Halogenen bediente ich mich einer Bleidioxyd-Silber-Asbestschicht.

Der Prozentgehalt der Öle an Schwefel wurde im Anschluß an die Heizwertbestimmung (*Berthelot-Mahler*-Bombe) festgestellt, indem die in der Bombe gebildete Menge SO_3 bestimmt wurde.

Tabelle 7.

Substanz	Spez. Gewicht bei 15°	H in %		C in %		S in %
Mineralöl (Rücklauföl)	0,995	10,6	10,4	87,0	87,1	2,2
		10,5		87,1		
Desgl.	1,017	8,9	8,9	88,6	87,9	2,4
		8,9		88,3		
Desgl.	1,018	8,8	8,6	88,4	87,6	2,5
		8,7		88,0		
Desgl.	1,030	8,1	8,3	88,2	88,5	2,7
		8,2		88,4		

Der Siedebeginn für die Öle lag im Bereich von 200—235°.

Substanz	Spez. Gew. b. 15°	H in %		C in %		S in %
Benzin	0,760	13,3		84,6		1,00
„	0,756	13,0		84,5		0,85
„	0,754	13,0		84,2		0,80
„	0,767	12,8		84,5		1,10
„	0,755	12,8		84,0		0,95
„	0,757	13,1		83,9		0,82
„	0,756	13,2		84,1		0,87
„	0,756	13,0		84,2		0,90
„	0,767	12,9		84,0		0,81
„	0,766	13,0		84,4		0,88
„	0,773	12,9		84,2		0,86
„	0,760	12,8		85,1		0,93

Die untersuchten Benzine wiesen einen Siedebereich von 50—190° auf.

Tabelle 8.

Substanz	Spez. Gew. b. 15°	H in %		C in %		S in %
Asphalt	1,162	7,2	7,0	90,8	90,0	2,3
		7,10		90,4		
„	1,189	6,4	6,3	90,0	89,6	2,5
		6,35		89,8		
„	1,200	6,6	6,7	90,5	90,2	2,4
		6,65		90,3		
„	—	6,5	6,4	90,1	90,5	2,6
		6,45		90,3		
„	—	6,6	6,4	89,6	89,8	2,5
		6,50		89,7		
„	—	6,0	6,1	90,1	89,5	2,7
		6,05		89,8		
„	—	6,0	5,8	89,7	89,0	2,5
		5,90		89,4		

b) *Mikroverbrennungen*¹.

Tatort- und Probesubstanzen (reine Handelsprodukte).

Analysiert wurden folgende Substanzen:

- 1. 4,710 mg Subst.: 4,550 mg H₂O, 13,640 mg CO₂
 - 2. 4,549 „ „ : 4,520 „ „ , 13,940 „ „
 - 3. 2,836 „ „ : 2,700 „ „ , 8,505 „ „
 - 4. 4,760 „ „ : 4,590 „ „ , 14,385 „ „
 - 5. 4,929 „ „ : 5,530 „ „ , 15,690 „ „
 - 6. 3,178 „ „ : 3,140 „ „ , 9,445 „ „
 - 7. 2,140 „ „ : 2,610 „ „ , 6,770 „ „
 - 8. 4,649 „ „ : 5,670 „ „ , 14,690 „ „
 - 9. 4,530 „ „ : 5,790 „ „ , 13,990 „ „
 - 10. 3,802 „ „ : 5,000 „ „ , 11,900 „ „
- Zu 4. 10,080 mg Subst.: 0,305 mg BaSO₄
 „ 5. 11,280 „ „ : 0,380 „ „
 „ 6. 4,900 „ „ : 1,330 „ „

Tabelle 9.

Nr.	Substanz	Herkunft	H in %	C in %	S in %
1	Terpentinölrückstand	Tatort	10,81	79,00	—
2	Terpentinöl (Peroxydhaltig).	Vergleichung	11,12	83,60	—
3	Mineralölrückstand	Tatort	10,66	81,82	Qualitativ nachgewiesen
4	Mineralölrückstand	Tatort	10,79	82,46	0,42
5	Mineralöl	Vergleichung	12,56	86,81	0,46
6	Schwefelhaltiges Mineralöl	Tatort	11,06	81,09	3,73 !
7	Paraffinöl	Tatort	13,65	86,30	—
8	Paraffinum liquidum	Vergleichung	13,65	86,19	—
9	Kerzenrest	Tatort	14,47	85,21	—
10	Paraffinkerze	Vergleichung	14,71	85,39	—

Petroleum wurde wie folgt analysiert:

	C in %	H in %
Vergleichungs-Probe a	86,09	13,79
Vergleichungs-Probe b	85,92	14,08
Petroleumrückstand vom Tatort	86,00	14,01

Die Materialproben 3—5 enthalten neben geringen, mit Äther auslösbaren Mineralölanteilen nennenswerte Mengen *elementaren Schwefels*. Die Extrakte aus den übrigen Resten vom Brandherd wiesen teils einen ganz erheblichen Gehalt an Öl auf, das indessen nicht rein ist, sondern — wie die Elementaranalysen ergaben — Schwefel bzw. schwefelhaltige Substanz gelöst enthielt. Dieser Befund war für die Beurteilung des Brandherdes von ausschlaggebender Bedeutung.

¹ Die Mikroanalysen (S-Carius) wurden von Dr. A. Schoeller, Berlin-Schmargendorf ausgeführt.

Tabelle 10. Verteilung von Mineralöl und Schwefel im Material vom Brandherd.

Brand- schutt- proben vom Brandherd	Material	Äther- auszug, Öl in 1 kg Material g	Beschaffenheit des Öles	Licht- brechungs- exponent bei 20°	Schwefelkohlen- stoffauszug des Rückstandes in 1 kg Material g	Beschaffenheit des Verdunstungsrückstandes	Licht- brechungs- exponent bei 20°	Schwefel, %-Gehalt
1	Mörtel	3,293	Rötl. braungelb, dickflockig	1,4720	8,312	Rötliches braungelbes Öl, Vorüber- gehend leicht entflammbar. Geruch: nach verbrennendem Schwefel	1,5133	3,74
2	Mörtel	9,915	Braunrotes Öl, flüssig	1,5139	27,89 (!)	Braunrotes, flüssiges Öl. Geruch nach verbrennendem Schwefel	1,5140	3,13
3	Mörtel	0,100	Gelbes Öl, flüssig	1,5150	0,105	Schwefel, krystallisiert	—	—
4	Mörtel	0,165	Gelbes Öl, flüssig	1,5088	0,287	Schwefel, krystallisiert	—	—
5	Mörtel	0,044 (!)	Gelbes Öl, flüssig	1,5090	0,099 (!)	Schwefel, krystallisiert	—	—
6	Mörtel	0,485	Gelbes Öl, flüssig	1,5081	0,685	Gelber öliger Rückstand, der beim Stehen Schwefel auskrystalli- siert. SO ₂ -Nachweis + beim Verbrennen	1,1530	5,68
7	Mörtel	0,332	Gelbes Öl, flüssig	1,5112	0,501	Gelbes Öl, das vereinzelt Schwe- felkrystalle abscheidet. Geruch: Schwefel beim Verbrennen. SO ₂ - Nachweis +.	1,5181	4,12
8	Ölschmutz unter- halb des Brand- herdes	14,850	Braunes schmie- riges Öl	1,5170	10,003	Schwarzbraunes Öl, ohne Schwe- felabscheidung. Aber SO ₂ -Nach- weis beim Verbrennen	1,5182	2,50
9	Mörtel und Back- steine der Wand	1,001	Braunrot, dick- flüssig	1,5163	1,737	Ölig-braunrot, kein Schwefel, aber SO ₂ -Nachweis beim Verbrennen	1,5177	3,31
10	Putzlappen und Wolle aus dem Ölschmutz	3,703	Schwarzbraunes, konsistentes Öl	1,5189	Nach Abättern des Materials: kein positiver Auszug	—	—	—

9. Auffindung geringer Kerzenreste und deren Identifizierung.

a) Erkennung von Kerzenspuren durch Infrarotphotographie.

Die Aufnahmen wurden mit der Zeiss-Ikon-Contax und dem Agfa-Schwarzfilter Nr. 83 angefertigt. Stärke der Lichtquelle: 160 Watt. Belichtungsdauer: 5 Minuten.

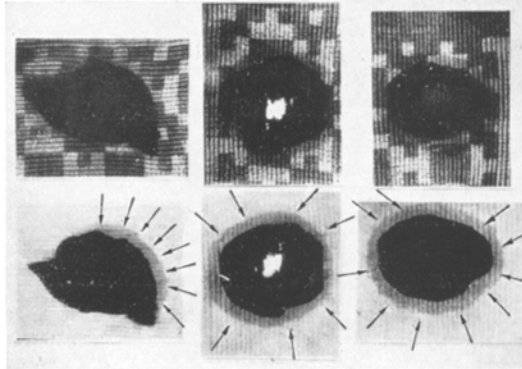


Abb. 7.

Die nachstehenden Bildübersichten veranschaulichen die Versuchsergebnisse (Abb. 7):

Den Normallichtbildern von Kerzenbrandspuren auf dem Stoffgewebe sind die entsprechenden Infrarotaufnahmen gegenübergestellt.

Wie Abb. 8 ausweist, genügen zur Erkennung der im Gewebe breit gelaufenen Kerzenspuren bereits die Kontaktabzüge der Contaxfilme.

Die Infrarotaufnahme b) — Abb. 8 — gibt einen Brandversuch ohne Kerze wieder. Die „beschattete“ Zone um die Kohlungsspur fehlt.

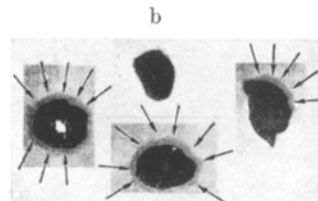


Abb. 8.

Weiteren Versuchen muß es überlassen bleiben, inwieweit die Methode des Kerzennachweises auf dem Wege der Infrarotphotographie ausgebaut und in ihrem Anwendungsbereich erweitert werden kann.

b) Ausmittlung von Kerzenresten durch Extraktion mit Normalbenzin.

Geringste Kerzenreste werden durch Extraktion mittels Normalbenzin aus Überführungsstücken wiedergewonnen. Aus der gleichen qualitativ chemischen Zusammensetzung (Verseifung, Brennpote usw.) zweier Kerzenreste kann deren Identität nicht abgeleitet werden.

Neben den allgemein üblichen Reaktionen wird zwecks Differenzierung geringer und geringster Kerzenspuren die Bestimmung der *Brechungsindices* für zweckmäßig und erforderlich erachtet.

In beiden Brandfällen war die Identität der Stearinspuren auf Grund des unterschiedlichen Lichtbrechungsvermögens auszuschließen.

Material	Brechungsindex ¹ bei 50°
<i>Brandfall 1.</i>	
Stearinspur aus Schilfstroh vom Brandherd	1,472
Stearin von der Laufspur am Backstein (Brandherd)	1,470
Stearinkerze aus Haushalt des Brandbetroffenen	1,439
<i>Brandfall 2.</i>	
Stearin aus Pappresten vom Brandherd	1,401
Stearin aus Papierresten vom Brandherd	1,400
Stearin aus Anzugstoff vom Brandherd	1,405
Stearinkerze aus dem Haushalt des Brandbetroffenen	1,438

10. Brennversuche mit bekannten Kerzensubstanzen.

Versuchsordnung: Die Versuchskerzen brannten auf Gewebe-, Holz- und Strohunterlagen ab. Teile der ursprünglichen Kerzensub-

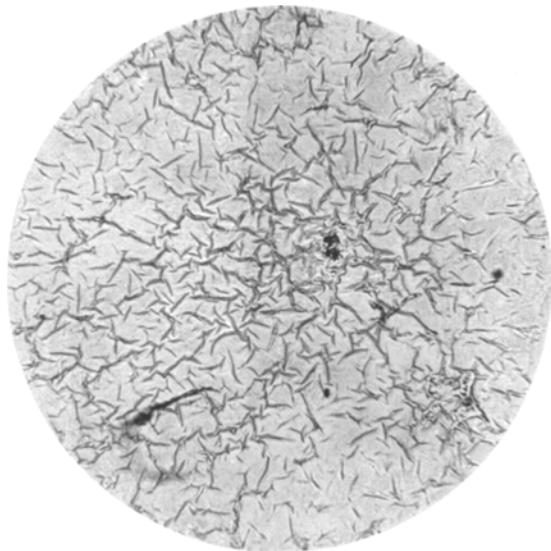


Abb. 9. Stearinkristalle nach Verdunsten des Normalbenzins.

stanz und die nach dem Niederbrennen der Kerzen aus der Umgebung der Kohlunzonen zurückgewonnenen Kerzenreste wurden zur Unter-

¹ Die Bestimmung der Brechungsindices erfolgte aus dem Grunde bei 50°, weil es von vornherein wegen der oft nur geringen Mengen ausmittelbarer Kerzenbestandteile nicht möglich ist, den Rückstand als solchen bei Zimmertemperatur mit der geforderten Genauigkeit zu bestimmen.

suchung gebracht. Die Extraktion der Brandrückstände erfolgte mittels Normalbenzin. Die nach Verdunsten des selbst rückstandslos verdampf-
baren Lösungsmittels verbleibenden Kerzenreste wurden 4 Tage lang
scharf im Exsiccator getrocknet (Abb. 9).

Daß es mitunter, vor allem dann, wenn der Extrakt zusätzlich
flüchtige Ölanteile enthält, zweckmäßig ist, den Auszug vor dem Trock-
nen 1—2 Stunden lang auf dem siedenden Wasserbad bis zur Gewichts-
konstanz zu erhitzen, sei erwähnt.

In der Übersicht sind die Ergebnisse der Brennversuche zusammen-
gestellt:

Tabelle 11.

Substanz	Unterlage beim Versuch	Farbe der Kerze	n_D^{50} der ursprünglichen Kerzensubstanz	Extrakt Farbe nach Ausmittlung der Kerzenreste	n_D^{50} der Kerzenreste
Stearin	Stoffgewebe (Tep- pich)	farblos	1,4415	gelblich	1,4415
Stearin	Stoffgewebe (Tep- pich)	rötlich	1,4390	gelblich	1,4392
Stearin	Stoffgewebe (Tep- pich)	grün	1,4385	gelblich	1,4385
Paraffin	Fichtenholz . . .	farblos	1,4380	farblos	1,4385
Paraffin	Fichtenholz . . .	farblos	1,4475	farblos	1,4480
Stearin	Stroh.	farblos	1,4480	gelblich	1,4480
Stearin	Stroh.	farblos	1,4385	gelblich	1,4390

Die Untersuchungen sind der Habilitationsschrift Dr. *Specht*, Jena 1936 „Die
naturwissenschaftliche Kriminalistik im Dienste der Brandermittlung“ ent-
nommen.

Literaturverzeichnis.

- ¹ *Baumert, G.*, Lehrbuch der gerichtlichen Chemie. 1 u. 2. Braunschweig
Verlag Vieweg 1907. — ² *Dangl*, Arch. Kriminol. 88, H. 1, 2, 75. — ³ *Dennstedt, M.*,
Chemie in der Rechtspflege. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1910. —
⁴ *Eggert*, Naturwiss. 1935, Nr 477, 291. — ⁵ *Emich, F.*, Lehrbuch der Mikrochemie.
München: Verlag Bergmann 1926. — ⁶ *Fischer, H.*, Die physikalische Chemie in
der gerichtlichen Medizin und in der Toxikologie mit spezieller Berücksichtigung
der Spektrographie und der Fluoreszenzmethoden. Zürich 1925. — ⁷ *Gmelin-Kraut*,
Handbuch der anorganischen Chemie. 1909. — ⁸ *v. Grafe*, Handbuch der orga-
nischen Warenkunde. 4, 2 (1928) — Technologie der Konservierungsverfahren
der Kohle und des Erdöles (Dolch-Halle, Grafe-Wien, Singer-Wien). — ⁹ *Gutbier, A.*,
Lehrbuch der qualitativen Analyse. Stuttgart: Verlag Witter 1921. — ¹⁰ *Hof-
mann, K. A.*, Lehrbuch der anorganischen Chemie. 5. Aufl. Braunschweig: Verlag
Vieweg 1924. — ¹¹ *Holde, D.*, Kohlenwasserstofföle und Fette. 7. Aufl. Heraus-
gegeben mit W. Bleyberg. Berlin 1933. — ¹² *Kohlrausch*, Lehrbuch der prak-
tischen Physik. 1930. — ¹³ *Künkele, F.*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. 26, 188 (1936). —
¹⁴ *Lommel, E.*, Lehrbuch der Experimentalphysik. Leipzig: Barth 1923. — ¹⁵ *Löwe*,
F., Techn. Fortschr. Bd. 4 (1933). — ¹⁶ *Medinger*, Arch. Kriminol. 90, H. 1, 2, 1. —

¹⁷ *Mezger-Schöninger-Böhringer*, Arch. Kriminol. **91**, H. 5, 6, 208. — ¹⁸ *Müller-Skjold* u. *H. Schmitt*, Z. angew. Chem. **35**, 637 (1936). — ¹⁹ *Ost, H.*, Chemische Technologie. 15. Aufl. Leipzig: Verlagsbuchhandlung 1926. — ²⁰ *Roth, W. A.*, Physikalisch-chemische Übungen. Leipzig: Verlag Voß 1928. — ²¹ *Rückriem*, Kriminal. Mh. **9**, H. 9, 195 (1935). — ²² *Rzymkowsky*, Naturwiss. **23**, 610 (1935). — *Fröhlich, A.*, Dtsch. Drucker **1935**, Nr 477, 291. — ²³ *Schatz, W.*, Handblätter für die Ermittlung von Brandursachen bzw. Brandstiftungen. H. 1 u. 2. Langensalza: J. Beltz 1932. — ²⁴ *Schatz, W.*, Arch. Kriminol. **94**. — ²⁵ *Specht, W.*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **26**, 351 (1936). — ²⁶ *Tramm, K. A.*, Brandstiftung und Brandursachen. Die Technik ihrer Ermittlung. Thür. Landesbrandversicherungsanstalt 1934. — ²⁷ *Treadwell*, Lehrbuch der analytischen Chemie. II. Quantitative Analyse. Leipzig-Wien: Verlag Deutzke 1923. — ²⁸ *Warburg*, Lehrbuch der Experimentalphysik. Tübingen: Verlag Mohr 1920.

(Aus der Universitätsanstalt für Gerichtliche Medizin und Naturwissenschaftliche Kriminalistik Jena. — Direktor: Prof. Dr. *G. Buhtz.*)

Psychologische Beiträge zur Aufklärung von Doppelbränden¹.

Von

Dr. habil. **Walter Specht**, Jena,
Chemiker der Anstalt.

Mit 6 Textabbildungen.

Besonders schwierig, aber zugleich nicht weniger reizvoll als bei gewöhnlichen Brandfällen gestaltet sich die Tätigkeit des naturwissenschaftlich-kriminalistisch arbeitenden Chemikers, wenn es gilt, die Frage zu klären, von welcher Stelle aus ein Feuer, dem zwei oder mehrere aneinandergrenzende Gehöfte zum Opfer fielen, den Ausgang genommen hatte.

Besteht der begründete Verdacht der vorsätzlichen Brandstiftung, so muß bei der Aufklärung von Doppelbränden mit folgenden Möglichkeiten der Brandlegung gerechnet werden:

1. Hat das Feuer auf natürlichem Wege von einem Gehöft auf das andere übergegriffen ?

2. War die Brandlegung derart vorbereitet, daß die betroffenen Anwesen etwa zu gleicher Zeit in Flammen stehen mußten ?

Die Bearbeitung und Untersuchung mehrerer Brandfälle der vergangenen Jahre boten mir Gelegenheit, diesen bisher meines Wissens noch nicht erörterten Fragestellungen nachzugehen.

Die unter 1. erwähnte Möglichkeit der Brandlegung ist hinreichend bekannt. Ich kann mich daher im Rahmen dieser Ausführungen auf die

¹ In Anlehnung an einen Vortrag, gehalten auf der Tagung der Dtsch. Ges. f. gerichtl. u. soz. Med., im September 1936 in Dresden.