

glaubt, die Rechtsdrehung des nicht rektifizierten Vetiveröles durch die Anwesenheit von geringen Mengen Harz erklären zu können, da dieses die außerordentlich hohe Drehung +488,04° zeigt.

Neue Öle. *Calycanthus floridus* L., ein kleiner wohlriechender nordamerikanischer Strauch enthält in den Blättern und Zweigen ein Öl, das Miller, Taylor und Eskew⁷⁶⁾ destilliert haben. Es enthält viel Cineol, ferner d- und l- α -Pinen, Borneol, Linalool (?), Bornylacetat, Salicylsäure, veresterte Essigsäure und Ameisensäure. — Das Öl der früher in Japan offiziellen Labiate *Elsholtzia cristata* Willd. bildet nach Asahina und Murayama⁷⁷⁾ eine leicht bewegliche Flüssigkeit, deren Geruchsträger ein Keton $C_{10}H_{14}O_2$ ist, das Verfasser Elsholtziaketon nennen. Es hat alle Eigenschaften eines Furanderivats. Es ist wohl gekennzeichnet durch Semicarbazone, Oxim, durch den Abbau zu Isovaleriansäure und durch Überführung in Elsholtziäsäure, $C_6H_8O_3$, die bei der Einwirkung von Amylnitrit und Natrium entsteht. — Das Öl von *Eupatorium serotinum*, einer im östlichen Nordamerika vorkommenden Composite, ist von Miller⁷⁸⁾ beschrieben worden. Es scheint hauptsächlich aus Sesquiterpenen zu bestehen. — Zahlreiche neue Fichten nadöl hat Schorger⁷⁹⁾ dargestellt. Es sind dies die Öle aus den Nadeln von *Pinus heterophylla* Ell., *P. palustris* Mill., *P. ponderosa* Laws., *P. Lambertiana* Dougl., *P. Sabiniana* Dougl., *P. contorta* Loud., *Abies concolor* Parry und *A. magnifica* Murr. Auch aus den Rinden einiger dieser Nadelbäume hat Schorger das Öl destilliert. Die Bestandteile sind im allgemeinen dieselben wie die der europäischen Fichtennadelöle; einige sind sehr reich an β -Pinen. Interessant ist die Tatsache, daß im Nadelöl von *Pinus Sabiniana* nur 3% Heptan vorkommt, während das Terpentinöl dieses Nadelbaumes fast nur aus Heptan besteht. Die Nadelöle von *Pinus heterophylla*, *P. palustris* und *P. ponderosa* sind auch von Schimmel & Co.⁸⁰⁾ untersucht worden. In den zwei erstgenannten Ölen fanden sie einen nach Laurinaldehyd riechenden Körper. — Als Hauptbestandteil scheint nach Francesconi und Sernagiotto⁸¹⁾ das Öl von *Helichrysum saxatile* einen sauerstoffhaltigen Sesquiterpenkörper zu enthalten. — Aus den Knollen von *Kaempferia Ethelae* J. M. Wood, einer in Transvaal wildwachsenden Zingiberacee, haben Gouling und Roberts⁸²⁾ ein Öl destilliert, das aus 93% leichtem und 7% schwerem Öl besteht. Berechnet auf das Gesamtöl sind die Bestandteile: 21,8% Terpene, unter denen Dipenten und vermutlich auch Pinen, 17% Cineol, 11,2% Alkohole, unter denen Linalool, 1,3% Ester, unter denen Methylanthranilsäuremethylester, 35% hochsiedende Anteile, vermutlich hauptsächlich Sesquiterpene und 13% eines neuen Ketons $C_{24}H_{28}O_4$ vom F. 102° und $[\alpha]_D +198^{\circ}20'$ in Chloroform. Von dem Keton wurden ein Hydroxylaminoxim, ein Oxim und eine Benzoylverbindung dargestellt. Beim Kochen mit alkoholischer Kalilauge bildet es ein amorphes Pulver vom F. 200°. — Im Öl von *Ocimum pilosum* Roxb. hat Baduri⁸³⁾ als Bestandteile erkannt: 41% Citral, 34% Citronellal, ferner Cineol, Limonen, Thymol und hochsiedende Anteile vom Kp. 205 bis 230°. Die frischen, nicht aber die getrockneten Samen sollen ölhaltig sein. Das Öl riecht wie Lemongrasöl. — Eine Eigentümlichkeit des von Schorger⁸⁴⁾ beschriebenen Holzöles der Portofordeder (*Chamaecyparis Law-*

soniana Parl.) ist die, daß die Dämpfe eine starke Reizwirkung auf die Nieren ausüben, so daß das Holz nie längere Zeit hintereinander in den Sägemühlen verarbeitet werden kann. Das Öl enthält ca. 60—61% d- α -Pinen, ferner ca. 7% Dipenten, 11% freies l-Borneol, 11,5% Bornylacetat, 7% Cadinene und freie Ameisen-, Essig- und Caprinsäure. Das frisch dargestellte Öl hinterläßt bei der Destillation einen roten Rückstand; ein Öl, das 4 Jahre alt war, hinterließ, nachdem es mit Soda behandelt und über Soda mit Wasserdampf destilliert war, keinen roten Rückstand und reizte auch die Nieren nicht mehr. — Im Terpentinöl der in Florida einheimischen *Pinus clausa* Sarg. hat Schorger⁸⁵⁾ 10% l- α -Pinen, 10% l-Camphen und 75% l- β -Pinen nachgewiesen. Aus diesem Öl kann das β -Pinen leicht in reinem Zustande gewonnen werden. — Als Neuheiten erwähnen Schimmel & Co.⁸⁶⁾ Copalilloöl, Öl aus Dozkraut, Öle von *Hernandia peltata*, Himalaya-Cedernöl, Öl von *Libocedrus decurrens*, Öl von *Melaleuca hypericifolia*, Öl von *Melaleuca leucadendron* var., Mutternelkenöl und Yamanikkeirindenöl. Das *Hernandia*öl war schon früher unter dem Namen falsches Campherholzöl beschrieben worden. Es hat sich herausgestellt, daß *Hernandia peltata* Meissn. die Stammpflanze ist. Das Himalaya-Cedernöl enthält vielleicht dasselbe Keton wie das Atlas-Cedernöl. Im Öl von *Libocedrus decurrens* waren l- α -Pinen und vielleicht auch β -Pinen vorhanden. Im Mutternelkenöl kommt neben Eugenol ein festes Phenol vom F. 44—44,5° vor. Das Yamanikkeirindenöl war campherhaltig. [A. 98.]

Die Eigenschaften des technischen Porzellans der Berliner königlichen Porzellan-Manufaktur.

(Mitteilung der chemisch-technischen Versuchsanstalt bei der königlichen Porzellan-Manufaktur in Charlottenburg.)

Von Dr. REINHOLD RIEKE.

(Eingeg. 7.S. 1915.)

Das früher vorwiegend zu Kunst- und Gebrauchsgegenständen verarbeitete Hartporzellan ist mit der Zeit immer mehr ein unentbehrliches Material der Technik geworden. Nicht nur in wissenschaftlichen und technischen Laboratorien finden Schalen, Tiegel, Kasserollen, Röhren u. dgl. aus Porzellan häufige Verwendung, sondern auch die Elektrotechnik bedarf immer größer werdender Mengen von Porzellangegenständen in den verschiedensten Formen und in oft nicht unbeträchtlichen Abmessungen als Isolationsmaterial. Die chemische Industrie stellt ferner stets wachsende Anforderungen an Größe und Haltbarkeit der von ihr benötigten Schalen, Kessel, Rohre usw.

In vielen Fällen, namentlich wenn es sich um die Verwendung von Porzellangeräten zur Ausführung wissenschaftlicher Versuche handelt, ist eine nähere Kenntnis der physikalischen Eigenschaften des Porzellans erforderlich. Die verschiedentlich ausgeführten Messungen derselben finden sich in der Literatur zerstreut, so daß es oft schwierig ist, sich die gewünschten Daten zu beschaffen. Vielfach sind auch die Beobachtungen an den Fabrikaten verschiedener Fabriken angestellt. Es ist jedoch nicht statthaft, an irgendeinem Porzellan gemessene Konstanten ohne weiteres auf andere Porzollane zu übertragen, da die stets vorhandenen Unterschiede in der Zusammensetzung und der Brenntemperatur immerhin die Eigenschaften mehr oder weniger beeinflussen. Selbst die Art der Formgebung (Formen, Gießen, Pressen) kann unter Umständen Einfluß auf die Eigenschaften sein, doch soll hier von diesen meist untergeordneten Verschiedenheiten abgesehen werden.

Für viele Zwecke hat sich gerade das technische Porzellan der Berliner königlichen Porzellan-Manufaktur sehr gut bewährt, und es mögen daher die bisher näher untersuchten Eigenschaften desselben nach den neueren, zum Teil in unserem Institut ausgeführten Messungen hier kurz zusammengestellt werden.

⁷⁶⁾ J. Am. Chem. Soc. **36**, 2182 [1914]; Angew. Chem. **28**, II, 85 [1914].

⁷⁷⁾ Ar. d. Pharmacie **252**, 435 [1914]; Angew. Chem. **27**, II, 658 [1914].

⁷⁸⁾ Bull. Univ. Wiscons. Nr. 693 [1914]; Angew. Chem. **28**, II, 426 [1915].

⁷⁹⁾ J. Ind. Eng. Chem. **6**, 723, 809, 893 [1914]; **7**, 24 [1915]; Angew. Chem. **28**, II, 147, 242, 426 [1915].

⁸⁰⁾ Ber. Schimmel April 1915, 27; Angew. Chem. **28**, II, 381 [1915].

⁸¹⁾ Chem. Zentralbl. 1915, I, 835.

⁸²⁾ J. Chem. Soc. **107**, 314 [1915]; Angew. Chem. **28**, II, 426 [1915].

⁸³⁾ J. Am. Chem. Soc. **36**, 1772 [1914]; Angew. Chem. **27**, II, 658 [1914].

⁸⁴⁾ J. Ind. Eng. Chem. **6**, 631 [1914]; Angew. Chem. **28**, II, 84 [1915].

⁸⁵⁾ J. Ind. Eng. Chem. **7**, 321 [1915].

⁸⁶⁾ Ber. Schimmel April 1915, 53; Angew. Chem. **28**, II, 381 [1915].

Das Berliner technische Porzellan hat eine schwach graugelbliche Färbung, die besonders bei glasierten Stücken sichtbar ist und beim Erhitzen an Intensität zunimmt; beim Erkalten tritt die ursprüngliche Farbe wieder auf.

Die Dicthe, die während des Brennvorganges beständig abnimmt, beträgt bei dem verglüheten, bei etwa 950° gebrannten Porzellan 2,64, bei dem fertiggebrannten (bei ca. 1420°), unglasierten Porzellan bei 16° 2,465.

Für die chemische Zusammensetzung, die natürlich von der nie ganz konstanten Zusammensetzung der verwendeten Rohmaterialien abhängt, können im allgemeinen folgende Mittelwerte angenommen werden:

67,5% SiO₂, 26,6% Al₂O₃, 0,8% Fe₂O₃, 0,4% TiO₂, 0,4% CaO, 0,3% MgO, 3,3% K₂O und 0,7% Na₂O.

Messungen der mechanischen Eigenschaften liegen nur spärlich vor. Nach E. Rosenthal¹⁾ beträgt die Druckfestigkeit des Berliner technischen Porzellans, geprüft an Würfeln von 2,5 cm Kantenlänge, im Mittel etwa 4200 kg/qcm. Werte für die Zug- und Biegungsfestigkeit liegen bisher noch nicht vor, doch dürften dieselben wohl nicht wesentlich verschieden sein von den z. B. für Hernsdorfer Porzellan²⁾ ermittelten Werten, nämlich 1300—2000 kg/qcm für die Zugfestigkeit und im Mittel etwa 500 kg/qcm für die Biegungsfestigkeit.

Auch die Elastizitätskonstanten des Berliner Porzellans sind noch nicht ermittelt. Der Elastizitätsmodul, der sich nur annähernd bestimmen lässt, liegt bei Hernsdorfer Porzellan²⁾ zwischen 5000 und 7000, bezogen auf Kilogramm und Quadratmillimeter. Es ist kaum anzunehmen, daß derjenige des Berliner Porzellans wesentlich von diesen Werten abweicht.

Die absolute Wärmeleitfähigkeit, d. h. diejenige Wärmemenge in Calorien, welche in 1 Sec. durch eine Fläche von 1 qmm geht, an der das Temperaturgefälle 1° herrscht, ist ebenfalls noch nicht genau gemessen; sie ist etwas größer als bei Glas und kann in Anlehnung an die bei ähnlichen Materialien gefundenen Werte vorläufig zu etwa 0,002—0,004 angenommen werden.

Die mittlere spezifische Wärme in zwei verschiedenen Temperaturbereichen wurde neuerdings von W. Steger³⁾ bestimmt. Sie beträgt bei dem unglasierten Porzellan zwischen 20 und 200° 0,202 und zwischen 20 und 400° 0,221.

Der Wärmeausdehnungskoeffizient, der früher schon gemessen war, wurde kürzlich von mir nochmals bestimmt⁴⁾, und zwar an unglasierten Stäben von etwa 50 cm Länge. Die gefundenen Werte sind:

$$\begin{aligned} \text{zwischen } 23^\circ \text{ und } 200^\circ &= 0,000\ 003\ 43 \\ \text{„ } 23^\circ \text{ „ } 400^\circ &= 0,000\ 003\ 53 \\ \text{„ } 23^\circ \text{ „ } 600^\circ &= 0,000\ 003\ 55 \\ \text{„ } 23^\circ \text{ „ } 700^\circ &= 0,000\ 003\ 56 \end{aligned}$$

F. Henning⁵⁾ fand für den Ausdehnungskoeffizienten des Berliner Porzellans

$$\begin{aligned} \text{zwischen } -191^\circ \text{ und } 16^\circ &- 0,000\ 001\ 77 \\ \text{„ } 16^\circ \text{ „ } 250^\circ &= 0,000\ 003\ 36 \\ \text{„ } 16^\circ \text{ „ } 500^\circ &= 0,000\ 003\ 64 \\ \text{„ } 16^\circ \text{ „ } 1000^\circ &= 0,000\ 004\ 34 \end{aligned}$$

Der Ausdehnungskoeffizient ist also nicht nur absolut kleiner als bei den üblichen Gläsern, sowie bei Steingut und verschiedenen hochfeuerfesten Massen, wie z. B. der Marmoquardtschen Masse und der Magnesia der Berliner Manufaktur, sondern auch die Zunahme mit der Temperatur ist eine geringere als bei den genannten Massen. Porzellangeräte vertragen daher einen ziemlich schroffen Temperaturwechsel, ohne zu zerspringen. So können z. B. Tiegel aus Berliner

¹⁾ Noch nicht veröffentlichte Beobachtung.

²⁾ R. b. M. Fries, Das Porzellan als Isolier- und Konstruktionsmaterial in der Technik. Porzellanfabrik Hermsdorf-Klosterlausitz S.-A. 1904.

³⁾ W. Steger, Silikat-Zeitschrift 2, Nr. 3 [1914].

⁴⁾ R. Rieke, Keramische Rundschau 22, 143. [1914].

⁵⁾ F. Henning, Annalen der Physik und Chemie [4], 22 631, [1907].

Porzellan ohne vorheriges allmähliches Anwärmen direkt auf dem Bunsenbrenner oder vor dem Gebläse gegläut werden, und größere Kasserollen mit Flüssigkeit können ebenfalls ohne Anwendung eines Asbestdrahtnetzes über direkter Flamme erhitzt werden. Gegenstände mit sehr ungleichmäßiger Wandstärke sind natürlich wegen der geringen Wärmeleitfähigkeit empfindlicher gegen plötzlichen Temperaturwechsel.

Genaue Angaben über die Erweichungstemperatur des Berliner Porzellans lagen bisher noch nicht vor, weshalb ich einige dahin zielende Versuche anstelle.

Gargebranntes Hartporzellan besteht aus einer glasigen, kalihaltigen, tonerde- und kieselsäurereichen Grundmasse, in der neben einzelnen ungelösten Quarzkörnchen und kleinen Luftblaschen zahlreiche feine Sillimanitnadeln eingebettet sind. Infolge des Überwiegens der glasigen Grundmasse verhält sich Porzellan in mancher Beziehung wie ein Glas, d. h. wie eine unterkühlte Flüssigkeit von sehr großer innerer Reibung. Eine bestimmte Erweichungs- oder Schmelztemperatur kann daher nicht angegeben werden. Je nach Form und Größe der Gegenstände, sowie der Dauer der Wärmeeinwirkung kann früher oder später eine Deformation infolge von Viskositätsverringerung eintreten. Durch einen einfachen Versuch konnte ich feststellen, daß eine merkliche Deformation unter besonders ungünstigen Umständen schon bei verhältnismäßig niedriger Temperatur eintreten kann.

Ein 6 mm dicker Stab aus unglasiertem Berliner Porzellan wurde horizontal an dem einen Ende fest eingespannt, während das freie, 80 cm lange Ende auf einer Strecke von etwa 20 cm in einem Heraeusofen erhitzt wurde. Das aus dem Ofen herausragende Stück war 50 cm lang. Eine etw^aige Durchbiegung des Stabes infolge beginnender Erweichung konnte an einer hinter dem freien Ende angebrachten Millimeterteilung abgelesen werden. Bei den einzelnen Versuchen wurde die Temperatur schnell bis zur gewünschten Höhe gesteigert und dann konstant gehalten. Die Ergebnisse waren folgende:

Temperatur	Dauer der Erhitzung in Minuten	Durchbiegung, abgelesen an der Senkung des Stabendes in mm
530—550°	60	0
600—610°	30	2,0
600—610°	60	4,0
700—710°	30	1,9
700—710°	60	3,9
800°	30	4,5
880—900°	30	14,0
1100°	2	20,0
1100°	4	41,0

Schon bei 600° beginnt also eine wenn auch sehr lange und geringe Durchbiegung; bei 800° ist dieselbe schon wesentlich größer: das Ende des Stabes senkte sich in 30 Minuten um fast 0,5 cm, bei 900° sogar schon um fast 1,5 cm und bei 1100° in der Minute um 1 cm.

Trotz dieser schon weit unter 1000° merkbaren Erweichung können Porzellangeräte, wie Rohre, Tiegel u. dgl. wenn sie in geeigneter Weise gestützt und nicht ungünstig belastet sind, selbst bis zu 1400° und darüber Verwendung finden.

Der Kegelschmelzpunkt des Berliner Porzellans liegt bei etwa Segerkegel 30—31 (ca. 1680°), d. h. bei dieser Temperatur schmilzt ein kleiner Kegel aus Porzellanmasse nach Art der Segerkegel um.

Genauere Angaben über die Temperatur, bei welcher die Glasur erweicht, sind bisher auch noch nicht gemacht. Nach meinen Beobachtungen tritt ein deutliches Erweichen der Glasurschicht bei etwa 950° ein, d. h. bei dieser Temperatur fangen glasierte Gegenstände, wenn sie sich berühren, deutlich an, zusammenzukleben. Bei 800 und 900° konnte ich diese Erscheinung noch nicht beobachten. Dünne Stäbchen aus reiner, glasig geschmolzenen Hartporzellanglasur lassen sich natürlich vor dem Gebläse wie auch im gewöhnlichen Bunsenbrenner biegen oder zu dünnen Spitzen ausziehen.

Für viele Zwecke, für welche besonders Porzellanrohre verwendet werden, ist die Frage der Gasdurchlässigkeit von Bedeutung. Gutes, gargebranntes Porzellan enthält zwar mikroskopische Luftbläschen, aber keine offenen Poren mehr, wovon man sich am einfachsten überzeugen kann, indem man eine frische Bruchfläche mit einer organischen Farbstofflösung befeuchtet und diese nach kurzer Einwirkung abspült. Ein Eindringen der Farbstofflösung in den Scherben findet hierbei nicht statt. Bei gewöhnlicher Temperatur ist sowohl das unglasierte als auch das glasierte Porzellan vollkommen gasdicht und kann daher auch dauernd evakuiert werden. Für manche Arbeiten ist es jedoch notwendig, daß diese Gasdichtigkeit auch bei höheren Temperaturen erhalten bleibt. Um festzustellen, wie weit man Berliner Porzellan in dieser Richtung beanspruchen kann, erhitzte ich ein glasiertes, einseitig geschlossenes Rohr von 2,5 mm Wandstärke und 20 mm äußerem Durchmesser in einem Heraeusofen, indem ich es gleichzeitig auf 30 mm Quecksilberdruck evakuierte. Sowohl bei 1200° als auch bei 1300° blieb das Manometer nach dem Evakuieren eine Viertelstunde lang konstant; das Rohr erwies sich also bei diesen Temperaturen als vollkommen gasdicht. Als die Temperatur dann allmählich gesteigert wurde, wurde das Rohr bei etwa 1400° plötzlich durch den äußeren Überdruck zusammengedrückt. Hiernach können also nicht zu dünnwandige Rohre noch bei 1300° und darüber längere Zeit in evakuiertem Zustande Verwendung finden. Ohne Überdruck sind sie auch noch bis wenigstens 1400° bei vollkommener Gasdichtigkeit verwendbar, z. B. als Pyrometer-schutzrohr u. dgl.

Von Interesse sind schließlich noch die elektrischen Eigenschaften. Die elektrische Leitfähigkeit von Porzellan ist bei gewöhnlicher Temperatur äußerst gering. Der unter Umständen bis zu $100 - 200 \cdot 10^{10}$ Megohm/cm betragende Widerstand sinkt jedoch ziemlich schnell mit steigender Temperatur. Die Leitfähigkeit ist bei 80° schon etwa 300—400mal so groß wie bei 16°.

Von etwa 300° an läßt sich eine deutliche elektrolytische Stromleitung durch unglasiertes Berliner Porzellan nachweisen⁶.

Die elektrische Leitfähigkeit, d. h. der reziproke Wert des in Ohm ausgedrückten Widerstandes von einem Zentimeterwürfel beträgt nach Dietrich⁷) bei 97,5° $0,25 \cdot 10^{-12}$, bei 189° $0,26 \cdot 10^{-11}$ und nach K. M. Goodwin und R. D. Mailley⁸) bei 400° $0,05 \cdot 10^{-6}$ und bei 1000° $1 \cdot 10^{-6}$.

M. v. Pirani und W. v. Siemens⁹) fanden bei 727° einen Widerstand von $1,7 \cdot 10^4$ Ohm/qcm/cm, also eine Leitfähigkeit von $6 \cdot 10^{-5}$.

Die elektrische Durchschlagsfestigkeit wurde in neuester Zeit von E. Rosenthal¹⁰) bestimmt. Er fand, daß Platten aus unglasiertem Berliner Porzellan von 2,5 mm Dicke im Mittel erst bei etwa 40 000 Volt Spannung durchschlagen wurden.

H. Starke¹¹) stellte die Dielektrizitätskonstante zu 5,73 fest. Feldspatreichere Weichporzeliane weisen nach seinen Beobachtungen höhere Werte auf; so z. B. das bei Segerkegel 9 (etwa 1280°) gebrannte Segerporzellan der Versuchsanstalt beider Berliner Porzellan-Manufaktur 6,61 und ein noch feldspatreicheres Figurenporzellan 6,84. [A. 95.]

⁶⁾ F. Haber, A. Rieff und P. Vogt, Z. anorg. Chem. **57**, 154—173 [1908].

⁷⁾ Dietrich, Physikal. Ztschr. **11**, 187 [1910].

⁸⁾ R. M. Goodwin und R. D. Mailley, Phys. Rev. **27**, 322 [1908].

⁹⁾ M. von Pirani und W. von Siemens, Z. f. Elektrochem. **13**, 969 [1907].

¹⁰⁾ E. Rosenthal, noch nicht veröffentlichte Versuche.

¹¹⁾ H. Starke, Wied. Ann. **60**, 629 [1897].

Über den Nachweis angreifender Kohlensäure.

Von L. W. WINKLER, Budapest.

(Eingeg. 8/7. 1915.)

Neuere Untersuchungen zeigten, daß durch die allenfalls vorhandene „aggressive Kohlensäure“ die angreifenden Eigenschaften des Wassers auf Leitungsröhren, Mörtel usw. verursacht werden¹⁾. Zum Nachweis angreifender Kohlensäure möchte ich folgende, zur Voruntersuchung natürlicher Wässer bestimmte Probe in Vorschlag bringen:

Eine frischgeschöpfte klare Wasserprobe von etwa 100 ccm wird mit 2 Tropfen (0,1 ccm) Kupfervitriol-Lösung (10 g CuSO₄ · 5 H₂O in dest. Wasser auf 100 ccm gelöst) gemengt. Ist keine angreifende Kohlensäure zugegen, so trübt sich die Flüssigkeit, und zwar je nachdem ein Wasser von bedeutender oder geringer Carbonathärte vorliegt, tritt die Trübung entweder sofort oder in etwa einer Minute ein. Es gelangt nämlich Kupfercarbonat zur Ausscheidung. In Gegenwart angreifender Kohlensäure bleibt dagegen die Flüssigkeit wenigstens 10 Minuten lang klar. Ist angreifende Kohlensäure in etwas reichlicherer Menge vorhanden, so wird man auch nach einigen Stunden keine Trübung beobachten können, wenn man den Versuch in einer mit dem Wasser vollgefüllten Glasstopfelflasche vornimmt. Es bildet sich nämlich Kupferhydrocarbonat, welches im Wasser gelöst bleibt. Wird die klare Flüssigkeit durch Umschütten aus einem Becherglas in das andere mit Luft in innige Berührung gebracht, so trübt sie sich allmählich, da die angreifende Kohlensäure entweicht. Sollte das mit Kupfervitriol-Lösung versetzte natürliche Wasser auch nach dem Lüften klar bleiben, so ist eine andere, nicht flüchtige Säure (Humussäure) zugegen, oder das Wasser enthält in großer Menge organische Stoffe.

Die beschriebene Probe mit Kupfervitriol ist aber zur Untersuchung eines sehr weichen Wassers (von etwa 2° Carbonathärte an) weniger geeignet, da in diesem Falle die Trübung verspätet eintritt; bei Wässern, deren Carbonathärte unter 0,5° liegt, versagt sie ganz. Für die Untersuchung sehr weicher Wässer eignet sich dagegen folgende Probe:

Man mengt zu der Wasserprobe von 100 ccm 10 Tropfen weingeistige Alizarinlösung²⁾ und beobachtet die Farbe der Flüssigkeit:

	Angreifende Kohlensäure
Bläulichrot	keine zugegen
Kupferrot	in geringen Mengen
Rötlichgelb	ziemlich viel
Reingelb	reichlich zugegen.

Wird die rote oder gelbe Flüssigkeit mit erneuter Luft öfters in innige Berührung gebracht, so färbt sie sich allmählich bläulichrot (s. w. o.). Bei der Untersuchung eines Wassers von bedeutender Carbonathärte werden mit dieser Probe nur größere Mengen angreifender Kohlensäure gefunden. In diesem Falle ist die Probe mit Kupfervitriol die geeigneter, da sie empfindlicher ist.

Die angegebenen, sich gegenseitig ergänzende Proben könnten sich besonders bei der Untersuchung des Wassers an der Entnahmestelle bewähren; sie dienen zur Orientierung. Ein endgültiges Urteil kann nur auf Grundlage quantitativer Untersuchungen gefällt werden. [A. 84.]

¹⁾ Vgl. Dr. J. Tillmanns und O. Heublein: Über die kohlensäuren Kalk angreifende Kohlensäure der natürlichen Wässer (Gesundheits-Ingenieur 1912, Nr. 34) und Dr. Hartwig Klut: Metalle und Mörtelmaterial angreifende Wässer (Hygienische Rundschau 1915, Nr. 6 und 7).

²⁾ 1 g trockenes Alizarin (Kahlbaum) wird mit 100 ccm starkem Weinbrand öfters durchgeschüttelt; die trübe Flüssigkeit wird tags darauf filtriert.