



**Lexikon der gesamten Technik und ihrer  
Hilfswissenschaften**

**Lueger, Otto**

**Stuttgart [u.a.], [1909]**

Q

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-84066](https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:hbz:466:1-84066)

Q

als Abkürzung bei Flächenmaßen qkm = Quadratkilometer, qm = Quadratmeter, qcm = Quadratzentimeter, qmm = Quadratmillimeter; im Griechischen (z) als Zahlzeichen für 90, im Lateinischen an Stelle von D (selten) für 500.

**Quader, Quaderformation, Quaderfandstein**, im allgemeinen, die obere Kreideformation in meist sandiger und mergeliger Ausbildung, vornehmlich im östlichen Deutschland (Sachsen, Schlesien, Böhmen).

Das Hauptgestein ist der eigentliche Quadersandstein (Elbsandstein), der drei Abteilungen hat:

1. Unterer Quadersandstein, dem Cenoman angehörig. Weiß, feinkörnig, mit tonigem Bindemittel, einzelnen Glimmerflocken; meist nur zu rauhem Mauerwerk verwendet. Die schleiflichen Quaderfandsteine von Wartha bei Bunzlau, von der Heufcheuer (Wünschelburg, Friedrichsgrund, Albendorf, Cudowa u. f. w.), Langenau u. f. w. sind im allgemeinen mittel- bis grobkörnig, fester und werden, denjenigen von Posta ähnlich, als Werksteine bei Hoch- und Brückenebauten in großem Maß verwendet. Sandsteine von Alt-Wartha besitzen 2,0 Raumgewicht, nehmen 7,8 % Wasser auf und zeigen eine Druckfestigkeit von 500–600 kg pro Quadratzentimeter.

2. Mittlerer Quaderfandstein, den vorigen unmittelbar überlagernd oder von ihm durch Grünsandstein getrennt, dem Turon angehörig. Mittel- bis feinkörnig, letztere Art der sogenannte Cottaer Bildhauerfandstein, vielleicht der am meisten verwertete Bausandstein Deutschlands. Sehr gleichmäßig feinkörnig (Korngröße 0,1—0,2 mm), graulichweiß; rein toniges, selten etwas kalkiges Bindemittel; meist nur Körner von Quarz, untergeordnet folche von Muskovit, kaoliniertem Feldspat u. f. w. enthaltend. Des tonigen Bindemittels halber weich und leicht zu bearbeiten. Manche locker gebundene oder an kohligen Beimengungen reichere Stellen vermindern die Tragfähigkeit. Unter dem Einfluß von Schnee, Tau und Verbrennungsgasen aus Schornsteinen, be besonders von schwefeliger Säure in großen Fabrikstädten, wird der geringe Kalkgehalt aufgelöst, das Gestein gelockert und der Verwitterung entgegengeführt. Raumgewicht 2,2—2,5; Druckfestigkeit 200—300 kg pro Quadratzentimeter; Wäleraufnahme 8—10 %. Beschaffenheit des Kornes und Kalkgehalt wechseln in den einzelnen Bänken, damit auch Verwendbarkeit und Wetterbeständigkeit. Verwendung zu feinen Bildhauerarbeiten und allen Arten von Werksteinen in den Brüchen des Gottleubatales von Cotta und Dohma. Die groben, kieselig gebundenen und daher festeren, tragfähigeren und wetterbeständigeren Sandsteine des Postaer und Liebetaler Grundes im Elbtal werden für Außenfronten, Brückenbauten und zu Mühlsteinen gebraucht. Ihre Bearbeitung zu Skulpturen ist schwieriger.

Ihre Bearbeitung zu Skulpturen ist schwieriger.

3. Oberer Quadersandstein, dem Turon angehörig, weißgrau, gelb, braun, mit meist tonigen und eisenstiffigem Bindemittel (Brauneifenerz), von feinem Korn ( $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  mm), vorwiegend aus Körnern von Quarz, zum geringeren aus solchen von Feldspaten bestehend. Sehr durchlässig, daher an der Basis Quellen. Einzelne Lagen werden gröberkörnig und geröllführend; an einigen Stellen tritt ein kieseliges und in hohem Grad verfestigendes Bindemittel auf. Hochbaumaterial in den festeren Bänken (Schandau, Königstein, Pörschdorf, Hohenstein, Weißig, Wehlen u. s. w. in Sachsen).

Literatur: Beck, Erläuterungen zu Sektion Pirna der geolog. Spezialkarte von Sachsen, Leipzig 1892; Mitteil. der kgl. techn. Versuchsanstalten 1885, 1889, 1892, 1897; Hermann, O., Steinbruchindustrie und -geologie, Berlin 1899. *Leppla.*

**Quader** (Quaderstein), ein nach bestimmten Maßen hergestellter parallelepipedisch geformter Baustein aus natürlichem oder künstlichem Stein.

Das Verhältnis der Länge  $l$  zur Höhe  $h$  und Breite  $b$  des Quaders richtet sich bei natürlichen Steinen nach der Härte des Gesteins und sind folgende Verhältnisse gebräuchlich:

Nicht fehr feste Sand- und Kalksteine	$h:l:b = 1:2:1$ oder $1:2:2$
Feste Sand- und Kalksteine	$= 1:3:1$ $1:3:2$
Marmor	$= 1:4:1$ $1:4:2$
Granit	$= 1:5:1$ $1:5:2$

Dabei hängt die Höhe  $h$  von der Bestimmung der Mauer sowohl als auch von der Mächtigkeit der zur Verfügung stehenden Steinbruchbänke ab und kann zwischen 0,15 und 0,5 m schwanken. Bei künstlichen Steinen können je nach ihrer Härte ähnliche Verhältnisse eingehalten werden.

*L. v. Willmann.*

**Quadermauerwerk**, ein vollständig aus Quadern, d. h. aus größeren parallelepipedisch bearbeiteten Haufsteinen oder künstlichen Steinen hergestelltes Mauerwerk. Beztiglich des Verbandes f. **Quaderverband**.

*L. v. Willmann.*

**Quaderverband** erfolgt nach denselben Grundsätzen, die allgemein für den Steinverband gelten und von welchen derjenige einer guten gegenseitigen Ueberbindung der Steine in der Längen- und Querausdehnung der Mauer befonders hervorgehoben werden muß.



Fig. 1.



Fig. 5.

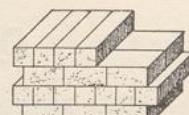


Fig. 6.

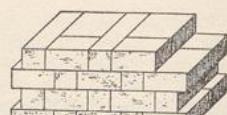


Fig. 7.

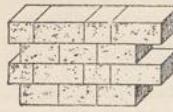


Fig. 2.



Fig. 3.

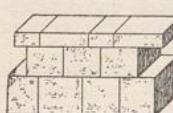


Fig. 4.

Als geringstes Maß, bis zu dem sich die Stoßfugen zweier aufeinander folgenden Schichten nähern dürfen, ist die halbe Höhe der Quader anzunehmen, im Durchschnitt jedoch möglichst die ganze Quaderhöhe zu verwenden. Die Größe der Quader (l. d.) ist in gewisser Beziehung maßgebend für den Verband. Gentigt eine Quaderbreite für die Stärke der Mauer, so erhält man den **Läufer- oder Schornsteinverband** (l. d.), wobei 1. gleich hohe Schichten (opus isodomum) mit gleichmäßigen (Fig. 1) oder ungleichmäßigen Steinlängen (Fig. 2) vorhanden sein können, oder 2. niedrige und hohe Schichten mit gleichmäßigen (Fig. 3) oder ungleichmäßigen (Fig. 4) Steinlängen (opus pseudosodomum) wechseln können. — Bei fläckeren Mauern können die Schichten 1. aus zwei verschiedenen breiten Läuferreihen bestehen (Fig. 5), die in jeder Schicht umgelegt erscheinen, oder 2. können Binder- und Läuferreihen wechseln (Fig. 6); 3. können Binder und Läufer in derselben Schicht wechseln (Fig. 7), wodurch der polnische oder gotische Verband entsteht, dessen Nachteile hier durch verschiedene breite Läufer vermieden werden können.

Bei sehr starken Mauern, die allerdings selten vorkommen, weil sie zu teuer werden und daher meist durch gemischtes Mauerwerk ersetzt werden, können drei oder mehr Läuferreihen der Mauerbreite nach angeordnet werden, wobei die Stoßfugen nicht durchzulaufen brauchen, sondern durch entsprechenden Wechsel (Fig. 8) einen noch innigeren Verband herbeiführen und auch in der Binderfachicht die Länge der Binder nicht der Dicke der Mauer zu entsprechen braucht, sondern in zwei oder mehr Teile geteilt werden kann (Fig. 8).

Den Verband an den Mauerenden, Ecken, Kreuzungen u. f. w. f. unter **End- und Eckverband**.

*L. v. Willmann.*

**Quadrant** nennt man im allgemeinen den vierten Teil eines Vollkreises, somit auch den von zwei rechtwinklig zueinander stehenden Radien begrenzten Teil des Kreises. Im übertragenen Sinne werden aber Meßinstrumente so genannt, bei denen der eingeteilte Gradbogen den Winkel von  $90^\circ$  umfaßt.

In der Geodäsie und Astronomie hat man bis in das 19. Jahrhundert hinein folche Instrumente viel benutzt, um befreit in letzterer Disziplin neben den mittels der Durchgangsinstrumenten bestimmten Rektaszensionen auch die Deklinationen zu messen. Berühmt waren die großen Quadranten, an denen Bradley seine fundamentalen Messungen ausgeführt hat, und die späteren Birdchen Instrumente dieser Art (z. B. dasjenige, mit dem Tobias Mayer beobachtete). Die ältesten Instrumente dieser Art waren nur mit Dioptern (Hevel in Danzig), die neuern schon mit Fernrohren und Mikrometereinrichtung versehen (vgl. a. *Mauerquadrant* [1]—[4]). — In kleinerer Form werden gegenwärtig für den Gebrauch in freier Hand noch manchmal solche Quadranten als Reflexionsinstrumente oder als Libellenquadranten hergestellt und benutzt. Letzterer scheint für die Beobachtung im Ballon eine gewisse Bedeutung zu gewinnen.

Literatur: [1] Wolf, *Handbuch der Astronomie*, II, 1, Zürich 1892, S. 43 ff.; Ambronn, L., *Handbuch der astronomischen Instrumentenkunde*, Berlin 1898, Bd. 2, S. 866 ff. — [2] Hammer, *Zeitschr. f. Instr.* 1897, S. 186. — [3] Dersl., ebend. 1896, S. 128. — [4] Jordan, *Handbuch der Vermessungskunde*, Bd. 2, 5. Aufl., Stuttgart 1897, S. 673.

*Ambronn.*

**Quadranteisen**, f. Normalprofile für Walzeisen.

**Quadrantenelektrometer**, f. Meßinstrumente, elektrotechnische.

**Quadrat**, 1. in der Mathematik gleichseitiges, rechtwinkliges Parallelogramm, dessen Inhalt die zweite Potenz der Maßzahl feiner Seite ist, daher in der Arithmetik auch Bezeichnung für die zweite Potenz. Die gebräuchlichen Zahlenwerke (Kalender für Geometer, Ingenieure u. f. w., Logarithmentafeln) enthalten für den praktischen Gebrauch auch in der Regel Quadratzahlen in tabellarischer Zusammenstellung. Vgl. auch Quadratur. — 2. Im Buchdruck, f. Buchdruckerkunst, Bd. 2, S. 379. — 3. Quadrate, kleinste, f. Methode der kleinsten Quadrate. *Wölffing.*

**Quadratmaße** (Quadratfuß, -klafter, -meile u. f. w.), f. Flächenmaße.

**Quadratnetz**, f. Karte, Kartierung, Planimeter.

**Quadratrix**, Name mehrerer Kurven, die zur Quadratur des Kreises dienen.

Die Quadratur des Diophratus wird erzeugt durch den Schnittpunkt einer Geraden, die sich um einen Punkt gleichmäßig dreht, und einer Geraden, die in der Anfangslage senkrecht zu ersterer durch den festen Punkt geht und sich alsdann gleichmäßig parallel zu dieser Anfangslage verschiebt. Die Polargleichung ist  $r = \frac{2a}{\pi} \frac{\varphi}{\sin \varphi}$ ; in cartesischen Koordinaten lautet die Gleichung  $x = y \cot \frac{\pi y}{2a}$ . Die Kurve hat unendlich viele Asymptoten parallel zur  $x$ -Achse mit der Gleichung  $y = \pm 2na$ . Die Sektorfläche zwischen den Werten 0 und  $\frac{\pi}{2}$  von  $\varphi$  ist  $\frac{2a^2}{\pi} 12$ . Die Kurve hat auf der Geraden  $x = \frac{2a}{\pi}$  unendlich viele Wendepunkte. Die Quadratrix von Tschirnhausen hat die Gleichung  $x = a \cos \frac{\pi y}{2a}$ ; sie ist eine Sinuslinie. Beide Kurven dienen zur Quadratur des Kreises und zur Teilung des Winkels. Im weiteren Sinne versteht man unter Quadratrix auch eine Integralkurve, d. h. eine Kurve, deren Ordinaten die von einer andern Kurve (Grundkurve) eingeschlossenen Flächenräume angeben. *Wölffing.*

**Quadratfeile**, vierseitig geflochtene Hanfseile (f. Bd. 4, S. 773).

**Quadratur**, die Berechnung des Flächeninhalts der Ebenenstücke, die von geraden Linien und Kurven begrenzt sind.

1. Quadratur elementarer Flächenstücke: Rechteck von den Seiten  $a$  und  $b$  ist  $ab$ ; Dreieck von Seite  $a$  und Höhe  $h$  ist  $\frac{1}{2}ah$ . Parallelogramm von Seite  $a$  und Höhe  $h$  ist  $ah$ ; Trapez von Grundlinien  $b$  und  $d$  und Höhe  $h$  ist  $\frac{b+d}{2} \cdot h$ ; reguläres Polygon von  $n$  Seiten und der Seitenlänge  $s$  und dem Inkreisradius  $r$  ist  $\frac{nsr}{2}$ . Kreis vom Radius  $r$  ist  $r^2\pi$ , wo  $\pi = 3,1415926\dots$  die Ludolfsche Zahl. Die Konstruktion dieser Größe ist mit Zirkel und Lineal nicht ausführbar.

2. Quadratur mittels Integralrechnung. Fläche zwischen der Kurve  $y = f(x)$ , der Abzissenachse und den Ordinaten, die zu  $x = a$  und  $x = b$  gehören, ist  $\int_a^b y dx$ . Sektorfläche zwischen der Kurve  $r = f(\varphi)$  und den zu  $\varphi = a$  und  $\varphi = b$  gehörigen Radienvektoren ist  $\frac{1}{2} \int_a^b r^2 d\varphi$ .

3. Angenäherte Quadratur mittels linearer Messungen. Es sei eine Fläche zu quadrieren, bei der die Gleichung der Begrenzungskurve nicht gegeben oder die erforderlichen Integrale mit den vorhandenen Mitteln nicht ausführbar sind. Man teilt das Stück  $h$  der Abzissenachse zwischen Anfang und Ende der Fläche in  $2n$  gleiche Teile, die Teilpunkte liefern die Ordinaten  $y_0, y_1, \dots, y_n$ . Ferner sei  $u = y_3 + y_5 + y_7 + \dots + y_{2n-3}$ ;  $g = y_2 + y_4 + \dots + y_{2n-2}$ ;  $d = \frac{1}{2}(y_2 + y_{2n-2}) - \frac{1}{2}(y_1 + y_{2n-1})$ , so ist der genäherte Flächeninhalt: nach der Formel von Poncelet  $2hg - \frac{1}{2}hd$ ; nach der Formel von Parmentier  $2hg - \frac{1}{3}hd$ ; nach der Trapezformel  $h[g + u + \frac{1}{2}(y_1 + y_{2n-1})]$ ; nach der Simpsonischen Regel  $\frac{1}{3}h(2u + 4g + y_1 + y_{2n-1})$ . Die letztere ist für Flächen, die von gewöhnlichen und kubischen Parabeln begrenzt sind, vollkommen genau.

4. Quadratur durch mechanische Hilfsmittel f. Integraph, Planimeter.

Literatur: [1] Serret, Lehrbuch der Differential- und Integralrechnung, deutsch von Harnack, Bd. 2, erste Hälfte, Leipzig 1885, S. 220—235. — [2] Adam, Lehrbuch der Flächen- und Körperberechnung, Langensalza 1875. — [3] Ehrhardt, Neues System der Flächenberechnung, Stuttgart 1900. — [4] Jentzen, Flächen- und Körperberechnungen, 2. Aufl., Weimar 1897. — [5] Schuberth, Illustriertes Handbuch der Flächen- und Körperberechnung, Berlin 1881. *Wölffing.*

**Quadratzahlen**: 1, 4, 9, 16, 25 . . .  $n$ .

**Quadrierung**, Nachbildung von Quaderwerk im Wandverputz.

Die Herstellung erfolgt im geglätteten, noch nicht ganz getrockneten Verputz durch Einschneiden von Vertiefungen in Form von Dreiecken u. f. w. mit eigens dazu geformten Werkzeugen, als scharfen Eisen oder Schablonen. Eine solche Ausführung kommt da zur Anwendung, wo es gilt, das Steinmaterial mangels hinreichender Geldmittel durch Putz nachzuahmen. Am Äußern der Gebäude wird dies nur mit den besten Mörteln, Zement u. f. w. geschehen können und meist von kurzer Dauer fein, da die wagerechten Vorprünge der Nässe wie dem Froste Angriffspunkte für die Zerstörung bieten. Im Innern, in Treppenhäusern, Vorhallen u. f. w. ist der Bestand ein besserer. Schon an Gebäuden von Pompeji findet sich dieser Wandputz vor. *Weinbrenner.*

**Quadriga** (Viergespann), in der antiken Zeit, ein von vier nebeneinander gespannten Rössen gezogener Wagen.

Sie wurde sowohl in der Schlacht als auch bei Wettfahrten verwendet und zierte zumeist in bronzer Nachbildung die Triumphbögen und ähnliche Bauten. Auch in moderner Zeit werden Quadrigen in ähnlichem Sinne nachgebildet.

Weinbrenner.

**Quai** (f. a. Kai), Kaimauer, f. Seehäfen.

**Quastraßen**, f. Kaistraßen, Straßenbau.

**Qualitätseisen**, vergleichsweise hochwertiges Eisen; von Roheisen z. B. bestes Gießereiisen, Stahleisen, hochfrahliges Eisen, von schmiedbarem Eisen die besten Sorten Stabeisen, als Hufnagelisen, Nietisen u. a. m.

Becker.

**Qualitätszahlen** (Wertziffern, Gütezahlen) sind Zahlen, durch welche die Qualität gewisser Materialien, insbesondere von Eisen und Stahl, zum Ausdruck gebracht werden soll. Früher wurde, abgesehen von Schlagproben, Biegeproben u. f. w. für besondere Zwecke, häufig nur der Nachweis einer gewissen Zugfestigkeit gegen ruhende Last verlangt, so daß diese gewissermaßen als Qualitätszahl galt und ein Hinauffschrauben der Festigkeit gegen ruhende Last auf Kosten anderer Eigenschaften, z. B. der Widerstandsfähigkeit gegen schnelle Spannungswechsel, Stöße und Erschütterungen, nahe lag. Da bei gleicher Güte des Rohmaterials und gleicher Sorgfalt der Fabrikation die „Zähigkeit“ des produzierten Schweißeisens oder Flusseisens unter Umständen abnimmt, wenn die Festigkeit wächst, während je nach dem Verwendungszwecke größere Festigkeit oder größere Zähigkeit erwünscht sein kann, so durfte die Qualität des Materials sowohl im Interesse der Produzenten als der Konsumenten nicht nur nach einer dieser Eigenschaften beurteilt werden. Angeichts der immer weiter greifenden Verwendung des Eisens empfand man überdies das Bedürfnis nach einer Klassifikation des Materials, welche jedem die Gewähr böte, bei Bezug einer bestimmten Materialklasse auf gewisse Eigenschaften oder eine gewisse Verwendbarkeit rechnen zu können.

Einige Beispiele: Anfangs der 1880er Jahre führte der Verein deutscher Eisenbahnenverwaltungen [2] auf Veranlassung Wöhlers eine Klassifikation ein, bei welcher die Summe aus Zugfestigkeit pro Quadratmillimeter und Kontraktion (f. d. und Zerreißversuch) in Prozenten des ursprünglichen Querschnitts als Qualitätszahl diente. Folgende Zahlen geben die Minima, welche für die Einreichung in die verschiedenen Klassen verlangt wurden.

	Zugfestigkeit pro qmm	Kontraktion	Qualitätszahl
Stahl, I. Qualität	a) hart 65	25	90
	b) mittel 55	35	
	c) weich 45	45	
Stahl, II. Qualität	a) härter 55	20	75
	b) weicher 45	30	
Stabeisen, I. Qualität	38	40	78
Stabeisen, II. Qualität	35	25	60
Eisenblech, I. Qualität	36	25	61
Eisenblech, II. Qualität	33	15	48

Die Zahlen für Eisenblech gelten in der Walzrichtung, während senkrecht zur letzteren 32 und 15 bzw. 30 und 9 genügen sollen. Gegen vorstehende Bestimmungen wurde besonders geltend gemacht, daß die Kontraktion zu sehr durch lokale Verhältnisse beeinflußt werde. Tetzlauer [10], [11], [14] ging von der Arbeit für die Einheit Stabvolumen aus, welche die Zugkraft beim Zerreißversuch bis zum Bruche leistet (f. Arbeitskapazität, Bd. 1, S. 287). Da er diese Arbeit für eine bestimmte Materialgattung (Schweißeisen oder Flusseisen) nahezu proportional dem Produkt  $c = z \lambda$  von Zugfestigkeit  $z$  und Bruchdehnung  $\lambda = \frac{\Delta l}{l}$  pro Einheit der ursprünglichen Länge fand, so wurde  $c$  als Qualitätszahl gewählt und dabei  $z$  in Tonnen pro Quadratzentimeter gesetzt, während  $\lambda$  ein kleiner Bruch ist, womit auch  $c$  meist ein Bruch wird. Für Konstruktionsmaterial schlug Tetzlauer folgende Anforderungen vor [14], S. 218:

	Schweißeisen	Flusseisen	
		$z$	$c$
1. Bleche, annähernd quadratisch, welche nach verschiedenen Richtungen beansprucht werden,			
für die Längsrichtung	3,4	0,40	3,6—4,5
für die Querrichtung	3,0	0,10	3,6—4,5
2. Bleche, langgefreckt,			
für die Längsrichtung	3,4	0,40	3,6—4,5
für die Querrichtung	2,8	0,08	3,6—4,5
3. Formeisen aller Art, einschließlich Rund- und Quadratfeisen sowie schmale Flacheisen	3,4	0,40	0,90
4. Breite Flach- und Universaleisen			
für die Längsrichtung	3,4	0,40	3,6—4,5
für die Querrichtung	2,8	0,08	3,6—4,5
5. Niel- und Schraubeneisen	3,8	0,70	0,80
			1,00

Nach den 1895 abgeänderten Würzburger Normen für die Prüfung der Materialien zum Bau von Dampfkesseln [15] wird die Qualitätszahl gebildet durch Addition der Zugfestigkeit in Kilogramm pro Quadratmillimeter und Bruchdehnung in Prozenten der ursprünglichen Länge. Andre Vorschläge von Qualitätszahlen f. [5]—[9] oder [12]. — Bei Bestimmung der Zugfestigkeit, Dehnung, Kontraktion u. f. w. behufs Ermittlung von Qualitätszahlen kommen in erster Linie normale Probestäbe und eventuell diese geometrisch ähnliche Stäbe in Betracht (vgl. Proportionale Widerstände, Dehnung, Zerreißversuch).

Literatur: [1] Wöhler, Die Klassifikation von Eisen und Stahl, Deutsche Bauztg. 1876, Nr. 89. — [2] Denkschrift über die Einführung einer staatlich anerkannten Klassifikation von Eisen und Stahl, Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnwesens, 7. Supplementband: Die Eigenschaften von Eisen und Stahl, Wiesbaden 1880. — [3] Tetmajer, Zur Frage der Qualitätsbestimmung von Eisen und Stahl, Eisenbahn 1881, II, S. 16, 92; 1882, I, S. 109. — [4] Wedding, Ueber die Bedingungen der Deutschen Eisenbahnverwaltung für die Lieferung von Schienen u. f. w., Glaesers Annalen für Gewerbe und Bauwesen 1882, X, S. 63, 137, 149 (Vortrag und Diskussion, vgl. „Stahl und Eisen“ 1881, 1882, 1889). — [5] Intze, Anwendung von Stahl im Vergleiche zu Schweißeisen, Wochenschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1882, S. 447. — [6] Hartig, Ueber die Konstanten der Zerreißfestigkeit und deren vergleichende Anordnung für verschiedene Materialien, Civilingenieur 1884, S. 93. — [7] Krohn, Beitrag zur Frage der Wertziffern für Konstruktionsmaterialien, ebend. 1884, S. 369. — [8] Ders., Ueber die Dimensionierung von Eisenkonstruktionen und über Wertziffern, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1885, S. 153. — [9] Gollner, Ueber das Maß der Zähigkeit und Gleichartigkeit der Konstruktionsmaterialien, Technische Blätter 1886, S. 211; 1887, S. 171. — [10] Tetmajer, Mitteilungen der Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien in Zürich, 3. Heft, 1886, S. VIII, 13, 56, 103 ff.; 4. Heft, 1890, S. 5, 30, 115 ff. — [11] Tetmajer, Die Baumechanik, Zürich 1889, S. 9. — [12] Weyrauch, Die Festigkeitsseigenschaften und Methoden der Dimensionierung von Eisen- und Stahlkonstruktionen, Leipzig 1889, S. 52. — [13] Martens, Handbuch der Materialienkunde für den Maschinenbau, Berlin 1898, S. 276. — [14] Tetmajer, Die angewandte Elastizitäts- und Festigkeitslehre, Leipzig und Wien 1904, S. 27, 218. — [15] „Hütte“, I, Berlin 1905, S. 517. *Weyrauch.*

**Qualmdeich**, f. Kuverdeiche.

**Qualmwasser**, f. Körwasser.

**Quarantäne**, f. Kontumazanstalt.

**Quart**, früheres Hohlmaß, in Preußen = 1,145 l, Bayern = 0,267 l, England und Vereinigte Staaten =  $\frac{1}{4}$  Gallon = 1,136 bzw. 0,946 l.

**Quartär** (quartäre Bildungen), f. Schichtgesteine.

**Quartation**, f. Gold, Goldproben.

**Quarter**, englisches Getreidemaß (Imperial Quarter) zu 8 Bushels = 290,78 l; an der Londoner Börse ein Gewicht für Weizen = 480—504 englische Pfund. Der alte Winchester Quarter der Vereinigten Staaten = 281,904 l. Ferner ein Gewicht in England und den Vereinigten Staaten =  $\frac{1}{4}$  Zentner = 12,70 kg; auch Längenmaß in England =  $\frac{1}{4}$  Yard. *Plato.*

**Quarterdeck**, der hintere Teil des Oberdecks eines Schiffes; ist derselbe gegenüber dem Oberdeck etwas erhöht, so heißt er erhöhtes Quarterdeck.

**Quartierbaum**, f. Treppen.

**Quartierstück**, f. Einquartier.

**Quartscheidung**, f. Gold, Goldproben.

**Quarz**, Kiesel, Mineral, reines Kieseläureanhidrid,  $SiO_2$ .

Kristallisiert hexagonal, zumeist in fechsseitigen Säulen und Pyramiden; fester oder faferig (Faferquarz); farblos und farbig in allen Tönen; vollkommen durchsichtig bis durchscheinend. Glas- bis fettglänzend (Fettquarz); sehr schwach positiv doppelbrechend; ausgezeichnete Zirkularpolarisation; pyroelektrisch; muschelig brechend, spröde. Härte 7; spez. Gew. 2,65 bis 2,66; schmilzt im Knallgasgebläse und erstarzt zu einer amorphen, spezifisch leichten (2,2) Masse. Durch Alkalien und die meisten Säuren nicht angreifbar, nur in Fluorwasserstoffäure löslich; zu den häufigsten und am schwersten verwitterbaren Mineralien gehörig. Man unterscheidet:

**Bergkristall**, Kristall, immer kristallisiert, farblos, gelb (Citrin, Goldtopas), braun bis rauchgrau (Rauchquarz, Rauchtopas) oder fast schwarz (Morion). Beim Glühen verblaßt die rauchgrauen Arten und werden farblos. Innen oft Kristalle von andern Mineralen, Eisenerz, Hornblende, Rutil, Chlorit u. f. w., oder auch Flüssigkeiten einschließend. Bergkristall und seine gefärbten Abarten werden zu allerhand kleinen kleinen Kunstgegenständen, Figuren, Riechfläschchen, Siegelflocken, Dosen, Nippes, der farblose Kristall zu optischen Instrumenten (Brillen, Fernrohren), zu Normalmaßen und -gewichten, zur Reflexion und Brechung des Lichtes bei Leuchtern u. f. w. verarbeitet. Ganz klare Stücke dienen auch als Nachahmungen von Diamant (Alençondiamant, Simili, Scheindiamant) zu Schmucksteinen, ebenso auch der gelbe Citrin als Nachahmung von Topas. Rauchtopas ist einer der wenigen braunen Edelsteine und wird in Tafel- und Treppenform geschliffen. Amethyst ist ein violett oder mehr violblau gefärbter, etwas weniger klarer kristallifizierter Quarz; wird beim Erhitzen gelb und als gebrannter Amethyst oder Goldtopas benutzt. Die dunkelvioletten Abarten (Ceylon, Brasilien, Uruguay) sind geschätzte Edelsteine und werden in Brillantform, seltener mugelig geschliffen. Preis pro Karat 10—12 M. für schöne, große, dunkel- und gleichmäßig gefärbte Steine. **Rosenquarz**, wahr-

scheinlich durch fein verteilte organische Substanz rosenrot gefärbt, sonst derb, fettglänzend. Die Farbe ist nicht licht- und feuerfeständig; gangartig im Granit des Bayrischen Waldes. Verwendung der dunkelrosenrot gefärbten Steine zu kleinen Schmuckfachen und Kunstgegenständen; Preis gering. *Praefem* (Smaragdmutter), lauchgrün, weil mit kleinen Nadelchen und Fasern von dunkelgrünem Strahlstein (Hornblende) vollgespickt. Vorkommen im Erzgebirge, in den Salzburger Alpen. Verwendung zu Schmucksteinen, Gravierungen, Mosaik; Wert gering. *Saphirquarz*, Lafurquarz, Siderit, blau gefärbt durch eine feinverteilte erdige Substanz. *Milchquarz*, weiß und milchig; gangartig im Schiefergebirge; wenn eisenfrei, zur Glasfabrikation und, wenn mächtig, zur Straßenbeschotterung verwendet. *Rheinkiesel*, Kiesel, abgerollte Stücke von farblosem Bergkristall in den Aufschüttungen des Rheines der mittelrheinischen Tiefebene; zu Schmucksteinen verwendet; Wert gering. *Nadelfstein*, *Haarstein*, farbloser Quarz mit größeren, haar- oder nadelförmigen, oft sternartig gruppierten Kristallen von Strahlstein, Asbest, Rutile, Nadeleifenerz (flèche d'amour) u. f. w. *Moosachat* oder *Moosstein*, mit moosartig geformten, blaugrünen Infiltrationen oder fremden Kristallen; Verwendung je nach ihrer Zeichnung in großen, runden und gewölbten Platten zu Broschen u. f. w.; Liebhaberwert. *Waffertropfenquarz*, Bergkristall mit eingeschlossenen Tropfen von Flüssigkeiten, die sich bewegen, wenn eine Luftblase vorhanden ist; Liebhaberwert. *Goldquarz*, farblos, durchsichtig, mit kleinen Körnern oder Adern von gediegenem Gold. Vorkommen in Kalifornien. Verwendung geschliffen zu kleinen Kunst- und Schmuckgegenständen (Stockknöpfen, Broschen, Manschettenknöpfen). *Katzenauge*, *Schillerquarz*, fettglänzend, durchscheinend, meist grau, auch grün und braun und von zahlreichen parallel angeordneten Fasern von Asbest so dicht durchsetzt, daß er einen einheitlichen Eindruck macht. Im mugelig geschliffenen Zustand verleihen diese äußerst feinen Einschlüsse dem Stein einen bläulichen oder graulichen, bandförmigen Schimmer oder Lichtschein auf dem Scheitel der Schleifform, der sich beim Drehen des Steines bewegt und mit dem Lichtschein des Katzenauges verglichen wird. Vorkommen in Ostindien, Ceylon u. f. w. Verwendung als Ring- und Nadelfstein und zu Broschen. Braunrote Steine mit bläulichem Schiller besitzen hohen Wert. Durch Behandlung des Tigerauges mit Salzsäure wird ein Stein von ähnlichem Lichteffect erzielt und als Katzenauge verkauft. *Palkenauge*, dunkelindigblau, durch Einschluß von fehr dicht und parallel gelagerten, äußerst feinen Fasern von krokydolithartiger Hornblende. Im geschliffenen Zustand (parallel den Fasern) zeigt der Stein einen bläulichen Schiller; Verwendung wie folgendes. *Tigerauge*, goldgelb und braun, durch fein verteiltes Eisenhydroxyd in einem an und für sich farblosen, aber parallelfasigen Quarz, wahrcheinlich aus vorigem entstanden. Die Fasern sind oft geknickt und gebogen, und die ihnen parallele Schlifffläche zeigt einen beim Drehen des Steines wandernden goldgelben bis tiefschwarzen, feidenartigen Schimmer und Glanz. Vorkommen in Griquatown (Südafrika). Verwendung zu Schmucksteinen (Broschen, Nadel- und Ringsteinen) in mugelig geschliffenem Zustand; ferner zu allerlei Zieraten und kleinen Kunstgegenständen (Stockknöpfen, Messergriffen, Schalen, Siegelflöcken, Dosen u. f. w.), auch zu Intaglien und Kameen; Wert roh gering (2—3 M. pro Kilogramm). *Aventurinquarz*, gelb, rot oder braunblau, durchscheinend, mit vielen kleinen, rot- oder goldglänzenden Glimmerblättchen oder von Eisenoxyd; im geschliffenen Zustand rot, gelbblau glitzernd und metallisch schimmernd. Vorkommen in Indien, im Ural; Verwendung zu größeren Schmucksteinen in mugeligem Schliff oder zu größeren Kunstgegenständen. In den Glasfabriken von Bibaglia in Murano bei Venedig wird ein ähnlich aussehendes Glas hergestellt, bei welchem der metallartige Glanz und das rote Glitzern durch fein verteilte Kupferpäne erzielt wird. Das fehr geschätzte Aventuringlas wird zu Kunstgegenständen aller Art verarbeitet. *Iris* (Regenbogenquarz), farbloser Quarz mit feinen Spalten, an denen das Licht zerstreut wird; irisirt. *Eisenkiefel*, rotbraun durch fein verteiltes Eisenoxyd; *Nilkiefel*, *Nilstein*, braun, durch fein verteiltes Brauneifenerz; beide wie Jaspis verwendet. *Jaspis*, vollkommen undurchsichtiger, muschelig brechender, derber oder dichter Quarz, durch reichliche Beimengungen verschiedener Art gelb, braun, rot (Blutjaspis, Hämatit), grün u. f. w. gefärbt. Sind die Farben lagenweise verteilt, so wird er Bandjaspis, fleckweise Fleckjaspis genannt. Vorkommen vielfach als Gang im Schiefer oder in Eruptivgesteinen. Verwendung bei schöner Färbung zu größeren Schmuckfachen, Zieraten und kleineren Kunstgegenständen. *Hornstein*, dicht bis feinkörnig, etwas durchscheinend, grau bis weiß, braun; splitterig brechend. Knollenartig in Kalk und Ton viel verbreitet. Auch geschliffen, wenn hübsch gefärbt. *Chrysopras*, dicht, durchscheinend, blaugrün bis apfelgrün durch fein verteiltes Nickeloxyd. Färbung nicht licht- und feuerfeständig. Vorkommen im Serpentin bei Frankenstein in Schlesien, wird mugelig oder in andern, z. B. Herzformen, geschliffen und ist als Schmuckstein fehr geschätzt; auch zu Mosaiken verwendet. *Calcedon* (Chalcedon), dicht, aber immerhin kristallin, feinfaerig in der mikroskopischen Struktur; splitterig brechend. Härte 6 $\frac{1}{2}$ ; spez. Gew. 2,59—2,6; von Kalilauge etwas leichter angreifbar als Bergkristall. Niemals mit äußerer Kristallform, meist rundlich kugelig, nieren- bis traubförmig und konzentrisch-schalig. Meist nur durchscheinend, selten klar durchsichtig; grau, bläulich und wenig gefärbt; wegen Porosität von färbenden Substanzen durchdringbar und färbbar. Nur rißfrei und gleichmäßig gefärbte, stark durchscheinende Steine haben Wert und werden als einfache Schmucksteine mugelig geschliffen oder zu Kunstfachen (Teller, Vase, Tassen, Siegelflöcken u. f. w.) verarbeitet; weit verbreitet als Ausfüllung von Gängen und Klüften und selbstd lagerartig. Als Abarten des Calcedon: *Moosachat*, mit moosartigen Klumpen von wirren Fäserchen eines grünen Minerals durchsetzter, bläulichgrauer Calcedon. *Mokkastein*, mit baum- oder strauchartigen Infiltrationen (Dendriten), von brauner Farbe durchsetzt. Beide zu Broschen u. f. w. als flache, kreisrunde oder ovale Scheiben verwendet. *Cerachat*, wachsähnlich. *Karneol*, rot in verschiedenem Grad durch Eisenverbindungen, ungestreift; weniger spröde als Calcedon. Verwendung wie vorige, auch zu Gravierungen, in großen Stücken zu Kunstfachen. *Sarder*, kastanienbraun bis orangefarbig;

oft rot durchscheinend. Plasma, gleichmäßig grün, durch winzig kleine Schüppchen von Chlorit oder fein verteilter Grünerde gefärbt. Heliotrop, ein Plasma mit blutroten Punkten und Flecken; zu Ring- und Nadelfeinen, Broschen u. f. w. verwendet. Achat, gestreift, gebändert durch verschieden gefärbte sehr dünne Lagen, rot, braun, gelb, weiß, blau, seltener grün, an einem Stück. Die Bänderung ist meist geschlossen, also konzentrisch, und ahmt die Außenform des Hohlraumes nach (Mandel, Gang). In bezug auf die Form der Bänderung unterscheidet man am Stück Bandachat bei geraden Bändern, Festungsachat bei zickzackförmigen Bändern, Wolkenachat bei klumpigen, nicht scharf begrenzten Farbenflecken und Wolken. Stücke, welche aus zwei geradflächigen oder ebenen Schichten von weißem oder bläulichweißem einerseits und dunkelgrauem oder braunem Achat anderseits bestehen, heißen Onyx oder Sardonyx (braun) und werden zu Gravierungen, Intaglios und Kameen benutzt. Der gewöhnliche Achat dient zu allerhand Schmuck, als Amulette, Perlen, Broschen, Armbänder, zu kleinen Gebrauchsgegenständen oder deren Verzierung (Messer- und Stockgriffen, Dosen, Siegelflöcken, Tellern, Papiermesser, Bilderrahmen); dann zu Kunstsachen (Vasen, Leuchtern, Schalen, Schachfiguren), endlich zu Reibschalen, Glättsteinen für Papier- und Kartonfabriken, Walzen für Lederpressung und zur Herstellung von Bändern, Zapfenlagern für Wagen und in der Feinmechanik, zu Molaik. Vorkommen besonders als Ausfüllung von Blasenräumen im lavaartigen Eruptivgestein, vornehmlich an der Nahe, in Ostindien und Brasilien. Der brasilianische ist wenig gefärbt, meist bläulich oder grau, kann aber durch längeres Liegen in färbenden Flüssigkeiten rot, grün, blau, braun, schwarz gefärbt werden. Sitz der Industrie ist Oberstein-Idar a. d. Nahe, Waldkirch in Baden. Flint (Feuerstein), grau oder rötlichgrau, durchscheinend; muschelig brechend, knollenförmig, außen mit weißem Kieselmehl bedeckt; durch Alkalien leicht angreifbar. Vielfach in der Kreideformation, früher zum Funkenschlagen benutzt, mitunter auch zu kleineren Kunstsachen verarbeitet. Dient auch zur Herstellung von Glas.

Literatur: Bauer, Edelsteinkunde, Leipzig 1896; Blum, R. J., Taschenbuch der Edelsteinkunde, Leipzig 1887; Lange, Die Halbedelsteine aus der Familie der Quarze und die Geschichte der Achatindustrie, Kreuznach 1868; Hisslerich, Hausindustrie im Gebiete der Schmuck- und Ziersteinverarbeitung, die Idar-Obersteiner Industrie, Oberstein 1894. *Leppia.*

**Quarzit**, Schichtgestein, bestehend aus kleinen Quarzkörnern, die durch ein quarziges Bindemittel verkittet sind, also ein quarzitischer Sandstein.

Die Farben sind grau, grünlichgrau oder weiß. Neben dem Quarz enthalten die Gesteine noch zumeist etwas Feldspat (Kaolin), weißen Kaliglimmer, die grünen auch wohl Chlorit oder Sericit in dünnen Schüppchen, außerdem, aber meist in sehr untergeordnetem Maße, Turmalin, Zirkon, Rutil, Magneteisen, Graphit u. f. w. Das Korn wechselt zwischen grob und dicht. Die einzelnen Quarzkörner sind selten gerundet, meist eckig und scharfkantig oder mit kleinen glitzernden Flächen besetzt. Ist Glimmer oder Chlorit in reichlichem Maße vorhanden, so werden die Gesteine schichtig oder schieferig und spalten parallel den Glimmerblättchen und -lagen (Quarzitschiefer).

**Burrstein** (Buhrstone) wird ein feinkörniger Quarzit genannt, in welchem lange Poren parallel der Schichtfläche vorhanden sind. Chemisch bestehen die Quarzite aus 90—100% Kiesel säure; nur geringe Mengen von Tonerde, Eisenoxyd, Alkalien sind vorhanden. Der Verwitterung widerstehen die glimmerfreien Quarzite wohl am meisten unter allen Gesteinen, daher bilden ihre Schichten meist die höchsten Rücken der Gebirge und steilen Abhänge. Humus- und Kohlen säure lösen eine sehr geringe Menge des Quarzbindemittels auf, und so entsteht, aber erst nach vielen Jahrtausenden, durch die Verwitterung der Quarzite ein lockerer weißer Sand. Die Härte liegt zwischen  $6\frac{1}{2}$  und 7. Das spez. Gew. beträgt 2,5—2,6, das Raumgewicht ist meist etwas niedriger. Die Quarzite beginnen in den kristallinischen Schiefern, in deren hangenden Schichten sie besonders häufig sind, treten vielfach in den kambrischen und silurischen, besonders reich aber in devonischen Schichten (Rheinisches Schiefergebirg, Ardennen) auf und fehlen in der Steinkohlenformation und Trias (Buntsandstein) nicht. Staubwafferquarz, Limnoquarzit wird eine aus Quarz und Calcedon oder auch Opal bestehende, meist ungeschichtete Quarzitmasse genannt, die in der Tertiärformation (Pariser Becken) in großen Massen vorkommt und in löcherigem und großporigem Zustand als Mühlsteinquarz verwendet wird.

Als weiterbefestigtes und härtestes Material müßten Quarzite das beste Baumaterial abgeben, wenn ihre Bearbeitung nicht so schwierig wäre. So dienen sie nur für rauhes Mauerwerk, Ufer- und Wafferbauten, ferner für Pflaster- und Beschotterungsmaterial (hier sehr geschätzt, weil ebene und trockene Straßen gebend), im eisenfreien Zustand zur Darstellung von feuerfesten Steinen (Dinas), zur Auskleidung von Schmelz- und Hochöfen, zur Glas- und Porzellanfabrikation, endlich als Schleif- und Mahlsteine.

Literatur: Zirkel, Lehrbuch der Petrographie, 2. Aufl., Bd. 3, Leipzig 1894. *Leppia.*

**Quarzlampe**, eine Quecksilberdampflampe (f. Bd. 2, S. 173) mit Leuchtrohr aus geschmolzenem Quarz (Bergkristall).

**Quarzporphy** (Euritporphyr), Eruptivgestein, das aus einer Grundmasse von Quarz und Feldspat besteht, in welcher größere Kristalle der beiden Minerale oder eines derselben porphyrisch eingesprengt liegen.

Die Grundmasse ist meist sehr dicht und mit dem Mikroskop erst bei sehr starker Vergrößerung in ihre einzelnen Teile zu zerlegen, zumeist ist sie weiß oder gelblich bis braun gefärbt durch feinverteiltes Eisenherz. Fehlen die Einsprenglinge, besteht das Gestein also nur aus der sehr dichten Quarz-Feldspat-(Orthoklas-)Masse, so nennt man es Felsit, Felsitfels oder Felsitporphyr z. T. Quarzporphyre mit sehr dichter und quarzreicher Grundmasse werden Hornsteinporphyre genannt. Ist die Grundmasse zwischen den Einsprenglingen

glasartig und amorph, so entstehen Pechsteine (Felsitepechsteine). Als Einsprenglinge treten oft noch dunkler Glimmer, Augit, Hornblende auf. Oft drückt ihre parallele Anordnung eine Flußbewegung des Magmas vor seiner Erstarrung aus; in diesem Falle sind die Quarzporphyre gebändert und plattig abgesondert. Sind in der Grundmasse durch einen Ueberschüß an Kieselfäure meist stärker verhärtete Knoten oder Kugeln derselben Masse vorhanden, so entsteht der Kugelporphyr, der in frischem Zustand hin und wieder bei schöner Zeichnung geschliffen und poliert wird. Granophyr wird das einen Uebergang zu Granit bildende, in feiner Grundmasse durchaus und deutlich kristallin-körnige Gestein von der Zusammensetzung des Quarzporphyrs genannt. Fleckengraphyr heißen gewisse schieferige und porphyroidähnliche Quarz-Feldspatgesteine. — Ihrer chemischen Natur nach sind die Quarzporphyre kieseläuerreiche, an Eisen, Kalk und Magnesia arme, kalireiche Gesteine, welche enthalten 70—80%  $SiO_2$ , 10—14%  $Al_2O_3$ , 1—2%  $Fe_2O_3$  +  $FeO$ , 1%  $CaO$ , 0,5%  $MgO$ , 1—3%  $Na_2O$ , 3—8%  $K_2O$ . Das spez. Gew. beträgt 2,55—2,6, die Härte des frischen Gesteins  $6\frac{1}{2}$ —7. Die Verwitterung wird eingeleitet durch eine Umwandlung des Feldspates in Kaolin oder in ein feines glimmerartiges Aggregat. Damit geht stets eine Lockerung vor sich, und bei vollständiger Verwitterung entsteht nach Wegfuhr von Kalk und Eisen ein sehr quarzreicher unreiner Kaolin oder Ton. — Die Quarzporphyre bilden zumeist größere Kuppen oder glockenförmige Berge (Quellkuppen) oder breite und dicke, lagerartige Decken, vornehmlich in den älteren Schichtenreihen (Devon, Steinkohlenformation, Rotliegendes). Sie sind meist kompakt, seltener blasig und porös. Ihre Absonderung ist eine kleinstückige und prismatische oder plattige, seltener plumförmige. Der starken Zerkleinerung wegen nehmen frische Gesteine sehr viel Wasser auf, verwitterte wegen der tonigen Kluftausfüllungen sehr wenig. Das Wässer der Quarzporphyre gehört zu den an löslichen Mineralstoffen armen. Die Wasseraufnahme beträgt etwa 0,5—1% des Trockengewichtes. Die Druckfestigkeit der frischen und quarzreichen Gesteine reicht bis zu 3000 kg pro Quadratzentimeter, sinkt bei feldspatreichen und quarzarmen aber auf 1000 kg herab.

Die Verwendung des Quarzporphyrs zu Hochbauten ist beschränkt durch die schwierige Bearbeitung und starke Zerkleinerung des quarzreichen Gesteins. Bei schöner Färbung (hellgelb, rosa oder braun) lassen sich sehr harte Steine auch polieren und dienen als Wandverkleidungen, Säulen, Sockel u. f. w. in Kunstdämmen (Porfido mordiglione, ein röthlichgrauer Quarzporphy). Die große Härte eignet das Gestein vorzüglich zu Pflastersteinen (die indes sehr glatte Köpfe erhalten) und Kleinfischlag. Quarzreiche und drusige Gesteine dienen als Mühlsteine (Mühlsteinporphy). Viele zersetzte und kaolinisierte Quarzporphyre dienen zur Darstellung von Steingut, Porzellan, feuerfeste Steinen. Verkleidete buntgefärbte Quarzporphyre werden zu kleinen Kunstgegenständen verarbeitet.

Literatur: Leonhard, G., Die quarzführenden Porphyre, Stuttgart 1851; Tschermak, Die Porphyrgesteine Österreichs, Wien 1869; Zirkel, Lehrbuch der Petrographie, Bd. 2, Leipzig 1894; Herrmann, O., Steinbruchindustrie und -geologie, Berlin 1899. *Leppia.*

### Quarztrachyt, f. Liparit.

Quarzziegel (Dinassteine), f. Steine, feuerfeste.

Quaft, ein großer Pinsel mit kurzem Stiel zum Streichen — Teerquaft — oder Waschen von Anstrichen.

Quaternär, f. Form.

Quaternionen-Kalkül, f. Geometrischer Kalkül.

Quatze, ein Fischerfahrzeug an der deutschen Ostseeküste, das zur Aufnahme der Fische einen abgeschotteten Raum enthält, dessen Boden die durchlöcherte Schiffshaut bildet. Neuerdings sind die Quatzen zur Fortbewegung mit Maschinenkraft versehen (Dampfquatzen), und hieraus haben sich die modernen Fischdampfer entwickelt.

*T. Schwarz.*

Quebracho, f. Gerbstoffe und Leder.

Quecksilber, gedeigene, Mineral, reines Quecksilber,  $Hg$  (zuweilen mit etwas Silber gemischt). Kristallisiert regulär, aber erst bei  $-40^{\circ}C$ . Bei gewöhnlicher Temperatur flüssig und in Tropfen; zinnweiß, metallglänzend; spez. Gew. 13,596. Bei starkem Erhitzen sich ohne Rückstand verflüchtigend. Ziemlich selten und nur mit andern reicherem Quecksilbererzen auf Gängen und Klüften vorkommend. Verwendung wie diejenige des künstlichen Quecksilbers. *Leppia.*

Quecksilber (Wasserfilber, Hydrargyrum)  $Hg$ , Atomgewicht 200, das einzige bei gewöhnlicher Temperatur flüssige Metall, besitzt in reinem Zustande eine zinnweiße Farbe und starken Metallglanz; spez. Gew. 13,59, Siedepunkt  $357^{\circ}C$ . Bei  $-39^{\circ}$  erstarrt es und ist dann geschmeidig und hämmerbar.

Quecksilber bleibt an der Luft unverändert; beim Erhitzen verwandelt es sich an der Oberfläche zum Teil in Quecksilberoxyd. Verunreinigt verliert es seinen Glanz, bildet keine runden Tropfen mehr, sondern zieht einen Schweif. Mit andern Metallen legiert es sich zu Amalgamen (f. d.). Salzfäure greift Quecksilber nicht an, ebenso wenig verdünnte Schwefelfäure in der Kälte; konzentrierte Schwefelfäure löst es unter Entwicklung von schwefriger Säure entweder zu Oxyd- oder Oxydulsalz, je nachdem Säure oder Quecksilber im Ueberschuss vorhanden; Salpetersäure löst es schon in verdünntem Zustand auf. Mit Chlor und Schwefel verbindet sich das Quecksilber direkt. Quecksilberdämpfe sowie alle im Magensaft löslichen

Salze sind äußerst giftig. In der Natur kommt es gediegen und in Erzen vor, von denen der Zinnober  $HgS$  das häufigste und wichtigste ist. Auch in einigen Fälschen ist Quecksilber enthalten. Spanien (Almaden, Mieres), Österreich (Idria), Italien (am Monte Amiata), Rußland, Alger, Kalifornien (New Almaden, Redington u. a.), Mexiko, Peru besitzen die ergiebigsten Quecksilbergruben. Für die Gewinnung des Quecksilbers kommt nur der Zinnober in Betracht, der entweder bei Luftzutritt erhitzt wird und dann Quecksilber und schweflige Säure  $HgS + 2O = Hg + SO_2$  liefert oder durch Erhitzen mit Eisen oder Kalk zerlegt wird, wobei als Nebenprodukte Schwefeleisen bzw. Schwefelcalcium und Calciumulfat entstehen,  $HgS + Fe = Hg + FeS$  oder  $4HgS + 4CaO = 4Hg + 3CaS + CaSO_4$ . Die Gewinnung nach den letzten beiden Methoden kann nur in geschlossenen Gefäßen ausgeführt werden. Da sie nur für reichere Erze angängig ist, ferner größere Kosten für Brennmaterial erfordert und auch gesundheitsschädlicher als das Röstenverfahren ist, so wird heute fast nur dieses angewendet. Das Rösten geschieht entweder in Schachtöfen mit unterbrochenem Betriebe oder in Schacht- und Flammöfen mit kontinuierlichem Betriebe. An die Öfen schließen sich die Kondensationsvorrichtungen zur Verdichtung der Quecksilberdämpfe; in ihnen setzt sich außer dem metallischen Quecksilber und den nebenbei entstehenden Verbindungen (Wasser, schweflige Säure und Schwefelfäure) noch die sogenannte Stipp (Quecksilberichwarz, Quecksilberruß) ab, die aus fein verteiltem Quecksilber (bis 50%) Quecksilberverbindungen, Ruß, Kohlenwasserstoffen, Flugasche, Eisenverbindungen, Kalk u. f. w. besteht, und die man meistens unter Zufügung von Kalk und Holzasche auf Quecksilber verarbeitet. Die Kondensationsvorrichtungen stellt man aus den verschiedenen Materialien her. Kammern aus gebrannten Ziegeln haben den Fehler, daß die Poren der Ziegel sich mit Quecksilber beladen, das sich bis tief in den Boden, auf dem die Kammern stehen, hineinziehen kann; eiserne Kondensationsröhren werden durch das Schwefelfäure und schweflige Säure enthaltende saure Wasser zerstören und bedürfen häufiger Erneuerung; man füllt sie wie die ebenfalls Verwendung findenden hölzernen Röhren mit Zement aus oder benutzt glasierte Steinzeugröhren und schaltet, da sie den scharfen Temperaturwechsel schlecht vertragen, zwischen ihnen und dem Ofen erst gußeiserne Röhren ein.

Die ältesten, teilweise noch in Almaden benutzten Aludelöfen besitzen einen einfachen zylindrischen Schacht, von dem aus die Dämpfe in die Aludelschnüre gehen, gebildet durch die ineinander gesteckten Aludeln, 0,5 m lange tönerne, birnförmige Gefäße. Zwölf solcher Stränge von je 44 Aludeln liegen nebeneinander in Rinnen auf zwei gegeneinander geneigten Flächen; die auf der absteigenden Fläche liegenden Aludeln besitzen eine ganz geringe Ausweitung am Halse, aus der dem kondensierten Quecksilber der Austritt in die Rinne gefasst ist. Eine in der Mitte des Aludelplans, dort, wo die beiden geneigten Flächen zusammenstoßen, befindliche Querrinne führt das Quecksilber in Sammelgefäß. Hinter den Aludeln befindet sich noch ein großer Kondensationsraum, der mit einer Eise in Verbindung steht. Bei den jetzt nur wenig mehr in Gebrauch befindlichen Idriener Leopoldi-Öfen (ebenfalls Schachtöfen mit unterbrochenem Betriebe) wurde die Verdichtung des Quecksilbers in einer Reihe von gemauerten Kammern bewirkt. Von den kontinuierlich betriebenen Öfen sind die Exeli-Öfen zur Vermeidung von Quecksilberverlust mit gußeisernen Platten gepanzert. Das ausgebrannte Erz fällt in Kühlkammern, in denen es die dort eintretende Verbrennungsluft vorwärmst. Die Quecksilberdämpfe werden in drei Reihen nebeneinander liegender, zickzackförmig gebogener gußeiserner Röhren kondensiert. Das verdichtete Quecksilber fließt durch an den unteren Bogen der Röhren befindliche offene Ansatzröhren ab, die in mit Wasser gefüllte Kästen tauchen. Andre in Idria benutzte Öfen sind die Langer-Öfen mit seitlicher Feuerung, während beim Novak-Rundofen das Erz schichtenweise mit Holzkohlen beschickt wird. Der Knox-Schachtöfen hat als Kondensatoren 16–18 rechteckige gußeiserne Kästen mit geneigtem Boden; durch hölzerne Leitungen werden die Dämpfe weiter zu einem aus Holz gebauten Turm geführt, der mit von Wasser besetzten Steinen gefüllt ist und in dem sich alles Quecksilber absetzt. Während in diesen Schachtöfen nur grobzerkleinerte Erze verhüttet werden, wenn man nicht die pulverigen zu Erzziegeln formt, dienen die ebenfalls kontinuierlich betriebenen Livermoor- und Scott-Hüttner-Öfen auch zur Verarbeitung der pulverförmigen Erze. Der an der Flanke eines Hügels erbaute Livermoor-Ofen besteht aus einer Anzahl nebeneinander liegender, in einem Winkel von etwa 50° geneigter Kanäle aus feuerfesten Steinen, die auf der unteren Sohle mit zugeschrägten Sperrsteinen versehen sind, um das rasche Abrutschen der Erze zu verhindern. Bei den Scott-Hüttner-Öfen passiert das Erz in zickzackförmigen Kanälen Schächte, die unten durch Schlitze, die durch verschiebbare Gußeisenplatten verschlossen sind, periodisch entladen werden. Ferner sind die Fortschauelungsöfen zu nennen, die entweder Flammöfen sind oder Sohlenheizung besitzen oder auch mit Luftherzung arbeiten. Außer den angeführten Öfen sind heute auch noch andre veraltete in Gebrauch, es scheint aber, als ob die Schüttroßöfen, besonders die nach einem neueren System Cermak-Spirek [2], allmählich alle andern Öfen verdrängen werden, wenn nicht der neuerdings empfohlene Ofen von Dennis [3] eine Zukunft hat, bei dem Generatorafe innig mit dem Erz in Berührung kommen und weder Quecksilber als Stipp abgesetzt wird noch mit den Rauchgafen fortgehen soll. Nasse Verfahren haben sich bisher nicht bewährt, auch elektrolytische sind noch nicht von der Technik aufgenommen worden. Das gewonnene Quecksilber wird zur Entfernung mechanischer Verunreinigungen durch Leder- oder Leinwandbeutel gepreßt. Eine weitere Reinigung erfolgt entweder durch Destillation oder durch Behandlung mit verdünnter Salpeterfäure und Wasser. Das Quecksilber kommt in guß- oder schmiedeeisernen Flaschen mit 34–35 kg Inhalt in den Handel. Der Preis beträgt etwa 5 M. für das Kilo, chemisch reines kostet gegen 7 M. Jahresproduktion 1904 etwa 4000 t.

Literatur: [1] Dammer, Handbuch der chem. Technologie, Stuttgart 1895, Bd. 2, S. 604; Muspratts Chemie, Braunschweig 1900, Bd. 7, S. 445. — [2] Chemikerztg., Köthen 1906, S. 452. — [3] Ebend. 1905, S. 1173, und Zeitschr. f. chem. Apparatenkunde 1907, S. 263. Rathgen.

Quecksilberammoniumverbindungen kann man als Verbindungen betrachten, in denen zwei Wasserstoffatome der Ammoniumgruppe durch das zweiwertige Quecksilberatom ersetzt sind.

Die bekanntesten sind die weißen Präzipitate, die Wöhler zuerst als unschmelzbaren bzw. schmelzbaren Präzipitat unterschied. Jenes,  $NHgH_2Cl$ , Mercuriammoniumchlorid entsteht durch Fällung einer Quecksilberchloridlösung mit Ammoniak in geringem Ueberschuss als ein weißes Pulver, das sich bei dem Erwärmen, ohne zu schmelzen, schließlich in Kalomel, Ammoniak und Stickstoff zersetzt. Es findet Verwendung in der Medizin. Das schmelzbare Präzipitat  $Hg(NH_3)_2$  Dimercuriammoniumchlorid entsteht als weißes Pulver oder als kleine Kristalle bei dem Abkühlen einer Lösung, die man durch Zufügung von gelöstem Quecksilberchlorid zu einer ammoniakalischen Salmiaklösung erhält, solange sich noch der Niederschlag löst. Rathgen.

**Quecksilberbarometer**, Instrument zum Messen des Drucks der atmosphärischen Luft.

Die Größe des Luftdrucks ist abhängig von der Beschleunigung der Schwere und von der Dichtigkeit der Luft. Von Störungen abgesehen, ist die Beschleunigung der Schwere (f. d.) in hohen geographischen Breiten größer als in niederen. Sie nimmt ab mit zunehmender Höhe über dem Meeresspiegel. Die Dichtigkeit der Luft ist in höheren Schichten geringer als an der Erdoberfläche. Außerdem wird die Dichtigkeit beeinflußt von der Temperatur der Luft und von den Mengen Wasserdampf und Kohlensäure, welche die Luft enthält. — In der Nähe des Meeresspiegels und unter mittleren Verhältnissen hält eine Quecksilberföhre von etwa 0,76 m Höhe einer Luftföhre gleicher Grundfläche das Gleichgewicht. Wenn eine genügend lange Glasröhre, die an einem Ende zugeschmolzen und vollständig mit Quecksilber gefüllt ist, am andern Ende vorübergehend geschlossen und in ein Gefäß mit Quecksilber getaucht wird, so fällt die Quecksilberföhre in der Röhre nach Entfernung des Verschlusses bis zu der angegebenen Höhe. Über der Quecksilberföhre entsteht ein leerer Raum, das Vakuum. Wird ein Maßstab hinzugefügt, an dem der vertikale Abstand der Quecksilberoberflächen in der Röhre und dem Gefäß gemessen werden kann, so entsteht das Barometer einfacher Art. Die beiden Oberflächen haben infolge der gegenseitigen Anziehung des Quecksilbers und des Glases die Form von Kuppen (Menisken); ihr vertikaler Abstand wird Barometerstand genannt. Wie der Luftdruck mit der Temperatur wechselt, so ändert sich auch der Druck der Quecksilberföhre mit ihrer Temperatur. Diese muß daher berücksichtigt und gemessen werden. Dies geschieht durch ein Thermometer, das mit dem Barometer in geeigneter Weise verbunden ist, so daß es die Temperatur des Quecksilbers genügend genau anzeigt. Aus den eingangs angegebenen Gründen ist der Barometerstand nicht nur an verschiedenen Orten verschieden, sondern er schwankt auch an demselben Orte. Die Schwankungen sind entweder periodische, zu bestimmten Zeiten eintretende, oder zufällige. — Der Erfinder des Barometers ist Torricelli (1643). Das Vakuum wird nach ihm Torricellische Leere genannt. Die Einführung der Bezeichnung Barometer (etwa 1665) wird Boyle zugeschrieben [1]. Vorher hieß das Instrument Torricellische Röhre. Weiteres über die Geschichte f. [2]. — Es gibt außerordentlich viele verschiedene Barometerkonstruktionen. Nach den Formen können die Barometer unterschieden werden in Gefäß-, Heber- und Gefäßheberbarometer, nach der Art der Benutzung in Stand- und Reifebarometer.

### 1. Gefäßbarometer.

a) Festes Gefäß, Rohr und Maßstab fest miteinander verbunden. Bei einem solchen Barometer einfacher Art steht die Kuppe des Quecksilbers im Gefäß bald höher, bald tiefer, je nachdem das Quecksilber in der Röhre fällt oder steigt. Die Ermittlung der Höhe der Kuppe im Rohre an dem in gewöhnlicher Weise geteilten Maßstab gibt daher nur einen genähert richtigen Wert für den Barometerstand, der allerdings für viele Zwecke ausreichend genau ist. Die feinere Bestimmung erfordert eine Verbesserung, die Gefäßverbesserung, nach  $b = (B - B_n) d^2 : (D^2 - \delta^2)$ . Darin findet  $B$  der am Maßstab abgelesene Wert,  $B_n$  ein bestimmter Barometerstand, bei dessen Ermittlung die Kuppe im Gefäß in der Höhe der Nullmarke des Maßstabes stand,  $D$  der innere Durchmesser des Gefäßes,  $d$  der innere und  $\delta$  der äußere Durchmesser der Röhre. Die Berechnung der Gefäßverbesserung kann vermieden werden, wenn das Barometer mit einem befonders geteilten, dem reduzierten oder gekürzten Maßstab, versehen wird. Die verkürzte Maßstabeinheit erhält man durch Multiplikation der gewöhnlichen Einheit mit  $1 - d^2 : (D^2 - \delta^2)$ . — Das in Deutschland gebrauchte Marinebarometer, Kew-Modell, ist ein Instrument mit verkürztem Maßstab. Mit einem Trieb wird ein Nonius mit Absehvorrichtung auf die obere Kuppe eingestellt. Im Innern des Gefäßes, in feiner Mitte, ist ein ringförmiger Vorsprung angebracht. Es ist daher nur wenig Quecksilber zur Füllung erforderlich. Der Gefäßdeckel hat eine verschließbare Öffnung. Eine Buntensche Spitz in der Röhre nahe dem Gefäß verhindert das Eindringen von Luft in das Vakuum und vermindert das durch die Schiffsbewegungen hervorgerufene Pumpen der Quecksilberkuppe in der Röhre [3]. Die Einrichtung der Buntenschen Spitz besteht in einer spitz ausgezogenen, mit einer feinen Öffnung versehenen Glasröhre, die in eine weitere Röhre eingelassen ist. Letztere ist gegen die Außenwandungen der Spitz abgeschlossen. Ist diese nach unten gerichtet, so bildet der Abschluß eine Luftfalle, aus der die angefesselte Luft nicht in das Vakuum gelangen kann. Im Beobachtungsraum des Schiffes wird das Barometer cardanisch um zwei rechtwinklig zueinander stehende Achsen drehbar aufgehängt. Es stellt sich dann vermöge feiner Schwere senkrecht. — Ist ein Barometer mit einem Kathetometer (f. Bd. 2, S. 698) ausgerüstet, so wird zur Messung des Barometerstandes ein in zwei Spitzen auslaufender Stift von bekannter Länge durch den Gefäßdeckel gelöchert, bis die untere Spitz den Quecksilberpiegel berührt. An dem Spiegelbild der Spitz im Quecksilber ist ihre richtige Höhenlage leicht und sicher

festzustellen. Dann ist nur nötig, den Abstand der Kuppe im Rohre von der oberen Spitze zu messen.

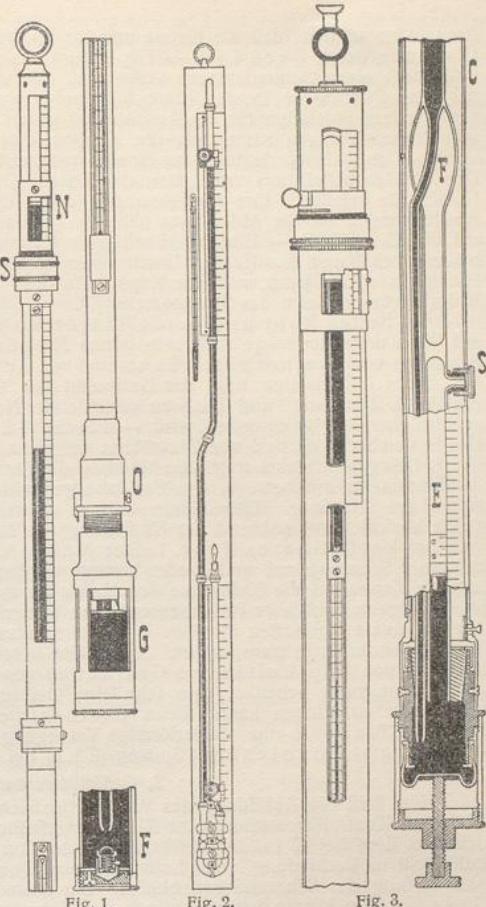
b) Festes Gefäß und verstellbarer Maßstab. Ein Instrument dieser Anordnung trägt den Maßstab auf einer verstellbaren Messingstange. Diese endigt in einer feinen Spitze, die den Nullpunkt der Teilung bildet und auf die Quecksilberoberfläche im Gefäß eingefüllt wird. Auf der Glasröhre kann ein Nonius mit Absehvorrichtung für die Einstellung auf die obere Kuppe verschoben werden. Dieses Barometer ist in England verbreitet und heißt dort Standardbarometer [4].

c) Verstellbarer Gefäßboden, fester Maßstab. Fig. 1 stellt das Fortinische Reisebarometer von Fueß-Steglitz dar. Durch Hochschrauben des Gefäßes *G* wird das Quecksilber gehoben, bis der Spiegel eine Stahlspitze an der Unterfläche einer Messinghülse berührt, welche das Glasrohr einfaßt. Auf der Messinghülse ist der Maßstab angebracht. Sein Nullpunkt liegt in Höhe der Spitze. Durch zwei gegenüberliegende fensterartige Öffnungen der Messinghülse wird der Barometerstand beobachtet. Die Ableitung erfolgt an einem Nonius *N* mit Absehvorrichtung für die Einstellung auf die obere Kuppe. Der Nonius ist an einem über der Messinghülse grob und fein verschiebbaren Messingrohr angebracht. Die Feinverschiebung wird mit einer Schraube *S* ausgeführt. Die Luft hat durch eine feine, verschließbare Öffnung *O* in der Hülse Zutritt zum Gefäß. Der untere Teil der Glasröhre läuft in einer buntenfischen Spitze aus (f. 1. a). Für den Transport richtet man das Instrument her durch Anschrauben des Gefäßes, bis ein mit Leder bezogener Federbolzen *F* die Röhre schließt, und kehrt es danach um. — Eine andre Art der Nonuseinstellung ist die mit Zahntange und Trieb. — Ein Fortinisches Barometer ähnlicher Einrichtung trägt das Quecksilber in einem Lederbeutel oder einem Beutel aus elastischem Kautschuk mit Lederbekleidung, der mit einer Schraube angehoben werden kann (vgl. Fig. 3). Soll das Barometer transportiert werden, so füllt man durch Anziehen der Schraube den oberen Gefäßraum und das Vakuum vollständig mit Quecksilber und dreht das Instrument um. — Die Anwendung des beweglichen Bodens zur Einstellung des Quecksilberspiegels in eine bestimmte Höhe röhrt von Horner her [2]. Dieser benutzte aber einen mit Leder überzogenen und durch eine Schraube verstellbaren Bolzen. Die Barometer werden während der Beobachtungen auf Reisen durch ein Stativ mit cardanischer Aufhängung gehalten. Die Stativaufhängung wurde zuerst von Engelfield angewendet [2].

## 2. Heberbarometer.

finden transportfähig als Gefäßbarometer und daher für Reisezwecke geeigneter. Die Glasröhre hat die Form eines Hebers (Fig. 2). Man findet die Einrichtung, daß der obere Teil des langen Schenkels in der Verlängerung des kurzen liegt, oder auch die, daß der lange Schenkel gerade ist.

a) Festes Rohr und fester Maßstab. Der Maßstab wird auf der Glasröhre selbst oder neben der Röhre auf einem Holzschafte angeordnet. Wenn im letzteren Falle der Maßstab aus anderm Material hergestellt ist, wird er so befestigt, daß er sich frei ausdehnen kann. Der Nullpunkt der Teilung liegt entweder unter dem tiefsten oder über dem höchsten Quecksilberstand im kurzen Schenkel. Es sind stets zwei Ableseungen erforderlich. Je nach Lage des Nullpunkts müssen die Ableseungen subtrahiert oder addiert werden. Zu den Instrumenten dieser Art gehören die Barometer von Rath [5], Wild [4], Mollenkopf, Fueß [6], [7] und Darmer [8]. Die beiden Röhrenschenkel der Instrumente von Rath und Wild sind durch ein eisernes Bogenstück verbunden, das für Reisezwecke durch zwei Hähne abgeschlossen werden kann. Das Instrument von Wild ist außerdem noch mit einer Vorrichtung zum Heben des Quecksilbers versehen. Beide Instrumente haben Nonien mit Absehvorrichtungen zum Einstellen auf die Kuppen. Bei Rath ist die Absehvorrichtung ein Fadendiopter. Dieses wird mit Hilfe eines Spiegelbildes, das von der Glasröhre erzeugt wird, auf die Kuppe eingefüllt. Die Absehvorrichtung bei Wild ist ein Ring, der die Röhre umfaßt. Die Sicherheit der Einstellung kann etwas erhöht werden durch Anbringung eines Spiegels hinter der Röhre. Die Augenhöhe ist



dann so zu wählen, daß die Kuppe und ihr Spiegelbild sich decken. Ueber Anwendung von Glasnonien durch Fueß f. [7]. — Fig. 2 zeigt Darmers Barometer. Die beiden Glasröhren sind durch einen Gummischlauch verbunden, über dem zwei Quetschbalken liegen. Durch diese wird das Quecksilber in der Röhre für den Transport nach Umkehrung des Instruments mit genügendem Spielraum für die Ausdehnung durch die Wärme abgeschlossen. Zur Ausführung von Probeablegungen kann man die Kuppen durch geringes Anziehen der unteren Klemme heben. Die Absehvorrichtung der Nonien wird mit einem Zahntrieb auf die Kuppe eingestellt. Der Maßstab besteht aus zwei getrennten Teilen. Diese sind mit Ausdehnungsspielraum auf dem Holzschafte befestigt. Ihre Ausdehnungen durch die Wärme sind gleich, und der Einfluß der Ausdehnungen auf die Ablegungen hebt sich je nach Stellung der Kuppen teilweise oder ganz auf. Weiteres f. [8]. — Ein dreischenkliges Barometer wurde auf Veranlassung von Löwenherz durch Fueß konstruiert. Durch einen Kolben, der auf die Quecksilberfüllung des dritten Schenkels wirkt, kann man die Kuppen in den beiden andern Schenkeln verstellen. Der Kolben trägt zugleich das Thermometer [7].

b) Festes Rohr und verstellbarer Maßstab. Durch Verschiebung des Maßstabes mit Trieb und Zahnstange stellt man seinen Nullpunkt auf die untere Kuppe ein. Ueber die Barometer von Greiner sen. & Sohn und von Schultze f. [7], von Pistor & Martins f. [4]. Bei diesen Instrumenten liegt der Nullpunkt der Teilung in der Absehlinie eines Mikroskops. Ein durch Zahnstange und Trieb zu verstellender Nonius trägt ein zweites Mikroskop, mit dem auf die obere Kuppe eingestellt wird. — Ein Gay-Lussacsches Barometer ist in [5] beschrieben. Die beiden Schenkel sind von Glasröhren umgeben, die miteinander verbunden sind. Die Röhre für den langen Schenkel trägt den Maßstab, die für den kurzen eine Ringnulllinie. — Ein Vorteil der Instrumente mit beweglichem Maßstab gegenüber den unter a) beschriebenen liegt in der einmaligen Ableitung. Uebelstände können eintreten durch Verbiegung des Maßstabes und durch Verschiebung während der Einstellung des Nonius auf die obere Kuppe.

c) Verstellbares Rohr, fester Maßstab. Das Rohr ist auf einer Platte befestigt, die mit einer Schraube auf und nieder bewegt werden kann. Dadurch ist eine Einstellung der unteren Kuppe auf die Nullmarke des Maßstabes möglich [2].

Allgemein ist über Heberbarometer zu bemerken, daß die Röhre auf einem Holzschafte oder in einem Holzkaften montiert wird. Die Instrumente werden nach gehörigem Verschluß in umgekehrter Lage transportiert. Außer den bereits angeführten Verschlußvorrichtungen sind noch die von Gay-Lussac und Greiner zu nennen. Nach ersterem enthält der im übrigen geschlossene kurze Schenkel eine fehr feine Oeffnung, durch die wohl Luft ein-, aber Quecksilber nicht ausdringen kann. Beim Greinerschen Verschluß hat das Glasrohr über einer Buntenschen Spitze eine trichterförmige Verengung, in die ein Stöpfel dichtschießend paßt. Die Anwendung von Buntenschen Spitzen (f. 1. a) bei den Heberbarometern ist ziemlich allgemein.

### 3. Gefäßheberbarometer.

Fig. 3 ist die Abbildung des Wild-Fueßschen Standbarometers. Es ist nach den von Wild für Kontrollbarometer erster Klasse aufgestellten Bedingungen [7] angefertigt. Der lange Schenkel liegt bei C in der Verlängerung des kurzen Schenkels E. F steht mit der äußeren Luft nicht in Verbindung. Der Luftzutritt zum Quecksilber erfolgt durch die Oeffnung bei S nach Löfung des Schraubenverschlusses. Ein Lederbeutel im Gefäß enthält das Quecksilber. Dieses kann im kurzen Schenkel durch eine Schraube bis zur Nullmarke des Maßstabes gehoben werden. Die ganze Vorrichtung wird aufgenommen durch eine Messingschutzröhre, die auch Träger des Maßstabes ist. Die Einstell- und Ablesevorrichtung für die obere Kuppe ist ähnlich der des Fortinschen Barometers (f. 1. c). Sie kann auch für die untere Kuppe benutzt werden. Zu weniger genauen Messungen bedient man sich aber eines Nullpunktvisiers. Für den Transport des Barometers in zufammengefetztem Zustande hebt man das Quecksilber an, bis die Röhre E gefüllt ist, schließt den Verschluß bei S und kehrt das Instrument darauf um. Zur Verwendung auf weitere Strecken wird das Instrument zerlegt. Weiteres f. [7]. Hier findet sich auch eine Beschreibung des von Fueß nach Angabe von Koeppen nach Kupferschem Prinzip für die Kaiserl. Seewarte angefertigten Barometers. Abgesehen von Einzelheiten unterscheidet dieses Instrument sich von dem vorigen dadurch, daß die beiden Schenkel nebeneinander liegen und daß eine Platte mit kleiner Oeffnung zwischen Lederbeutel und Gefäß angebracht worden ist. Die Platte soll das Eindringen von Luft durch den Lederbeutel in das Vakuum verhindern.

### 4. Normalbarometer.

ist ein Instrument größter Vollkommenheit, bei dessen Ausführung alle durch die Wissenschaft und die Erfahrung gegebenen Bedingungen erfüllt sind. Es dient zur absoluten Bestimmung des Luftdruckes mit der größten erreichbaren Genauigkeit. Auch die Kontrollbarometer, mit denen andre Barometer zur Ermittlung von Verbesserungen (f. 6.) verglichen werden, nennt man Normalbarometer. — Wegen eines Normalbarometers und Manometers mit kathetometrischen Meßvorrichtungen und Mikroskopmikrometerablegungen, das von Fueß für die Normaleichungskommission angefertigt wurde, und über das Normalbarometer der Pulkowaer Sternwarte f. [9].

### 5. Besondere Einrichtungen.

Um die Luftdruckschwankungen am gleichen Orte, die nicht sehr groß sind, besser bemerkbar zu machen, sind Barometer mit vergrößerten Angabe gefertigt worden. Bei dem Heberbarometer von Huygens steht über dem Quecksilber im kurzen Schenkel in einer verengten Röhre eine gefärbte Flüssigkeit von geringem speziellem Gewicht, wie Wasser oder Weingeist. Wenn der Barometerstand um einen gewissen Betrag sinkt, so steigt die gefärbte Flüssigkeit um ein Mehrfaches des Betrages; steigt das Barometer, so sinkt die Flüssigkeit. Das Mehrfache wird ausgedrückt durch  $m = n : (2s + n - 1)$ . Darin sind  $n$  das Verhältnis der

Querschnitte der Quecksilberröhre und der verengten Röhre und  $s$  das Verhältnis der spezifischen Gewichte des Quecksilbers und der gefärbten Flüssigkeit [2]. — Eine Übertragung der Bewegungen eines Schwimmers im kurzen Schenkel des Heberbarometers auf eine Welle mit Zeiger wird von Hooke [2] und Wolff [10] angewendet. — Jordan benutzt statt Quecksilber Glyzerin, eine bedeutend leichtere Flüssigkeit, zur Füllung [2] und [11]. — Ueber ein Barometer zum Gebrauch auf Ballonfahrten f. [12]. — Ueber ein Barometer, an dem mit Hilfe elektrischer Kontakte abgelesen wird, f. [13]. — Wegen selbsttätig registrirender Barometer sowie Wagenbarometer f. Barograph. — Zahlreiche Bestrebungen beziehen sich auf Einrichtungen, ein möglichst vollkommenes Vakuum herzustellen [14].

#### 6. Verbesserungen.

a) Temperaturverbesserung für das Quecksilber. Da das Quecksilber sein Volumen mit wechselnder Temperatur ändert, reduziert man den Barometerstand auf die Temperatur des schmelzenden Eises, also 0°. Man berechnet den reduzierten Barometerstand  $B_0$  aus dem Barometerstand  $B$  bei der Temperatur  $t$  und dem Ausdehnungskoeffizienten des Quecksilbers  $a$  nach  $B_0 = B : (1 + at)$  oder unter Vernachlässigung der Potenzen höherer Ordnung von  $at$  nach  $B_0 = B - aBt$ . Da  $a = 0,00018$ , ist die Verbesserung  $-0,00018Bt$ . Damit das Thermometer die Temperatur des Quecksilbers richtig angibt, muß es vor einseitiger Erwärmung geschützt werden.

b) Maßstabverbesserung. Auch die Maßstablänge ändert sich mit wechselnder Temperatur. Es ist deshalb auch für den Maßstab eine Temperaturverbesserung anzubringen. Diese ist  $bB(t - t_n)$ , wobei  $b$  den Ausdehnungskoeffizienten des Maßstabes,  $B$  den Barometerstand bei der Temperatur  $t$  sowie  $t_n$  die Temperatur bedeuten, bei welcher der Maßstab seine wahre Länge hat. Die Ausdehnungskoeffizienten sind für Holz 0,000004, für Glas 0,000008 und für Messing 0,000019. — Infolge der Anwendung genau arbeitender Teilmachinen sind die Teufelsfehler für Maßstäbe meistens so gering, daß ihre Berücksichtigung nicht erforderlich ist. Die Maßstäbe werden geprüft auf Komparatoren (f. d.). Dagegen können Fehler erwachsen aus der unrichtigen Lage des Maßstabnullpunktes, wenn dieser durch eine Spitze gebildet wird, und aus der unrichtigen Lage des Noniusnullpunktes zur Abfehllinie der Einstellvorrichtung. Dann ist eine konstante Verbesserung erforderlich. — Wegen Berücksichtigung einer Gefäßverbesserung f. 1. a).

c) Verbesserung wegen Kapillardepression. Das Quecksilber, eine Flüssigkeit, welche die Wandungen nicht benetzt, erleidet in engen kommunizierenden Röhren eine Depression unter die normale Höhenlage. Die nebenstehende, nach Beobachtungen von Mendelejoff und Gutkowskij berechnete Tabelle über die Kapillardepression ist aus [15] entnommen. Alle Werte sind darin in Millimetern angegeben. Nach dieser Tabelle ist die Depression um so geringer, je geringer die Meniskushöhe und je größer die Rohrweite ist. Bei Röhren von 25 mm Durchmesser ist eine Depression kaum noch feststellbar. Die der Tabelle zu entnehmenden Verbesserungen sind positiv. Ihre Werte sind unsicher, da die Angaben verschiedener Beobachter bisher noch nicht befriedigend übereinstimmen.

Für Barometer, mit denen feine Messungen ausgeführt werden sollen, sind aus diesem Grunde weite Röhren zu wählen. Die Kuppenhöhe ist nicht immer gleich bei demselben Instrumente und auch nicht immer gleich in den beiden Schenkeln des Heberbarometers. Die Ursache hiervon liegt in der Oxydation und Verunreinigung des Quecksilbers, das mit der Luft in Berührung kommt. Durch leichtes Klopfen an die Gläsröhre oder durch Anheben des Quecksilbers kann man auf eine normale Meniskusbildung einwirken. Ueber Bestimmung der Rohrweite bei fertigen Instrumenten f. [6].

d) Schwereverbesserung. Ebenso wie die Größe des Luftdrucks ist auch die Größe des Quecksilberdrucks von der Schwerebeschleunigung abhängig. Da diese nach der geographischen Breite und der Höhe über dem Meeresspiegel verschieden ist, geht man von einer bestimmten Schwerebeschleunigung aus, und zwar von der, welche für die geographische Breite von 45° in der Meereshöhe ermittelt ist. Gleichen Luftdruck vorausgesetzt, besteht zwischen dem Barometerstand  $B_0$  in dieser Lage und dem Barometerstande  $B$  an einem Punkte anderer Lage die Beziehung  $B_0^{45} = B - B(\beta \cos 2\varphi + 2H : R)$ . Darin sind  $\beta = 0,002644$  nach Helmert,  $\varphi$  die geographische Breite,  $H$  die Höhe über dem Meeresspiegel und  $R$  der Erdhalbmesser = rund 6370000 m. Die Schwereverbesserung ist danach  $-B(\beta \cos 2\varphi + 2H : R)$ .

e) Verbesserung wegen Luft im Vakuum. Wird das Barometer vorsichtig geöffnet, so flösst das Quecksilber gegen das verschlossene Ende. Es entsteht dabei ein heller Ton, wenn das Vakuum frei von Luft ist, dagegen ein dumpfer Ton, wenn Luft im Vakuum enthalten ist. Die Luft sammelt sich in einem Bläschen, das beobachtet werden kann, wenn das Röhrende freie liegt. Die eingesperzte Luft ändert ihre Spannkraft mit der Größe des Vakuums. Ihr Einfluß kann bei Heberbarometern und bei Anhebebarometern bestimmt werden, wenn es möglich ist, durch Nachschnüren von Quecksilber oder Heben des Quecksilbers das Vakuum bedeutend zu verkleinern. Man bestimmt in rascher Folge die Barometerstände  $B_1$  und  $B_2$  vor und nach der Vakuumverkleinerung. Dann ist nach Arago  $(B_1 - B_2) : (v - 1)$  ein Ausdruck

Rohrweite	Meniskushöhe							
	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
4	0,83	1,22	1,54	1,98	2,37			
5	0,47	0,65	0,86	1,19	1,45	1,80		
6	0,27	0,41	0,56	0,78	0,98	1,21	1,43	
7	0,18	0,28	0,40	0,53	0,67	0,82	0,97	1,13
8		0,20	0,29	0,38	0,46	0,56	0,65	0,77
9		0,15	0,21	0,28	0,33	0,40	0,46	0,52
10			0,15	0,20	0,25	0,29	0,33	0,37
11				0,10	0,14	0,18	0,21	0,24
12					0,07	0,10	0,13	0,15
13						0,10	0,12	0,13
							0,14	

für die Größe der Spannkraft und für die Verbesserung von  $B_1$ . Hierbei gibt  $\nu$  das Verhältnis der Volumen des ursprünglichen und des vermindernden Vakuums an. Einfacher ist es, den Einfluß der Luft im Vakuum gemeinsam mit andern Fehlern durch Vergleichung der Ableseungen mit den gleichzeitigen Ableseungen an einem Kontrollbarometer bei verschiedener Temperatur zu ermitteln. — Wegen Herstellung des Vakuums durch Auskochen bei Füllung der Röhre f. [2].

f) Die Verbesserung wegen Spannung der Quecksilberdämpe ist sehr geringfügig. Die Angaben der Beobachter über ihre Größe weichen zurzeit noch bedeutend voneinander ab [2]. Die Ergebnisse der unter e) erwähnten Vergleichungen enthalten auch die Fehler aus dieser Spannung.

g) Verbesserung wegen Unreinheit des Quecksilbers. Wenn  $\sigma_r$  und  $\sigma$  die spezifischen Gewichte des reinen und unreinen Quecksilbers bezeichnen, so ist die Verbesserung  $\dot{B}(\sigma - \sigma_r) : \sigma_r$ . Hierin ist  $\dot{B}$  wieder der Barometerstand. Bei tadellosen Instrumenten entfällt diese Verbesserung. Ueber die Reinigung des Quecksilbers durch Filtrieren, auf chemischem Wege und durch Destillation f. [2].

Näheres über die Verbesserungen f. [2], [4]—[6] und [15].

#### 7. Gebrauch und Genauigkeit.

Wegen des Gebrauchs f. Barometrische Höhenmessung unter Höhenmessungen, ferner Meteorologie und Meteorologische Stationen sowie Schweremessung. — Der mittlere Fehler der Einstellung auf die Kuppe mit freier Hand und bloßem Auge und der Ableseung am Nonius kann zu  $\pm 0,1$ — $0,05$  mm, bei kathetometrischer Meßvorrichtung zu  $\pm 0,01$  mm und weniger angegeben werden. Der mittlere Fehler der Bestimmung des Barometerstandes ist größer. Nach [6] ist er bei Reisebarometern auf  $\pm 0,2$ — $0,15$  mm, bei großen Standbarometern aber auf weniger zu veranschlagen.

Literatur: [1] Bolton, Der Ursprung des Wortes Barometer, Deutsche Mech.-Ztg., Beiblatt zur Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1903, S. 80. — [2] Pfaundler, Müller-Pouillet's Lehrbuch der Physik und Meteorologie, 10. Aufl., Bd. 1, Braunschweig 1906. — [3] Reichsmarineamt, Handbuch der nautischen Instrumente, 2. Aufl., Berlin 1890. — [4] Schreiber, Handbuch der barometrischen Höhenmessungen mit Atlas, Weimar 1877. — [5] v. Bauerfeind, Elemente der Vermessungskunde, 7. Aufl., Bd. 1, Stuttgart 1890. — [6] Jordan, Handbuch der Vermessungskunde, Bd. 2, 6. Aufl., bearbeitet von Reinhertz, Stuttgart 1904. — [7] Löwenherz, Bericht über die wissenschaftl. Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung, Berlin 1880. — [8] Darmer, Ein neues Reisebarometer, Zeitschr. f. Vermessungswesen 1897, S. 342. — [9] Fueß, Normalbarometer und -manometer, sowie Haffelberg, Ueber das Normalbarometer der Pulkowaer Sternwarte, Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1881, S. 1 und 111. — [10] Wolff, Mikrobarometer, ebend. 1882, S. 115. — [11] Jordan, Das Glyzerinbarometer, ebend. 1881, S. 69. — [12] Fischer, Ein neues Barometer, Deutsche Mech.-Ztg., Beiblatt zur Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1900, S. 127. — [13] Boguski und Natanow, Ein Barometer mit Kontaktableseung, ebend. 1889, S. 301. — [14] Zeitschr. f. Instrumentenkunde: Krajewitsch, 1892, S. 209; Weber, 1893, S. 63; Guglielmo, 1894, S. 139; Koch, Geißlersche Röhre, felsftätige Quecksilberluftpumpe, 1899, S. 120; Deutsche Mech.-Ztg., Beiblatt zur Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1899: Brunn, Reimerdes, S. 33 und 78. — [15] Kohlrausch, Lehrbuch der praktischen Physik, Leipzig und Berlin 1905. — Hillmer.

#### Quecksilberbranderz, f. v. w. Idrialit (f. d.).

**Quecksilberchloride.** Quecksilberchlorür (Mercurochlorid, Kalomel)  $Hg_2Cl_2$ , entsteht auf Zufatz von Salzsäure oder Kochsalzlösung zu einer Quecksilberoxydulsalzlösung oder durch Sublimation von Quecksilberoxydulsulfat und Kochsalz bezw. Quecksilberoxydsulfat, Quecksilber und Kochsalz als ein weißes, kristallinisches, in Wasser unlösliches Pulver. Verdünnte Salzsäure löst es bei Luftzutritt zu Quecksilberchlorid. Alkalien scheiden schwarzes Quecksilberoxydul ab. Mit  $SnCl_2$  und  $AgCl$  bildet es Doppelfalze.

Quecksilberchlorid (Mercurichlorid, Sublimat, Aetzsublimat)  $HgCl_2$ , farblose rhombische Kristalle, löslich in Wasser und Alkohol, koaguliert Eiweißstoffe und ist eines der heftigsten Metallgifte. Man stellt es dar durch Lösen von Quecksilberoxyd in Salzsäure oder von Quecksilber in Königswasser oder durch Sublimation eines Gemenges von Quecksilberoxydulsulfat und Kochsalz. Verwendung in der Medizin als Antiseptikum und Arzneimittel, ferner zur Konserverierung von Holz (Kyanifieren, f. Holzkonserverierung, Bd. 5, S. 117), von Tierbälgen und von getrockneten Pflanzen. Mit Chlormetallen bildet es Doppelchloride;  $HgCl_2$ ,  $2NaCl$  entsteht auf Alkoholzufatz zu der gemischten wässrigen Lösung der beiden Chlorverbindungen als farblose Nadeln. Von ähnlichem Aussehen finden die andern Doppelfalze, von denen  $HgCl_2$ ,  $2NH_4Cl$ ,  $H_2O$  die Namen Alembröthsalz, Salz der Weisheit oder Wissenschaft, trägt. Quecksilberoxychloride von verschiedener Farbe und Zusammensetzung entstehen bei unvollständiger Fällung einer Quecksilberchloridlösung durch ätzende Alkalien.

Literatur: Dammer, Handb. der anorgan. Chemie, Stuttgart 1894, Bd. 2, S. 844. Rathgen.

#### Quecksilberdampflampe, f. Bogenlampen, Bd. 2, S. 173.

#### Quecksilbergelb, f. Merkurgelb.

#### Quecksilberhorizont, f. Künstlicher Horizont, Nadirhorizont.

#### Quecksilberhornerz, f. v. w. Chlorquecksilber (f. d.).

**Quecksilberjodide.** Quecksilberjodür (Mercurojodid)  $Hg_2J_2$  fällt als grünes unbeständiges Pulver auf Zufatz von Jodkalium zu einer Quecksilberoxydulsalzlösung.

**Quecksilberjodid** (*Mercurijodid, Jodquecksilber, rotes, Jodzinnerober, Jod in rot*) entsteht als kristallinisches rotes Pulver, wenn Quecksilber und Jod, am besten bei Alkoholzufatz, zammengerieben werden. Jodkalium fällt es als amorphes rotes Pulver aus Quecksilberoxydsalzlösungen. Bei dem Erhitzen geht das trockene rote (tetragonale) Jodid in eine gelbe (rhombische) Modifikation über, die durch Berührung mit einem festen Gegenstande sofort oder ohne solche nach einiger Zeit wieder rot wird. Mit andern Jodiden bildet das Quecksilberjodid eine Anzahl von Doppelosalzen, die zum Teil ähnliche Farbenänderungen zeigen. Quecksilberjodid ist ein wesentlicher Bestandteil des Neßlerschen Reagens (f. d.). *Rathgen.*

**Quecksilberlebererz, Merkurlebererz**, ein Gemenge von vorwiegend Zinnerober mit Idrialin und erdigen Verunreinigungen. Rot, bleigrau bis schwarz, meist dicht; von rotem Strich. Wie Zinnerober zur Quecksilberdarstellung benutzt. (Idria in Krain.)

*Leppa.*

**Quecksilberlegierungen, f. v. w. Amalgam** (f. d.).

**Quecksilbermohr**, fein zerteiltes, metallisches Quecksilber, glanzloses graues Pulver, durch Fällen von Quecksilberchlorid mit Zinnchlorür, auch durch Schütteln von metallischem Quecksilber mit Salzlösungen zu erhalten.

*Rathgen.*

**Quecksilbernitrat** (*Quecksilberoxydulnitrat, Mercuronitrat*)  $Hg_2(NO_3)_2$  entsteht bei Einwirkung von verdünnter Salpeteräure auf überschüssiges Quecksilber; es kristallisiert in wasserhellen, monoklinen Säulen. Bei längerer Einwirkung entstehen basische Salze. **Quecksilberoxydulnitrat** (*Mercurinitrat*)  $Hg(NO_3)_2$  entsteht, wenn überschüssige Salpeteräure auf Quecksilber einwirkt, sowie bei dem Auflösen von Quecksilberoxyd in Salpeteräure. Es kristallisiert in monoklinen Tafeln. Mit Wasser entstehen basische Salze. *Rathgen.*

**Quecksilberoxyd** (roter Präzipitat)  $HgO$  bildet sich bei Erhitzen des Quecksilbers bis zum Siedepunkt bei Luftzutritt, entsteht ferner durch vorsichtiges Erhitzen von Quecksilberoxydulnitrat oder von einem Gemenge von Quecksilberoxydulnitrat und Quecksilber.

Fällt man die Lösung eines Quecksilberoxydsalzes heiß mit Alkalien, so entsteht rotes kristallinisches Oxyd, während eine kalte Lösung gelbes, amorphes Oxyd liefert. Beim Glühen verflüchtigt es sich und zerfällt in seine Elemente. Es ist in Wasser sehr wenig löslich und gibt mit Säuren die betreffenden Oxydsalze. Es dient zur Darstellung anderer Quecksilberverbindungen und soll zum Anstrich bei Ozeandampfern als Mittel gegen Molluskenanfall verwendet werden.

Literatur: Dammer, Handb. der anorgan. Chemie, Stuttgart 1894, Bd. 2, S. 841. *Rathgen.*

**Quecksilberoxydul**  $Hg_2O$  bildet sich als schwarzer Niederschlag auf Zusatz von Alkalien zu Quecksilberoxydulsalzlösungen. Der Niederschlag enthält fast immer Quecksilberoxyd und metallisches Quecksilber. Es oxydiert sich an der Luft zu Quecksilberoxyd.

*Rathgen.*

**Quecksilberruß, -schwarz, f. Quecksilber.**

**Quecksilberulfat** (*Quecksilberoxydulfulfat, Mercuroulfat*)  $Hg_2SO_4$  entsteht durch Erhitzen von Quecksilber mit konzentrierter Schwefelsäure unter Entwicklung von schwefriger Säure als ein weißes kristallinisches Pulver. — **Quecksilberoxydulfulfat** (*Mercurinitrat*)  $HgSO_4$  bildet sich, wenn Schwefelsäure im Überchuß vorhanden. Mit viel Wasser entsteht ein zitronengelbes basisches Salz (*Turpethum minerales*), das früher in der Medizin Verwendung fand. *Rathgen.*

**Quecksilbersulfid** (*Schwefelquecksilber*)  $HgS$  kommt in der Natur als Zinnerober vor und entsteht bei Fällung einer Quecksilberoxydsalzlösung durch Schwefelwasserstoff.

Quecksilberoxydulfalze geben mit Schwefelwasserstoff ein Gemenge von Quecksilberulfid und metallischem Quecksilber. Es ist ein schwarzes, amorphes Pulver, das sich nur in Königswasser löst. Durch Sublimation eines Gemenges von Quecksilber und Schwefel erhält man es als ein braunrotes Sublimat, das bei dem Zerreiben eine scharlachrote Farbe annimmt (*künstlicher Zinnerober*); f. a. Zinnerober.

*Rathgen.*

**Quelldeich, f. v. w. Kuverdeich** (f. d.).

**Quelle**, im allgemeinen, der Austritt einer Flüssigkeit aus der Erde, speziell das Zutagetreten von Grundwasser, wobei die Bezeichnung sowohl den Ort des Austrittes als auch das austretende Wasser einbegreift. Das Grundwasser (f. Bd. 4, S. 660 ff.) wird in der Hauptfache durch Absinken der im Boden flüssig bleibenden Infiltrationen (die direkt atmosphärischer Herkunft sein oder von bestehenden offenen Gewässern herrühren können) sowie aus Verdichtungen von Wasserdampf innerhalb der Bodenporen geliefert [1]; von Natur undurchlässige oder durch andauernde Benetzung undurchlässig gewordene Bodenschichten drängen es auf die Oberfläche zurück. Erfolgt das Zutagetreten aufsteigend unter lebhaften

vertikalen Bewegungen, so hat man einen Sprudel. Vielfach werden die Quellen auch als Brunnen bezeichnet.

Die Größe des Auslaufquantums hängt von dem Infiltrationsgebiet der Quelle und der Größe und Beschaffenheit des Grundwasserrefervoirs ab. Ist das letztere groß und kann ein Ablauf nur durch die Quelle erfolgen, so besteht ein Gleichgewichtszustand zwischen dem in den Boden infiltrierten und dem an der Quelle auslaufenden Wasser, der jedoch zeitlich keineswegs parallele Ergebnisse hat. Das Grundwasserrefervoir sammelt die nur periodisch zugehenden Infiltrationen und regelt den Ausgleich zwischen Zufluss und Abfluss. Der letztere wird wesentlich erleichtert, wenn große nichtkapillare Wege für das Wasser gegen den Auslauf bestehen und umgekehrt. Setzt die Bodeninfiltration lange aus, so kann also im ersten Falle sich das Grundwasserrefervoir rasch entleeren und der Auslauf eventuell auf Null herabflicken (die Quelle versiegt); in letzterem Falle wird eine weniger rasche Abnahme des Ablaufs stattfinden und ein Versiegen der Quelle nicht eintreten. Demgemäß ist eine feste gleichbleibende Ausflußmenge nicht denkbar, und man findet in der Tat nirgends eine Quelle von konstanter Ergiebigkeit [2], § 22–27.

Sehr häufig bildet die Quelle nicht den einzigen Auslauf für das Grundwasser, sondern nur den Ueberlauf eines unter dem Quellnorte oder in der Nähe deselben fließenden Grundwasserstromes. In diesem Falle werden sowohl durch den sichtbaren wie den unsichtbaren Wasserlauf dem Grundwasserrefervoir die Vorräte entzogen. Sinkt der Spiegel im unsichtbaren Wasserlauf unter ein gewisses Maß, so versiegt der sichtbare Wasserlauf (die Quelle). Das Absinken des Spiegels im unsichtbaren Wasserlauf kann durch allgemeines allmähliches Absinken der Grundwasserwelle im Gebirge veranlaßt sein oder aber durch ein innerhalb kurzer Perioden sich einstellendes Heben und Senken der Flutwelle im unterirdischen Ablauftkanale, was besonders bei auf kurzen Strecken wechselndem Gefälle und Querschnitt, kaskadenförmigem oder heberartigem Ablaufe u. f. w. eintritt. Wenn das Grundwasserrefervoir in der Regel nur die unsichtbar laufende Strömung speist und erst bei starken Anschwellungen Wasser aus der Quelle austritt, so nennt man die letztere in unserm Klima Hungerbrunnen oder Maibrunnen (auch Wedel), weil ihrer Entstehung lange andauernde, der Vegetation schädliche Regenfälle vorangehen; erfolgt das Entstehen und Versiegen der Quelle innerhalb kurzer Perioden, so nennt man sie eine intermittierende [2], S. 229.

Die in den Boden eindringenden Infiltrationen, welche die Quellen bzw. den Grundwasserstrom speisen, sind hauptsächlich dreierlei Art: 1. Versickerungen von Regenwasser über dem Gelände durch Poren, Klüfte und Spalten; 2. Verlinken eines Teils offen fließenden Wassers in den Untergrund und 3. Schneeschmelzen über dem durchlässigen Gebirge. Da die sub 1. genannten Infiltrationen in der heißen Jahreszeit und im strengen Winter sehr gering sind, werden die ausschließlich durch sie gespeisten Quellen während und nach dieser Zeit ihre Minima zeigen. Die sub 2. genannten Infiltrationen sind geeignet, jederzeit große, nachhaltige Quellen zu speisen, die aber hygienisch nicht immer einwandfrei sind. Die sub 3. genannten, besonders die im Hochgebirge im Sommer aus Schnee- und Gletscherfeschmelzen hervorgehenden Infiltrationen liefern meist sehr reines und, weil in der heißen Jahreszeit am reichlichsten fließend, für Wafferversorgungen vortrefflich geeignetes kühles Quellwasser; dabei treten die Minima im Winter und Frühjahr auf.

Die Temperatur der Quellen ist von jener der einziehenden Infiltration, der Zeitdauer des Aufenthaltes derselben im Untergrund und der Tieflage, in welcher sie sich bewegt, abhängig. Da in unserm Klima in der Tiefe von 30 m unter Terrain die Temperatur ungefähr gleich der mittleren Jahrestemperatur an dem betreffenden Orte ist, so beweisen geringe Abweichungen der Quellentemperatur von dieser, daß der unterirdische Weg die Infiltrationen zunächst tiefer als 30 m und dann erst wieder in geringerer Tiefe der Quelle zuführt. Solche Quellen sind in der Regel rein. Große Schwankungen in der Temperatur des Quellwassers weisen auf eine geringe Tiefe des Eindringens der Infiltrationen oder auf ein rasches Durchfließen der Zwischenräume des Gebirges hin. Letzteres läßt sehr häufig auch eine Trübung der Quelle zum Vorschein kommen. Die Qualität des Wassers ist dann eine zweifelhafte. Quellen, welche eine größere als die mittlere Jahrestemperatur zeigen, heißt man Thermen (heisse Quellen). Ueber ihre Entstehungsurfläche weiß man in der Regel nichts Genaues; um so reichlicher sprühen die Hypothesen, die wir übergehen (Literatur f. [2], S. 241). Quellen mit konstanter Temperatur gibt es nicht.

Chemische Prozesse während der Infiltration, chemische Angriffe des Wasser dampfes und des flüssigen Wassers sowie mechanische Arbeit des letzteren an dem Träger des Grundwassers bewirken sowohl eine Auslaugung als auch eine mechanische Umbildung derselben. Die chemischen Lösungen zeigen sich im Wasser der Quelle und lassen häufig erkennen, welche Gesteinschichten von dem Grundwasser unterirdisch berührt bzw. durchflossen wurden. In der Regel ist die Quantität dieser Lösungen relativ nicht sehr bedeutend; erreichen sie eine größere Konzentration, so nennt man die Quellen Mineralquellen (Literatur f. [2], S. 247). Am häufigsten zeigen sich eisenhaltige Wasser. Die im Wasser gelösten Stoffe werden nie in konstanten, sondern je nach Jahreszeit, Wassermenge der Quelle und Temperatur verschiedenen Mengen vorgefunden [1]. Die mechanischen Ablösungen des Wassers bewirken Ablagerungen teils im Gebirgsinneren, teils an der Quelle selbst; sie können zur Ursache des Entstehens von nichtkapillären Spalten werden, wodurch die Waffewirtschaft an der Quelle sowie die hygienische und chemische Beschaffenheit derselben meist ungünstig beeinflußt wird.

An vielen Quellen steigt die Ergiebigkeit, wenn der Luftdruck abnimmt; man nennt sie dann Wetterbrunnen. Die Erscheinung erklärt sich daraus, daß über der tief unter dem Boden liegenden Grundwasserwelle der Luftdruck sich nicht so rasch ändern kann wie an dem Auslaufe, weil bei der Ausgleichung des Drucks über der Grundwasserwelle bedeutende Bewegungswiderstände in den Bodenporen zu überwinden sind.

Die Ergiebigkeit einer Quelle ist um so geringer, je geringer ihr Infiltrationsgebiet bzw. je kleiner das sie speisende Grundwasserreservoir und je weniger durchlässig der Grundwasserträger ist und umgekehrt. Die Durchlässigkeit des letzteren ist aber nicht allein von der Porosität des Gesteins an sich, sondern auch von der Zertrümmerung desselben in Schollen, Fetzen, Schotter u. f. w. abhängig. Bei kleinem Grundwasserreservoir können oft nur geringe Bruchteile der atmosphärischen Niederschläge als Bodeninfiltrationen einziehen; bei größerem werden alle dienstbar gemacht. Innerhalb regelmäßig geschichteter Formationen treten die Quellen stets am Ausgehenden der Schichten zutage. Sehr häufig findet man Quellen an dem Uferrande alter Hochgefäde oder in dem Mittelpunkte amphitheatralischer Terrainbildungen. In der Nähe eruptiver Durchbrüche finden sich stets Quellen oder größere Grundwasseranfammungen; ebenso dort, wo Gebirgsdetritus in großer Menge mit regelmäßig geschichtetem Gestein zusammenliegt, durchlässige über undurchlässige Schichten gelagert sind, oder durchlässige Gebirge von tonigen Gesteinen mantelartig umhüllt werden. Erdfälle, in Reihen vorhanden, weisen in ihrer Verlängerung stets auf eine Quelle oder auf Grundwasser hin. Aus Gebirgsfalten, wenn sie Verwerfungen bilden, drängen in der Regel Quellen hervor. In den Schnee- und Eisregionen von rund 3000 m ü. d. M. hören die Quellen auf. Näheres hierüber in [2], § 31 und 32. Die Reinheit des Wassers einer Quelle ist ganz wesentlich von der natürlichen Filtration desselben im Untergrunde abhängig; Quellen aus nichtkapillaren Spalten, die große Wassermengen liefern, sind in der Regel der Infektion ausgesetzt, besonders in stark besiedelten Einzugsgebieten.

Literatur: [1] Daubrée, A., *Les eaux souterraines*, Paris 1888. — [2] Lueger, Ö., *Wasserversorgung*, Abschn. II, Darmstadt 1895, mit zahlreichen weiteren Literaturangaben. *Lueger.*

#### Quellenfassung, I. Wafferaffassung.

**Queller**, auch Glaschmalz, Meer- oder Salzkraut (*Salicornia herbacea L.*), einjährige, krautige Pflanzen mit ästigen Stengeln und Aehren.

Der Queller ist an der Nordseeküste sehr häufig und wächst insbesondere auf dem im Anfang der Begründung befindlichen Vorlande der Deiche, kommt aber auch an der Ostsee vor. Im Deichbau wird er wohl statt des Strohes zu der Dachlage der Strohbedeckung (vgl. *Befestigung*) verwendet. — Am Dollart heißt das dort gedeihende lange, vorzügliche Gras gleichfalls Queller (an der oldenburgischen Küste „Andel“).

*Frühling.*

#### Quellerz (Quelleisen), f. Brauneisen.

**Quellkade**, provisorischer Fangdamm aus zwei Holzwänden an der Binnenseite eines Deiches mit Füllung aus Erde oder Sandfäcken, um das aus einer Quelle (deren Stopfung an der Außenseite des Deiches sich nicht als möglich erwiesen hat) hervordringende Wasser aufzustauen und dadurch die Gefahr eines Durchbruches abzuwenden. (Vgl. *Deichverteidigung*.)

*Frühling.*

#### Quellstock, f. Malz.

#### Quellwasser bei Dämmen, f. Körwasser.

**Quensleinrichtung**, im Bergbau, die Verbindung des Fördergefäßes oder Fördergestelles mit dem Förderseil (f. *Schachtförderung*).

**Querbalken**, 1. ein zur Balkenrichtung quer laufender Balken, wie z. B. ein Treppenwechsel; 2. Querarm, Querschenkel, der kurze, wagerechte Balken eines Kreuzes.

*Weinbrenner.*

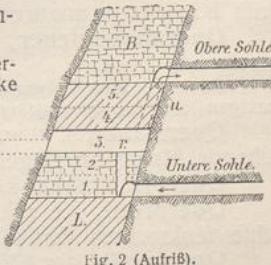
**Querband**, 1. das Querholz zur Verspannung der einzelnen Sparren eines Bohlen- oder Helmdaches; 2. bei Holzbrücken, die zu beiden Seiten der Jochpfähle angebrachte Verstrebung.

**Querbau**, bergmännische Abbaumethode für mächtige, steil einfallende Lagerstätten.

In jeder Abbauföhlung wird vom Schachtquerfuge aus (f. Fig. 1 und 2) eine Streichstrecke am Liegenden aufgefahren, und von dieser aus werden Querstrecken bis an das Hangende getrieben. Die dazwischen gelegenen Teile der Lagerstätte *L* werden in Streifen nach der Quer- oder Streichrichtung in 2–2,5 m Höhe abgebaut. Die entstehenden Hohlräume werden mit Bergen verfüllt, die in der Lagerstätte vorkommen oder in besonderen Weitungen *M*, Bergemühlen genannt, gewonnen werden. Nur die Hauptstrecke wird offen erhalten. Ist auf diese Weise eine Abteilung abgebaut, so bricht man von der Hauptstrecke in die Höhe und bringt eine zweite, später eine dritte Abteilung in gleicher Weise zum Abbau. Die Förderung erfolgt durch Rollen oder flache Strecken von den oberen Abteilungen bis auf die Streichstrecke. Besondere Vorsicht ist geboten beim Abbau der obersten Abteilung, auf welcher der Bergeverfatz *B* der nächsthöheren Sohle ruht, jedoch setzt sich dieser gewöhnlich so fest zusammen, daß ein reiner Abbau mit Hilfe von Getriebezimmenung



Fig. 1 (Grundriß). Richtung des Betriebes.  
*L* Lagerstätte, *St* Streichstrecke, *Q* Querstrecke, *M* Wetterüberhauen, *r* Rollen, *B* Bergemühle.



möglich wird (vgl. a. Tunnelbau). Man kann das Abfangen des Bergeversatzes dadurch erleichtern, daß vor dem Einbringen deselben die Sohle mit Brettern oder Schwarten belegt wird. Zur Wetterverförgung werden Verbindungen mit der nächsthöheren Sohle hergestellt. Den senkrechten Abstand der Sohlen wählt man zu 10—15 m, so daß 4—6 Abteilungen von jeder Sohle aus zum Abbau gelangen. Diese Methode wird z. B. zu Idria in Krain beim Quecksilberbergbau und auf den mächtigen, unter 45—50° einfallenden Kohlenflözen zu St. Etienne angewendet. Vgl. a. die in Bd. 1, S. 696, angeführten Werke über Bergbaukunde. *Treptow.*

**Querbunker**, f. Kohlenbunker.

**Quercitrin, -citronrinde**, f. Farbstoffe, pflanzliche.

**Querdach**, 1. Satteldach eines Turmes, der Giebel zu beiden Seiten hat; 2. das über den einzelnen Jochen eines Seitenschiffes quer zur Längsrichtung laufende Dach; 3. Dach eines Querhauses. *Weinbrenner.*

**Querdichte** oder **Querschnittsbelastung** eines Geschoßes stellt das Verhältnis des Geschoßgewichts zum Geschoßquerschnitt dar.

**Querfenster**, f. v. w. liegendes Fenster, d. h. ein um eine wagerechte Achse drehendes Fenster, wie der obere oder Luftflügel an Wohnhausfenstern; f. Fensterrahmen (Bd. 3, S. 696 ff.). *Weinbrenner.*

**Querfries**, wagerechtes Fries oder Rahmenstück bei gestemmten Türen oder Täferungen; f. Türen (gestemmte Türen).

**Querhaupt**, ein Kreuzkopf, und zwar ein Doppelzapfen, der quer am Ende der Kolbenstange sitzt und die gegabelte Pleuelstange sowie die Gleitschuhe oder die Lenkerstangen einer Gerafführung faßt (f. Bd. 4, S. 329).

**Querholz**, 1. f. v. w. Hirnholz (f. d.); 2. jedes quer zur Hauptrichtung gelegte Holz (f. Querbalken); 3. f. v. w. Kämpferholz, Losholz, Weitstab eines Fensters (f. Fensterrahmen); 4. Riegelholz in einer Fachwand. *Weinbrenner.*

**Querkontraktion**, f. Kontraktion, Zerreißversuch, Dehnung, Elastizitätsquotient.

**Querkopf**, Nagel mit zweilappigem Kopf; f. Nagel, Fig. 24 und 25.

**Querkraft** wird häufig eine Kraft genannt, welche die zwei in einem Querschnitt (f. d.) stabförmiger Träger (f. d.) zusammenhängenden Flächen längs einander zu verschieben sucht, also die Vertikalkraft  $V_x$  bei horizontalen Balkenträgern (f. Balken, auch einfache und durchlaufende) und die Transversalkraft  $T_x$  bei gebogenen Trägern (f. Balken, Bogen). Doch kommt der Ausdruck auch für andre senkrecht zur Längsrichtung stabförmiger Körper wirkende Kräfte zur Verwendung. *Weyrauch.*

**Querkraft**, auch Scher-, Transversal-, Vertikalkraft, äußere Kraft genannt, heißt in der Statik der vollwandigen und Fachwerksbalken die Mittelkraft der außerhalb eines Querschnittes angreifenden Kräfte. Ob man dabei die Kräfte links oder rechts vom Schnitt in Betracht zieht, ist im allgemeinen gleichgültig; man erhält in beiden Fällen die nämliche Kraft, nur mit entgegengesetztem Zeichen. Das statische Moment der Querkraft, bezogen auf die Schnittstelle, heißt Biegemoment (vgl. Balken und Fachwerke). *Mörsch.*

**Quermarkenfeuer**, die Grenze des nutzbaren Bereichs von Richtfeuern anzeigenende Feuer.

Soweit sie den Übergang aus einer Kursrichtung in eine dieselbe annähernd querende anzeigen, sind die Quermarkenfeuer Leitfeuer oder Richtfeuer, gegebenenfalls mit Rückpeilung.

**Quermauer**, f. v. w. Scheidemauer, quer zur Hauptrichtung des Gebäudes gehende Mauer im Gegensatz zu Längsmauer.

**Querort**, f. Strecken.

**Querprofil**, die zeichnerische Darstellung eines zu irgend welcher Längsachse senkrechten Vertikalschnitts bzw. die Gestalt oder Fläche des letzteren.

**Querprofile der Flüsse und Kanäle.** Das Querprofil ist entweder gegeben oder gesucht. Im ersten Falle kann es sich nur darum handeln, bei verschiedenen Wasserständen die mittlere Geschwindigkeit  $u$  und die Wassermenge  $Q$  oder, wenn diese ebenfalls gegeben sind, das relative Spiegelgefälle  $\alpha$  (in der Strömungsrichtung) zu berechnen. Im zweiten Falle sind die Dimensionen des Querprofils  $F$  zu ermitteln, die sich nach der verlangten oder gegebenen mittleren Geschwindigkeit, der Wassermenge und dem relativen Gefälle richten. Allgemein wird bei den Berechnungen für die betreffende Strecke eine gleichförmig permanente Bewegung angenommen.

1. Gegebenes Querprofil. Nach Bd. 5, S. 152 und 153, gelten für ein Querprofil, das geschlossenen Wasserablauf ermöglicht, bei dem also eine stetige Erhebung oder Senkung des Wasserstandes eine stetige Zunahme oder Abnahme des Wasserquerschnittes  $F$  und des benetzten Umfangs  $p$  hervorruft, die Beziehungen:

$$1. Q = Fu; 2. u = k\sqrt{r\alpha}; 3. \alpha = u^2 : k^2 r = Q^2 p : k^2 F^3.$$

Die Werte von  $k$  sind aus den a. a. O. S. 152 angegebenen Werten von  $c$  und der Beziehung  $k = 1 : c$  abzuleiten;  $p$  ist der benetzte Umfang des Querprofils (Fig. 1),  $r$  der sogenannte mittlere Profilradius  $= F : p$ . Für relative Gefälle  $\alpha > 1 : 2000$  gilt für  $c$  Formel 13., für  $\alpha < 1 : 2000$  in Formel 14. in Bd. 5, S. 152. Die Wassermengen  $Q$  sind in den Flüssen stets, in den Kanälen in der Regel wechselnd, also auch die Spiegellagen in beiden. Damit ändert sich auch der Wert des Koeffizienten  $k$  infolge seiner Abhängigkeit von  $r$ . In der Regel ändert sich auch die mittlere Geschwindigkeit  $u$  im Querprofil. Nur in einem Falle bleibt  $u$  konstant: wenn das Querprofil (vgl. Fig. 2) in feinen Böschungen nach einer Kettenlinie von der Gleichung:

$$4. y = \frac{b}{2} \left( e^{\frac{a+x}{b}} + e^{-\frac{a+x}{b}} \right)$$

Fig. 1. Gegebenes Querprofil.

begrenzt wird, in der  $a = b \log \frac{B + \sqrt{B^2 - b^2}}{b}$  ist. Die Gleichung 4. entspricht der Beziehung  $F : p = \text{konst}$  oder  $dF = \text{konst} \cdot dp$  und ergibt sich durch Integration mit  $dF = 2y \cdot dx$ ,  $dp = 2\sqrt{dx^2 + dy^2}$  und mit den zusammengehörigen Werten  $x = 0, y = B$  [1], S. 27.

Bei Querprofilen, die sehr unregelmäßig begrenzt sind, insbesondere einen geschlossenen Ablauf nicht ermöglichen, sondern das Wasser gewissermaßen in mehreren besonderen Rinnen ableiten, ist die Berechnung der Wassermengen getrennt durchzuführen [1], S. 738. So wäre z. B. in dem in Fig. 3 gezeichneten Querprofil zunächst zu bestimmen:  $u_1 = k_1 \sqrt{r_1 \alpha}$ ,  $u_2 = k_2 \sqrt{r_2 \alpha}$ ,  $u_3 = k_3 \sqrt{r_3 \alpha}$ , wobei  $r_1 = F_1 : p_1$  zu setzen,  $p_1$  aber nur bis zur vertikalen Trennungslinie I, I zu messen ist,  $p_2$  von der Trennungslinie I, I bis zu jener II, II u. f. w. Es wird dann

$$5. Q = u_1 F_1 + u_2 F_2 + u_3 F_3.$$

Das Resultat ist selbstverständlich nur eine rohe Annäherung.

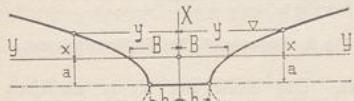


Fig. 2. Profil konstanter Abflussgeschwindigkeit.

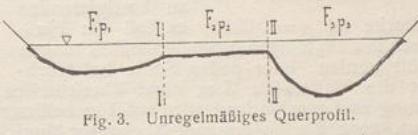


Fig. 3. Unregelmäßiges Querprofil.

2. Gefuchtes Querprofil bei Flüssen. Hier handelt es sich meistens um trapezoidale oder sonst geradlinig begrenzte Profilflächen. Gegeben ist in der Regel der Böschungswinkel  $\varphi$  und außerdem die Wassermenge  $Q$  und das relative Gefälle  $\alpha$ . Mit den Bezeichnungen der Fig. 4 ist sodann  $b = B - h \cot \varphi$ ;  $F = 2Bh - h^2 \cdot \cot \varphi = 2bh + h^2 \cdot \cot \varphi$ , woraus

$$6. B = 0.5 \cdot F : h + 0.5 \cdot h \cot \varphi;$$

$$7. b = 0.5 \cdot F : h - 0.5 \cdot h \cot \varphi;$$

$$8. p = 2B + 2h(1 - \cos \varphi) : \sin \varphi = F : h + 2h : \sin \varphi - h \cot \varphi = 2(b + h : \sin \varphi);$$

$$9. r = \frac{F}{p} = Fh : \sin \varphi : [F : \sin \varphi + h^2(2 - \cos \varphi)].$$

Fig. 4. Trapezoidales Profil.

Ist die Geschwindigkeit  $u$  zum vornherein gegeben, so erhält man  $F = Q : u$  als Zahlenwert, und da aus 2.  $r = u^2 : k^2 \alpha$  folgt, gibt Gleichung 9. mit einem verschlüsselten angenommenen Wert von  $k$  (man setzt in der Regel hierbei erstmals  $k = 50$ ) einen ersten Näherungswert von  $h$ . Mit diesem bestimmt man ein neues  $k$  und verwendet unter Einführung des damit gewonnenen  $r$  nochmals Gleichung 9. für Ausrechnung eines weiteren Wertes von  $h$  u. f. w., bis die erforderliche oder gewünschte Genauigkeit erreicht ist. Die Gleichungen 6. und 7. liefern dann  $B$  und  $b$  und damit die Lösung des Problems.

Ist das Profil so zu gestalten, daß es der Flößerei oder einer bestimmten Art von Schiffahrt genügt, so muß der Wasserstand  $h$  im ersten Falle  $> 0.5$  m, im andern  $> 1.2$  m sein, also bei der Wasserführung  $Q$  einen ganz bestimmten Wert annehmen. Das gleiche trifft zu, wenn bei Hochwasser die Wasserhöhe jene Grenze nicht übersteigen darf, bei der gefährliche Geschiebetransporte die Beziehung

$$10. Q = \sqrt{\frac{k^2 \alpha F^3}{p}} = \sqrt{\frac{k^2 \alpha (2Bh - h^2 \cot \varphi)^3}{2B + 2h(1 - \cos \varphi) : \sin \varphi}}.$$

Hieraus bestimmt sich wieder mit verschlüsselten Annahme von  $k = 50$  ein Näherungswert von  $B$ ; sodann mit 6. ein Wert von  $F$  und mit 9. ein solcher von  $r$ , der wieder ein genaueres  $k$  liefert, mit dem weiter probiert wird u. f. w. Die Wurzel auf der rechten Seite von 10. wird imaginär, wenn  $2B < h \cot \varphi$  ist, worauf zu achten.

Ist man weder an die Annahme eines bestimmten  $u$  noch an jene eines bestimmten  $h$  gebunden, so kann man das sogenannte vorteilhafteste Querprofil  $F$  ermitteln, bei dem mit gegebenem  $Q$  und  $\alpha$  die Maximalgeschwindigkeit erreicht wird. Letztere tritt ein für das Maximum von  $r$ ; den betreffenden Wert erhält man aus Gleichung 9., wenn man  $\frac{\partial r}{\partial h}$  bildet und das Ergebnis = 0 setzt. Es folgt

$$11. h = \sqrt{\frac{F \sin \varphi}{2 - \cos \varphi}} \quad \text{oder} \quad 12. r = \frac{h}{2}.$$

Es kann also jedes trapezförmige vorteilhafteste Querprofil mit der in Fig. 5 gezeichneten Konstruktion ermittelt werden; aus dem Mittelpunkte des Wafferpiegels wird mit dem Halbmesser  $h$  ein Kreisbogen beschrieben, den die Sohle horizontal, die Böschungen unter dem Winkel  $\varphi$  berühren. Aus der Konstruktion folgt auch ohne weiteres  $b = h \tan \frac{\varphi}{2}$  [3].

Bei den vorkommenden Rechnungen für übliche Böschungsverhältnisse gewährt nachstehende Tabelle Erleichterung; auch sei im gleichen Betreff auf [4] und [5] verwiesen.

$\varphi$	Relative Böschung = $\cot \varphi$	$\sin \varphi$	$\cos \varphi$	$\frac{1}{\sin \varphi}$	$1 - \cos \varphi$	$2 - \cos \varphi$	Nähere Bezeichnung des Profils
90°	0,000	1,000	0,000	1,000	1,000	2,000	Rechteck
45°	1,000	0,707	0,707	1,414	0,293	1,293	Profil mit 1 füßiger Böschung
33° 41'	1,500	0,555	0,832	1,803	0,168	1,168	" " 1½ "
26° 34'	2,000	0,447	0,894	2,236	0,106	1,106	" " 2 "
18° 26'	3,000	0,316	0,949	3,163	0,051	1,051	" " 3 "
14° 2'	4,000	0,243	0,970	4,124	0,030	1,030	" " 4 "
11° 19'	5,000	0,196	0,981	5,097	0,019	1,019	" " 5 "

Doppelprofile, wie sie in der Regel bei Flußkorrekturen angewendet werden, erhalten die in Fig. 6 dargestellte Form. Bei Berechnung derselben für Hochwasser ist (vgl. unter 1) die im Flußschlauch strömende Waffermenge abzuscheiden von jener, welche über die Vorländer fließt; im übrigen sind besondere Bedingungen zu erfüllen, die wir am besten durch ein Beispiel erläutern. — Auf einer zu korrigierenden

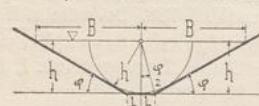


Fig. 5. Profil größter Abflußgeschwindigkeit.

Flußstrecke sei  $\alpha = 0,0016$ ; es soll ein Flußschlauch mit 1½ füßigen gepflasterten Böschungen gewählt werden, über dessen Sohle bei Hochwasser die Waffehöhe 3 m nicht überschreiten darf. Die Höhe der Kante zwischen der Böschung und dem Vorländer wird auf 1 m bestimmt und die Vorländer dürfen erst überflutet werden, wenn die Waffermenge 30 cbm/sec überschreitet. Die Hochwaffermenge beträgt 500 cbm. Die Vorländer sollen 1,5% Gefälle gegen die Kante des Flußschlauchs erhalten; sie sind von einem Hochwafferdamm mit den Innenböschungen 1:2 zu begrenzen; für  $k$  soll (vgl. Bd. 5, S. 152) der Wert:  $k = \frac{100 \cdot \sqrt{r}}{1,8 + \sqrt{r}}$  gewählt werden. Die Grenzgeschwindigkeit bei Hochwasser sei auf 3,5 m/sec festgesetzt.

Es ist zunächst die Mittelwafferrinne für  $Q_0 = 30$  cbm zu bestimmen. Man erhält mit den angenommenen Maßen:

$$F_0 = s_0 + 1,5; p_0 = s_0 + 2\sqrt{1 + 1,5^2} = s_0 + 3,60; r_0 = \frac{s_0 + 1,5}{s_0 + 3,6}; u_0 = \frac{Q_0}{F_0} = k_0 \sqrt{r_0 \alpha},$$

also nach Einführung obiger Werte:

$$7,50 = \frac{(s_0 + 1,5)^2}{1,8 \cdot s_0 + 1,8 \cdot 3,6 + \sqrt{(s_0 + 1,5)(s_0 + 3,6)}},$$

woraus  $s_0 = 21$ . Damit wird:

$$F_0 = 22,5; p_0 = 24,6; r_0 = 0,91; k_0 = 34,5; u_0 = 1,31; Q_0 = \text{rund } 30 \text{ cbm}.$$

Der Anteil an Hochwasser, welcher durch den Flußschlauch bei 3 m Waffehöhe abgeführt werden kann, berechnet sich jetzt wie folgt:

$$F_1 = 3(21 + 3) - 1,5 = 70,5 \text{ qm}; p_1 = 24,6; r_1 = 70,5 : 24,6 = 2,87; k_1 = 48,4; u = 3,28; Q = 70,5 \cdot 3,28 = 231,24 \text{ cbm}.$$

Die Geschwindigkeit  $u$  bleibt kleiner als 3,5 m/sec; man kann also die Hochwaffehöhe von 3 m über Sohle beibehalten. Über jedes der beiden Vorländer ist dann an Hochwasser abzuleiten:  $Q_2 = 0,5(500 - 231,24) = 184,38 \text{ cbm}$ .

Entsprechend Gleichung 3. erhält man mit einem Annäherungswert von  $k = 40$ :

$$\frac{F_2^3}{p_2} = \frac{Q_2^2}{k^2 \alpha} = \frac{184,38^2}{40^2 \cdot 0,0016} = 13280.$$

Wählt man jetzt  $s_2 = 60$ , so ist mit  $h_1 = 2, h_2 = 2 - 0,015 \cdot 60 = 1,1$  und man findet  $F_2 = 0,5 \cdot 60 \cdot 3,1 + 1,1^2 = 94,21; p_2 = 60 + 1,1 \cdot \sqrt{5} = 62,46$ ; also  $\frac{F_2^3}{p_2} = 13377$  als zufriedenstellende Annäherung. Rechnet man mit diesen Werten, so folgt:

$$r_2 = 94,21 : 62,46 = 1,51; k_2 = 40,6; u_2 = 1,99; Q_2 = 187,48 \text{ cbm}.$$

Gegenüber dem Soll von 184,38 cbm spielt die Differenz (die von der Wahl einer ganzen Zahl für  $s_2$  herrührt) keine Rolle.

Bei Flüssen, die weder schiffbar noch flößbar sind, aber zeitweise größere Hochwasser führen, die im einfachen trapezoidalen Profil abgeleitet werden müssen, handelt es sich häufig

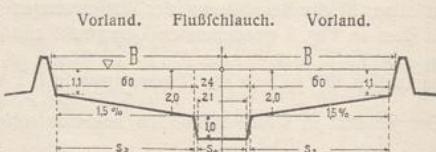


Fig. 6. Doppelprofil bei Flußkorrekturen.

darum, die Böschungen so zu verflachen, daß bei Hochwasser eine gewisse Wassertandshöhe  $h$  und eine bestimmte Geschwindigkeit  $u$  nicht überschritten wird. Ist in diesem Falle das spezifische Gefälle  $\alpha > 1:2000$ ,  $Q$  die Hochwassermenge,  $h$  die zulässige Wassertandshöhe,  $s$  die Sohlenbreite,  $u$  die Geschwindigkeit, so hat man aus  $u = \frac{100 \cdot r \sqrt{\alpha}}{m + \sqrt{r}}$  die Beziehung für  $r$ :

$$13. r = \frac{u^2 + 200 \cdot m u \sqrt{\alpha}}{20000 \cdot \alpha} + \sqrt{\left( \frac{u^2 + 200 \cdot m u \sqrt{\alpha}}{20000 \cdot \alpha} \right)^2 - \frac{m^2 u^2}{10000 \cdot \alpha}}$$

und, da (vgl. Fig. 7)  $p = s + 2h \cdot \sin \varphi$ , die Gleichung:

$$r = \frac{F}{p} = \frac{F \cdot \sin \varphi}{s \cdot \sin \varphi + 2h}, \text{ woraus: } 14. \sin \varphi = \frac{2hr}{F - sr}.$$

Damit ist die Böschungsneigung bekannt. Bedingung für einen reellen Wert von  $r$  aus Gleichung 13. ist im übrigen, daß  $u^2 + 200 \cdot m u \sqrt{\alpha} > 40000 \cdot m^2 u^2 \alpha$ . Die Rechnungen sind besonders wichtig für den Fall, wenn teure Uferbefestigungen vermieden bzw. die Ufer nur mit Räten abgedeckt werden wollen.

**3. Gesuchtes Querprofil bei Kanälen.** Soweit es sich bei diesen um offene, rechteckige oder trapezoidale Profile handelt, gelten die unter 2. angeführten Bestimmungsregeln. Häufig werden nach oben offene Profile an der Sohle kreisförmig abgerundet und tangential an den Sohlenkreis geradlinige Böschungen angegeschlossen, wie in Fig. 8 dargestellt. Ist  $R$  der Radius des Sohlenkreises,  $\varphi$  der Böschungswinkel und  $b$  die halbe Wassertandshöhe, so wird:

$$F = b^2 \cdot \tan \varphi - R^2 (\tan \varphi - \varphi); p = \frac{2b}{\cos \varphi} - 2R (\tan \varphi - \varphi);$$

$$r = \frac{F}{p} = \frac{RF \cdot \cos \varphi}{2(F \cdot \cos \varphi + 2bR - b^2 \cdot \sin \varphi)}.$$

Soll das Verhältnis von  $R$  zu  $b$  so gestaltet werden, daß bei bestimmter Profilfläche die Anordnung dem Maximum der Geschwindigkeit bzw. der Wassertandshöhe entspricht, so muß  $R = b \cdot \sin \varphi$  sein, d. h. der Mittelpunkt des die Böschungen tangierenden Sohlenkreises muß in der Wassertandshöhe liegen (s. Fig. 9). Hiermit erhält man:

$$F = b^2 (\sin \varphi \cdot \cos \varphi + \varphi \cdot \sin^2 \varphi); p = 2b (\cos \varphi + \varphi \cdot \sin \varphi); \frac{F}{p} = r = b \cdot \frac{\sin \varphi}{2} = \frac{R}{2}.$$

Nach oben geschlossene, an den Begrenzungsfächeln abgerundete Profile kommen besonders bei der Kanalisation der Städte (s. Bd. 5, S. 339–341) in den verschiedensten Anordnungen zur Verwendung. Am häufigsten trifft man kreisförmige und eiförmige Profile (normaler Anordnung) an; im folgenden sollen nur diese behandelt werden. Hinsichtlich der übrigen häufiger angewandten Profile verweisen wir auf [7], S. 412 ff.

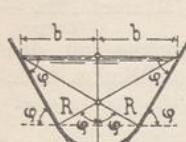


Fig. 8.

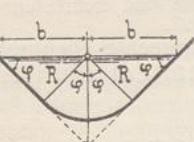


Fig. 9.

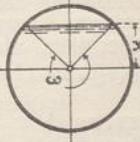


Fig. 10.

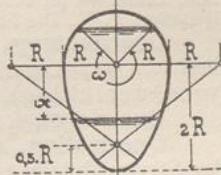


Fig. 11.

Bezeichnet beim kreisförmigen Profile  $w$  den Zentriwinkel, welcher der Füllungsfehne entspricht,  $R$  den Radius des Kreises, so ist (vgl. Fig. 10):

$$x = R \cdot \sin \left( \frac{w-180}{2} \right) = -R \cdot \sin \left( 90^\circ - \frac{w}{2} \right) = -R \cdot \cos \frac{w}{2};$$

und ferner:  $F = \frac{R^2}{2} (w - \sin w); p = R w; \frac{F}{p} = r = \frac{R (w - \sin w)}{2 w}.$

Das Maximum der Geschwindigkeit der Wassertömung tritt ein, wenn  $\tan w = w$ , also für  $w = 257\frac{1}{2}^\circ$ ; das Maximum der Wassertandshöhe läuft durch das Profil, wenn  $w (3 \cdot \cos w - 2) = \sin w$ , d. h. wenn  $w = 308^\circ$ .

Für die verschiedenen Werte von  $w$  erhält man folgende Tabelle:

$w =$	Wasserquerschnitt $F =$	Beneitzter Umfang $p =$	Profilradius $r = \frac{F}{p}$	Geschwindigkeit $v =$	Wassermenge $Q =$	Bemerkungen
$180^\circ$	$1,571 \cdot R^2$	$3,142 \cdot R$	$0,500 \cdot R$	$0,707 \cdot k \sqrt{R \alpha}$	$1,111 \cdot k \sqrt{R^5 \alpha}$	Halbkreisprofil
$257\frac{1}{2}^\circ$	$2,735 \cdot R^2$	$4,493 \cdot R$	$0,609 \cdot R$	$0,780 \cdot k \sqrt{R \alpha}$	$2,133 \cdot k \sqrt{R^5 \alpha}$	Profil   Geschwindigkeit
$308^\circ$	$3,082 \cdot R^2$	$5,379 \cdot R$	$0,573 \cdot R$	$0,757 \cdot k \sqrt{R \alpha}$	$2,333 \cdot k \sqrt{R^5 \alpha}$	größter   Wassermenge
$360^\circ$	$3,142 \cdot R^2$	$6,283 \cdot R$	$0,500 \cdot R$	$0,707 \cdot k \sqrt{R \alpha}$	$2,221 \cdot k \sqrt{R^5 \alpha}$	Gefülltes Kreisprofil



Fig. 7. Profil mit flachen Böschungen als Hochwasserhut.

Beim normalen Eiprofil ist die lichte Breite in Kämpferhöhe gleich zwei Dritteln der lichten Profilhöhe selbst (f. Fig. 11). Für eine beliebige Füllung des Profils in der Distanz  $x$  unterhalb der Kämpferlinie hat man bis  $x = 1,5 \cdot R$  den entsprechenden Wafferquerschnitt  $F_x$ :

$$F_x = R^2 \left[ 3,023 - 9 \cdot \arcsin \left( \sin = \frac{x}{3R} \right) \right] + Rx \left[ 4 - 3 \sqrt{1 - \left( \frac{x}{3R} \right)^2} \right],$$

$$px = R \left[ 4,788 - 6 \cdot \arcsin \left( \sin = \frac{x}{3R} \right) \right].$$

Das Maximum der Geschwindigkeit im Profil tritt ein, wenn der Wafferstand oberhalb der Kämpferlinie einem Zentriwinkel  $w = 248\frac{1}{2}^0$  entspricht; dem Maximum der Waffermenge entspricht  $w = 297\frac{1}{2}^0$ . In der nachfolgenden Tabelle sind die Werte von Wafferquerschnitt, benetztem Umfang, mittlerem Profilradius, Geschwindigkeit und Waffermenge für Wafferstände von der Kämpferlinie aufwärts zusammengestellt:

$w =$	Wafferquerschnitt $F =$	Benetzter Umfang $p =$	Profilradius $r = \frac{F}{p}$	Geschwindigkeit $v =$	Waffermenge $Q =$	Bemerkungen
180 <sup>0</sup>	$3,023 \cdot R^2$	$4,788 \cdot R$	$0,631 \cdot R$	$0,795 \cdot k \sqrt{R \alpha}$	$2,400 \cdot k \sqrt{R^5 \alpha}$	Kämpferfüllung
248 $\frac{1}{2}$ <sup>0</sup>	$4,086 \cdot R^2$	$5,984 \cdot R$	$0,683 \cdot R$	$0,826 \cdot k \sqrt{R \alpha}$	$3,377 \cdot k \sqrt{R^5 \alpha}$	Profil   Geschwindigkeit
297 $\frac{1}{2}$ <sup>0</sup>	$4,493 \cdot R^2$	$6,841 \cdot R$	$0,657 \cdot R$	$0,810 \cdot k \sqrt{R \alpha}$	$3,641 \cdot k \sqrt{R^5 \alpha}$	größter   Waffermenge
360 <sup>0</sup>	$4,594 \cdot R^2$	$7,930 \cdot R$	$0,579 \cdot R$	$0,761 \cdot k \sqrt{R \alpha}$	$3,496 \cdot k \sqrt{R^5 \alpha}$	Gefülltes Eiprofil

Die Dimensionierung bei gegebener Waffermenge  $Q$ , gegebenem Gefälle  $\alpha$  und bestimmtem Füllungsgrade erfolgt durch Ermittlung von  $R$ , indem vorher der entsprechende Wert von  $k$  bestimmt, als Funktion von  $R$  in die Formel für  $Q$  eingesetzt und sodann  $R$  durch Probieren gefunden wird.

Für Flussquerprofile ist vielfach die Trapezform bzw. das Doppelprofil, wie es Fig. 6 zeigt, als unzweckmäßig erachtet worden; indessen dürfte dies schwerlich dazu führen, diese bewährte Gestalt für neu herzustellende Profile aufzugeben [2], § 8, S. 17. Bei den Kanalprofilen hat das Befreben, Neues zu schaffen, gar oft recht sonderbare und ihrer Kostspieligkeit wegen unpraktische Profilformen erzeugt [7]; es muß dies zur Warnung vor blinder Nachahmung erwähnt werden. Wegen der Versicherung der Sohlen, Böschungen u. f. w. von Querprofilen f. Flußregulierung, Gebirgsflußregulierung, Kanalisation der Städte, Schifffahrtskanäle, Uferdeckwerke. Vgl. a. Schleppkraft.

Literatur: [1] Grashof, F., Hydraulik, Leipzig 1875. — [2] Handbuch der Ingenieurwissenschaften, dritter Teil (Wasserbau), Bd. 6, Leipzig 1907. — [3] Lueger, O., Die Wafferversorgung der Städte, Darmstadt 1895. — [4] Kresnik, Hydrologische Tafel, Wien 1892. — [5] Lhota, Graphische Bestimmung der Profildimensionen, Zeitschr. d. Oesterr. Ing. u. Arch.-Ver. 1884, S. 66. — [6] Frank, Berechnung der Kanäle und Rohrleitungen, München 1886. — [7] Büsing, F. W., Die Städtereinigung, Stuttgart 1897.

Lueger.

**Querrichtung**, im Bergbau, die wagerechte Richtung, welche mit dem Streichen der Lagerfläche (vgl. Erzlagerstätten) einen rechten Winkel bildet (vgl. Querschlag).

Treptow.

**Querriegel**, f. Netzriegel.

**Quersahling**, am Top des Mastes befestigte Querhölzer, welche den Fuß der Stenge stützen (f. Bemastung).

**Querschenkel** (Querfries, Querriegel), wagerechtes Holzstück an einem Kreuze, an Türen und Fenstern.

**Querscherimaschine**, f. Tuchfabrikation.

**Querschlag**, im Bergbau, allgemein eine Strecke, welche nicht in der Lagerstätte, sondern im Neben- oder Quergerstein getrieben ist, im besonderen eine Strecke, welche senkrecht zur Streichrichtung der Lagerstätte angelegt ist.

**Querschnitt** (Querdurchschnitt oder Eiprofil), ein in Bauzeichnungen senkrecht zur Längsrichtung geführter Schnitt durch einen Gegenstand, sei es ein einzelner Baustein, Balken, Dachstuhl oder ein ganzes Gebäude. In demselben stellen sich die innere Beschaffenheit sowie die genauen Abmessungen der Höhe und Breite des Gegenstandes dar. S. Durchschnitt.

Weinbrenner.

**Querschnitt** eines Stabes, einer Mauer, eines Pfeilers u. f. w. heißt ein ebener Schnitt senkrecht zur Achse jenes Körpers, wobei letztere die Schwerpunkte aller Querschnitte enthält (vgl. Achse eines Stabes) und gerade oder gekrümmt sein kann. Bei stabförmigen Trägern (f. Balken, Bogen, Blecträger, Gitterträger u. f. w.) fällt mitunter die von vornherein angenommene „Achse“ infolge der nachher gewählten Gurtungsquerschnitte nicht überall genau mit den Schwerpunkten der senkrecht zu ihr gedachten Schnitte zusammen, was jedoch möglichst zu vermeiden ist. Im weiteren Sinne bezeichnet man als Quer-

schnitte meist folche Schnitte durch gegebene Objekte (Häuser, Flüsse, Bahnkörper u. s. w.), welche senkrecht zur Hauptrichtung derselben geführt sind (vgl. Querprofil). Bei Betrachtung tropfbarer oder gasförmiger Flüssigkeiten in Röhren, Behältern, Dampfzylindern u. s. w. wird gewöhnlich nur der für die Flüssigkeit freie Querschnitt oder dessen Flächeninhalt Querschnitt der Röhre des Behälters u. s. w. genannt, man hat eben den Querschnitt der Flüssigkeit im Auge. Auch sonst entspricht die Bezeichnung Querschnitt häufig dem Flächeninhalt der Querschnitte.

*Weyrauch.*

**Querschnittsbelastung, f. Querdichte.**

**Querschnittsmaße bei der Eisenbahn, f. Bahnprofil, Eisenbahn-**  
betrieb II, X, Lademass.

**Querschott, eine aus Blechen und Versteifungswinkel gebaute, von Bord**  
zu Bord reichende Querwand (f. Schiffbau).

**Querschubspannung, f. Biegung, Bd. 1, S. 798.**

**Querschwelle, f. Rost, liegender, und Oberbau.**

**Querpant, f. Schiffbau.**

**Querträger, f. Fahrbahngitter eiserner Brücken; vgl. Brücken,**  
eiserne, und Zwischenträger.

**Quertritt, lange, kurze, f. Weberei.**

**Querverbände, laftverteilende, oder übertragende Querver-**  
spannungen nach Gerbers Ausdruck, heißen quer zu drei oder mehr Haupt-  
trägern einer Konstruktion liegende, nur mit diesen in Verbindung befindliche  
(nicht auf festen Unterlagen ruhende) sekundäre Träger, durch welche neben  
gegenseitiger Versteifung der Hauptträger eine Verteilung der Lasten auf dieselben  
bewirkt werden soll. Die Berechnung solcher statisch unbestimmter Tragwerke  
erfolgt meist unter vereinfachenden Annahmen, was berechtigt ist, wenn diese  
jedenfalls zu ungünstige Resultate liefern und die Querschnitte ohnehin größer  
als rechnungsmäßig nötig gewählt werden. Jedoch haben die fraglichen Kon-  
struktionen auch genauere theoretische Behandlungen erfahren [1]—[3].

Literatur: [1] Freitag, Vereinfachung in der statischen Bestimmung elastischer Balken-  
träger, Leipzig 1892. — [2] Zschetzche, Theorie laftverteilender Querverbände, Zeitfchr. des  
Oesterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1893, S. 553, 572, 588, 607 (allgemein). — [3] Riedenauer, Trägerwerke  
mit elastischen Stützen, Zeitfchr. d. Ver. deutsch. Ing. 1896, S. 666. — S. auch Balken, durch-  
laufende.

*Weyrauch.*

**Querverbindung, der Verband eines Dachstuhles (f. d.), wie er durch**  
die Spannriegel und Zangen sowie Strebens und Büge bewirkt wird.

**Querverstrebungen eiserner Brücken, die in lotrechten oder geneigten**  
Ebenen angebrachten Verbindungen der Tragwände (Hauptträger) eines Brücken-  
überbaus, welche im Zusammenhange mit dem Horizontalverbande oder der  
Windverstrebung den Querverband des Brückengerüsts bilden.

Letzterer hat den Zweck, die in wagerechter, zur Brückennachse senkrechter Richtung an-  
greifenden äußeren Kräfte aufzunehmen und einer mit Schieflagestellung der Tragwände verbundenen  
Verzerrung des Brückenquerschnittes entgegenzuwirken. Angreifende Kräfte sind: der Winddruck  
auf den Brückengerüsts und auf die Fahrzeuge, ferner bei Eisenbahnbrücken die Seitendrücke  
der Lokomotiven und Wagen und bei in der Krümmung gelegenem Gleise die Zentrifugalkraft.

Die Verstrebung in den Querebenen des Brückengerüsts wird entweder durch gekreuzte  
Strebens (Andreaskreuze) oder durch Ausbildung steifer Querrahmen erzielt. Die Anordnung  
richtet sich hauptsächlich nach der Lage der Fahrbahn zu den Hauptträgern, insoferne nämlich  
der lichte Durchfahrtsräume im Querprofilen von der Verstrebung frei zu halten ist.

Bei oben über den Hauptträgern liegender Fahrbahn können in der ganzen Höhe der  
Tragwände Querverstrebungen angebracht werden. Gewöhnlich sind hier auch zwei Wind-  
verbände, die in den Flächen der Hauptträgergurtungen liegen, vorhanden. Der Ueberbau  
bildet aber dann ein vielfach statisch unbestimmtes räumliches System, und es wird die Laft-  
verteilung auf die beiden Windverbände durch die Querverstrebung beeinflußt. Dies wird ver-  
mieden, wenn entweder bloß ein Windverband, zweckmäßig der obere, unmittelbar unter der  
Fahrbahn gelegene, angeordnet wird, welcher durch Vermittlung der Querversteifungen sämtliche  
auf den Brückengerüsts einwirkende wagerechte Kräfte aufzunehmen hat, oder wenn bei  
Anordnung zweier Windverbände die Querverstrebungen weggelassen und nur auf kräftige  
Queraussteifungen über den Trägerauflagern beschränkt werden, welchen die Aufgabe zufällt,  
den Stützendruck der oberen Windverstrebung auf die Auflagerpunkte zu übertragen. Die  
Formen, welche die Querverstrebungen bei obenliegender Fahrbahn je nach der Höhe und dem  
Abstande der Hauptträger erhalten, sind in den Linienkizzen Fig. 1 a—f dargestellt.

Bei unten zwischen den Hauptträgern liegender Fahrbahn wird bei ausreichender Trag-  
wandhöhe immer ein oberer und unterer, in den Flächen der Hauptträgergurtungen liegender

Windverband gegeben. Man erhält dadurch eine im Querschnitt geschlossene Brücke (Fig. 2 a-d). Bei Anordnung steifer Pfosten oder Querriegel im Windverbande und biegssteifer rahmenförmiger Portale über den Trägerstützen wird eine ausreichende Querabsteifung

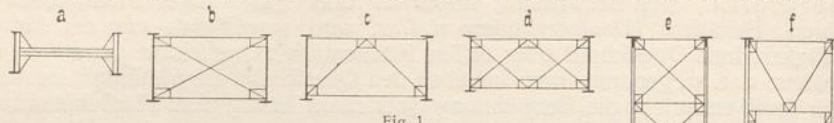


Fig. 1.

gesichert und zugleich statische Bestimmtheit in der Kräfteverteilung auf beide Windverbände sowie Vermeidung von Biegungsspannungen in den Wandgliedern der Hauptträger erzielt, wenn die Riegel des oberen Verbandes und desgleichen auch die Querträger gelenkig an die Hauptträger angegeschlossen werden. Gewöhnlich wird aber ein fester Nietanschluß durchgeführt und es werden die oberen Querriegel sogar noch gegen die Hauptträger durch Eckabsteifungen abgestrebt oder durch bogenförmigen Anschluß mit den Wandstäben der Hauptträger zu Steifrahmen verbunden. Bei großer Trägerhöhe legt man unter die Riegel auch noch einfache oder mehrfache Kreuzverstrebungen (Andreaskreuze), welche bis zu der durch das lichte Durchfahrtsprofil bestimmten Höhe herabgeführt werden. Solche kräftige Querverstrebungen wirken zwar günstig für die seitliche Steifigkeit des ganzen Ueberbaues und der Druckglieder der Hauptträger, sie verursachen aber für den Betrachter ein störendes Liniengewirr und haben statische Unbestimmtheiten im Gefolge. — Kann bei Trägern mit polygonalen Gurten der obere Windverband wegen Freihaltung der lichten Durchfahrtshöhe nicht bis ans Trägerende geführt werden, so ist derfelbe an seiner Endigung durch steife Querrahmen an den unteren Horizontalverband anzuschließen (Fig. 3). Sonst wird man bei größerer Trägerhöhe den oberen Verband nur bei solchen Tragwerkskonstruktionen weglassen, deren in den Obergurtknoten zusammen treffende Stäbe auschließlich oder vorwiegend auf Zug beansprucht sind, wie dies bei Hängeträgern oder dreigurtigen Auslegerträgern der Fall ist.

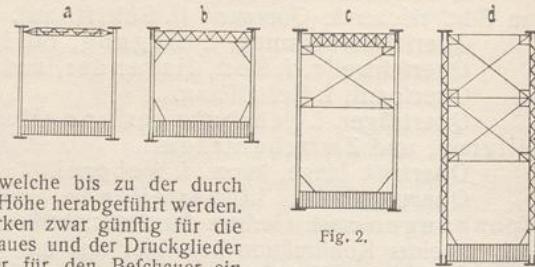


Fig. 2.

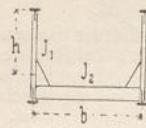


Fig. 4.

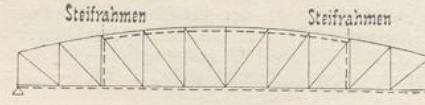


Fig. 3.



Fig. 5.

Kann bei einer Balkenbrücke mit untenliegender Fahrbahn mangels genügender Höhe der Tragwände kein oberer Querverband angebracht werden, so entsteht eine sogenannte offene oder Trogbrücke (Fig. 4). Die Seitensteifigkeit des Brückenüberbaues ist in diesem Falle durch steife Querrahmen in Verbindung mit einem unter der Fahrbahn angebrachten horizontalen Strebenvorbaue zu sichern. Die Querrahmen sind oben offene Rahmen, die aus den Ständern oder Streben der Hauptträger und den damit fester verbundenen Querträgern bestehen. In einigen Beispielen hat man die Querträger durch besondere steife Querpfeiler ersetzt und erforderte dann beweglich gelagert, um auf die Rahmen keine Formänderungen durch die lotrechte Belastung zu übertragen [3]. Die Querrahmen werden von dem auf die überragenden Teile der Hauptträger wirkenden Winddrucke beansprucht, und sie haben ferner die Aufgabe, diese Teile, falls sie Druckkräfte aufzunehmen haben (bei Balkenträgern, überhöhten Bogenträgern), gegen seitliches Ausknicken zu sichern. Je schwächer die Querrahmen sind, desto stärker müssen die Hauptträgergurte ausgeführt werden und umgekehrt. Eine genaue Berechnung ist aber nur unter gewissen vereinfachenden Voraussetzungen möglich.

So kann man zunächst unter Annahme von an den Querrahmen durch Kugelgelenk verbundenen Gurtstäben, die polygonal um  $\delta_{r-1} \delta_r \delta_{r+1} \dots$  ausknicken (Fig. 5), und mit Außerachtlassung des Einflusses der Wandglieder für jeden Knotenpunkt die Gleichgewichtsgleichung aufstellen  $\frac{O_r}{a} (\delta_r - \delta_{r-1}) + \frac{O_{r+1}}{a} (\delta_r - \delta_{r+1}) = W = A \delta_r$ , worin  $O_r$  und  $O_{r+1}$  die wagerechten Komponenten der Gurtstabkräfte im  $r$  und  $(r+1)$ ten Fache,  $a$  die Fachweite und  $W$  die Widerstandskraft des um  $\delta_r$  ausgebogenen Querrahmens bezeichnet. Letztere ist dieser Ausbiegung  $\delta_r$  und einer Größe  $A$  proportional, welche jene Kraft darstellt, die eine Ausbiegung  $\delta = 1$  hervorrufen würde. Setzt man bei symmetrischer Anordnung für die Trägermitte  $O_r = O_{r+1} = O$  und  $\delta_{r-1} = \delta_{r+1} = -\delta_r$ , so erhält man für die erforderliche Steifigkeit des mittleren Querrahmens mit Rücksicht auf eine  $n$ fache Sicherheit

$$A = n \cdot 4 O : a.$$

1.

Werden durchlaufende Hauptträgergurten von unendlich großem Trägheitsmoment vorausgesetzt, welche nicht knicken, sondern sich nur in ihrer ganzen Länge verdrehen können, so findet man für die erforderliche größte Quersteifigkeit eines Rahmens bei  $n$ facher Sicherheit

$$A = n \cdot 8 O a : l^2$$

2.

unter  $l$  die Spannweite der Hauptträger verstanden. Dem wirklich vorkommenden Falle, wo die Hauptträgergurte ein endliches Trägheitsmoment  $J$  (in horizontaler Richtung) besitzen, wird ein zwischen 1. und 2. liegendes Resultat entsprechen; es ist aber für denselben nur eine angenäherte Behandlung möglich, und Engesser [2] berechnet die erforderliche Rahmensteifigkeit unter Annahme stetig verteilter Rahmenreaktionen mit

$$A = n^2 O^2 a : 4 E J. \quad 3.$$

Die Größe  $A$  ist von den Rahmenmaßen abhängig. Bei konstantem Trägheitsmomenten  $J_1$  bzw.  $J_2$  von Ständer und Querträger, ferner bei der Hauptträgerentfernung  $b$  und der freien Höhe  $h$  der Ständer ist  $A = E : \left( \frac{h^2 b}{2 J_2} + \frac{h^3}{3 J_1} \right)$ ; hieraus folgt das erforderliche Trägheitsmoment des Ständers  $J_1 = 1 : \left[ \frac{3 E}{A h^3} - \frac{3 b}{2 J_2 h} \right]$ . Der untere Grenzwert der Ständersteifigkeit wird hiernach für  $J_2 = \infty \dots J_1 = \frac{A h^3}{3 E}$ , jener der Querträgersteifigkeit für  $J_1 = \infty \dots J_2 = \frac{A b h^2}{2 E}$ . Für  $A$  ist hierin der Ausdruck 3. oder ein Mittelwert zwischen 1. und 2. einzufsetzen. Haben die Ständer des Hauptträgers auch eine Druckkraft  $V$  aufzunehmen, so kann in die obigen Formeln anstatt  $J_1$  gesetzt werden  $J'_1 = J_1 - n \frac{V H^2}{\pi^2 E}$ , worin  $H$  die freie Knicklänge der Ständer bezeichnet.

Literatur: [1] Winkler, E., Vorträge über Brückenbau, IV, 4. Querkonstruktionen der eisernen Brücken, Wien 1882. — [2] Engesser, Die Zufatzkräfte und Nebenspannungen eiserner Fachwerkbrücken (II, S. 141 ff.), Berlin 1892. — [3] Kipperbrücke der sächs. Schmalspurbahn, Zivilingenieur 1886, S. 62. — [4] Häfeler, E., Der Brückenbau, I, 4. Lieferung, 2. Hälfte, Braunschweig 1903.

Melan.

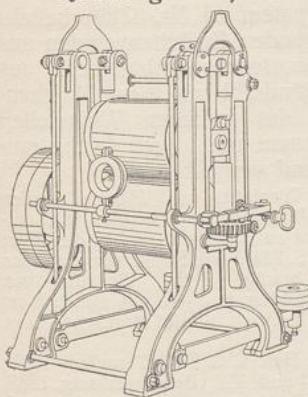
**Querwerke** (Querdämme), f. v. w. Buhnen (f. d.), Traversen (f. d.), Hinsichtlich der Konstruktion f. a. Fließregulierung und Parallelwerk.

**Quetfche**, beim Oberharzer Bergbau 1. einfache Vorrichtung, um ein im Schachte hängendes Förderseil an der Hängebank festzuhalten (f. Loskorb); 2. Fangvorrichtung an Schachtgestängen, Fangquetsche, bestehend aus keilförmigen, an dem Gestänge befestigten Hölzern und starken, keilnutförmigen Lagern (f. a. Kraftübertragung im Bergbau). *Treptow.*

**Quetschgrenze**, f. Druckelastizität, Bd. 3, S. 117; vgl. Fließgrenze.

**Quetschmaschine**, Vorrichtung zur Entfernung überflüssiger Flüssigkeiten aus Zeugen, Garnen u. f. w. Sie besteht im Prinzip aus zwei gegeneinander gepressten Walzen, zwischen welchen die auszuquetschenden Stoffe hindurchgeführt werden (vgl. Ausringmaschinen, Kalander).

Eine für Stückware in Strangform vielfach im Gebrauche stehende Quetschmaschine (f. die Figur) besteht aus zwei in einem starken Eifengefüll gelagerten Walzen, wovon die untere den Antrieb trägt; ferner sind selbftätig bewegliche Porzellanäugen angebracht, durch welche die Ware läuft und während des Ganges hin und her geführt wird, damit keine ungleichmäßige Abnutzung der Quetschwalzen auftritt. *A. Singer.*



**Quetschmühle**, eine Zerkleinerungsmaschine, durch die Körner nicht, wie es bei den Schrotmühlen der Fall ist, mehr oder weniger fein zermahlen, sondern nur gequetscht werden.

Die Quetschung erfolgt durch zwei Walzen mit ungleichem oder demselben Durchmesser, die enger oder weiter zueinander ange stellt werden können. Die hauptfächlichste Verwendung finden die Quetschmühlen beim Quetschen von Grünmalz, dann auch von Hafer. Bezugssachen: Hofherr & Schrantz in Wien, H. F. Eckert, A.-G. in Berlin, auf deren Kataloge wir verweisen. *Wrobel.*

**Quickbrei** (Quickfaß), f. Silber.

**Quickmühle**, f. Aufbereitung, chemische, Bd. 1, S. 349.

**Quickwaffer**, Lösung von 4 g falt Petersfauerm Quecksilberoxyd mit 10 g Salpeterfäure in 10 kg Waffer.

Es dient zur Herstellung eines äußerst dünnen Quecksilberüberzugs auf Kupfer und Kupferlegierungen, um sie für Gold oder Silber bei der Vergoldung bzw. Ver Silberung aufnahmefähig zu machen. Die Gegenstände werden in das Quickwaffer eingetaucht oder mit der Kratzbürlie abgerieben. *A. Widmaier.*

**Quintal**, in Frankreich metrischer Zentner = 100 kg.

Der alte spanische Quintal zu 46,014 kg ist noch vielfach in Gebrauch in Mexiko, den Vereinigten Staaten von Zentralamerika, Westindien und Südamerika außer Brasilien; dort wird das portugiesische Quintal zu 58,752 kg benutzt. *Plato.*