Nummer der Gaze	Oeffnungen auf 1 Par. Zoll = 27 mm		Oeffnungen auf 1 Par. Quadratzoll
	in der Breite	in der Länge	
000	18	19	342
00	24	26	624
0	30	38	1140
1	40	44	1760
2	54	54	2916
3	62	62	3844
4	65	67	4355
5	70	70	4900
6	80	78	6040
7	88	86	7568
8	94	96	9024
9	102	104	10 680
10	110	120	13 200
11	120	122	14 640
12	126	126	15 876
13	130	132	17 160
14	140	132	18 480

§. 106. **Gleichfällige Körper.** Während alle Körper im luftleeren Raume mit gleicher Geschwindigkeit frei fallen, d. h. denselben Weg in derselben Zeit durchlaufen, da sie sämmtlich unter der gleichen Beschleunigung der Schwere $g = 9{,}81$ m stehen, so gilt dies nicht für das Herabfallen von Körpern in einem dieselben umgebenden flüssigen oder luftförmigen Mittel. Hierbei wird nämlich die beschleunigende Kraft des fallenden Körpers einerseits durch den Auftrieb geringer, dem er in dem Mittel ausgesetzt ist, während andererseits der von dem umgebenden Mittel geäußerte Widerstand sich der Bewegung entgegensetzt, so daß aus beiden Ursachen die auf den Körper ausgeübte Beschleunigung kleiner als g ausfallen muß. Wenn diese Einflüsse sich unter gewöhnlichen Verhältnissen bei dem Fallen in freier Luft nur in geringem Maße geltend machen, so daß man sie häufig ganz vernachlässigen darf, so wird der Einfluß doch ein merklicher bei größeren Geschwindigkeiten und bei Körpern von geringer Dichte, wie unzählige Erfahrungen lehren. Wenn dagegen das Fallen in einem dichteren Mittel, also etwa in Wasser, erfolgt, so spielen die gedachten Einflüsse eine so wichtige Rolle, daß deren Vernachlässigung niemals angängig ist. Um diese Verhältnisse zu überschauen, kann folgende Betrachtung angestellt werden.

Es sei G das Gewicht eines Körpers von einem beliebigen Stoffe, dessen Dichte etwa durch γ bezeichnet werden möge, und es soll mit γ_0 das specifische Gewicht der Flüssigkeit bezeichnet werden, in welcher der Körper fällt. Man hätte also, wenn Wasser als diese Flüssigkeit vorausgesetzt wird, $\gamma_0 = 1$ zu setzen. In Betreff der Form des betrachteten Körpers möge die Kugelgestalt für denselben vorausgesetzt werden, und es sei der Durchmesser in Decimetern mit d bezeichnet. Man hat dann für das Gewicht G des Körpers die Gleichung $G = \frac{\pi d^3}{6} \gamma$ kg, während das Gewicht des verdrängten Wassers durch $\frac{\pi d^3}{6} \gamma_0 = \frac{\pi d^3}{6}$ kg dargestellt ist, so daß nach Abzug des diesem Gewichte gleichen Auftriebes die auf den Körper bewegend wirkende Kraft $K = \frac{\pi d^3}{6} (\gamma - 1)$ übrig bleibt. Selbstverständlich ist diese Kraft nur positiv, wenn $\gamma > 1$, d. h. der Körper schwerer ist als Wasser.

Denkt man sich, daß der Körper während des Fallens in dem Wasser in irgend einem Augenblicke eine Geschwindigkeit v angenommen habe, so setzt das umgebende Mittel in diesem Augenblicke der Bewegung des Körpers einen Widerstand entgegen, welchen man nach dem in Th. I darüber Gesagten durch $W = \zeta F \frac{v^2}{2g}$ ausdrücken kann, wenn F den Querschnitt des Körpers, d. h. hier die Projection der dem Widerstande ausgesetzten Fläche auf eine zur Bewegung senkrechte Ebene bedeutet, und wenn ζ ein Erfahrungswerth ist, der im Allgemeinen von der Gestalt der Vorderfläche des Körpers abhängt. Da dieser Widerstand W stets der treibenden Kraft K entgegenwirkt, so verbleibt als die auf Beschleunigung des Körpers wirkende Kraft diejenige

$$K - W = \frac{\pi d^3}{6} (\gamma - 1) - \zeta \frac{\pi d^2}{4} \frac{v^2}{2g} = P.$$

Da diese Kraft auf die Masse $\frac{G}{g} = \frac{\pi d^3}{6} \frac{\gamma}{g}$ des Körpers wirkt, so ergiebt sich nach der einfachen Regel: Beschleunigung $= \frac{\text{Kraft}}{\text{Masse}}$ für den Körper die Beschleunigung in dem betrachteten Augenblicke zu: $p = \frac{\gamma - 1}{\gamma} g - \zeta \frac{3 v^2}{4 d \gamma}$.

Diese Größe ist nicht, wie bei dem Fall im leeren Raume unveränderlich dieselbe, sondern die Beschleunigung nimmt von ihrem größten Werthe $p_0 = \frac{\gamma - 1}{\gamma} g$, den sie bei dem Beginne des Fallens hat, wenn $v = 0$ ist, fortwährend ab, in dem Maße, wie die Geschwindigkeit v zunimmt. Setzt man $\frac{\gamma - 1}{\gamma} g = \zeta \frac{3 v^2}{4 d \gamma}$, so erhält man daraus diejenige Geschwindigkeit $v = \sqrt{\frac{4 d (\gamma - 1)}{3 \zeta} g}$, für welche die beschleunigende Kraft gleich Null geworden ist, und die Bewegung des Körpers muß, sobald diese Geschwindigkeit erreicht ist, eine gleichförmige bleiben, indem von diesem Augenblicke an die treibende Kraft immer genau durch den dargebotenen Widerstand im Gleichgewichte gehalten wird.

Streng genommen stellt sich dieser Zustand nie ein, indem, wie die Rechnung zeigt, erst nach einer unendlich großen Zeit der Widerstand W bis zu dem Betrage der treibenden Kraft K sich erheben kann; in Wirklichkeit aber wird in allen praktischen, hier allein in Betracht kommenden Fällen jene größtmögliche Geschwindigkeit schon nach einer sehr kurzen Zeit erreicht, welche sich nur nach Bruchtheilen einer Secunde beziffert. Es ist daher in allen hier in Betracht kommenden Fällen zulässig, die Bewegung des fallenden Körpers durchweg als eine gleichförmige mit jener Geschwindigkeit $v = \sqrt{\frac{4 d (\gamma - 1)}{3 \zeta} g}$ vor sich gehende zu betrachten.

Aus der Formel für die Endgeschwindigkeit $v = \sqrt{\frac{4 d (\gamma - 1)}{3 \zeta} g}$ folgt, daß diese Geschwindigkeit nicht nur von der Dichte γ, sondern auch von der Größe d des fallenden Körpers abhängt, und man erhält für zwei verschiedene Körper von den Dichten γ_1 und γ_2 und von den Durchmessern d_1 und d_2 dieselbe Geschwindigkeit v, sobald die Bedingung erfüllt ist:

$$d_1 (\gamma_1 - 1) = d_2 (\gamma_2 - 1).$$

Diese beiden Körper werden daher, wenn sie in demselben Augenblicke ihre Bewegung von derselben Horizontalebene aus beginnen, auch stets in einer und derselben Horizontalebene sich befinden, also auch zu derselben Zeit den wagerechten Boden eines Gefäßes erreichen, wenn sie in dem Wasserspiegel dieses Gefäßes in demselben Augenblicke ihre Bewegung begannen. Mit Rücksicht hierauf nennt man solche Körper gleichfällige.

Das vorstehend besprochene Verhalten der Körper bei dem Fallen im Wasser hat man im Hüttenwesen in umfangreicher Weise dazu benutzt, eine Absonderung der zerkleinerten Erze und Mineralien je nach der verschiedenen Dichte der einzelnen Theile zu bewirken, und hierdurch also eine Trennung der schweren metallischen von den leichten erdigen Bestandtheilen vorzunehmen, oder auch andererseits die leichteren Kohlen von den schwereren unverbrennlichen Schiefern abzuscheiden. Läßt man nämlich ein aus einzelnen Körnern von nahezu gleicher Größe, aber verschiedener Dichte bestehendes Gemenge, wie es durch Zerkleinern und darauf folgendes Sieben des Erzes erhalten wurde, von einer gewissen Höhe durch Wasser hindurchfallen, so werden die einzelnen Körner nicht zu gleicher Zeit den Boden des Gefäßes erreichen, wie die Formel für die Geschwindigkeit v erkennen läßt. Nach derselben werden offenbar die Körner mit desto größerer Geschwindigkeit v sich bewegen, daher desto früher an dem Boden ankommen, je dichter das Material ist, aus welchem sie bestehen, so daß in der niedergefallenen Masse eine gewisse Schichtung nach dem specifischen Gewichte in der Art vorhanden sein wird, daß die unteren Schichten aus den schwereren oder rascheren Theilen bestehen, während die leichteren oder flaueren Theile die oberen Schichten bilden. Man hat daher, wenn man die einzelnen Schichten getrennt abhebt, ein Mittel, eine Absonderung nach dem Stoffe, eine sogenannte Sortirung, zu bewirken. Die Bedingung hierfür ist in der möglichst gleichen Größe der behandelten Körner zu erkennen, welche man durch die im Vorhergegangenen besprochenen Rätter und sonstigen Siebe erreicht; diese letztere Sonderung nach der Größe pflegt der Hüttenmann wohl als Classirung zu bezeichnen im Gegensatz zu der hier besprochenen Sortirung, d. h. der Trennung nach der Dichte oder nach der Substanz. Der hier angedeutete Vorgang der Aufbereitung läßt sich daher als ein Sortiren nach vorheriger Classirung bezeichnen.

Man kann aber auch die entgegengesetzte Aufeinanderfolge eines vorhergehenden Sortirens und darauf folgenden Classirens wählen, wie sich leicht aus dem Folgenden ergiebt. Wenn man die zerkleinerten Körner, ohne sie vorher einer Sonderung durch Siebwerke zu unterwerfen, in Wasser fallen läßt, so lagern sich diese Körner nach dem Vorangegangenen derartig in Schichten über einander ab, daß jede solche Schicht lauter gleichfällige Körper enthält. Diese in einer solchen Schicht enthaltenen Körper sind nun zwar weder hinsichtlich ihrer Größe d noch in Bezug auf ihre Dichte γ übereinstimmend, aber jedenfalls sind die dichteren Körper darin von geringerer Größe, während die weniger dichten größere Durchmesser haben, wie dies aus der Bedingung der Gleichfälligkeit $d_1(\gamma_1 - 1) = d_2(\gamma_2 - 1)$ oder $d_1 : d_2 = \gamma_2 - 1 : \gamma_1 - 1$ hervorgeht. Wenn man daher die so erhaltenen gleichfälligen Körper durch Siebe oder durch ein anderes demselben Zwecke dienendes Mittel nach der Größe einer Sonderung unterwirft, so wird man in den größeren Körnern die weniger dichten und in den feineren die dichteren Stoffe erhalten; in diesem Falle ist daher die Sonderung durch eine Classirung nach vorhergegangener Sortirung erzielt worden. Man macht von diesem Mittel insbesondere Gebrauch, wenn es sich um die Aufbereitung feiner Mehle handelt, da eine Classirung derselben durch Siebe mit großen Schwierigkeiten verbunden ist, welche um so größer zu sein pflegen, je feiner das Korn ist, während in dem sortirten Mehle durch die Wirkung eines dünnen Wasserstromes mit verhältnißmäßiger Leichtigkeit die größeren weniger dichten Körner von den kleineren und dichteren getrennt werden können. Ein näheres Eingehen auf die bei der Aufbereitung in Betracht kommenden Verhältnisse ist hier weder erforderlich noch beabsichtigt, es können hier nur die für das Verständniß der dabei verwendeten Maschinen maßgebenden Verhältnisse in Betracht gezogen werden, hinsichtlich einer gründlicheren Behandlung des Gegenstandes muß auf die über das Aufbereitungswesen handelnden Werke verwiesen werden.

Man erreicht denselben Zweck einer Absonderung von Körnern verschiedener Größe und Dichte nach ihrer Gleichfälligkeit auch dadurch, daß man auf den in Ruhe befindlichen Körper einen senkrecht aufsteigenden Wasserstrom wirken läßt. Denkt man sich, um dies einzusehen, etwa einen kugelförmigen Körper von dem Gewichte G, dem Durchmesser d und der Dichte γ an einem Faden aufgehängt, so wird dieser Faden, vorausgesetzt, daß der Körper in ruhendes Wasser taucht, mit einer Kraft

$$K = \frac{\pi d^3}{6} (\gamma - 1)$$

gespannt sein, welche gerade so groß ist, wie diejenige, welche nach dem Vorhergegangenen auf den Körper bei dem Fallen im Wasser treibend wirkt. Wenn nun das Wasser nicht in Ruhe ist, sondern mit einer gewissen Geschwindigkeit v sich senkrecht aufwärts bewegt, so wird dieses Wasser auf den Körper einen Druck $W = \zeta F \frac{v^2}{2g} = \zeta \frac{\pi d^2}{4} \frac{v^2}{2g}$ ausüben, welcher dem Widerstande des Wassers bei dem Fallen ebenfalls gleich ist. Durch diesen Druck wird eine entsprechende Entlastung des Fadens herbeigeführt, und die Fadenspannung wird gleich Null, wenn die Bedingung erfüllt ist

$$\frac{\pi d^3}{6} (\gamma - 1) = \zeta \frac{\pi d^2}{4} \frac{v^2}{2g}, \text{ oder } \frac{d}{3} (\gamma - 1) = \zeta \frac{v^2}{4g}.$$

Wenn daher die Geschwindigkeit des aufsteigenden Wassers den Werth $v = \sqrt{\frac{4d(\gamma - 1)}{3\zeta} g}$ annimmt, so wird der Körper schwebend erhalten, während eine Steigerung der Geschwindigkeit den Körper nach oben entführt, der bei einer kleineren Geschwindigkeit fallen muß. Die Geschwindigkeit, welche das Wasser haben muß, um den Körper in der sogenannten fallenden Schwebe zu erhalten, stimmt daher genau mit derjenigen Fallgeschwindigkeit überein, die derselbe Körper im Wasser annimmt, und es folgt daraus, daß alle gleichfälligen Körper, für welche der Ausdruck $d(\gamma - 1)$ einen übereinstimmenden Werth hat, auch dieselbe Wassergeschwindigkeit erfordern, um in fallende Schwebe versetzt zu werden. Hieraus folgt weiter, daß man für das Schweben ganz ähnliche

Betrachtungen anstellen kann, wie vorstehend für das Fallen geschehen. Denkt man sich nämlich auf ein Gemenge verschieden großer und verschieden dichter Körner einen Wasserstrom senkrecht aufwärts mit der Geschwindigkeit v wirkend, so werden alle diejenigen Körner in Schwebe versetzt, für welche die Geschwindigkeit v die Fallgeschwindigkeit im Wasser vorstellt, während alle Körper in Ruhe verharren, denen eine größere Fallgeschwindigkeit im Wasser zukommt, und andererseits ein Fortführen aller derjenigen Körper stattfinden muß, deren Fallgeschwindigkeit im Wasser eine geringere ist. Man kann also auch durch den aufsteigenden Wasserstrom eine Absonderung nach der Gleichfälligkeit vornehmen in derselben Weise, wie durch den Fall im Wasser, und es gelten die oben für das Fallen der Körper gemachten Bemerkungen der Hauptsache nach auch für das Heben derselben durch den Wasserstrom. Die in den Aufbereitungsanlagen der Hüttenwerke in Verwendung kommenden Maschinen beruhen hauptsächlich auf der Wirkung aufsteigender Wasserströme, und es mögen die Hauptvertreter dieser Maschinen im Folgenden näher besprochen werden.

Setzmaschinen. Die einfachste Vorrichtung, mittelst deren eine Absonderung von Stoffen nach ihrer Gleichfälligkeit vorgenommen werden kann, ist das Stauchsieb. Dasselbe besteht aus einem durch einen kreisrunden oder viereckigen Rahmen umschlossenen Siebe S, Fig. 357 (a. f. S.), welches durch zwei Ketten oder Hängestangen k an einem federnden Arme A aufgehängt ist, und in ein mit Wasser gefülltes Gefäß G eintaucht. Bringt man auf dieses Sieb eine etwa 60 bis 80 mm dicke Schicht zerkleinerten Erzes, das aus nahezu gleichen Körnern besteht, und bewegt man das Sieb mit einer gewissen Geschwindigkeit abwärts, wozu die Handhaben h dienen können, so sind die Erztheilchen einem Fallen im Wasser ausgesetzt, welches in der im vorherigen Paragraphen besprochenen Weise eine derartige schichtenweise Lagerung zur Folge haben muß, daß die dichteren Körner wegen ihres schnelleren Fallens die unterste Schicht bilden. Diese Sonderung wird zwar durch ein einmaliges Eintauchen oder Stauchen nur unvollständig erreicht werden; wenn man jedoch den beschriebenen Vorgang hinreichend oft wiederholt, indem man das Sieb in eine passende auf- und abschwingende Bewegung setzt, so findet die gedachte Absonderung in hinreichendem Maße statt, um durch Abheben des Stoffes in einzelnen Schichten die beabsichtigte Trennung der metallhaltigen schweren Theile von den leichteren unschmelzwürdigen bewirken zu können. §. 107.

Die Größe der Stauchung ist hierbei meist nur gering und schwankt zwischen 50 mm bei den gröberen Kornclassen und 25 mm bei feineren Massen; die Anzahl der Stauchungen in der Minute kann dem entsprechend bei Handbetrieb zwischen 80 und 120 angenommen werden. Die Ge-