

welche Temperaturen sich für die Herstellung solcher Dampfgemische erforderlich machen.

der Körper, darunter gewöhnlichen Dachtheer, in einem Reagensglas, das durch ein ent-

Tabelle II.

Stoff	Formel	Luftexplosionsgemisch enthält	entspricht einem Druck von	entspricht einer Temperatur von
XyloL . . . . .	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	1,87 Proc.	14,2 mm Hg	48°
Naphthalin . . . . .	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	1,64 "	12,5 " "	106°
Anthracen . . . . .	C <sub>14</sub> H <sub>10</sub>	1,20 "	9,1 " "	207°
Chrysen . . . . .	C <sub>18</sub> H <sub>12</sub>	0,94 "	7,1 " "	257°

Die Temperaturen wurden ermittelt nach der angennähernden Formel<sup>6)</sup>

$$t_x = \frac{T_w^n \cdot T_x^{760}}{273} - 273$$

in der  $t_x$  die gesuchte Temperatur ist,

$T_w^n$  die dem in Colonne 4 verzeichneten Druck entsprechende absolute Temperatur von gesättigtem Wasserdampf,

$T_x^{760}$  der absolute Siedepunkt des fraglichen Stoffes bei Atmosphärendruck.

Zur Herstellung von Explosionsgemischen für praktische Verwendung dürften aber die auf solche Weise ermittelten Minimaltemperaturen lange nicht ausreichen und es ergibt sich, dass man mit der Anwendbarkeit von höher siedenden Brennstoffen für Wärmemotoren sehr bald eine praktische Grenze erreicht, wenn man darauf ausgeht, die betreffenden Stoffe wirklich in Dampfform überzuführen. — Thatsächlich ist zur Herstellung von Explosionsmischungen die Überführung des betreffenden Brennstoffes in Dampfform nicht nötig; und es gelingt, durch möglichst ausschliessliche Anwärmung des betreffenden Brennstoffes bis etwa zur Siedetemperatur und rasches Darüberleiten von kalter Luft einen sehr feinen Nebel herzustellen, der sich in seinen Explosionswirkungen fast genau so verhält, wie ein brennbares Luftpumpgemisch. Der Vortragende führte auf solche Weise abgemessene Mengen verschiedener hochsieden-

sprechend vorgewärmtes Metallbad erhitzt wurde, in Nebelform über, leitete die entstandenen Nebel unbeanstandet durch enge Röhren weiter fort, fing sie in der pneumatischen Wanne auf und brachte sie zur Explosion.

Der Vortragende schloss seine Ausführungen mit dem Hinweis auf die Wichtigkeit der einschlägigen Verhältnisse für die an Bedeutung immer mehr zunehmende Industrie der Explosionsmotoren.

### Der Guttmann'sche Kugelthurm als Reactions- und Absorptionsthurm.

Von Rudolf Heinz.

Zu den neuesten Erscheinungen auf dem Gebiete der Reactionsthürme gehörend, ist über das Functioniren des Guttmann'schen Kugelthurms im Grossbetrieb noch sehr wenig in der Öffentlichkeit bekannt geworden. Vor einer auf meinen Vorschlag geplanten Aufstellung dieses Thurmes wurde von verschiedenen Seiten gewarnt und schwerwiegende Bedenken erhoben. Da denselben aber keine genügenden praktischen Erfahrungen zu Grunde lagen, wurde der Kugelthurm dennoch aufgestellt und im Sommer v. J. mit solchem Erfolg in Betrieb genommen, dass ich auf Grund meiner dabei gemachten Beobachtungen und gewonnenen Erfahrungen die erhobenen Bedenken als nicht zutreffend bezeichnen kann.

Es wurde nämlich die Behauptung aufgestellt, dass der Kugelthurm nicht so leistungsfähig sei, als er von dem Erfinder gepriesen wird, insbesondere aber habe er den Nachtheil, Zugschwierigkeiten in Schwefelsäuresystemen, im Falle seiner Anwendung als Zwischenthurm oder Gay-Lussac-Thurm, hervorzurufen. Ich kann nunmehr Nachstehendes darauf erwidern:

Die Kugeln werden mit folgenden Löchern hergestellt:

57 mm-Kugeln mit 7 mm-Loch für Salpetersäure und Salzsäure und mit 10 mm für Zwischenthurm und Gay-Lussac-Thurm;

6) Die Gleichung ist entwickelt nach der von Ramsay und Young ermittelten Beziehung, wonach, wenn  $T_1$  und  $T_2$  die absoluten Siedetemperaturen zweier Stoffe bei einem Drucke  $p$ ,  $T_1'$  und  $T_2'$  dieselben bei einem Drucke  $p'$  sind:

$$\frac{T_1'}{T_2'} = \frac{T_1}{T_2} + c(T_1' - T_1)$$

ist, wobei gleichzeitig  $c$  eine positive oder negative Constante ist, die meist sehr kleine Werthe hat und gelegentlich gleich Null wird. Für rohe Rechnungen kann also ohne Weiteres die einfache Formel

$$\frac{T_1'}{T_2'} = \frac{T_1}{T_2}$$

angewendet werden, was auch oben geschehen ist, indem

$$T_1' = \frac{T_1 \cdot T_2'}{T_2} \quad \text{oder} \quad t_1' = \frac{T_1 \cdot T_2'}{T_2} - 273$$

wird.

64 mm-Kugeln mit 10 mm-Loch für Sal-petersäure und Salzsäure und mit 15 mm für Zwischenthürme und Gay-Lussac-Thurm;

70 mm-Kugeln mit 15 mm-Loch für Sal-petersäure und Salzsäure und mit 20 mm für Zwischenthürme und Gay-Lussac-Thurm.

Die Gase gehen wohl den nächsten Weg, der ist aber durchaus nicht an den Kugeln vorbei. Liegen die Kugeln im Thurm übereinander gehäuft, so ist der Weg den Gasen durch die obere Kugel versperrt. Als Beispiel sei eine 70 mm - Kugel für einen Zwischenthurm oder Gay-Lussac-Thurm in Betracht gezogen, deren Querschnittsfläche 3848 qmm beträgt. Um diese herum legen sich, wie aus nebenstehender Skizze (Fig. 1) hervorgeht, genau 6 Kugeln. Der Zwischenraum ist aus einem Sechseck zu berechnen,

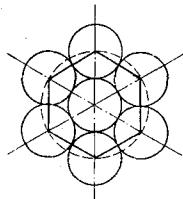


Fig. 1.

das durch die Mittelpunkte der äusseren Kugeln geht. Die Oberfläche dieses Sechsecks ist  $2,5981 \cdot 70^2 = 12731$  qmm. Die in dem Sechsecke eingeschlossenen Segmente der äusseren Kugeln sind genau  $\frac{1}{3}$  jeder Kugel, also

$$\frac{3848 \cdot 6}{3} = 7696 \text{ qmm},$$

wozu die Oberfläche der inneren Kugel mit 3848 qmm kommt. Die 6 Zwischenräume betragen also

$$12731 - (7696 + 3848) = 1187 \text{ qmm},$$

jeder Zwischenraum also ist 198 qmm. Ein Loch von 20 mm Durchmesser hat dagegen eine Oberfläche von 314 qmm. Es ist also zu ersehen, dass der nächste Weg durch das um die Hälfte grössere Loch ist, und selbst, wenn das Loch nur 15 mm Durchmesser = 176 qmm Oberfläche hat, so ist der Weg — mit Rücksicht auf die besondere Form der Zwischenräume — noch immer ganz gleich. Die Behauptung, dass die Gase gleichmässig von innen und aussen die Kugeln umspülen, ist also richtig. Nun hat man auch darin Recht, dass die Gaswege viel grösser sein müssen, als das Eintrittsrohr. Die Gase sollen sich vor Allem auf einer grösseren Oberfläche vertheilen, um durch Contactwirkung eine Änderung der Stromrichtung und der Anordnung der Moleküle herbeizu-

führen und dann durch die Löcher und Zwischenräume nach aufwärts steigen.

Wird nun das Eintrittsrohr mit 500 mm angenommen, so giebt das eine Querschnittsfläche von 196350 qmm; dies durch 314 qmm getheilt, giebt 625 Löcher von 20 mm Durchmesser; also ohne die Wirkung der Seitenlöcher in Betracht zu ziehen, sind 625 Kugeln erforderlich. In einen Thurm gehen ungefähr  $\frac{1}{6}$  mehr Kugeln, als dem Querschnitt der Kugeln entspricht, weil immer die Hälfte in die Zwischenräume eintritt. Es soll dieses aber nicht berücksichtigt werden, um ungleichmässiges Einfüllen u. a. zu compensiren.

Dann benötigen wir einen Thurm von

$$d = 2 \sqrt{\frac{3848.625}{\pi}} = 1,750 \text{ m Durchmesser}$$

oder 1,550 m Seite im Quadrat. Um also den  $2\frac{1}{2}$ -fachen Querschnitt an Gaswegen zu haben, ist nichts weiter nöthig, denn wie vorhin erwähnt, hat jede Kugel 6 Zwischenräume rund herum angeordnet, von denen nur  $\frac{1}{2}$  auf jede Kugel entfällt, also  $\frac{6 \cdot 198}{2} = 594$  qmm und dies beträgt

$$\text{für } 625 \text{ Kugeln} = 371.250 \text{ qmm}$$

hierzu die Oberfläche der Löcher = 196.350

$$\text{Zusammen } 567.600 \text{ qmm}$$

oder 2,88-mal so viel als der Querschnitt des 500 mm-Eintrittsrohres. — Diese Berechnungen zeigen somit, dass auch theoretisch Zugschwierigkeiten nicht zu erwarten sind.

Ausser den Hohlkugeln können aber auch Vollkugeln in verschiedenen Grössen und zu verschiedenen Zwecken verwendet werden, die besonders zur Füllung von Gloverthürmen sehr geeignet sein dürften.

Anschliessend gewinnt die folgende Literaturangabe Beachtung und besonderes Interesse.

Im „Chemical Trade Journal“ haben Peter Spence & Son, eine englische grosse Fabrik, eine Correspondenz veröffentlicht, welche sie mit 12 der grössten Firmen hatten, um zu entscheiden, ob Ringfüllung oder Koksfüllung für Gloverthürme vorzuziehen sei. Ausnahmslos wurde Ringfüllung als minderwertig bezeichnet; eine Firma leerte die Füllung wieder aus und behauptet, eine grosse deutsche Firma thue jetzt dasselbe.

Die wirkende Oberfläche bei Ringen ist sehr klein, der Zug zu stark, also sind hohe und weite Thürme nöthig. Sie verbacken sich nicht leicht, aber wer denkt auch daran, Kugeln allein einzufüllen? Abgesehen von den enormen Kosten wäre es ja verfehlt. Grosse Ziegelbrocken oder eng aufgebaute Steine sind ein sehr gutes Filtermaterial für den Flugstaub. Diese sollen zuerst kommen,

dann Vollkugeln von 60 mm Durchmesser und ich bin sicher, dass die Thurmdimensionen dann mindestens auf die halbe Höhe reducirt werden können. Hat man aber wirklich nach Jahren einen solchen Thurm neu zu füllen, dann können die Kugeln leicht wieder aus dem Conglomerat genommen werden und sind intact, Ringe aber nicht. Die Zeit wird mir jedenfalls Recht geben.

Der freie Raum bei Kugeln ist sehr gross, kleiner aber als bei Ringen, jedoch mehr als genug, um den Zug nicht zu hindern. Käme es nur auf freien Raum und nicht auf Contactfläche an, so wäre ja keine Füllung am besten.

### Ueber die Citronensäurelöslichkeit der Knochenmehlphosphorsäure.

Von Dr. Th. Methner.

(Vorläufige Mittheilung.)

Nachdem in letzter Zeit zahlreiche Felddüngungsversuche<sup>1)</sup> die hohe Wirksamkeit der Knochenmehl-Phosphorsäure für die mannigfachsten Düngezwecke im Vergleich zur Thomasmehl-Phosphorsäure festgestellt hatten und zugleich die Ursache dafür gefunden war, warum frühere Untersuchungen ein falsches Ergebniss gezeitigt hatten<sup>2)</sup>, musste es in hohem Grade befremdlich erscheinen, dass nicht auch in der chemischen Analyse dieser Wirkungswert zum Ausdruck zu bringen war.

Analysirt man ein entleimtes Knochenmehl nach Wagner's Vorschrift für Thomasmehl (5 g mit 500 ccm 2-proc. Citronensäurelösung  $\frac{1}{2}$  Stunde rotiren lassen), so erhält man nur 84,1 Proc. der Gesammt-Phosphorsäure in Lösung, und selbst nach 24-stündigem Stehen nur 84,9 Proc., obgleich man annehmen müsste, dass phosphorsaurer Kalk in der Form des entleimten Knochenmehl's, der durch Entfernen der zwischengelagerten Fett- und Leimsubstanz sich in feinst vertheiltem Zustande befindet, sich leichter und schneller lösen müsste als solcher, der in feuerflüssigem Zustande von schwer löslichen Körpern inkrustirt wurde, wie im Thomasmehl.

Der Grund zu diesem Verhalten liegt, wie die hier angestellten Versuche beweisen,

<sup>1)</sup> Meissl, Österreichisches landwirtschaftliches Wochenblatt 1897, No. 34.

Dafert und Reitmair, Felddüngungsversuche über die Wirkung der Phosphorsäure in verschiedenen Formen. Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich 1900, Heft 6.

<sup>2)</sup> Kellner und Böttcher, Untersuchungen über die Düngewirkung der Knochenmehl-Phosphorsäure. Sächsische landw. Zeitschr. 1900, No. 26.

darin, dass zur Lösung einer gewissen Menge Phosphorsäure eine bestimmte Menge Citronensäure erforderlich ist, analog wie man zum Ausfällen der gelösten Phosphorsäure eine bestimmte Menge Magnesiumchlorid benötigt. Man kann nicht 30-proc. entleimtes Knochenmehl nach einer Vorschrift untersuchen, die lediglich für die Eigenthümlichkeiten des ungefähr 16 Proc. Phosphorsäure enthaltenden Thomasmehls aufgestellt ist.

Wie man, um einen dem Wirkungswert des Thomasmehls entsprechenden Analysenausdruck zu gewinnen, von der Verwendung des citronensauren Ammons überging zur 2-proc. Citronensäure, so musste auch eine Modification zu finden sein, um die Wirkung der Knochenmehl-Phosphorsäure schon durch die Analyse zu erkennen.

Und diese Modification lag nahe. Wenn wie oben gesagt, die Mengen der lösenden Citronensäuren und der zu lösenden Phosphorsäure in einem bestimmten Verhältniss zu einander stehen müssen, das bei der Analyse von 16-proc. Thomasmehl = 100 : 8 ist, so muss dieses Verhältniss auch bei Knochenmehl innegehalten werden. Ein Versuch, statt 5 g Knochenmehl = 1,5 g Phosphorsäure 2,5 g Knochenmehl = 0,75 g Phosphorsäure zur Analyse zu verwenden, musste, wenn man sonst an der Analysenvorschrift nichts änderte, zu dem gewünschten und erwarteten Resultat führen. Es wurden 6 verschiedene Knochenmehle der Analyse unterworfen und sonst genau nach der Vorschrift für Thomasmehlanalyse gearbeitet.

Das Resultat war folgendes:

Knochenmehl	Gesammt-Phosphorsäure Proc.	Citronensäurelösliche Phosphorsäure Proc.	gelöst Proc.	Zur Analyse verwendet
I	29,81	28,90	96,9	
II	30,71	29,58	96,3	2,5g Knochenmehl und
III	31,86	30,06	94,4	500ccm 2proc. Citronensäure.
IV	30,13	28,91	95,9	
V	28,66	28,01	98,0	
VI	30,19	28,27	93,6	

im Mittel 95,75 Proc.

in Citronensäure löslich.

Es ist also nachgewiesen, dass Knochenmehl-Phosphorsäure genau ebenso citronensäurelöslich ist wie Thomasmehl-Phosphorsäure und der Umstand, dass die höchste Löslichkeit mit der kleinste Gesammtphosphorsäuremenge zusammenfällt, lässt annehmen, dass, wenn das Verhältniss von Citronensäure zu Phosphorsäure ein noch günstigeres ist als 100 : 7,5, die Löslichkeit eine noch bedeutendere wird. Versuche in dieser Richtung sowohl als auch darüber, ob ein moleculares Verhältniss dabei mitspielt, sind