

Tabelle IV.

		Gesamt- rückstand	Glüh- rückstand	Glüh- verlust	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ca O	Mg O	K Mn O <sub>4</sub>	Cl	N H <sub>3</sub>	S O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Organischer Stickstoff
I	Unfiltrirt	216	115	101	5	19	4,14	41,20	12	4,42	9,6	1,08	8,54
	Filtrirt	74,5	54	20,5	3	16	3,75	17,20	9,6	3,14	7,2	0,52	3,67
II	Unfiltrirt	80	50,5	29,5	5	18	3,60	21,60	6	2,72	12,6	0,64	1,33
	Filtrirt	64,5	50	14,5	2	17,5	3,40	6,80	5	2,04	12,3	0,48	0,28
III	Unfiltrirt	67,5	51	16,5	2	21	3,60	3,60	3,6	1,70	12,6	0,36	0,63
	Filtrirt	62,5	47	15,5	1	16	3,60	3,04	3,2	1,36	11,6	0,28	0,41
IV	Unfiltrirt	57,5	38	19,5	2	17,5	3,05	3,35	2,6	1,02	9,9	0,32	0,70
	Filtrirt	50	37	13	1	17	3,05	2,15	2,2	0,51	9,6	0,24	0,14
V	Unfiltrirt	44	32	12	0,5	14,5	3,2	1,12	1,6	0	9,2	0,20	0,21
	Filtrirt	43	30	13	Spuren	14,5	3,2	0,94	1,6	0	8,9	0,20	0,07
VI	Unfiltrirt	44,5	32	12,5	Spuren	14	3,4	0,94	2,0	0	8,5	0,24	0,42
	Filtrirt	42	31	11	Spuren	13,5	3,4	0,76	1,4	0	8,5	0,20	0,21

Tabelle V.

		Gesamt- rückstand	Glüh- rückstand	Glüh- verlust	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ca O	Mg O	K Mn O <sub>4</sub>	Cl	N H <sub>3</sub>	S O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Organischer Stickstoff
I	Unfiltrirt	121	67	54	13,5	13,5	2,70	42,0	4,4	2,64	6,17	1,88	3,01
	Filtrirt	82	54	28	10,5	12,5	2,52	30,0	3,0	2,13	6,05	1,48	0
II	Unfiltrirt	60	38,5	21,5	3,00	17,0	2,88	6,08	3,2	4,25	4,29	1,12	0,07
	Filtrirt	52	33,0	19	2,00	14,5	2,88	5,04	2,8	3,57	3,77	0,72	0
III	Unfiltrirt	38,5	27,0	11,5	1,00	14,5	2,16	2,98	1,6	0,68	6,17	3,36	0
	Filtrirt	38,5	27,0	11,5	0	14,5	2,16	1,92	1,4	0,25	5,48	3,00	0,00
IV	Unfiltrirt	37,0	27,0	10,0	0	14,0	2,34	1,26	1,2	0,25	5,14	1,48	0,14
	Filtrirt	36,0	26,0	10,0	0	13,5	2,34	1,08	1,2	0,17	5,14	1,48	0
V	Unfiltrirt	37,5	25,0	12,5	0,5	13,0	2,16	0,90	1,2	0	5,15	1,88	0
	Filtrirt	37,0	25,0	12,0	0	9,0	1,98	0,72	1,2	0	5,15	1,88	0
VI	Unfiltrirt	40,00	28,0	12,0	1	12,00	2,16	0,72	1,2	0	5,15	1,88	0,28
	Filtrirt	34,00	25,0	9,0	0	10,00	2,16	0,44	1,2	0	5,15	1,48	0

### Zur Wasserreinigung.

Von

Max Gröger.

Die härtebildenden Bestandtheile lassen sich aus den natürlichen Wässern durch Fällung mit Ätznatron und Soda, oder Ätznatron und Kalk zum grössten Theile ausscheiden. Die Art und Menge der dazu anzuwendenden Fällungsmittel ergibt sich aus der chemischen Analyse des Wassers. Jedoch auch ohne Kenntniss der chemischen Zusammensetzung des Wassers kann man die zur Fällung erforderlichen Reagentienmengen ermitteln, wenn man das Wasser mit einem Überschuss derselben zusammenbringt und nach erfolgter Fällung den von diesem übriggebliebenen Rest bestimmt.

Als Fällungsmittel benutze ich für diesen Zweck eine Auflösung von ungefähr 3 g wasserfreiem Natriumcarbonat und 3 g reinem Ätznatron in 1 l Wasser. Diese Lösung wird in einer mit Kautschukstöpsel luftdicht verschlossenen Flasche aufbewahrt. Zur Gehaltsbestimmung werden zunächst 25 cc

des Fällungsmittels mit  $\frac{1}{10}$  N.-Salzsäure titirt. Zwei Drittel der zur Neutralisation verbrauchten Anzahl der cc  $\frac{1}{10}$  N.-Säure seien bezeichnet mit a.

Hierauf werden in ein Fläschchen 100 cc ausgekochtes destillirtes Wasser, 25 cc neutraler, mässig starker Chlorcalciumlösung und 25 cc des Fällungsmittels gebracht, das Fläschchen durch einen Kautschukstöpsel verschlossen und geschüttelt. Nach zwölfstündigem Absetzen des Niederschlages von Calciumcarbonat werden 100 cc der klaren Flüssigkeit wieder mit  $\frac{1}{10}$  N.-Salzsäure titirt. Die Anzahl der hierzu verbrauchten cc Säure sei b.

Nun füllt man zwei trockene Fläschchen mit je 100 cc des zu reinigenden Wassers, gibt in das eine noch 25 cc ausgekochtes destillirtes Wasser und 25 cc des Fällungsmittels; in das andere 25 cc Chlorcalciumlösung und 25 cc des Fällungsmittels, verschliesst beide durch Kautschukstöpsel, schüttelt und lässt 12 Stunden stehen. Der Inhalt beider Fläschchen wird sodann bei möglichstem Luftausschluss filtrirt. Am besten verfährt man dabei so, dass man auf einen kurzen Glaszylinder mit abgeschliffenem

Rande einen Glasrichter aufsetzt, in welchem ein trockenes Faltenfilter von solcher Grösse, dass die ganze Flüssigkeitsmenge darin Platz hat, sitzt. Man giesst die Flüssigkeit auf und bedeckt den Trichter sofort mit einer Glasplatte. Die Filtration erfolgt so rasch, dass ein nennenswerther Einfluss der Kohlensäure der Luft auf die Flüssigkeit nicht zu befürchten ist. Von beiden Filtraten werden sofort 100 cc in ein Kölbchen pipettirt und mit  $\frac{1}{10}$  N.-Salzsäure titrirt. Die zur Neutralisation erforderliche Anzahl der cc  $\frac{1}{10}$  N.-Säure sei c beziehungsweise d.

Die Gesamttalkalimenge, welche durch 100 cc des Wassers verschwunden ist, entspricht 1,5 (a—c) cc  $\frac{1}{10}$  N.-Säure, davon wird eine 1,5 (b—d) cc  $\frac{1}{10}$  N.-Säure entsprechende Menge als freies Alkali verbraucht, d. h. es sind für 1 l Wasser 1,5 (a—c).53 mg  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  anzuwenden und ein Theil davon durch 1,5 (b—d).28 mg CaO in freies Alkali überzuführen. Man braucht somit zur Reinigung von 1 l Wasser

79,5 (a—c) mg  $\text{Na}_2\text{CO}_3$   
und 42 (b—d) mg CaO.

Verschliesst man die Flasche, welche das Fällungsmittel enthält, nach dem Herauspipettiren des zur Fällung erforderlichen Antheiles stets sogleich wieder sorgfältig, so hat man a und b nur ein einziges Mal zu bestimmen. An die Stelle der zeitraubenden Wasseranalyse (welche sich zum mindesten auf die Bestimmung von Kalk, Magnesia, halbgebundener und freier, sowie der gebundenen Kohlensäure zu erstrecken hat) treten zwei rasch ausführbare Titrationen.

Zur Ausführung der Titration mag noch bemerkt sein, dass Methylorange als Indicator zu verwenden und die  $\frac{1}{10}$  N.-Salzsäure (gleichfalls mit Methylorange als Indicator) auf Natriumcarbonat in der bekannten Weise zu stellen ist.

Werden bei der Titration nur wenige Tropfen  $\frac{1}{10}$  N.-Säure gebraucht, so ist das ein Zeichen, dass das Wasser sehr hart, oder sehr kohlensäurereich ist und deshalb 25 cc des Fällungsmittels zur vollständigen Fällung nicht ausreichen. Man wiederholt in diesem Falle den Versuch mit 50 cc des Wassers, welches man mit destillirtem Wasser auf das doppelte Volum verdünnt hat. Natürlich sind dann die gefundenen Reagentienmengen zu verdoppeln.

No.	a	b	c	d	1 l Wasser braucht mg	
					$\text{Na}_2\text{CO}_3$	CaO
I.	21,6	9,39	12,10	0,54	755	372
II.	-	-	19,44	1,08	172	349
III.	-	-	20,41	4,75	95	195
IV.	-	-	10,53	0,10	880	390
V.	-	-	21,46	2,87	11	274

Die Brauchbarkeit der Methode wurde an den oben angeführten Wässern aus Brunn und Umgebung erprobt.

Zur Reinigung wurden je 10 l Wasser mit den so bestimmten Mengen Kalk und Soda, ersterer als Milch, letztere in concentrirter Lösung, versetzt, kräftig durchgeschüttelt und nach zwölfstündigem Stehen filtrirt.

Bei jedem der Wässer wurde der Gehalt an Kalk und Magnesia vor und nach der Reinigung gewichtsanalytisch ermittelt (mg im Liter):

	Ca O		Mg O		Gesamthärte	
	vor der Reinigung	nach der Reinigung	vor der Reinigung	nach der Reinigung	vor der Reinigung	nach der Reinigung
I.	397	37	171	31	63,6	8,0
II.	139	35	132	27	32,4	7,3
III.	114	25	43	30	17,4	6,7
IV.	402	30	175	24	64,7	6,4
V.	126	21	35	22	17,5	5,2

Die Wässer IV und V wurden der vollständigen Analyse unterzogen. Es enthielt 1 l von:

	Wasser IV mg	Wasser V mg
Ca $\text{CO}_3$	308	207
Mg $\text{CO}_3$	—	73
Ca $\text{SO}_4$	256	25
Ca $(\text{NO}_3)_2$	366	—
Mg $(\text{NO}_3)_2$	646	—
Na $\text{NO}_3$	29	—
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	—	3
Na Cl	337	10
Si $\text{O}_2$	18	6
freie u. halbgeb. $\text{CO}_2$	129	183
Org. Substanz	8	0,1

Unter der Voraussetzung, dass die Gesamtmenge des Calciums als Carbonat, die des Magnesiums als Hydroxyd<sup>1)</sup> und die freie und halbgebundene Kohlensäure als Calciumcarbonat gefällt wird, berechnet sich, dass zur Fällung von

1 l Wasser IV 898 mg  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  und 408 mg CaO  
1 l - V 20 - - - 282 - -

erforderlich sind.

Die nach der angegebenen Weise bestimmten Mengen der Fällungsmittel sind demnach etwas zu klein, was sich leicht dadurch erklärt, dass die zur Titration gelangende Lösung neben den Alkalien auch Calciumcarbonat und Magnesiumhydroxyd gelöst enthält, welche ebenfalls Salzsäure beanspruchen. Nimmt man an, dass die Flüssigkeit mit diesen Stoffen gesättigt ist, und legt man die Löslichkeitsbestimmungen

<sup>1)</sup> Mittheilungen des k. k. technol. Gewerbemuseums [2] 4.

von Fresenius<sup>2)</sup> zu Grunde, so werden jedem Liter Wasser die zur Fällung von 8,6 mg CaO und 18,1 mg MgO erforderlichen Reagentienmengen zu wenig zugesetzt. Der Fehler ist so geringfügig, dass er unbedenklich ganz vernachlässigt werden kann.

Die Fällung kann auch nach dem Verfahren von Béranger und Stingel mit den klaren Lösungen der Reagentien vorgenommen werden.

Die Wässer, für welche  $(a-c) = (b-d)$  gefunden wird, sind jene, welche nach diesem Verfahren nur mit Ätznatron behandelt werden. Diejenigen, für welche  $(a-c) > (b-d)$  ist, werden mit Ätznatron und Soda, jene, für welche  $(a-c) < (b-d)$  ist, werden mit Ätznatron und Kalk gefällt. Zu diesem Zwecke braucht man nur die auf oben angegebene Art ermittelten Kalk- und Sodamengen mit dem etwa zwanzigfachen Gewichte Wasser zu mischen und die nach dem Absetzen des Niederschlages von Calciumcarbonat bleibende klare Lösung dem zu reinigenden Wasser zuzusetzen. Die Wässer II und IV, in dieser Weise behandelt, enthielten nach der Reinigung im Liter 29 bez. 27 mg CaO und 31 bez. 20 mg MgO. Ein wesentlicher Unterschied im Reinigungserfolge ist hieraus nicht ersichtlich.

Deutsche Staatsgewerbeschule Brünn,  
4. März 1891.

### Brennstoffe, Feuerungen.

Selbstentzündung. Nach R. R. Tatlock (J. Ch. Ind. 1890 S. 1112) findet die Verbrennung organischer Stoffe bei niedriger Temperatur unter folgenden Bedingungen statt:

1. Gegenwart eines kohlenstoffhaltigen Körpers, welcher in gewöhnlichem Sinne brennbar ist;
2. Gegenwart von Sauerstoff;
3. Gegenwart von Feuchtigkeit und
4. eine gewisse Temperatur.

Sind diese Bedingungen vorhanden, so hängt das Eintreten der Reaction von dem physikalischen Zustande des Körpers ab. Ein poröser, schwammiger oder pulverförmiger Zustand befördert die Oxydation wesentlich. In einer kleinen Fabrik wurden z. B. Kohlenanzünder durch Mischung von Sägespänen zu geschmolzenem Harz hergestellt. Unter einem Theile des fertigen Materials brach plötzlich Feuer aus. Ein unbeschädigter Zünder wurde hierauf

unter eine Glasglocke gebracht und in weniger als einer Stunde hatte derselbe sich entzündet. Nähere Untersuchungen ergaben, dass die grosse Feuchtigkeit der angewendeten Sägespäne die Ursache dieser Erscheinungen war. In einem anderen Falle wurde mit gekochtem Leinöl behandeltes aufgespultes Garn in einem Eisenbahnwagen verschickt, der Inhalt des Wagens stand nach einiger Zeit durch Selbstentzündung in Flammen. In einem dritten Falle wurden einige Hundert Tonnen trockenen Fischguanos vom Schiff in einem Magazin auf einen Haufen gelagert; nach kurzer Zeit fing dieser an sich zu erhitzen, weshalb er auseinandergeworfen wurde, wobei ein Theil der Masse sich plötzlich entzündete. Die Selbstentzündung von Kohlenladungen ist so gewöhnlich, dass sie kaum besonderer Erwähnung bedarf. Angenommen, dass 1 cbm Kohle 1210 k wiegt und dass je 3 cbm Kohle 1 cbm Luft in seinen Zwischenräumen hält, so haben wir 3630 k Kohle mit einer wahrscheinlichen Oberfläche von 163 qm in Berührung mit 254 g Sauerstoff, welche, zu Kohlensäure verbrennend, die Temperatur von 1 cbm Luft von 12° auf 2348° erhöhen würde.

Um zu bestimmen, ob der Schwefel, die eingeschlossenen Gase oder die festen Kohlenstoffverbindungen Ursache der Selbstentzündung der Steinkohle war, wurden einige Kohlenarten feinst gepulvert und, damit die eingeschlossenen Gase entweichen konnten, 24 Stunden in freier Luft gelassen. Hierauf wurden die Kohlen bei 100° gut getrocknet, ihr Schwefelsäuregehalt bestimmt und dann 1½ Stunden auf etwa 180° erwärmt. Die Kohlen zeigten im Durchschnitt eine Gewichtszunahme von etwa 2 Proc., die Zunahme an Schwefelsäure betrug aber kaum 0,1 Proc. Hieraus geht zur Genüge hervor, dass der Schwefel nicht die Ursache der Selbstentzündung ist, und dass die festen Kohlenstoffverbindungen der Kohle Sauerstoff unter Bildung fester Verbindungen aufnehmen.

Wenn ein Öl der Luft eine grosse Oberfläche darbietet, so tritt die Oxydation mit grösster Leichtigkeit und Schnelligkeit ein. Unter den Pflanzenölen zeigt das Leinöl, unter den Thierölen der Seehundthran die grösste Neigung zur Selbstentzündung. Steinöle dagegen zeigen keine Selbstentzündung, sie vermögen sogar, in verhältnissmässig kleinen Mengen anderen Ölen zugemischt, diese vor Selbstentzündung zu schützen. Es ist nicht gelungen, die Öle nach ihrer Fähigkeit, Sauerstoff aufzunehmen, zuverlässig zu ordnen. R. T. Thomson hat aber gezeigt, dass

<sup>2)</sup> Quant. Analyse II. Bd. 6. Aufl. S. 803 u. 806.