

Über die Dissociation der Ferriphosphate durch Wasser und Salzlösungen

von

Dr. Br. Lachowicz,

Privatdocent an der k. k. Universität Lemberg.

(Vorgelegt in der Sitzung am 7. April 1892.)

Über die Eigenschaften und das Verhalten der Ferriphosphate gegenüber anderen Körpern liegen nur spärliche Untersuchungen vor. Bezüglich des orthophosphorsauren Eisenoxyds finden wir in der betreffenden Literatur Angaben über die Unlöslichkeit desselben in Wasser und Essigsäure, seiner Löslichkeit in Mineralsäuren, dann Weinsäure und Citronensäure. Ausser diesen, als erwiesen angenommenen Thatsachen, finden sich noch die Angaben von Senft,¹ dass das huminsaure Ammon die Löslichkeit des Eisenphosphats befördert und von de Luna,² nach welchem das Eisenphosphat durch Kalium-, Natrium- und Ammonsalze leichter löslich wird. In Betreff seiner Unlöslichkeit in Wasser gibt Bergmann an, dass ein Theil Eisenphosphat in 1500 Theilen kochenden Wassers sich auflöst und im »Ausf. Lehrbuche der Chemie« von Michaelis findet sich noch eine Angabe, dass ein Theil Eisenphosphat in 12000 Theilen kohlen-säurehaltigem Wasser (ein Volumen Wasser, zwei Volumen CO₂) sich auflöst. Endlich findet sich noch in den Berichten d. d. ch. Ges. 1880, S. 2402 eine Notiz über den Vortrag des Herrn Kostitscheff in St. Petersburg, welcher die Vermuthung aussprach, dass das Eisenphosphat in Gegenwart von kohlen-saurem Calcium, besonders von doppeltkohlen-saurem Calcium durch Wasser zersetzt wird.

¹ Gesteins- und Bodenkunde, 1877, 329.

² Heiden, Lehrbuch der Düngemittel, 2. Aufl. 494.

Im Nachstehenden erlaube ich mir die Resultate mitzutheilen, die ich gelegentlich der Untersuchung des Verhaltens der Ferriphosphate gegenüber anderen Körpern für das orthophosphorsaure Eisenoxyd gesammelt habe.

Zum Zwecke der erwähnten Untersuchung trachtete ich vor allem ein reines Präparat von Eisenphosphat zu erhalten. Ich habe nach den bekannten Methoden aus Eisenchlorid und Natriumphosphat (1 : 2) mehrere Male das Eisenphosphat darzustellen versucht, niemals aber einen Körper von der theoretischen Formel FePO_4 erhalten. Es finden sich in der die Darstellung des orthophosphorsauren Eisenoxyds betreffenden Literatur auch verschiedene Angaben. Schon Gmelin erwähnt in seinem Handbuche der Chemie, dass das durch Ausfällen des Eisenchlorids mit gewöhnlichem, phosphorsauren Natron dargestellte Salz der theoretischen Formel FePO_4 nicht entspreche. Nach Winkler,¹ Heidenreich² und Struve³ ist das aus neutraler Lösung gefällte Salz, nach Wackenroder,⁴ Ludwig und Mohr⁵ das aus essigsaurer Lösung gefällte das normale Phosphat, während Fresenius und Will⁶ letzterem die Formel $3 \text{P}_2\text{O}_5 \cdot 2 \text{Fe}_2\text{O}_3$ geben.

Es wurden daher auf verschiedene Weise dargestellte Präparate untersucht, wobei es sich herausstellte, dass ein Salz von der Formel FePO_4 nur zufällig erhalten werden kann, während sich gewöhnlich ein Niederschlag von grösserem oder geringerem Gehalte an Phosphorsäure bildet. So zum Beispiel war die Zusammensetzung der drei, bei ungleichen Bedingungen dargestellten Präparate, die folgende:

a) Das käufliche Eisenphosphat, fein gepulvert und mit Wasser mehrere Male ausgewaschen (kein Chlor gefunden) enthielt:

$$63 \cdot 72\% \text{ PO}_4, 36 \cdot 51\% \text{ Fe.}$$

¹ Jahresb. pr. Pharm. 5, 337.

² Jahresb. 1861, 306.

³ N. Petersb. Akad. Bull. I., 465.

⁴ Archiv. Pharm. (2) 53, S. 1.

⁵ Zeitschr. an. Ch. 2., 250.

⁶ Ann. Ch. 50, 379.

Die Formel FePO_4 verlangt:

$$62 \cdot 91\% \text{ PO}_4, 37 \cdot 08\% \text{ Fe.}$$

b) Der aus heisser Lösung von Eisenchlorid und Binatriumphosphat (1 : 2), unter Zusatz von Ammon bis zur neutralen Reaction, ausgefällte Niederschlag, enthielt nach dem Auswaschen mit kaltem Wasser, bis kein Chlor mehr im Abflusswasser nachgewiesen werden konnte:

$$64 \cdot 41\% \text{ PO}_4, 34 \cdot 26\% \text{ Fe.}$$

c) Ein anderes Präparat wurde dargestellt beim Überschuss von phosphorsaurem Natron. Der abfiltrirte Niederschlag wurde in grösserer Menge Wasser zwei Stunden lang gekocht, filtrirt und noch so lange mittelst Aufschlämmens in heissem Wasser gewaschen, bis kein Chlor mehr nachweisbar war. Im Mittel wurde gefunden:

$$53 \cdot 89\% \text{ PO}_4, 42 \cdot 17\% \text{ Fe.}$$

Die verschiedene Zusammensetzung dieser, sowie anderer Präparate, die analysirt wurden, sowie der Umstand, dass der anfänglich weiss gefärbte Niederschlag nach längerem Behandeln mit Wasser allmählig braun wird, führten auf den Gedanken, es könne das Wasser von wesentlichem Einfluss auf die Zusammensetzung des Niederschlages sein, was auch durch die nachstehende Untersuchung bestätigt wurde.

Einwirkung von Wasser.

Die Untersuchung der Einwirkung von Wasser wurde derart ausgeführt, dass das unter *b)* beschriebene Eisenphosphat längere Zeit und bei verschiedener Temperatur der Einwirkung von Wasser ausgesetzt und viermal in verschiedenem Einwirkungsstadium analysirt wurde. Die Untersuchung wurde somit auf vier Versuche getheilt:

Im ersten Versuch wurde das erwähnte Präparat von Eisenphosphat in fünfzigfacher Menge Wassers aufgeschlümmt, 24 Stunden stehen gelassen, filtrirt und diese Operation zehnmal wiederholt. Beim jedesmaligen Filtriren röthete das Ablaufwasser deutlich das Lackmuspapier und während es jedesmal beträcht-

liche Mengen von Phosphorsäure enthielt, war das Eisen kaum mittelst Schwefelcyankalium nachzuweisen.

Im zweiten Versuche wurde das auf obige Weise gewaschene Eisenphosphat noch fünfmal mit derselben Menge Wassers zwei bis drei Stunden auf dem Sandbade gekocht und jedesmal gleich darauf filtrirt.

Der dritte Versuch war die Wiederholung des zweiten. Das nach der letzten Operation resultirende Eisenphosphat wurde im vierten Versuch noch so lange mit heissem Wasser gewaschen, bis das Ablaufwasser mit Ammon und Magnesia-mixtur versetzt, in der ersten Viertelstunde keinen nachweisbaren Niederschlag absetzte.

Die Analysen dieser vier Einwirkungsproducte von Wasser auf Eisenphosphat sind in der nachstehenden Tafel zusammengestellt.

Nr. des Versuches	Analysirte Menge des Eisenphosphats	Zusammensetzung der Rückstände			
		P ₂ O ₅ als Mg ₂ P ₂ O ₇ gewogen	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅ /%	Fe ₂ O ₃ /%
1	0·1623	0·1170	0·0894	46·33	55·08
2	0·1556	0·1099	0·0868	45·17	55·78
3	0·1875	0·1248	0·1097	42·56	58·49
4	0·1760	0·1095	0·1091	39·82	61·98

Das im Versuche 4 resultirende Eisenphosphat nähert sich, seinen Bestandtheilen nach, der Formel: $3 \text{Fe}_2(\text{PO}_4)_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3$, welche:

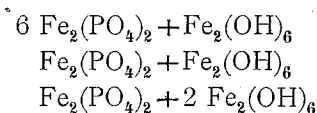
$$\begin{aligned} \text{P}_2\text{O}_5 & \dots\dots\dots 40\cdot07\%, \\ \text{Fe}_2\text{O}_3 & \dots\dots\dots 60\cdot20 \end{aligned}$$

verlangt.

Da das im Versuche 4 analysirte Eisenphosphat längere Zeit mit Wasser stehen gelassen oder einige Stunden mit demselben gekocht noch immer Phosphorsäure an dasselbe abgab und da alle unter *a*, *b*, *c* erwähnten Präparate von Eisenphosphat sich in derselben Weise verhielten, d. i. beim Digeriren mit

Wasser ihre Phosphorsäure nach und nach verloren, wurde noch die Einwirkung von Wasser auf Eisenphosphat unter Zusatz von frisch gefälltem Eisenhydroxyd untersucht.

Die Menge des zugesetzten Eisenhydroxyds hat soviel betragen, dass Gemische im Molekülen-Verhältniss:



eines nach dem anderen der Einwirkung von Wasser ausgesetzt wurden. Zur Untersuchung wurde das beim Versuch 2 beschriebene und analysirte Eisenphosphat genommen. Die erhaltenen Resultate sind im Folgenden tabellarisch zusammengestellt.

Nr. des Versuches	Menge des		Menge des Wassers	Dauer der Einwirkung	In Lösung gegangene		
	Eisenphosphats	Eisenoxyds			P ₂ O ₅ als Mg ₂ P ₂ O ₇ gewogen	P ₂ O ₅ in Procenten	Fe ₂ O ₃
5	1·466	0·122	500 cm ³	1 Stunde bei 100°	0·0972	4·24	Spuren
	1·466	0·122	500	24 Stund. bei 20°	0·0187	0·81	»
6	1·1728	0·6123	500	1 Stunde bei 100°	0·0243	1·32	»
7	0·5864	0·6123	500		0·0088	0·96	»

Aus diesen Versuchszahlen ergibt sich die Thatsache, dass obgleich das Wasser sehr wenig von Eisenphosphat auflöst, es in ungemein grösserer Menge zersetzt. Es wurde oftmals beobachtet, dass die Quantität des zersetzten Eisenphosphats bei einer und derselben Temperatur von der Menge des Wassers abhängt und dass die Zersetzung nicht weiter fortschreitet, wenn die in Lösung übergegangene Phosphorsäure aus dem Wirkungskreis nicht entfernt wird, dass somit die Massenwirkung des Wassers nach Erreichung eines chemischen Gleichgewichtes der auf einander wirkenden Körper sein Ende findet. Es ist selbstverständlich, wie dies auch obige Zahlen beweisen,

dass je mehr das Eisenphosphat zersetzt ist, oder je mehr Eisenhydroxyd sich schon im Niederschlage befindet, desto weniger von dem ersteren zersetzt wird, dass jedoch die Zersetzung immer, wenn auch nach und nach langsamer, fortschreitet und es kann angenommen werden, dass bei genügender Wassermenge die ganze Phosphorsäure dem Eisenphosphat entzogen werden kann.

Einwirkung der Salze.

Zur Feststellung des Verhaltens des Eisenphosphats gegenüber anderen Factoren wurde dasselbe der Einwirkung verschiedener Salze ausgesetzt. Es konnte nämlich erwartet werden, dass die Anwesenheit der Salze die Zersetzung des Eisenphosphates entweder befördert oder sie hemmt oder aber eine grössere Löslichkeit desselben bewirkt.

Bezüglich der betreffenden Versuche muss vorausgeschickt werden, dass sie unter möglichst denselben Bedingungen, wie Temperatur, Reagentien, Gefässe und sonstige Hilfsmittel ausgeführt wurden. Das zur Untersuchung angewandte Eisenphosphat war im Versuch 2 beschrieben. Die Genauigkeit reichte nicht unter 0·0015 der angegebenen Zahlen. Die Versuchsfehler konnten entweder durch Schwanken der Temperatur (21—26°) entstehen oder dadurch, dass das Filtrirpapier, wenn auch immer dasselbe, einen Theil des fein vertheilten Eisenphosphates durchliess.

Ich habe so die Einwirkung von NaHCO_3 , Na_2CO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, Na_2SO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$, KCl , NaCl , NH_4Cl , NaNO_3 , $\text{CaH}_2(\text{CO}_3)_2$ untersucht und gefunden, dass die Lösungen je nach der Natur der Salze die Dissociation befördern oder hemmen.

Bei jedem Versuch wurden die den 4g NaHCO_3 äquivalente Mengen der Salze in 1000 cm^3 Wasser aufgelöst, in dieser Lösung 0·5864g Eisenphosphat suspendirt und 24 Stunden bei gewöhnlicher Temperatur und öfterem Umrühren stehen gelassen. Das Filtrat zur Trockene abgedampft, in einigen Tropfen Salzsäure aufgelöst, wurde analysirt. Die Phosphorsäure wurde mittelst Weinsäure und Magnesiamixtur vom Eisen getrennt.

Ausser den angeführten Salzlösungen wurde behufs Vergleichung im Versuch 8 die Einwirkung von reinem Wasser und im Versuch 9 die Einwirkung von mit CO_2 gesättigtem Wasser auf dieselbe Menge Eisenphosphates und bei denselben Bedingungen untersucht. Die diesbezüglichen Resultate finden sich in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt:

Nr. des Versuches	Salzlösung in 1000 cm^3 Wasser	Dauer der Einwirkung	Menge des Eisenphosphats	Gelöste P_2O_5 als $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ gewogen	Gelöstes Fe_2O_3
8	reines Wasser	24 Stunden	I. 0·5864	0·0066	0·0026
			II. 0·5864	0·0054	0·0024
9	mit CO_2 gesättigtes Wasser		I. 0·5864	0·0062	0·0036
			II. 0·5864	0·0051	0·0039
			III. 0·5864	0·0060	0·0028
10	4 g NaHCO_3		I. 0·5864	0·0241	0·0044
			II. 0·5864	0·0237	0·0040
11	5·046 g Na_2CO_3		I. 0·5864	0·2971	0·0016
			II. 0·5864	0·2942	0·0020
12	2·284 g $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$		I. 0·5864	0·0222	0·0026
			II. 0·5864	0·0235	0·0021
13	6·761 g Na_2SO_4		I. 0·5864	0·0081	0·0015
			II. 0·5864	0·0091	0·0022
14	6·364 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$		I. 0·5864	0·0062	0·0021
		II. 0·5864	0·0061	0·0019	

Nr. des Versuches	Salzlösung in 1000 cm^3 Wasser	Dauer der Einwirkung	Menge des Eisenphosphates	Gelöste P_2O_5 als $Mg_2P_2O_7$ gewogen	Gelöstes Fe_2O_3
15	6·476 g $NaC_2H_3O_2$	24 Stunden	I. 0·5864	0·0141	0·0016
			II. 0·5864	0·0137	0·0020
16	5·624 g KCl		I. 0·5864	0·0056	0·0020
			II. 0·5864	0·0059	0·0025
17	4·410 g NaCl		I. 0·5864	0·0058	0·0022
			II. 0·5864	0·0060	0·0020
18	4·029 g NH_4Cl		I. 0·5864	0·0048	0·0032
			II. 0·5864	0·0054	0·0025
			III. 0·5864	0·0051	0·0022
19	6·464 g $NaNO_3$		I. 0·5864	0·0045	0·0025
		II. 0·5864	0·0051	0·0029	
20	1·132 g $CaH_2(CO_3)_2$	I. 0·5864	0·0069	0·0035	
		II. 0·5864	0·0078	0·0034	

woraus sich im Mittel und in Procenten nachstehende Mengen der in Lösung gegangenen Phosphorsäure und Eisenoxyds berechnen:

Nr. des Versuches	Salzlösung	Gelöste P_2O_5 %	Gelöstes Fe_2O_3 %
8	reines Wasser	0·65	0·43
9	mit CO_2 gesättigt	0·61	0·58
10	$NaHCO_3$	2·59	0·72
11	Na_2CO_3	32·24	0·31
12	$(NH_4)_2CO_3$	2·46	0·39

Nr. des Versuches	Salzlösung	Gelöste P_2O_5 %	Gelöstes Fe_2O_3 %
13	Na_2SO_4	0·93	0·31
14	$(NH_4)_2SO_4$	0·68	0·34
15	$NaC_2H_3O_2$	1·50	0·31
16	KCl	0·63	0·39
17	NaCl	0·65	0·35
18	NH_4Cl	0·54	0·44
19	$NaNO_3$	0·52	0·46
20 ¹	$CaH_2(CO_3)_2$	0·80	0·58

Viel deutlicher treten die Unterschiede in der Einwirkung mancher Salze bei höherer Temperatur hervor. Ich habe je 0·2254 g desselben Eisenphosphats drei Viertelstunden lang einmal mit 80 cm^3 reinen Wassers und dann mit 6% Lösungen von K_2SO_4 , NH_4Cl , NaCl am Rückflusskühler gekocht. Die in Lösung gegangene Phosphorsäure wurde gewogen. Die nachstehende Tabelle gibt die Unterschiede in der Einwirkung obiger Salze an:

Nr. des Versuches	Menge des Eisenphosphats	6% Salzlösung in 80 cm^3 Wasser	Dauer der Einwirkung	Gelöste P_2O_5	
				als $Mg_2P_2O_7$ gewogen	in Procenten
21	0·2254	—		0·0090	2·57
22	0·2254	K_2SO_4	$\frac{3}{4}$ Stunden bei 100°	0·0107	3·01
23	0·2254	NH_4Cl		0·0052	1·46
24	0·2254	NaCl		0·0067	1·90

¹ Die Menge des doppelt kohlensauren Calciums steht in keinem Verhältniss zu den Mengen anderer Salze.

Zuletzt wurde noch die Einwirkung von kohlensaurem Ammon auf Eisenphosphat bei Gegenwart von frisch gefälltem Eisenhydroxyd untersucht. Das Verhältniss der beiden letzten entsprach der Formel $\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_2 + \text{Fe}_2(\text{OH})_6$. Der Versuch wurde in derselben Weise ausgeführt, wie der Versuch Nr. 6.

Nr. des Versuches	Menge des		Salzlösung in 500 cm^3 Wasser	Dauer der Einwirkung	Gelöste P_2O_5	
	Eisenphosphats	Eisenoxyds			als $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ gewogen	in Procenten
6	1·1728	0·6123	reines Wasser	1 Stunde	0·0243	1·32
25	1·1728	0·6123	1g $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	bei 100°	0·0465	2·54

Einwirkung von Huminsäuren.

Ungelöste Huminsäure¹ wirkt auf Eisenphosphat bei Gegenwart von Wasser nicht ein. Zur Lösung derselben wurde doppelt-kohlensaures Natron und kohlensaures Ammon angewandt; da jedoch dieselben schon allein ziemlich stark auf Eisenphosphat einwirken, war es angezeigt, zur Bestimmung der Einwirkung der ersteren, Versuche mit und ohne Huminsäure auszuführen.

Im Versuch Nr. 10 wurde die Einwirkung von 4g NaHCO_3 in 1000 cm^3 Wasser auf Eisenphosphat untersucht. Bei denselben Bedingungen unter Zusatz von Huminsäure wurde der Versuch Nr. 26 ausgeführt. In beiden anderen Versuchen, Nr. 27 und 28 wurde die Einwirkung von 25 Tropfen einer 10%igen Lösung von kohlensaurem Ammon,² in 1000 cm^3 Wasser aufgelöst, mit und ohne Zusatz von 0·431g Huminsäure untersucht. Die nachstehende Tabelle stellt die Resultate zusammen:

¹ Nach Mulder dargestellt (Ann. Ch. 36, 243).

² Die kleinste Menge von kohlensaurem Ammon, die zur Lösung von 0·431g Huminsäure nothwendig war.

Nr. des Versuches	Salzlösung in 1000 cm^3 Wasser	Menge des Eisenphosphats	Menge der Huminsäure	Gelöste	
				P_2O_5 als $Mg_2P_2O_7$ gewogen	Fe_2O_3
10	4 g $NaHCO_3$	I. 0·5864	—	0·0241	0·0044
		II. 0·5864	—	0·0237	0·0040
I. 0·5864		0·1724	0·0243	0·0055	
II. 0·5864		0·1724	0·0257	0·0059	
26	25 Tropfen 10% Lösung von $(NH_4)_2CO_3$	I. 0·5864	0·431	0·0227	0·0081
II. 0·5864		0·431	0·0212	0·0083	
27		I. 0·5864	—	0·0190	0·0029
II. 0·5864		—	0·0182	0·0021	

woraus sich im Mittel und in Procenten die in Lösung gegangene Phosphorsäure und Eisenoxyd berechnen:

Nr. des Versuches	Salzlösung	Menge der Huminsäure	Gelöste	
			P_2O_5 %	Fe_2O_3 %
10	$NaHCO_3$	—	2·59	0·72
26		0·1724	2·73	0·97
27	$(NH_4)_2CO_3$	0·431	2·38	1·39
28		—	2·01	0·42

Zusammenstellung.

Wie schon erwähnt wurde, findet die ungleiche Zusammensetzung der auf verschiedene Weise dargestellten Eisenphosphatpräparate ihre Erklärung in der zersetzenden Einwirkung des Wassers. Die letztere hängt, ausser von der Temperatur, von der Menge des Wassers und des ausgeschiedenen

Eisenhydroxydes ab, welche beide in das Gleichgewicht der Einwirkung zu kommen trachten, muss somit als eine Massenwirkung angesehen werden. Dass diese Zersetzung des Eisenphosphates in der angegebenen Richtung immer weiter fortschreitet, beweist der Umstand, dass die Phosphorsäure beim Ausspülen mit Wasser, sogar bei Gegenwart eines Überschusses von freiem Eisenhydroxyd in die Lösung übergeht, während von dem Eisenoxyd kaum Spuren nachzuweisen sind.

Es war zu erwarten, dass die Anwesenheit der Salze eine Änderung in der Einwirkung des Wassers hervorbringen wird. Die einen Salze befördern die Zersetzung, die anderen hemmen sie sogar, die anderen wiederum wirken lösend ein. Es fällt gleich auf, dass die Lösungen von alkalisch reagirenden Salzen eine Zersetzung des Eisenphosphates in viel grösserem Grade bewirken als das reine Wasser und dass diese zersetzende Einwirkung mit der alkalischen Natur der betreffenden Salze zu wachsen scheint. An diese Salze muss man auch die Sulfate der Alkalien anreihen, welche, wenn auch in sehr kleinem Grade, dennoch in einer, besonders in der Wärme nachweisbarer Menge die zersetzende Wirkung des Wassers verstärken. Dass diese zersetzende Wirkung des Wassers, welche auf der Ausscheidung von Eisenhydroxyd beruht, durch den alkalischen Charakter der Salze bewirkt wird, und nicht eine specielle Eigenschaft zum Beispiel kohlenaurer Salze ist, beweist am besten die Einwirkung von essigsaurem Natron, welchem eine ziemlich starke alkalische Restenergie zugeschrieben werden muss.

Den schlagendsten Beweis für die Richtigkeit dieser Erklärung gibt die Einwirkung des Dinatriumphosphates auf normales Eisenphosphat. Das Dinatriumphosphat besitzt bekanntlich einen alkalischen Charakter, der sogar so stark auftritt, dass das Salz das rothe Lackmuspapier bläut. Wird nun Eisenphosphat mit einer nicht zu verdünnten Dinatriumphosphatlösung gekocht, so bemerkt man schon nach einigen Minuten das Braunwerden des ersteren, welches theilweise und in der Art zersetzt wird, dass das Product relativ viel weniger Phosphorsäure enthält als der ursprüngliche Körper.

0·2254 g des im Versuch Nr. 2 beschriebenen Eisenphosphates eine Stunde lang mit 80 cm^3 einer 2 $\%$ igen wässerigen

Lösung von Na_2HPO_4 gekocht, gaben ein Product, welches, mit Wasser dreimal rasch ausgewaschen, analysirt wurde.

0·0717 g schwach geglühter Substanz gaben 0·0441 $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ und 0·0411 Fe_2O_3 .

In 100 Theilen:

	Ursprüngliche Zusammensetzung
PO_4	52·57
Fe	40·02
	60·37
	39·01

Das Filtrat von dem Einwirkungsproduct enthielt nur minimale Spuren von dem Eisen.

Dieselbe Menge des Eisenphosphates mit reinem Wasser eine Stunde lang gekocht, gab ein Filtrat, in welchem nur 3·41% PO_4 gefunden wurde.

Eine andere Probe von Eisenphosphat wurde mit 5%iger Lösung von Na_2HPO_4 zwei Stunden lang gekocht und das Product mittelst Aufschlammung mit heissem Wasser fünfmal gewaschen.

0·0379 g der schwach geglühten Substanz gaben 0·0255 g FeO_3 , oder

in 100 Theilen:

Fe 47·23,

während der höchste Procentgehalt an Eisen, welcher durch zehnmaliges Auswaschen mit heissem Wasser erreicht wurde (Versuch Nr. 4), 42·61% betragen hat.

Je stärker alkalisch der Körper ist, welcher auf Eisenphosphat einwirkt, desto mehr Phosphorsäure wird demselben entzogen. Es erklärt sich dadurch die stark zersetzende Einwirkung der Kalilauge, des Ammoniaks, sogar des Calciumhydroxydes, welches letztere, in einer seiner alkalischen Energie entsprechenden Menge zugesetzt, die ganze Phosphorsäure dem Eisenphosphat entzieht.

Was andere Salze, wie zum Beispiel Chloride der Alkalien, anbelangt, so lässt sich nicht mit Bestimmtheit sagen, ob und

in welcher Richtung ihre Einwirkung erfolgt. Die Unterschiede in den Versuchszahlen liegen in den Grenzen der Versuchsfehler. Die Resultate der Einwirkung bei höherer Temperatur erlauben anzunehmen, dass die Chloride der Alkalien die zersetzende Wirkung des Wassers unterdrücken und es ist vielleicht möglich, dass diese Salze, ihrem schwach sauren Charakter entsprechend mehr lösend auf das Eisenphosphat einwirken. Die Begründung dessen können wir in dem Verhalten des Eisenchlorides finden. Wie bekannt löst dieses saure Chlorid das Eisenphosphat in ziemlich grosser Menge auf, indem es im Gegensatz zum Dinatriumphosphat dem Eisenphosphat das Eisenoxyd entzieht.

In Betreff der Huminsäuren hat es sich herausgestellt, dass dieselben lösend auf das Eisenphosphat einwirken; dass jedoch der grössere Theil der Phosphorsäure, die in Lösung geht, durch die zersetzende Wirkung des Lösungsmittels ausgeschieden wird.

Fasst man die erhaltenen Resultate zusammen, so lässt sich manche Frage mit einiger Bestimmtheit beantworten. Die wichtigste, aus praktischer Rücksicht, wäre die Frage, ob sich die Phosphorsäure in einem an Eisenoxyd reichen Boden als Nährstoff für die Pflanzen verwerthen lässt und ob wir in dem sauren Wurzelsecret der Pflanzen den einzigen Factor einer Nutzbarmachung der an Eisen gebundenen Phosphorsäure suchen müssen.
