

ÜBER DIE AKTIVEN ZENTREN AUF DER OBERFLÄCHE AKTIVIERTER KOHLE.

Von B. Bruns, E. Pos, A. Gorodetskaja und F. Perelman.

(Eingegangen am 19. September 1932.)

Einfluss der Einführung von Pt, Pd, Os, Au, Ag, Ni und Fe auf die Adsorption von H_2SO_4 in H_2 und O_2 und von NaOH in H_2 durch aktivierte Kohle. Veränderung der relativen Adsorbierbarkeit von HCl in O_2 und H_2 durch metallfreie Kohlen bei fortschreitender Aktivierung. Herstellung von aktivierter Kohle aus umdestillierten Ausgangsstoffen. Adsorption von Elektrolyten an desaktivierten Kohlen. Beeinflussung der Eigenschaften der desaktivierten Kohlen durch Pt.

I.

In früheren Arbeiten wurde die Abhängigkeit der Adsorption von Elektrolyten durch aktivierte Kohle von der Gasbeladung der Kohle festgestellt.¹ Eine Kohle, die mit Luft in Berührung war, enthält stets fest adsorbierten Sauerstoff an ihrer Oberfläche und verhält sich, falls sie in eine Lösung gebracht wird, wie eine Sauerstoffelektrode. Die Sättigung einer nicht platinisierten Kohle, die mit Luft in Berührung war, mit Wasserstoff, setzt ihr Sauerstoffpotential etwas herab, verleiht aber ihrer Oberfläche niemals eine negative Ladung. Eine solche Umkehr der Ladung wird möglich, wenn man etwas Platin in die Kohle einführt, denn das Platin katalysiert die Verbindung des von der Kohle adsorbierten Sauerstoffs mit dem Wasserstoff, woraufhin die von Sauerstoff be-

¹ A. Frumkin, Kolloid. ZS. 51, 123, 1930; B. Bruns und A. Frumkin, ZS. f. Phys. Chem. 141, 141, 1929; A. Frumkin, O. Sarubina und S. Lewina, ZS. phys. Chem., (A) 155, 48, 1931; B. Bruns und A. Frumkin, ZS. phys. Chem. (A) 147, 125, 1930. R. Burstein, A. Frumkin und D. Lawrowskaja, ZS. phys. Chem. (A) 150, 421, 1930. S. Wassiljew und A. Frumkin, ZS. phys. Chem. (A) 151, 87, 1930. R. Burstein und A. Frumkin, ZS. phys. Chem. (A) 141, 158, 1929. B. Bruns und A. Pilojan, ZS. phys. Chem. (A) 155, 77, 1931.

freite Oberfläche sich mit Wasserstoff auflädt und die Fähigkeit erhält, Kationen aus der Lösung aufzunehmen. Eine Pt-haltige Kohle adsorbiert in einer Sauerstoffatmosphäre etwas mehr Anionen als Pt-freie Kohle, weil das Sauerstoffpotential der platinierten Kohle positiver ist.

Die Aufgabe der vorliegenden Untersuchung war die Klärstellung des Einflusses der verschiedenen, in die Kohle eingeführten Metalle auf das Verhalten der Kohle in verschiedenen Gasen. Man konnte a priori erwarten, dass der grösste Einfluss von solchen Metallen ausgeübt wird, welche selbst ein Sauerstoff- oder Wasserstoffpotential leicht annehmen.

Wir untersuchten Pt-, Pd-, Au-, Ni- und Fe-haltige Kohlen. Die Einführung der ersten vier Metalle in die Kohlen bot keine Schwierigkeiten, weil die Salze dieser Metalle durch Kohle leicht reduziert werden, so dass das Metall auf der Kohlenoberfläche abgeschieden wird.¹ Zur Einführung dieser Metalle bedienten wir uns des folgenden Verfahrens. Die Kohle wurde unter Rühren in eine Lösung des entsprechenden Metallchlorids eingeschüttet, woraufhin die Lösung über der Kohle auf dem Wasserbad bis zur Trockne verdampft wurde. Zur Entfernung des adsorbierten Chlorwasserstoffs wurde die Kohle bei 900° im Wasserstoffstrom geglüht. Die Anwendung des beschriebenen Verfahrens zur Einführung von unedlen Metallen in eine positive Kohle gibt eine sehr ungleichmässige Bedeckung, weil die positive Kohle Metalle in der Form von Kationen nicht adsorbiert. Eisen und Nickel kann man in der Form von Komplexverbindungen einführen, in welchen das Metall einen Bestandteil des Anions bildet. Wir bedienten uns der komplexen Säuren $H_2Fe(CN)_6$ und $H_2Ni(CN)_4$, die von der Kohle sehr gut adsorbiert werden. HCN entfernten wir auf dieselbe Weise, wie HCl — durch Glühen im Wasserstoffstrom. Gut adsorbiert werden auch Komplexe von dem Typus $H_2Fe(CO_4)_2$.² Die erhaltenen Resultate sind in Tabelle 1

¹ O. Ruff, ZS. f. anorg. Chem. 17, 49, 1928.

² Nach dem Abschluss dieser Arbeit fanden wir ein einfacheres Verfahren, das eine gleichmässige Bedeckung der Kohle mit unedlen Metallen gestattet. Die Kohle wird bei 300 - 350° der Einwirkung von Sauerstoff ausgesetzt, was zur Folge hat, dass ihre Oberfläche mit saueren Oxyden

zusammengestellt und in Fig. 1 und 2 graphisch dargestellt. Die Methode der Adsorptionsbestimmung in Sauerstoff und Wasserstoff wurde schon in einer früheren Arbeit angegeben.¹

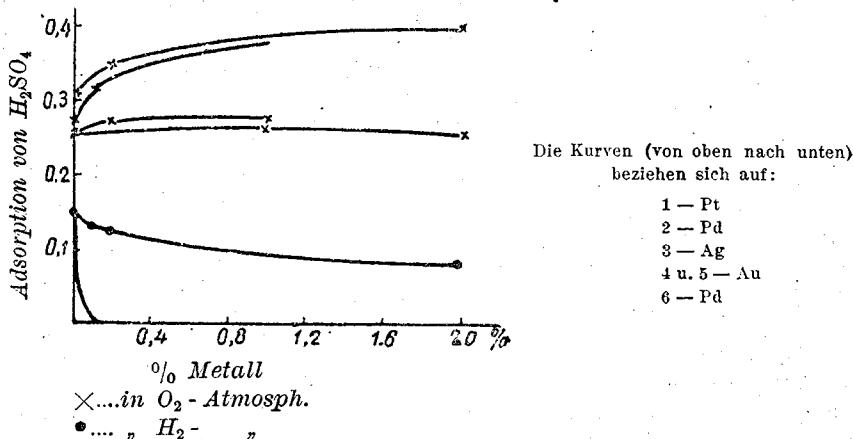


Fig. 1.

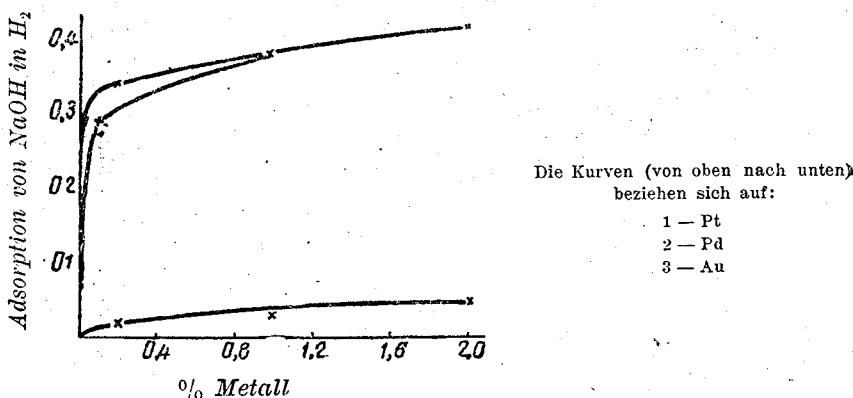


Fig. 2.

bedeckt wird und die Fähigkeit erhält, Kationen aus der Lösung aufzunehmen. Diese Kohle wird, nachdem sie das Metall adsorbiert hat, bei 800° im H_2 -Strom geglüht, wobei die Oxyde zerstört werden, so dass das Metall nunmehr die Kohle gleichmäßig bedeckt.

¹ B. Bruns und A. Frumkin, ZS. f. phys. Chem. 141, 141, 1929.

Tabelle 1.

Eingeführtes Metall (in %)	Adsorption in einer Sauerstoffatmosphäre				Adsorption in einer Wasserstoffatmosphäre			
	H_2SO_4		NaOH		H_2SO_4		NaOH	
	c	a	c	a	c	a	c	a
Pt 0,02	0,0122	0,305					0,0131	0,290
Pt 0,2	0,0103	0,344					0,0119	0,338
Pt 2,0	0,0091	0,400					0,0098	0,420
Pd 0,01	0,0126	0,287			0,0181	0,051	0,0185	0,065
Pd 0,1	0,0115	0,314			0,0192	0,007	0,0136	0,288
Pd 1,0	0,0103	0,374					0,0108	0,382
Au 0,1	0,0135	0,267			0,0168	0,132	0,0200	0,015
Au 0,2	—	—			0,0169	0,129	0,0200	0,015
Au 1,0	0,0138	0,254			0,0180	0,109	0,0197	0,027
Au 2,0	0,0135	0,267			0,0181	0,082	0,0190	0,052
Ag 0,1	0,0127	0,268			0,0152	0,162		
Ag 1,0	0,0126	0,272			0,0152	0,162		
Os 2,0	0,0126	0,301					Wird nicht adsorbiert	
Metallfreie Kohle	0,0140	0,256			0,0157	0,147		
							Wird nicht adsorbiert	

Für die Versuche nehmen wir in allen Fällen 0,25 gr Kohle und etwa 10 cm^3 0,02 norm. Schwefelsäure oder Natriumhydroxyd. Die Endkonzentrationen sind unter c angegeben und in Grammäquiv. pro 1000 cm^3 Lösung ausgedrückt, während die entsprechenden adsorbierten Mengen unter a stehen und in Milliäquiv. pro 1 gr Kohle angegeben sind. Sowohl Nickel als Eisen geben nach der Einführung in Kohle weder eine Kationenadsorption in Wasserstoff, noch eine Erhöhung der Anionenadsorption in Sauerstoff. Beide Metalle lassen sich aus der Kohle mittels Säuren in merklichen Mengen extrahieren und können nach 2-, 3-stündigem Schütteln der Kohle mit Säure in der Lösung nachgewiesen werden. Die mit den Ni- und Fe-haltigen Kohlen erhaltenen Resultate führen wir hier deswegen nicht an.

Aus den angeführten Daten folgt, dass die Kohle nach Einführung von Platin in einer H_2 -Atmosphäre ein negati-

veres Potential annimmt, als bei Einführung von anderen Metallen; einen etwas geringeren Effekt gibt die Einführung von Palladium. Auch Gold verleiht noch der Kohle die Fähigkeit, in einer H_2 -Atmosphäre sich negativ aufzuladen, während Silber in dieser Hinsicht wirkungslos ist. Die beiden letzten Metalle üben auf die Adsorption von Anionen in einer O_2 -Atmosphäre fast keinen Einfluss aus.

Es ist ausserdem zu bemerken, dass Fe-haltige Kohle in einer O_2 -Atmosphäre weniger Säure adsorbiert, als reine Kohle. Über die Ursache dieser Erscheinung sind wir uns noch nicht klar.

Die mit Osmium erhaltenen Resultate sind in quantitativer Hinsicht schwer reproduzierbar. Möglicherweise erklärt sich dies durch die grössere Flüchtigkeit der Osmiumverbindungen, derzufolge der Gehalt der Kohlen an Osmium verschieden ausfällt.

II.

Wie schon eingangs erwähnt wurde, bewirkt die Sättigung der nicht platinierten Kohle mit Wasserstoff eine gewisse Verschiebung ihres Sauerstoffpotentials nach der negativen Seite, so dass die Adsorption von Anionen in H_2 ca. 60 - 80% der Adsorption in O_2 beträgt. Je aktiver die Kohle ist, desto stärker wird gewöhnlich die Adsorption von Anionen im Wasserstoff herabgesetzt. Es ist anzunehmen, dass an den besonders aktiven Stellen der Kohle der Wasserstoff den Sauerstoff entfernt und dadurch das Sauerstoffpotential der Kohle nach der Wasserstoffseite verschiebt. Es war deswegen von Interesse zu untersuchen, wie gross das Verhältnis der Anionenadsorption in einer O_2 -Atmosphäre zu der Adsorption in einer H_2 -Atmosphäre an Kohlen verschiedener Aktivität ist.

Um Kohlen von verschiedener Aktivität und annähernd gleicher Struktur zu erhalten, aktivierten wir reine Zuckerkohle im Kohlensäurestrom bei 900°. Während der Verbrennung der Kohle nahmen wir von Zeit zu Zeit Proben und prüften sie auf die Adsorption von HCl in einer Wasserstoff- und Sauerstoffatmosphäre. Zum Vergleich bestimmten wir auch die Adsorption von Phenol, welche eine Vorstellung von der Veränderung der Grösse der Kohlenoberfläche mit der

fortschreitenden Aktivierung geben kann. Man darf aber nicht annehmen, dass die adsorbierte Phenolmenge der Oberfläche genau proportional ist, denn mit zunehmender Aktivierung nimmt die Ultraporosität der Kohle ab und ihre Oberfläche wird für das Phenol zugänglicher.

Tabelle 2 und Fig. 3 enthalten Daten über HCl - Adsorption in einer H_2 - und O_2 -Atmosphäre und über die Adsorption von Phenol in Abhängigkeit von der Menge der bei der Aktivierung verbrannten Kohle, die in % des Ausgangsgewichts ausgedrückt ist.

Tabelle 2.

Prozent der bei der Aktivierung verbrannten Kohle	Adsorption von HCl in Millimolen pro 1 gr Kohle		Adsorption von Phenol in Prozenten des Kohlen-gewichts <i>c</i>	$\frac{a}{c} \cdot 10^3$	$\frac{a-b}{a}$
	in O_2 <i>a</i>	in H_2 <i>b</i>			
0	0,043	—	14,7	2,9	—
5,0	0,171	0,150	33,3	5,1	0,12
18,0	0,230	0,177	37,5	6,2	0,23
50,0	0,330	0,230	—	—	0,30
57,5	0,369	0,227	51,6	7,1	0,37
72,3	0,378	—	56,0	—	—
87,2	0,428	0,252	59,0	7,0	0,41

Zur Bestimmung der Säureadsorption nahmen wir 15 ccm 0,01 norm. HCl auf 0,25 gr Kohle; zur Bestimmung der Phenoladsorption — 50 ccm 0,28 norm. Phenollösung auf 0,20 gr Kohle. Die Phenolkonzentration bestimmten wir mittels Titration nach der Brommethode.¹

Man ersieht aus den angeführten Resultaten, dass mit zunehmender Aktivierung der Kohle die Säureadsorption in einer O_2 -Atmosphäre bedeutend stärker zunimmt als in einer H_2 -Atmosphäre. Betrachtet man die adsorbierte Phenolmenge als eine der Oberfläche proportionale Grösse, so ist das Verhältnis $\frac{a}{c}$ (Tabelle 2) für verschiedene Kohlen der Säuremenge proportional, die von einer Oberflächeneinheit adsor-

¹ F. Krczil, Untersuchung u. Bewertung technischer Adsorptionsstoffe, Leipzig 1931.

biert wird. Mit zunehmender Aktivierung der Kohle wächst das Verhältnis $\frac{a}{c}$; je aktiver die Kohle ist, desto mehr Anionen werden folglich in einer O_2 -Atmosphäre pro Oberflächeneinheit adsorbiert. Weiterhin, je grösser die Differenz zwischen der Säureadsorption in einer H_2 -Atmosphäre und in einer O_2 -Atmosphäre ist, desto stärker verschiebt sich das Sauer-

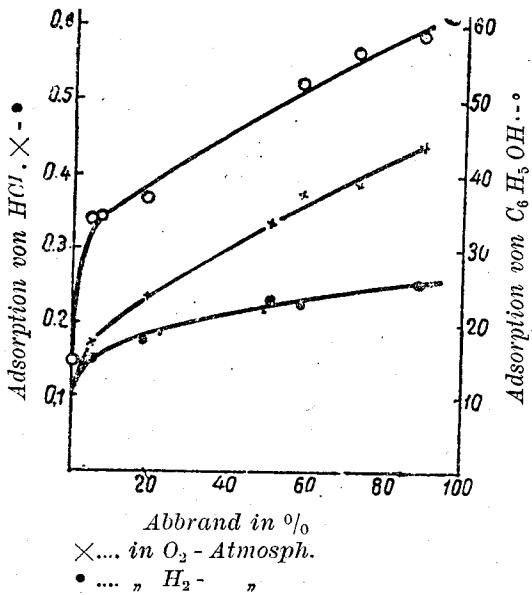


Fig. 3.

stoffpotential der Kohle bei der Sättigung mit Wasserstoff nach der negativen Seite. Wie aus Tabelle 2 zu sehen ist, wächst auch diese Differenz sehr stark mit zunehmender Aktivierung der Kohle. Die Grösse $\frac{a-b}{a}$ ist ein Mass für das Verhältnis zwischen der Verringerung der Anzahl der Ladungen der Kohlenoberfläche bei dem Übergange von einer O_2 -Atmosphäre zu einer H_2 -Atmosphäre und der Zahl der Ladungen der Kohle in einer O_2 -Atmosphäre.

Wirstellten ausserdem zwei weitere Kohlenpräparate her, die bedeutend stärker aktiviert wurden, als die Kohlen der Tabelle 2; der Abbrand betrug hier nämlich 94,5 und 98,2%.

bei 850°. Man sieht aus Tabelle 3, dass in diesem Falle die Säureadsorption im Sauerstoff noch weiter zunimmt, während die Adsorption im Wasserstoff schon abzusinken beginnt.

Tabelle 3.

Abbrand in Prozenten	Adsorption in Millimolen pro 1 gr Kohle	
	in O ₂	in H ₂
94,5	0,40	0,14
98,2	0,43	0,04

Es ist interessant, dass beim Aufbewahren stark aktiver Kohlen in Gegenwart von Luft ihr Säureadsorptionsvermögen in O₂ abnimmt, während ihr Adsorptionsvermögen in H₂ umgekehrt zunimmt. Wahrscheinlich werden die aktiveren Stellen in erster Linie oxydiert, so dass die Kohle die Eigenschaften einer schwächeren aktivierten Kohle annimmt.

Die von uns hergestellte, bis zu 98,2% abgebrannte Kohle verhält sich folglich gegenüber Wasserstoff ähnlich wie eine sehr schwach platinierter Kohle. Die Frage, ob es möglich ist, mittels einer noch stärkeren Aktivierung eine Kohle herzustellen, die fähig wäre, in einer H₂-Atmosphäre eine negative Ladung anzunehmen, lassen wir vorläufig unbeantwortet.

Wir dachten zunächst, dass der starke Einfluss des Wasserstoffs auf die Säureadsorption der Kohle bei diesen Kohlen davon abhängen könnte, dass die Kohle bei zunehmendem Abbrand eine Anreicherung an irgendeinem Metall erfährt, welches in ihr als Verunreinigung anwesend war. Wir müssen indessen bemerken, dass sämtliche Verkohlungs- und Aktivierungsoperationen in Quarzgefäßen vorgenommen wurden, und dass die Kohle niemals mit Metallen in Berührung kam. Das einzige Metall, das wir in der Asche unserer Kohlen in merklicher Menge gefunden haben, war Eisen, welches indessen, wie im ersten Teile dieser Arbeit gezeigt wurde, bei der Sättigung mit Wasserstoff keine Verschiebung des Potentials der Kohle nach der negativen Seite bewirkt.

Um die beschriebenen Erscheinungen an Kohlen mit möglichst geringem Gehalt an Beimengungen nachzuprüfen, haben wir ein besonderes Verfahren ausgearbeitet, welches gestattet, eine Kohle herzustellen, die gut aktiviert wird und fast gar keine mineralischen Substanzen enthält. Am besten wäre es, eine Kohle aus Verbindungen herzustellen, welche sich leicht sublimieren lassen. Wir versuchten zunächst, Kohle aus mehrmals umsublimierter Benzoesäure herzustellen. Diese Säure zersetzt sich aber in Abwesenheit metallischer Katalysatoren ausserordentlich schlecht, sogar bei starker Erhitzung. Um eine Kohle aus Benzoesäure zu erhalten, brachten wir diese Substanz in ein Quarzprobiergläschen und erhitzten sie während einiger Stunden auf 350 - 400°. Der sich an den inneren Wänden des Quarzröhrcchens abscheidende Kohlenstoff zeichnet sich durch hohe Reinheit aus, hat aber den Mangel, dass er sich schwer aktivieren lässt. Als bequemster Ausgangsstoff zur Darstellung aschefreier, gut aktivierbarer Kohle, erwies sich Bakelit, welcher sich sehr leicht verkohlen lässt und aus Verbindungen gewonnen wird, die durch Destillation leicht gereinigt werden können.¹

Das Verfahren zur Herstellung des für unsere Zwecke geeigneten Bakelits bestand im folgenden. Eine aus 200 gr Phenol, 240 gr 40% Formaldehyd und 0,5 gr Oxalsäure zusammengesetzte Mischung wurde auf dem Wasserbad mit Rückflusskühler bis zur Trennung in zwei Schichten erwärmt. Sämtliche Bestandteile dieses Gemisches wurden vor der Kondensation durch mehrmalige Destillation gereinigt. Das Gemisch wurde mittels eines Tropftrichters von der wässerigen Schicht abgetrennt, bis zur vollständigen Auflösung der Probe im Benzol erwärmt, unter Rühren mit einigen Tropfen Salzsäure versetzt und dann zum Erstarren stehen gelassen. Bei der Verkohlung des Bakelits erhält man 50 Gewichtsprozente einer Kohle, die sich sehr gut aktivieren lässt. Der Aschegehalt der aus diesem Bakelit hergestellten Kohle überstieg nicht 0,001%. Diese Spuren Asche bilden sich wahrscheinlich infolge der Berührung der Kohle mit dem Glasgefäß.

¹ Diese Methode wurde von A. M. Monosson vorgeschlagen, dem wir bei dieser Gelegenheit unseren besten Dank aussprechen.

Wie aus Tabelle 4 ersichtlich ist, gibt Bakelitkohle bei der Aktivierung dieselben Resultate wie Zuckerkohle.

Tabelle 4.

Prozent der bei der Akti- vierung ab- gebrannten Kohle	HCl - Adsorption in Millimolen pro 1 gr Kohle		$\frac{a-b}{a}$
	in O ₂ <i>a</i>	in H ₂ <i>b</i>	
55	0,123	0,090	0,26
87	0,342	0,121	0,64

III.

Im Zusammenhange mit den vorstehend beschriebenen Versuchen schien es uns interessant zu untersuchen, welchen Einfluss die Desaktivierung der Kohle bei hoher Temperatur auf ihr Adsorptionsvermögen Elektrolyten gegenüber ausübt. Aus den Arbeiten von O. Ruff¹ ist es bekannt, dass eine aktive Kohle nach Glühen bei Temperaturen von über 1000° sich hinsichtlich ihrer Eigenschaften dem Graphit zu nähern beginnt. Dafür sprechen die Herabsetzung der Aktivität, die Zunahme des spezifischen Gewichts und der Leitfähigkeit und die Veränderung einer Reihe anderer Eigenschaften.

Als Ausgangsmaterial diente uns eine aus Zucker hergestellte und im Kohlensäurestrom bei 850° aktivierte Kohle. Die Desaktivierung der Kohle erfolgte in einem Graphitschiffchen, das sich in einem Rohre aus K-Masse² befand. Dieses Rohr wurde in einen mit einem Molybdenwiderstände versehenen Ofen, in welchem die Temperatur auf 1500° gebracht werden kann, gestellt. Das Rohr wurde mittels eines Schließes mit einem Hochvakuumapparat verbunden, so dass der Druck im Rohre während des Glühens 10^{-4} mm nicht überstieg. Das Glühen dauerte zwei Stunden, von dem Augenblicke der Erreichung der erforderlichen Temperatur gerechnet.

¹ O. Ruff. Kolloidchem. Beih. 26, 312, 1928.

² Eine von der staatlichen Porzellanmanufaktur in Berlin hergestellte Porzellansorte.

Die Einführung von Platin in die Kohle erfolgte nach dem Glühen auf dem schon beschriebenen Wege.

Die erhaltenen Präparate wurden auf Alkali- und Säure-adsorption in H_2 und O_2 geprüft. Um die Grösse der Oberfläche unserer Präparate annähernd zu bewerten, bestimmten

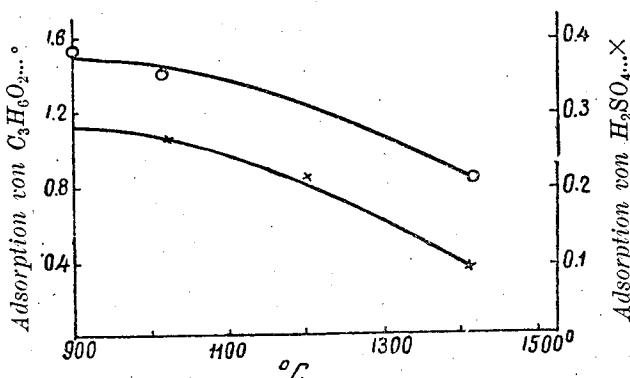


Fig. 4.

wir auch die Adsorption von Propionsäure durch Pt-freie Kohle. Frühere Versuche hatten gezeigt, dass ein geringer Pt-Gehalt auf die Adsorption von Nicht-Elektrolyten aus wässriger Lösungen keinen Einfluss ausübt.¹

Tabelle 5.

Erhitzungs-temperatur	A. Propion-säure	B. Schwefel-säure	$\frac{B}{A}$
900°	1,502	0,292	0,194
1020°	1,434	0,263	0,186
1200°	1,283	0,212	0,165
1410°	0,864	0,093	0,107

Man sieht aus Tabelle 5 und Fig. 4, dass mit zunehmender Desaktivierung das Adsorptionsvermögen der Kohle gegenüber Elektrolyten und Nichtelektrolyten in verschiedenem Grade abnimmt und dass das Verhältnis dieser beiden Grös-

¹ B. Bruns und A. Frumkin, loc. cit.

sen $\frac{B}{A}$ desto kleiner wird, je stärker die Kohle erhitzt wurde. Betrachtet man die Grösse der Adsorption eines Nichtelektrolyten als der Kohlenoberfläche proportional, so kann man sagen, dass bei der Desaktivierung die Menge der von der Oberflächeneinheit adsorbierten SO_4^- -Ionen abnimmt oder dass das Sauerstoffpotential an graphitierter Kohle sich schlechter einstellt als an nichtgraphitierter. Zur Bestimmung der Adsorption nahmen wir in diesen Versuchen 0,25 gr Kohle auf 100 cm^3 0,02 norm. Propionsäure und 0,25 gr Kohle auf 10 cm^3 0,02 norm. Salzsäure oder Natriumhydroxyd.

Tabelle 6.

Erhitzungs-temperatur	H_2SO_4 - Adsorption			
	0% Pt	0,002% Pt	0,010% Pt	0,050% Pt
900°	0,29	0,30	0,38	0,42 in O_2
1020°	0,27	0,27	0,33	0,42 "
1200°	0,21	0,24	0,27	0,31 "
1410°	0,09	0,10	0,11	0,12 "
900°	0,24	0,19	—	0,00 in H_2
1020°	0,21	0,16	0,01	0,01 "
1200°	0,15	0,13	0,01	0,01 "
1410°	0,07	0,06	—	—

Tabelle 7.

Erhitzungs-temperatur	NaOH - Adsorption in H_2			
	0% Pt	0,002% Pt	0,010% Pt	0,050% Pt
900°	—	—	0,415	0,47
1020°	0,00	0,04	0,33	0,42
1200°	0,00	0,03	0,245	0,305
1410°	0,00	—	0,10	0,15

Die Einführung von Platin übt auf die Adsorption von Elektrolyten in Abhängigkeit von dem Grade der Desaktivierung der Kohle ebenfalls einen verschiedenen Einfluss aus, insbesondere, wie aus der Tabelle 7 ersichtlich, nimmt

die durch den Pt - Gehalt bedingte Alkaliadsorption in H_2 bei der Desaktivierung der Kohle viel stärker als die gesamte Kohlenoberfläche ab. Daraus kann geschlossen werden, dass die Kohle gegenüber Platin sich keinesfalls als ein passiver Trä-

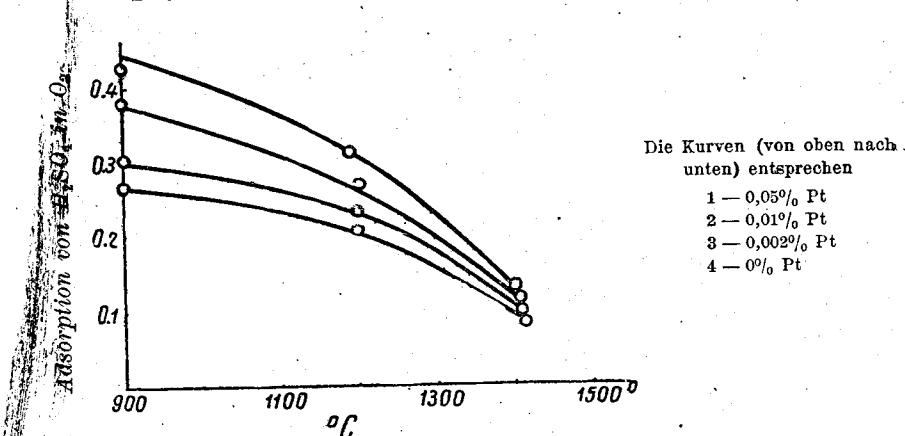


Fig. 5.

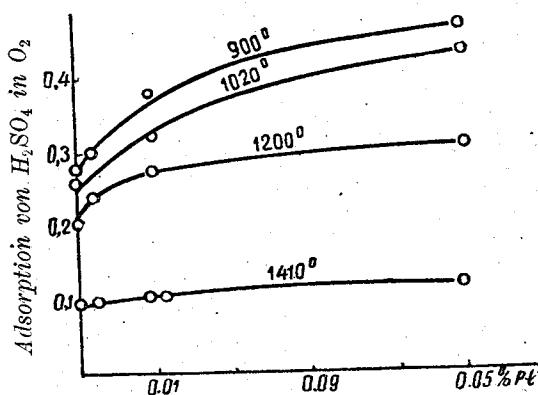


Fig. 6.

ger verhält, der das Potential des letzteren einfach annimmt. In diesem Falle sollte nämlich das Potential sich besser an der graphitisierten Kohle einstellen, da deren Leitfähigkeit grösser ist.

Schlussfolgerungen.

1. Die Einführung von edlen Metallen in Kohle erhöht ihr Adsorptionsvermögen gegenüber Anionen in einer O_2 -Atmosphäre und gegenüber Kationen in einer H_2 -Atmosphäre in folgender Reihenfolge: Pt, Os, Pd, Au, Ag. Nickel lässt das Adsorptionsvermögen der Kohle gegenüber Elektrolyten unbeeinflusst und Eisen setzt es sogar etwas herab.
2. Bei längerer Aktivierung der Kohle wächst ihr Adsorptionsvermögen gegenüber Anionen in O_2 stärker als ihr Adsorptionsvermögen in H_2 an. Bei noch längerer Aktivierung der Kohle beginnt die Anionenadsorption in H_2 sogar abzunehmen. Stark aktivierte Kohlen verhalten sich gegenüber Elektrolyten in einer H_2 -Atmosphäre wie Kohlen, die geringe Mengen edler Metalle enthalten.
3. Bei der Desaktivierung der Kohle durch Erhitzen auf hohe Temperatur nimmt ihr Adsorptionsvermögen gegenüber Elektrolyten viel stärker ab, als gegenüber Nichtelektrolyten. Je stärker die Kohle desaktiviert wird, desto geringer ist der Einfluss der Einführung von Platin auf die Adsorption von Elektrolyten.

Prof. A. Erumkin sprechen wir bei dieser Gelegenheit unser bestes Dank aus sowohl für die Anregung, uns mit dieser Frage zu befassen, als auch für seine Ratschläge bei der Ausführung der Arbeit.

Karpow - Institut für physikalische Chemie.
Laboratorium f. Oberflächenerscheinungen.
Moskau.