

### VIII. Ueber die Anwendung der Kohle zu Volta'schen Batterien:

(Briefliche Mittheilung vom Prof. R. Bunsen.)

Marburg, d. 1. Dec. 1841.

— Ich bin in dieser Zeit so sehr mit einer Arbeit über das isolirte Kakodylradical, das in allen seinen chemischen Beziehungen ein wahres organisches Metall ist, beschäftigt gewesen, daß ich nicht einmal meinen Vorsatz, Ihnen eine Beschreibung der Ihnen vielleicht schon bekannten kleinen Zink-Kohlen-Batterie für die Annalen zu übersenden, habe ausführen können. Sollten Sie es für der Mühe werth halten, eine Notiz darüber zu geben, so würde ich Ihnen mit großem Vergnügen einige Data dazu mittheilen, namentlich in Beziehung auf die Anfertigung der Kohlen und die Behandlung des Apparates, die einige Vorsichtsmafsregeln nöthig macht.

Ich habe jetzt eine Kohle durch mehrtägiges Glühen in einem Töpferofen so wirksam erhalten, daß ein einziges kleines Paar, welches in einem kleinen Trinkglase Platz hat, bei Anwendung von rauchender Salpetersäure (von der diese Kohle die Hälfte ihres Gewichts aufnimmt, ohne an der Oberfläche feucht zu seyn), einen Strom erzeugte, der einen 0<sup>mm</sup>,9 dicken und 205<sup>mm</sup>,0 langen Platindraht constant im Glühen erhält.

Ich bin so frei Ihnen einige vergleichende Messun-

bermerklich zu machen, welche sich in meinen Aufsatz im 52. Bande dieser Annalen eingeschlichen haben:

S. 334 Z. 1 v. u. statt ermitteln l. vermitteln.

— — — 17 v. o. st. Uebergangswiderstand l. Widerstand.

— 405 — 21 v. o. eine l. einer.

— — — 23 v. o. Nordpole l. Nadelpole.

gen der absoluten Stromintensität dieser Zink-Kohle-Combination und der Grove'schen Zink-Platin-Kette mitzuthellen, welche mit dem neuen Weber'schen Instrumente erhalten <sup>1)</sup> und aus der Formel

$$\frac{1}{2\pi} R T \operatorname{tg} \varphi = I$$

berechnet sind, in welcher  $R$  den Halbmesser des dicken Galvanometerrings,  $T$  die horizontale Intensität des Erdmagnetismus (für Marburg nach der Gauss'schen Karte zu 1,88 geschätzt), und  $\varphi$  den Ablenkungswinkel bedeutet:

Zink-Platin.		Zink-Kohle.	
	qdc.		qdc.
Oberfläche des Platins	1,67	Oberfläche der Kohle	1,67
Oberfläche des Zinks	2,14	- - -	1,15
Spec. Gew. d. Salpetersäure	1,380	- - -	1,380
Spec. Gew. d. Schwefelsäure	1,106	- - -	1,106
Ablenkung der Nadel	80° 30'	- - -	80° 45'
Absolute Stromintensität	180,20	- - -	185,15

Zink-Platin.		Zink-Kohle.	
	qdc.		qdc.
Oberfläche des Platins	1,67	Oberfläche der Kohle	1,67
Oberfläche des Zinks	2,14	- - -	1,15
Spec. Gew. der rothen rauchenden Salpetersäure	1,410	- - -	1,410
Spec. Gew. d. Schwefelsäure	1,106	- - -	1,106
Ablenkungswinkel	81° 0'	- - -	85° 45'
Absolute Stromintensität	190,45	- - -	405,85

Es ergibt sich aus diesem letzteren Versuche, daß bei Anwendung von rother rauchender Salpetersäure die absolute Stromintensität der Kohlen-Zink-Kette ungefähr doppelt so groß ist, als die der Grove'schen, obgleich bei der ersteren unter sonst gleichen Umständen die wirk-

1) Eine nähere Beschreibung der Einrichtung und der Principien dieses Instruments wird man im ersten Heft des nächsten Jahrgangs finden.

same Zinkoberfläche nur halb so groß war. Die zu diesen Beobachtungen benutzten Londner Thonzellen sogen  $\frac{1}{4}$  ihres Gewichts Salpetersäure ein, und wurden erst in die Schwefelsäure eingesenkt, als sie an der Außenfläche vollkommen mit Salpetersäure durchtränkt waren. Außerdem muß ich noch bemerken, daß die sämtlichen, bei diesen Bestimmungen benutzten Gegenstände neu und zuvor nicht gebraucht waren.

---

*Zusatz des Herausgebers.* — Ohne dem in obigem Schreiben ausgesprochenen dankenswerthen Anerbieten vorgreifen zu wollen, halte ich es im Interesse der Leser dieser Annalen nicht für überflüssig, hier Einiges aus dem bereits vom Hrn. Verfasser veröffentlichten Aufsatz <sup>1)</sup> vorläufig mitzutheilen.

»Ich habe mich,« heist es in diesem Aufsatz, »in dieser Zeit mit einigen Versuchen über die vortheilhafteste Construction einer Zink-Kohle-Batterie beschäftigt, die zu sehr befriedigenden Resultaten geführt haben. Man erhält durch heftiges Glühen eines Gemenges von Steinkohlen und Coaks eine poröse, aber außerordentlich feste, fast metallglänzende Kohle, die sich sehr leicht mit den Werkzeugen der Holzarbeiter bearbeiten läßt, und die dem Platin in der elektrischen Spannungsreihe sehr nahe steht. Die eigenthümliche Beschaffenheit dieser Kohle macht es möglich, sie in der Gestalt von Zellen anzuwenden, wodurch die bei den constanten Batterien nöthigen porösen Thonzellen entbehrlich werden <sup>2)</sup>.

1) Annalen der Pharmacie, Bd. XXXVIII S. 311.

2) Die Anwendung einer Kohle von poröser Beschaffenheit, die zugleich das Platin und das Thongefäß der Grove'schen Kette ersetzt, muß als das Eigenthümliche der von Hrn. Prof. Bunsen gewählten Construction angesehen werden. Sonst ist die Kohle, nämlich die feste metallisch aussehende aus den Gasretorten, schon von dem Engländer Cooper angewandt worden. (S. Annalen, Bd. XXXIX S. 589.).

Füllt man eine solche, mit amalgamirtem Zink combinirte Zelle mit geeigneten Oxydationsmitteln an, um durch secundäre Zersetzung die Ausscheidung des Wasserstoffs und den Absatz von Zink und Zinkoxyd an der Kohle zu beseitigen, so erhält man eben so constante als kräftige Wirkungen. Ich habe mich anfangs zu dieser Oxydation des Salpeters, des chromsauren und chlorsauren Kalis oder einer Chlormischung aus Kochsalz und Braunstein bedient, deren Wirkung indess wegen der an der Kohle durch Elektrolyse freiwerdenden Basen nicht so constant ist, als bei Anwendung von concentrirter Salpetersäure, die, mit Sand zu einer breiigen Masse gemischt, von der Kohle hinlänglich zurückgehalten wird, und die sich durch Hinzugießen neuer Säure in dem Maasse als sie verbraucht wird, ersetzen läßt. Die Kohle, welche durch Berührung mit Salpetersäure bedeutend an Festigkeit zunimmt, läßt sich leicht reinigen, und übertrifft an Dauerhaftigkeit selbst noch das Platin, welches die Anwendung einer vollkommen chlorfreien Salpetersäure nöthig macht, und der dünnen Platten wegen, in welchen es zu der Grove'schen Combination angewandt wird, große Vorsicht, in der Behandlung erfordert.«

. . . »Drei Elemente von den angegebenen Dimensionen (Zinkplatte drei Zoll hoch, vier Zoll breit, mit einer entsprechenden Kohlenzelle), zu einer Säule combinirt, gaben, bei Anwendung einer verdünnten Schwefelsäure, die 8,4 Proc. wasserfreier Säure enthielt, in 25 bis 30 Minuten 1137 Kub. Centimeter Knallgas bei 0° und 0<sup>m</sup>,76.« . . . Eine sechspaarige Säule von der erwähnten Größe gab 1105 Cub. Centimeter Knallgas in 14 Minuten.« . .

---

Seit Bekanntwerdung der eben beschriebenen Kohlen-Batterie habe auch ich gesucht, sie aus eigener Erfahrung näher kennen zu lernen. Ich habe Gelegenheit

gehabt, eine von Hrn. Prof. Bunsen selbst hieher gebrachte Batterie der Art zu benutzen, habe auch mit Kohlen, die von dem Diener des Marburger Laboratoriums bezogen wurden, eine solche zusammengesetzt, an beiden verschiedene Messungen angestellt, und diese mit ähnlichen an einer Platin-Batterie verglichen.

Nach den hiebei gemachten Erfahrungen kann ich im Allgemeinen die große Wirksamkeit der mit poröser Kohle construirten Batterie nur bestätigen, und demnach nicht anstehen, diese Apparate als eine schätzbare Bereicherung unserer physikalischen Hilfsmittel zu bezeichnen. Namentlich glaube ich, daß man in allen Fällen, wo der elektrische Strom nur als Mittel zum Zweck gebraucht werden soll, sich jener Kohlen-Apparate wird mit Nutzen bedienen können. Wenn indefs gefragt wird, ob sie den Platin-Batterien vorzuziehen seyen, möchte ich mich doch nicht unbedingt für erstere entscheiden.

Als ein Vorzug der porösen Kohle muß es gelten, daß sie, in verhältnißmäßig kleinem Raum, der eingebrungenen Flüssigkeit eine sehr große Oberfläche darbietet, und, weil bei ihr die thönerne Scheidewand der beiden Flüssigkeiten wegfällt, dem Zink sehr nahe gebracht werden kann. Diese beiden Umstände, vereint mit der starken Negativität der Kohle, bedingen die große Wirksamkeit der mit ihr construirten Batterien.

Dagegen stellen sich bei der Kohle mancherlei Nachteile und Unbequemlichkeiten heraus, welche, wenigstens meiner Erfahrung nach, die eben genannten Vorzüge erheblich beeinträchtigen. Die Tauglichkeit der Kohle zu dem doppelten Zweck, als Erreger und als Scheidewand zu dienen, hängt wesentlich von dem Grade ihrer Porosität ab, und dieser ist bei Kohlen, die zu verschiedenen Zeiten oder von verschiedenen Personen bereitet werden, nicht so gleich, daß man stets mit Sicherheit auf einen gleich guten Erfolg rechnen könnte. Unter den von mir angewandten Kohlen besaßen die

von Hrn. Prof. Bunsen herstammenden wohl den rechten Grad von Festigkeit und Dichtigkeit; aber sie hatten Risse, die mit Wachs verklebt werden mußten. Die anderen, aus Marburg bezogenen, waren dagegen zu locker und porös, denn selbst die fehlerfreien unter ihnen, deren es unter einem Dutzend etwa acht gab, gestatteten der Salpetersäure einen so leichten Eintritt in die Schwefelsäure, dafs ich wegen der starken Erhitzung der Flüssigkeit und heftigen Auflösung des Zinks, die auch ohne Schließung der Kette erfolgte, genöthigt war, nach einer Viertelstunde den Apparat auseinanderzunehmen. Mit diesen Kohlen gelang es mir nicht, den Strom von einem zu messenden Versuchen tauglichen Grad von Beständigkeit zu erhalten.

Auf meine desfallsigen Klagen erwiederte Hr. Prof. B. in einem späteren Briefe an mich, dafs beide Uebelstände, der unruhige Gang des Apparats und der gröfsere Verbrauch an Salpetersäure (auch unnöthige Verbrauch an Zink. *P.*) völlig vermieden werden könne, wenn man die Kohlen nicht durch ihre Oeffnung mit Salpetersäure fülle, sondern dieselben in diese Säure tauche, bis sie  $\frac{2}{3}$  bis  $\frac{1}{2}$  ihres Gewichts davon aufgenommen haben; sie sey dann an der Oberfläche vollkommen trocken, und es sey ganz gleichgültig, ob sie Risse haben oder nicht. — Ich habe diese Vorschrift befolgt, in sofern als ich eine  $9\frac{2}{3}$  Unzen schwere Kohle mit  $3\frac{5}{8}$  Unzen Salpetersäure tränkte, zwar nicht von aussen, sondern von innen aus, was mir, wenn nur das Quantum Säure gleich ist, einerlei zu seyn scheint. Wirklich war auch die Kohle nicht eigentlich nafs auf ihrer Oberfläche; allein dennoch zeigten sich die beiden Uebelstände in bedeutendem Grade, obwohl ein wenig schwächer als früher bei ähnlichen Kohlen, die mit einer gröfseren Menge Säure getränkt waren. — Ich räume bereitwillig ein, dafs festere, dichtere Kohlen von den gerügten Mängeln frei sind, hoffe auch, dafs die meinigen durch die

Tränkung mit Salpetersäure mit der Zeit an Festigkeit gewinnen; allein ich glaube dieß erwähnen zu müssen, um zu zeigen, welchem Risiko man bei dem Gebrauche der Kohlen ausgesetzt ist, vor allem, wenn man selbst sie nicht verfertigen kann, und genöthigt ist, sie von weit her zu beziehen, wo dann auch noch die Transportkosten und die Gefahr des Zerbrechens der Kohle unterwegs in Anschlag kommen.

Ein anderer Uebelstand bei der porösen Kohle liegt darin, daß die einmal von ihr aufgenommene Salpetersäure nicht rasch aus ihr entfernt werden kann, und so gut wie verloren ist. Zwar kann man die mit Säure getränkten Kohlen, nach dem Gebrauche, in ihren von der Schwefelsäure entleerten Glascylindern aufbewahren, und solchergestalt mehrmals benutzen; allein theils verbreiten sie dann einen für manche Localitäten schädlichen Dunst, theils verlieren sie auch durch das Stehen an der Luft von ihrer Wirksamkeit. Für manche Zwecke ist dieser Verlust freilich von keiner großen Bedeutung. Wo es aber darauf ankommt, stets die anfängliche Wirkung zu erhalten, ist man schon genöthigt, die Kohlen nach dem Gebrauch mehrmals mit Wasser auszulaugen und scharf zu trocknen, — eine Operation, die mindestens Zeit erfordert. Um also die Batterie jeden Augenblick schlagfertig zu haben, bedarf man zweier Kohlen für jede Zelle. Ueberhaupt haben die bisherigen Kohlenbatterien etwas Unsauberes, das sie nicht Jedermann empfiehlt; dahin gehört unter andern das Verkitten der Risse in der Kohle mit Wachs, die Anwendung der Bindfäden zur Trennung der Kohle vom Zink, so wie der Umstand, daß der Kupfering, welcher die feuchte Kohle umschließt, von der Salpetersäure stark angegriffen wird. Tränkung des oberen Theils der Kohle mit Wachs hebt oder mindert wohl diesen Uebelstand, muß aber nothwendig die Leitungsfähigkeit, folglich auch die Stromstärke schwächen.

Was endlich die Wohlfeilheit der Kohlenbatte-

rien betrifft, so ist sie, wenigstens bei dem bisherigen Preis der porösen Kohle, nicht so groß als es den Anschein hat, besonders wenn man nicht bloß die erste Auslage in's Auge faßt. Ein poröser Kohlencylinder kann freilich oftmals gebraucht werden, aber schwerlich so oft oder öfter als ein Platinblech; dieses behält immer seinen Werth (die Besorgniß, daß es durch chlorhaltige Salpetersäure leide, ist ohne Grund, da es durch den galvanischen Strom vor den Angriff, selbst einer größeren Menge Chlor als in der käuflichen Salpetersäure enthalten ist, geschützt wird); während jener nach dem Gebrauch, oder nach einem einzigen unglücklichen Fall völlig werthlos ist. Die aus Marburg bezogenen Kohlencylinder kommen hier, mit den Kosten des Transports und dem Risiko des Zerbrechens unterwegs, auf einen Thaler das Stück zu stehen; versieht man sich aus angegebenem Grunde mit zwei solchen Cylindern für jede Zelle, so kostet diese an Kohlen also schon zwei Thaler <sup>1)</sup>. Für zwei Thaler Platin kann man aber eine Wirkung erhalten, die, um nicht zu viel zu sagen, der eines solchen Kohlencylinders wenig nachsteht. Man wird dießs begreiflich finden, wenn man erwägt, daß sich das Platinblech, ohne sonderlichen Schaden für die Leitungsfähigkeit, in einer Düntheit anwenden läßt, bei welcher der Quadratzoll nicht mehr als fünf Silbergroschen kostet. Die Thoncyliner kommen überdießs kaum in Betracht, da sie sehr wohlfeil sind.

Der bisherige unverhältnißmäßig hohe Preis der Platinbatterien gegen den der Kohlenbatterien hat seinen Grund vornehmlich darin, daß letztere sehr roh, erstere aber mit unnöthiger Eleganz ausgeführt worden sind. Auch ist die Construction derselben, so wie sie von Grove angegeben, und seitdem, wenigstens hier, be-

1) Prof. Bunsen versichert mir in seinem späteren Briefe, daß man die Kohlencylinder für 2 bis 3 Groschen werde haben können. Das würde nun freilich den ökonomischen Gesichtspunkt sehr verändern.

folgt worden ist, offenbar nicht die zweckmässigste. Zur Aufnahme der Salpetersäure und Platinplatten dienen parallelepipedische Thonkasten, die nie so gleichförmig und wohlfeil anzufertigen sind als Thoncyliner; die Kasten ruhen auf den zwei Mal rechtwinklich gebogenen Zinkplatten, die daher in ihrem mittleren, horizontalen Theil von der durchsickernden Salpetersäure bald zerfressen werden; und endlich ist die Zusammenfügung der Platten von der Art, dafs man den Apparat nicht schnell aus einander nehmen kann.

Ich finde es vortheilhafter, Thoncyliner anzuwenden, diese mit Zinkcylindern zu umschliessen, und in erstere Platinplatten zu stellen, die so gekrümmt sind, dafs sie, von oben gesehen, ein S darstellen. Dadurch wird, ohne Zerstückelung, eine möglichst grofse Platinfläche mit der Salpetersäure in Berührung gesetzt. Diese Platten haben in ihrem oberen Theil an jeder Seite einen transversalen Einschnitt, bis zu einem Drittel ihrer Breite, und die beiden dadurch abgetrennten Stücke sind auf das mittlere Drittel zurückgebogen, so dafs dieses einen verstärkten Fortsatz der Platte bildet. Dieser Fortsatz geht durch einen Einschnitt in den Thondeckel, mit welchem jeder Thoncyliner locker verschlossen wird. Aufserhalb dient derselbe Fortsatz zur Befestigung der Verbindungsstücke, welche aus breiten, an beiden Enden zangenförmig gebogenen und daselbst mit Schrauben versehenen Kupferstreifen bestehen.

Die porösen Thoncyliner, welche ich anwende, sind  $3\frac{1}{2}$  Zoll hoch, halten  $1\frac{2}{3}$  Zoll im äufseren Durchmesser und  $\frac{3}{4}$  Linie in Wanddicke; sie wiegen 13 bis 14 Drachmen, fassen, bis etwa 3 Linien vom oberen Rand gefüllt, beinahe 5 Unzen Salpetersäure von 1,33 spec. Säure, und saugen davon etwa  $\frac{1}{2}$  Unze ein, die also als verloren zu betrachten ist, wenn man die Cylinder nicht mehr gebraucht. Jede Platinplatte wiegt  $\frac{1}{6}$  Unze und bietet, beide Seiten gerechnet, der Säure eine Ober-

fläche von 12 Quadratzoll dar <sup>1)</sup>). Bei einer Batterie von sechs solchen Bechern kosten die Platinplatten neun Thaler und die Thonzellen mit Deckel 1 Thaler, so dafs das Ganze, wenn man allen Luxus meidet, für 14 bis 15 Thaler darzustellen ist. Der Apparat ist leicht zusammengesetzt und eben so schnell wieder auseinandergenommen. Neun Zehntel der angewandten Salpetersäure können wieder gewonnen und zu fernerm mehrmaligen Gebrauch in einer Flasche aufbewahrt werden; die Thoncyliner lassen sich, wenn man es für nöthig hält, leicht auslaugen, und schon durch blofses Stehen an der Luft in kurzer Zeit hinlänglich trocknen. Kurz die Handhabung eines solchen Apparats ist eben so sauber und bequem, als die Wirkung sicher, gleichförmig und stark. Zu allen feineren, messenden Versuchen wird man, glaube ich, schwerlich einen solchen Apparat gegen eine Kohlenbatterie vertauschen.

Dafs die Wirkungen einer Plattenbatterie von den angegebenen Dimensionen denen einer Batterie mit guten Kohlencyclindern, von der Gröfse wie die meinigen, völlig gleich komme, will ich nicht behaupten; aber versichern kann ich, dafs, wenn Platin und Kohle gleich grofse Oberflächen einer Salpetersäure von 1,33 spec. Gewicht darbieten, ersteres das Uebergewicht in der

- 1) Fände man die angegebenen Dimensionen für seine Zwecke zu klein, so würde es rathsam seyn, entweder mehre Becher von der angegebenen Gröfse, nach dem Princip der einfachen Kette verbunden, als Elemente der Batterie zu benutzen, oder die Höhe der Becher bei ungeändertem Querschnitt zu vergrößern. Eine Vergrößerung zugleich nach Höhe und Querschnitt oder blofs nach dem letzteren wäre unzweckmäfsig, da die horizontale Dimension der Platten nur wächst wie der Durchmesser der Thoncyliner, der Rauminhalt dieser Cyliner aber wie das Quadrat ihres Durchmessers. Man würde also bei einer solchen Vergrößerung eine unnöthige Masse Salpetersäure gebrauchen, auch unnöthigerweise den Widerstand vermehren, wiewohl nicht gerade in sehr starkem Verhältnifs, denn bei Vergrößerung des Querschnitts der Thoncyliner wächst er wie der Logarithmus der Durchmesser.

Stromstärke hat. Hr. Prof. Bunsen's Messungen scheinen zwar das Gegentheil darzuthun; allein man muß wohl erwägen, daß dabei die Oberfläche der Kohle nur nach der äußeren Fläche der Cylinder geschätzt wurde. In Wahrheit ist sie aber, wegen der Porosität der Masse, weit größer, obwohl nicht näher bestimmbar.

Dieser Umstand hat mich veranlaßt, verschiedene Messungen, die ich unternahm, um die Wirksamkeit jener porösen Kohle gegen die des Platins kennen zu lernen, vornehmlich auf die Bestimmung der elektromotorischen Kräfte beider Substanzen zu beschränken. Niemals habe ich dabei, wenn ich Salpetersäure von 1,33 spec. Gewicht anwandte, die Kraft der Kohle größer als die des Platins gefunden. Die Resultate eines dieser mit Sorgfalt ausgeführten Versuche mögen dies näher belegen. Die Platinplatte der einfachen Kette war eine der erwähnten S-förmigen, der Kohlencylinder einer der härteren Art, dessen Durchmesser dem des Thoncyllinders nahe gleich kam, und der daher in denselben Zinkcyllinder gestellt werden konnte, in welchem zuvor der Thoncyllinder mit dem Platin stand. Die verdünnte Schwefelsäure enthielt ein Zehntel ihres Gewichts concentrirter Säure, und bildete in beiden Fällen eine gleiche hohe Säule.

Zink, amalgirt. — Platin.						
Zeit.	Widerstand des Schließdrahts.	Stromstärke.	Widerstand der Kette ohne den d. Schließdrahts	Elektromot. Kraft.		
10 <sup>b</sup> 23'	26,27	<i>sin</i> 57° 54'	2,991	24,787		
26	36,27	- 39 9				
30	26,27	- 58 0				
32	36,27	- 39 8			2,825	24,674
Zink, amalgirt. — Kohle, feste poröse.						
10 <sup>b</sup> 47'	26,27	<i>sin</i> 57° 34'	2,511	24,292		
49	36,27	- 38 47				
52	26,27	- 57 11				
55	36,27	- 38 34			2,461	24,146
57	26,27	- 56 44				
11 <sup>b</sup> 0	36,27	- 38 12	2,134	23,749		

Die Kraft der Kohle war also etwas geringer, und, wenigstens bei dem angewandten Exemplar, nicht so constant als die des Platins. Dagegen war der Widerstand in der Flüssigkeit bei ersterer geringer als bei letzterem; es wird also, gleiche Dimensionen bei ihnen vorausgesetzt, bei kleinem Widerstande im Schliefsdrahte, die Kohle das Uebergewicht in der Stromstärke haben, bei größserem das Platin, oder wenigstens wird eine Gleichheit zwischen beiden bestehen.

Letzteres habe ich durch einen directen Versuch bestätigt. Ich verband successiv eine, zwei, drei Zink-Platin-Ketten von der eben angegebenen Beschaffenheit mit einem Voltameter, dessen Platinplatten einen Quadrat-zoll groß sind und einen Viertelzoll auseinanderstehen. In verdünnter Schwefelsäure, die ein Zehntel ihres Gewichts an concentrirter Säure enthielt, bekam ich an Knallgas innerhalb einer Minute

mit einer Kette	eine Spur
- zwei Ketten	19,29 C. C. bei 0° und 0 <sup>m</sup> ,76
- drei Ketten	48,26 - - - - -

also noch eine Kleinigkeit mehr als Prof. Bunsen mit einer ähnlichen Kohlensäule.

Mit rother rauchender Säure habe ich diesen Vergleich nicht wiederholt, weil diefs bei der härteren Kohle die Verkittung mit Wachs verbot, und die lockere mir hiezu zu porös zu seyn schien.

Indefs habe ich, mit dieser Säure von 1,40 spec. Gewicht, und mit Schwefelsäure, die ein Fünftel ihres Gewichts an concentrirter Säure enthielt, einen solchen Vergleich zwischen Platin, Graphit und der bei der Gasbereitung zurückbleibenden, metallisch aussehenden und nicht porösen Kohle angestellt. Da die Gröfse der negativen Elemente dieser Ketten sehr ungleich waren, so gebe ich hier nur die elektromotorischen Kräfte. Diese waren:

beim Zink (amalg.)-Platin	26,676
- - - Graphit	26,679
- - - Gaskohle	26,623

also so gut wie gleich.

Der Graphit, der ein Parallelepipedum mit glatt gearbeiteter Oberfläche bildete, war, nach dem Gebrauch, mit einem Pulver aus seiner Masse bekleidet. Ich schreibe dieses feinen, eingesprengten Schwefelkiestheilchen zu, die sich zersetzt hatten. Die Gaskohle war unverändert geblieben.

Wenn man die Gaskohle leicht in regelmässig geformten Cylindern haben könnte, so glaube ich würde der Cooper'sche Vorschlag sehr beachtenswerth seyn; man würde sie, wie das Platin, in Thoncy lindern anwenden können. Allein was ich bisher von solcher Kohle sah, läßt mich ihre allgemeine Anwendbarkeit bezweifeln. Größere Massen zeigten sich mir in sehr unregelmässiger Weise aus Parthien von viererlei Beschaffenheit zusammengebacken: einer porösen, ganz der Bunsenschen gleich, einer derben glanzlosen, einer metallischglänzenden und einer graphitähnlichen. Die zweite und dritte Art würden vorzugsweise benutzbar seyn; aber beide besitzen einen solchen Grad von Härte, dafs sie sich mit der Feile nicht bearbeiten lassen, und jedenfalls, zu regelmässigen Stücken geformt, bedeutend kostspielig würden. Die graphitähnliche zerreibliche Kohle ist von diesem Mangel frei; wenn man aber einmal Graphit anwenden wollte, würde der natürliche, oder die Masse der Ipsen Schmelztiigel wohl vorzuziehen seyn.

Die auferordentlich starke Wirkung, welche Hr. Prof. Bunsen, bei Anwendung von rother rauchender Salpetersäure, mit seiner Kohle bekommen hat, scheint mir, den obigen Erfahrungen gemäfs, nur durch die Gröfse ihrer inneren Oberfläche erklärlich zu seyn. Die Thatsache ist ungemein interessant <sup>1)</sup>; allein für die Praxis

1) Das angegebene Zahlenverhältnifs möchte wohl eine Verification ver-

halte ich sie weniger wichtig, denn die rothe rauchende Salpetersäure ist im Gebrauch zu unangenehm und auch zu kostbar, als dafs sie je für gröfsere Batterien eine allgemeine Anwendung finden könnte.

Ich selbst habe freilich früherhin geglaubt, dafs, mit Anwendung jener concentrirten Säure, das Eisen einen Stellvertreter des Platins abgeben könne, da man wirklich mit Eisen in solcher Säure und mit amalgamirtem Zink in Schwefelsäure einen Strom erhält, der dem der Grove'schen Säule sehr nahe kommt <sup>1)</sup>). Allein seitdem ich mich näher mit dieser vertraut gemacht habe, bin ich davon zurückgekommen und zu der Ueberzeugung gelangt, dafs letztere, geladen mit der gewöhnlichen käuflichen Salpetersäure von 1,33 spec. Gew. den Vorzug verdient, und dafs man jedenfalls besser thut, durch Gröfse oder Anzahl der Platten zu ersetzen, was etwa ihrem Strom an der gewünschten Stärke abgeht.

Schliesslich mufs ich nochmals wiederholen, dafs ich mit vorstehenden Bemerkungen keineswegs beabsichtigt habe, den Werth der Kohlenbatterien herabzusetzen. Ich gebe zu, dafs sie neben denen aus Platin einen ehrenvollen Platz behaupten werden; nur verdrängen werden sie, meiner Meinung nach, dieselben nicht.

dienen, da bei Winkeln über  $80^\circ$  die Tangenten in solchem Maafse wachsen, dafs ein kleiner Beobachtungsfehler einen sehr grofsen in der Intensität nach sich zieht.

1) S. Monatsbericht der Berliner Academie, Aprilstück 1841. — Es gilt jedoch nur von den mit Zink und Eisen gebildeten Ketten; die aus zwei Eisenplatten zusammengesetzten haben eine bedeutend geringere Kraft und Stromstärke, und daher erwähnte ich derselben nicht, obwohl ich damals auch über sie Messungen angestellt hatte. Das Verdienst der ersten Bildung beider Ketten gebührt übrigens dem Engländer Hawkins. (*Phil. Mag.* 1840, *Vol. XVI* p. 115.)