

stumpft und daher auch rhomboëdrisch auftritt, und Flächen von Hälften verschiedener mPn , welche entweder als Skalenoëder oder ditrigonale Pyramiden aufzufassen sind, je nachdem es die fehlenden unteren Enden bestimmen würden. Diese Flächen bilden Zuschärfungen der Endkanten des Rhomboëders $\frac{P}{2}$, Zuschärfungen der abwechselnden schiefen Combinationskanten zwischen $\frac{P}{2}$ und ∞P , schiefe Abstumpfungen der Combinationskanten zwischen $2P2$ und P , oder zwischen $2P2$ und ∞P , schieflaufende, gegen das Ende breiter werdende Zuschärfungen der abwechselnden Prismenkanten. Endlich finden sich auch Viertelgestalten dodekagonaler Pyramiden, welche dreiflächige Zuspitzungen der Endecken von P bilden, die Zuspitzungsflächen schief auf die abwechselnden Flächen aufgesetzt.

IX. *Ueber die Einwirkung des Lichts auf Chlorwasser; von W. C. Wittwer,*

Privatdocenten in München.

Seit langer Zeit ist die Thatsache bekannt, daß Chlorwasser dem Lichte ausgesetzt in der Weise sich ändert, daß das Wasser in seine Bestandtheile sich zerlegt, und indem der Wasserstoff mit dem Chlor sich verbindet, der Sauerstoff frei wird. Wenn man nun annimmt, daß die GröÙe einer Wirkung auf die der Ursache schließsen läßt, kann man die Zerlegung des Chlorwassers dazu benutzen, die chemisch wirkenden Strahlen des Lichtes zu messen, welche Art der Messung vor der mit photographischem Papiere bewerkstelligten vielleicht einen Vorzug haben dürfte, als sie von den vielen Ungleichheiten, denen solches Papier ausgesetzt ist, sich frei erhält.

Wenn ein Lichtstrahl durch Chlorwasser von einer bestimmten Stärke geht, so wird er auf seinem Wege eine gewisse Anzahl von Chlortheilchen treffen, und sie veranlassen, vermittelst Wasserzerlegung Salzsäure zu bilden. Je stärker das Chlorwasser ist, desto mehr Chlortheilchen werden in demselben Raume sich finden, desto mehr werden also von dem Lichtstrahle getroffen, desto mehr Salzsäure wird gebildet.

Bei gleicher Beleuchtung ist die gebildete Salzsäure der Stärke des Chlorwassers proportional. Diesen Satz nachzuweisen giebt es zwei Wege. Der erstere derselben beruht auf folgender Betrachtung. Wenn in dem Chlorwasser von der Stärke a in der Zeit t , c Theile Chlor veranlaßt werden, Chlorwasserstoff zu bilden, so ist nach Verfluß von t die Stärke des Chlorwassers $= a - c$. Ein anderes Chlorwasser von der Stärke na , demselben Lichte ausgesetzt, wird in derselben Zeit t nc Chlor verlieren, seine Stärke wird nun $n(a - c)$ seyn, die sich zu $a - c$ verhält, wie $n : 1$. Das ursprüngliche Verhältniß beider Chlorwässer wird mithin durch das Licht nicht gestört, obwohl beide schwächer werden. Stärke des Lichts und Dauer des Versuchs haben hierauf offenbar keinen Einfluß, da nach jedem Zeitheilchen immer dasselbe Verhältniß eintritt. Um mich von der Richtigkeit dieses Schlusses zu überzeugen, benutzte ich möglichst weisse cylindrische Fläschchen von weißem Glase mit einem Durchmesser von etwa 1", füllte sie mit Chlorwasser von verschiedener Stärke und setzte sie luftdicht verschlossen dem Lichte aus. Da es hiebei nothwendig ist, eine bestimmte Stärke des Chlorwassers als Einheit anzunehmen, so setze ich jene $= 1$, wo in 1000 Gewichtstheilen 1 Gewichtstheil Chlor sich befindet, was etwa $\frac{1}{3}$ Vol. Gas in 1 Vol. Wasser entspricht. Die jeweilige Stärke untersuchte ich nach der bekannten Methode mit durch Indigo blaugefärbter Lösung von arseniger Säure. In nachstehender Tabelle finden sich die Resultate meiner Beobachtungen; dieselbe enthält die absolute Stärke der Chlorwässer vor und nach

dem Versuche. Das gegenseitige Verhältniß derselben ist unter der Benennung »relative Stärke« der leichteren Uebersicht wegen beigefügt. Die Versuche wurden theils bei gutem theils bei schlechtem Wetter angestellt, ich machte sie bald im Freien, bald im Zimmer und liefs sie bald längere, bald kürzere Zeit dauern. Hr. Prof. Dr. Kaiser hatte die Güte, mir das zu den Versuchen benöthigte Material zu überlassen, weshalb ich mit Freuden die Gelegenheit ergreife, ihm hiermit meinen Dank auszusprechen.

No.	Absolute Stärke		Relative Stärke	
	vor dem Versuche.	nach dem Versuche.	vor dem Versuche.	nach dem Versuche.
1	3,1621	2,2749	1,00	1,00
	2,3716	1,7093	0,75	0,75135
	1,5811	1,1478	0,50	0,50453
2	3,0115	2,1883	1,00	1,00
	2,2586	1,6175	0,75	0,73913
	1,5058	1,1193	0,50	0,51151
3	3,0115	1,7715	1,00	1,00
	2,2587	1,2960	0,75	0,73156
	1,5058	0,8895	0,50	0,50211
4	2,9415	2,6351	1,00	1,00
	2,2061	1,9519	0,75	0,74073
	1,4708	1,3176	0,50	0,500
5	3,4185	3,1154	1,00	1,00
	2,2790	2,1011	0,67	0,67442
	1,7093	1,5732	0,50	0,50498
6	3,4002	2,2587	1,00	0,00
	2,2668	1,4742	0,67	0,65268
	1,7001	1,0980	0,50	0,48612
7	3,2640	2,9415	1,00	1,00
	1,6820	1,4742	0,50	0,50116
	0,8410	0,7493	0,25	0,25474

Die zweite Art, den oben ausgesprochenen Satz zu beweisen, beruht auf der Abnahme der Chlorwasserstärke mit Zunahme der Zeit.

Die Aenderung ds des Chlorwassers ist gleich dem

Producte aus der Quantität der Lichtstrahlen J , der Stärke des Chlorwassers s und der Zeit dt , also

$$ds = -s J dt \quad . \quad . \quad . \quad 1)$$

wobei das Glied rechts das Zeichen — bekommt, weil s abnimmt, wenn t wächst. Es wird nun

$$ls = -\int J dt + l \text{ const.}$$

$$s = \text{const.} \cdot e^{-\int J dt}$$

und wenn J während des Versuches sich nicht ändert

$$s = \text{const.} \cdot e^{-Jt}$$

Bedeutet nun S die Stärke des Chlorwassers, wenn $t=0$, so wird

$$\log \frac{S}{s} = Jt \log e.$$

Zu dieser Art von Versuchen boten die schönen Tage des Monats September 1854 eine gute Gelegenheit, denn hier war bei dem völlig wolkenlosen Himmel doch mit ziemlicher Sicherheit anzunehmen, dafs während der Mittagszeit in der Helligkeit keine merkliche Aenderung eingetreten sey, dafs man also J füglich als constant betrachten könne, denn es erhellt, dafs es eine schwierige Rechnung geworden wäre, wenn J wegen der Bewölkung jeden Augenblick gewechselt hätte. Die mit den bereits erwähnten Gläschen, welche zu gleicher Zeit dem Lichte ausgesetzt wurden, angestellten Versuche gaben nachstehende Resultate.

No. 8. 14. Sept. 1854. Anfang des Versuches 11^h 30' Mrg. $S = 3,3286$.

t	s	Jt
10'	2,9691	0,11427
20'	2,6133	0,24193
30'	2,4324	0,31367
40'	2,1081	0,45676
60'	1,7232	0,65836
70'	1,6011	0,73189

Durch Summirung der letzten Columnne erhält man:

$$23 J = 2,51688$$

$$J = 2,10943.$$

Es ergeben sich hiernach die Fehler:

$$\begin{aligned}
 0,11427 - 0,10943 &= + 0,00484 \\
 0,12097 - 0,10943 &= + 0,01154 \\
 0,10456 - 0,10943 &= - 0,00487 \\
 0,11419 - 0,10943 &= + 0,00476 \\
 0,10973 - 0,10943 &= + 0,00030 \\
 0,10456 - 0,10943 &= - 0,00487.
 \end{aligned}$$

No. 9. 16. Sept. 1854. Anfang des Versuches 11^h 30' Mtts. $S = 2,8747$.

<i>t.</i>	<i>s.</i>	<i>Jt.</i>
10'	2,5604	0,11577
20'	2,3166	0,21584
30'	2,0941	0,31682
40'	1,8601	0,43531
50'	1,6216	0,57254
70'	1,2906	0,80084

$$22 J = 2,45712$$

$$J = 0,11169.$$

Fehler: $0,11577 - 0,11169 = + 0,00408$
 $0,10792 - 0,11169 = - 0,00477$
 $0,10561 - 0,11169 = - 0,00698$
 $0,10883 - 0,11169 = - 0,00286$
 $0,11451 - 0,11169 = + 0,00282$
 $0,11441 - 0,11169 = + 0,00272.$

No. 10. 17. Sept. 1854. Anfang des Versuches 11^h 30' Mtts. $S = 2,4324$.

<i>t.</i>	<i>s.</i>	<i>Jt.</i>
10'	2,1659	0,11607
20'	1,9164	0,23846
30'	1,7279	0,34195
40'	1,5239	0,46761
50'	1,3660	0,57705

Das sechste Gläschen hatte den Stöpsel ausgesprengt.

$$15 J = 1,74114$$

$$J = 0,11608.$$

Fehler: $0,11607 - 0,11608 = - 0,00001$
 $0,11923 - 0,11608 = + 0,00315$
 $0,11398 - 0,11608 = - 0,00210$
 $0,11690 - 0,11608 = + 0,00082$
 $0,11541 - 0,11608 = - 0,00067.$

Bisher wurde stillschweigend angenommen, daß das Licht, indem es das Chlorwasser durchwandert, keine Schwächung erleide, und wenn der Weg desselben nur kurz ist, wie es in den vorstehenden Versuchen der Fall war, mag dieses auch nahezu stattfinden; es kann aber nicht mehr so seyn, wenn der Weg länger wird, denn durch die Wirkung auf das Chlorwasser muß ja die Stärke des Lichtes abnehmen. Die Wirkung ist in einem beliebigen Querschnitte dx des Chlorwassers proportional dessen Stärke und der des Lichtes, also werden wir die Veränderung di des letzteren ausdrücken können durch die Gleichung:

$$di = -i v s dx,$$

in welcher i die Lichtstärke in der Schichte dx , s die Stärke des Chlorwassers und v einen constanten Factor bedeutet, mit dem die Chlorwassereinheit das Licht schwächt. Man erhält nun:

$$i = -\text{const.} e^{-v s x} = -J e^{-v s x},$$

wenn J die Lichtstärke für $x=0$ angiebt. $J e^{-v s x}$ nun ist die Stärke, mit der das Licht in der Entfernung x von dem Eintrittspunkte entweicht; es hat also $J(1 - e^{-v s x})$ verloren, welcher Verlust zur Wasserzerlegung verwendet wurde, und das rechte Glied der Gleichung 1) wandelt sich um in:

$$-s J (1 - e^{-v s x}) dx.$$

Dieser Ausdruck stellt die Gesamtwirkung in dem Raume $0.x$ dar, welche Wirkung eine Aenderung des Chlorwassers bedingt. Die Aenderung steht im geraden Verhältnisse zu der Wirkung des Lichtes, im umgekehrten zu der Masse, die in diese Gesamtwirkung sich zu theilen hat, denn bei dem m mal so großen Wege des Lichtes vertheilt sich dessen Einfluß auf m mal so viele Schichten Chlorwassers. Es ergibt sich also:

$$ds = -\frac{s}{m} (1 - e^{-v s x}) J dt \quad . \quad . \quad 2)$$

$$\int \frac{ds}{s(1 - e^{-v s x})} = -\frac{1}{m} \int J dt \quad . \quad . \quad 3)$$

Das Glied links in der Gleichung 3) bietet in seiner Integration und somit auch die Bestimmung von v und J viele Schwierigkeit. Verzichtet man jedoch darauf, deren Werthe in aller Genauigkeit kennen zu lernen, so kann man, da 3) sich nur wenig ändert und die Aenderung von $1 - e^{-v s x}$ noch kleiner ist, ziemlich gute Näherungswerthe erhalten, wenn man in $e^{-v s x}$ statt s das arithmetische Mittel aus der beobachteten Anfangs- und Endstärke des Chlorwassers also $\frac{s+s'}{2}$ setzt, und dann $1 - e^{-v \frac{s+s'}{2} x}$ als constant betrachtet. Hat man nun zwei Beobachtungen mit verschiedenen x und sind die Chlorwasserstärken S , s' und s'' , so erhält man nachstehende zwei Gleichungen:

$$l s' = -\frac{1}{m} \left(1 - e^{-v x \frac{s+s'}{2}} \right) \int J dt + l \text{ const.}$$

$$l s'' = -\frac{1}{m'} \left(1 - e^{-v x' \frac{s+s''}{2}} \right) \int J dt + l \text{ const.}$$

Setzt man nun $\text{const} = S =$ der Anfangsstärke für $t = 0$ und nimmt man J als constant, so gehen diese Gleichungen über in:

$$\log \frac{S}{s'} = \frac{1}{m} \left(1 - e^{-v x \frac{s+s'}{2}} \right) J t \log e \quad . \quad . \quad 4)$$

$$\log \frac{S}{s''} = \frac{1}{m'} \left(1 - e^{-v x' \frac{s+s''}{2}} \right) J t \log e \quad . \quad . \quad 5).$$

Die hierauf bezüglichen Versuche wurden in folgender Weise angestellt. Ich benutzte zwei möglichst cylindrische 8" und 16" par. lange Röhren von Glas. Das eine Ende derselben wurde möglichst eben zugeschmolzen, am anderen eine Glasscheibe aufgekittet. Eine seitliche Röhre gestattete die Füllung mit Chlorwasser, und überall mit Ausnahme der erwähnten Glasscheiben waren die Röhren mit schwarzem Papier überzogen, um dem Lichte nur von einer Seite den Zugang zu gestatten. Nach der Füllung wurden die Röhren auf einem canelirten Brette befestigt und dieses bei vollkommen heiterer Witterung in der Mittagsstunde

so gestellt, daß die Sonnenstrahlen senkrecht auf die Glas-
scheibe auffielen, und so die ganze Röhre durchwandern
mußten. Mit dem Fortschreiten der Sonne in ihrer täg-
lichen Bewegung wurde das Brett nachgeschoben und nach
Verfluß einer Stunde der Versuch beendet. t war also
immer $= 1$, J constant, m und $x = 1.(8'')$, m' und
 $x' = 2.(16'')$. Die Resultate meiner Beobachtungen sind
folgende:

No.	$S.$	$x.$	$s'.$
11.	3,7201	1	3,1621
(13. Sept. 54.)		2	3,3286
12.	3,3286	1	2,8233
(14. Sept. 54.)		2	2,9691
13.	2,8747	1	2,4704
(16. Sept. 54.)		2	2,5813

Es entziffern sich hieraus die Werthe:

No. 11. $J = 0,25361$ $v = 0,29749$.

No. 12. $J = 0,26482$ $v = 0,31597$.

No. 13. $J = 0,25699$ $v = 0,33333$.

Der Extinctionscoefficient v hat also den mittleren
Werth 0,31560. Wie es bei dem Chlorwasser nöthig ist,
von einer bestimmten Stärke als Einheit auszugehen, so ist
dieses auch bei dem Lichte der Fall und wir können daher
unser bisheriges $J = ni$ setzen, wenn i eben diese Licht-
einheit vorstellt.

*Ich setze jene Menge von Licht $= 1$, die auf eine Fläche
von 1 Quadr. Centim. senkrecht auffallend in einer Minute
ein Aequivalent für eine Wärmeeinheit bietet.*

Nach den Versuchen von Favre und Silbermann¹⁾
entwickelt 1 Grm. Wasserstoff bei seiner Verbindung mit
Sauerstoff 34462 Wärmeeinheiten, bei seiner Verbindung
mit Chlor 23783. Da nun bei einer Trennung zweier
Substanzen bekanntlich ebenso viel Wärme gebunden wird,
als bei der Verbindung sich entwickelte, so werden wir

1) Jahresbericht für Chemie u. s. w. f. 1852, 18.

auch für die Wasserzerlegung einen Verlust von 34462 Wärmeeinheiten annehmen müssen, während die Bildung von Chlorwasserstoff 23783 Wärmeeinheiten entwickelt; und wenn das Licht den Wasserstoff veranlaßt, von dem Sauerstoff weg zu dem Chlor zu gehen, so muß es offenbar im Stande seyn, die Wärmedifferenz auszugleichen. Geht im Chlorwasser 1 Grm. Wasserstoff vom Sauerstoff zum Chlor über, so muß das Licht, das dieses veranlaßte, $= 34462 - 23783 = 10679$ Wärmeeinheiten seyn. Einer Wärmeeinheit entspricht $\frac{1}{10679}$ Grm. $= 0,000093642$ Grm. H, was wieder 0,0033243 Grm. Cl erfordert. Wenn nun Licht von der Menge 1 in einen unendlich langen Cylinder von 1 Quadr. Centim. Basis einfallen würde, der mit Chlorwasser von der Stärke 1 gefüllt wäre, so würde es in einer Sekunde 0,000055405 Grm. Cl zum Verschwinden bringen und in unendlicher Entfernung vollkommen erschöpft seyn. Diese Erschöpfung geht aber nicht gleichmäßig vor sich, denn die vorstehenden Versuche zeigen, daß der Lichtverlust in den ersten 8" par. $1 - e^{-0,3156}$, also im ersten Meter $1 - e^{-0,3156 \cdot \frac{100}{21,656}} = 1 - e^{-1,4573} = 0,76713$ ist. Es müssen also im ersten Meter und in einer Sekunde (so lange kann man wohl die Aenderung des Chlorwassers als der Zeit proportional annehmen) 0,0000425 Grm. Cl verschwunden seyn. Die Stärke des Chlorwassers betrug am Anfange der Sekunde 1, der Gehalt an Chlor war $= \frac{100}{1000}$ Grm. $= 0,1$ Grm., nach der Sekunde war der Chlorgehalt $0,1 - 0,0000425 = 0,0999575$ Grm. und die Stärke mithin $= 0,999575$. Die Gleichung 4) geht sohin, wenn man auf Minuten übergeht, also $t = \frac{1}{60}$ setzt, über in

$$\log \frac{1}{0,999575} = \frac{1}{4,6176} (1 - e^{-1,4573}) \frac{i}{60} \log e,$$

woraus sich $i = 0,15385$ ergibt.

Setzt man nun in den Versuchen 11, 12, und 13 $J = n \cdot 0,15385$ und multiplicirt rechts mit 60, weil die Versuche eine Stunde gedauert haben, so erhält man bezüglich:

$$n = 0,027474 \quad n = 0,028688 \quad n = 0,027840$$

als die Menge der Lichteinheiten, die zu jener Zeit gewirkt haben.

Wie man die Lichteinheit auf die der Wärme reduciren kann, so ist es auch leicht, die Einheit des elektrischen Stromes zu Grunde zu legen. Nimmt man mit Jacobi denjenigen Strom als Einheit, der in einer Minute 1 CC. Knallgas erzeugt, so hat man einen Strom, der in dieser Zeit 0,0000 55928 Grm. H frei macht. Diese Menge von H entspricht aber $0,0000\ 55928 \cdot 34462 = 1,9274$ Wärmeeinheiten, mit welcher Zahl nun i multiplicirt werden muß. Will man die Weber'sche Einheit anwenden, so ist statt 1,9274 zu setzen $1,9274 \cdot 1,0477$ also 2,0193, und man kann so ganz nach Belieben Licht, Wärme, chemische Action, Magnetismus und Elektricität nach ein und derselben Einheit bestimmen.

Nach Darlegung der allgemeinen Principien meiner Messung möge es gestattet seyn, ein Paar Nachträge anzubringen.

Man findet bisweilen in den Lehrbüchern der Chemie den Satz ausgesprochen, daß das Chlorwasser im Lichte, rasch, im Dunkeln langsam sich verändere. Ist letzteres richtig, so läßt es sich dadurch erklären, daß das Chlorwasser aus seiner Umgebung so viel Wärme als Aequivalent des Lichtes aufnimmt, ohne sie wieder abzugeben, als hinreicht die oben angedeutete Differenz auszugleichen. Wäre dieser Satz richtig, so müßte die in Rede stehende Wärmewirkung bei jedem Versuche in Rechnung gezogen werden, da dann ja nicht die ganze Aenderung des Chlorwassers dem Lichte zuzuschreiben wäre. Ich habe Chlorwasser in gut verschlossenen Gefäßen in möglichster Dunkelheit 12 Tage stehen lassen, ohne eine Veränderung wahrzunehmen, glaube also allenfallsige Zersetzungen mangelhaftem Verschlusse oder unvollkommener Dunkelheit zuschreiben zu müssen. Auch wenn man das Chlorwasser etwas erwärmt, ändert es sich im Finstern noch nicht; wenigstens habe ich meine Fläschchen in Schüsseln, mit

30 bis 35° R. warmem Wasser gefüllt, gelegt, ohne nach mehreren Stunden eine Aenderung wahrzunehmen. Erst in der Glühhitze geht die Zerlegung vor sich, denn wenn man Chlor- und Wasserdämpfe durch eine glühende Röhre leitet, wird Sauerstoff frei: doch lasse ich es dahin gestellt seyn, ob hier das Licht oder die Wärme mehr wirke. Es ist übrigens immerhin möglich, dafs, wenn man dem Chlorwasser die Gelegenheit verschafft, 10679 Wärmeeinheiten für 9 Grm. aufzunehmen, es zersetzt werde; doch glaube ich nicht, dafs dieses Verhalten auf die Lichtmessungen von Einflufs sey. Hr. Prof. Dr. Jolly hatte die Güte, mich darauf aufmerksam zu machen, nachzusehen, ob nicht die durch das Licht eingeleitete Veränderung des Chlorwassers sich im Finstern fortsetze, ähnlich wie Becquerel es bei mehreren Substanzen gefunden hat; doch gaben meine Versuche auch hier ein negatives Resultat. Sollte eine solche Aenderung, die aber dann innerhalb meiner Beobachtungsfehler fällt, wirklich vorhanden seyn, so kann man ihr dadurch ausweichen, dafs man, wie ich es in den vorstehenden Versuchen machte, das Chlorwasser alsbald nach Beendigung des Versuches mifst. Ist aber diese Nachwirkung einem nicht alsbald eingetretenen Einflusse des Lichtes zuzuschreiben, so mufs sie jedenfalls innerhalb einiger Tage aufhören; sie kann nicht ohne Ende dauern, und man müfste dann das Chlorwasser erst einige Tage später untersuchen; doch ist diese Nachwirkung jedenfalls gering.

Gerne hätte ich auch die Aenderung des Chlorwassers bei verschiedenen Intensitäten des Lichtes untersucht, denn hier mufs jedenfalls auch eine Regelmässigkeit vorhanden seyn, die ich dann zur Controle der Ableitungsweise von n hätte benutzen können. In verschieden hellen von der Tageshelle beleuchteten Localen läfst dieser Versuch sich nicht machen, da ja die Verschiedenheit erst durch die Aenderung des Chlorwassers bestimmt werden soll, und man, wenn auch zwei Locale in ihrer optischen Helligkeit verglichen werden, nicht wissen kann, ob diese der chemischen Helligkeit proportional sey. Es blieb sohin nichts

übrig, als nach dem bekannten Satze, daß die Helligkeit abnehme, wie das Quadrat der Entfernung von der Lichtquelle wächst, den Versuch bei künstlichem Lichte zu machen; allein das Chlorwasser änderte sich nicht bemerkbar, sey es, daß die von der Lampe ausgehenden chemischen Strahlen nicht durch Glas gehen, sey es, daß die Versuchsdauer (6^b) zu kurz war.

Wohl zu berücksichtigen ist die Einwirkung des Chlors auf Wasserdampf. Wenn das Wasser die Luftform annehmen soll, muß bekanntlich 1 Grm. 550 Wärmeeinheiten aufnehmen; aber seine Bestandtheile hängen nun um diese Wärme weniger zusammen, und wenn nun noch Chlor im Lichte darauf einwirkt, so geht die Zersetzung rascher vor sich als bei dem tropfbarflüssigen Wasser. Ich stellte hierüber Versuche mit verschieden gefüllten Gläsern an, und erhielt nachstehende Resultate.

No.	Füllung.	S.	s.
14.	$\frac{1}{1}$	3,7201	3,0850
	$\frac{1}{2}$	3,7201	2,5297
	$\frac{1}{4}$	3,7201	1,9165
15.	$\frac{1}{1}$	2,3423	1,4372
	$\frac{1}{4}$	2,3423	1,0904
16.	$\frac{1}{1}$	3,5135	2,4046
	$\frac{1}{2}$	3,5135	1,6955
	$\frac{1}{4}$	3,5135	1,3176

Es folgt hieraus, daß die dem Lichte ausgesetzten Gläser möglichst voll seyn müssen. Was die Genauigkeit meiner Versuche anbelangt, so gestehe ich hiermit, daß dieselbe nicht so groß ist, als ich gewünscht hätte. Ich stellte die Messungen in der Weise an, daß ich 60 Grane der Arseniklösung abwog und dann soviel Chlorwasser hinzusetzte, bis die Farbe verschwunden war, worauf ich wieder wog. Meine Waage ging auf $\frac{1}{2}$ Gran genau. Denn eine bessere Waage darf man doch einer Chloratmosphäre nicht wohl aussetzen; es war daher die mögliche Fehlergröße $\frac{1}{120}$.
Zu

Zu 60 Gr. Probeflüssigkeit brauchte ich im Mittel das 4 bis 5fache Chlorwasser, und setzt man, dafs wohl auch ein Tropfen zu viel oder zu wenig in das Glas gekommen seyn dürfte, so wird sich eine mögliche Fehlergränze von $\frac{1}{100}$ herausstellen.

Die Gröfse n ist abgesehen von den Beobachtungsfehlern sicherlich zu klein. Es fehlt zur Zeit eine Arbeit, die uns die Verhältnisse der Chemochrose, d. i. dessen in Bezug auf die chemischen Strahlen des Lichtes, was die Thermochrose in Bezug auf die Wärmestrahlen ist, wenigstens in der Vollkommenheit der Thermochrose Melloni's kennen lehrt, und ich mußte daher die Diachemansie des Glases gänzlich aufser Acht lassen. Wahrscheinlich wird das Glas nur einen Theil der chemischen Strahlen durchlassen, wie es auch nur für einen Theil der Wärmestrahlen durchgänglich ist. Bei Untersuchung dieser Eigenschaft des Glases dürfte sich dann ein Coëfficient ergeben, mit dem mein n zu multipliciren wäre, denn ich glaube, dafs das Sonnenlicht in unserer Breite im September und zur Mittagszeit in einer Höhe von 2200 Fufs, denn das ist die Erhebung meines Beobachtungsortes, stärker sey als 0,028 Wärmeeinheiten pro Minute. Man möge übrigens für jetzt meine Bestimmung gelten lassen; die erwähnte Correction kann ja später eingefügt werden.

Was die Bestimmung von v anbelangt, so glaube ich mich keinem Vorwurfe ausgesetzt zu haben, wenn ich annehme, dafs das Licht in einer geometrischen Progression abnehme, wenn der durchlaufene Raum in einer arithmetischen wächst. Es kann jedoch gegen meine Rechnung eingewendet werden, dafs ich die Diachemansie des Wassers aufser Acht gelassen habe. Ist diese nämlich nicht vollkommen, so wird auch dem Wasser ein Extinctionscoëfficient α zugelegt werden müssen, und in 2) ist dann für $1 - e^{-v s x}$: $1 - e^{-(\alpha + v s) x}$ zu setzen. Der Umstand, dafs in meinen Versuchen sich v immer gröfser herausstellt, je kleiner s wird, deutet wirklich darauf hin, dafs α nicht $= 0$ sey,

wie in der Rechnung stillschweigend angenommen wurde; doch wage ich nicht auf Grund meiner Versuche hierüber zu entscheiden. Dieser allenfallsige Fehler hat jedoch auf meine Bestimmung von n keinen wesentlichen Einfluß, weil S nicht sehr viel wechselte. Gerne hätte ich diese Verhältnisse durch wiederholte Beobachtungen genauer untersucht; allein im September war ich daran verhindert und seitdem hatte ich keine Gelegenheit mehr, denn die Tage, an denen in der Mittagsstunde keine Wolke vor die Sonne tritt, sind nicht zahlreich im Jahre, am wenigsten aber im Winter, und die Veränderungen, welche die Helligkeit bei bewölktem Himmel erleidet, dürften durch eine mathematische Formel kaum oder gar nicht wiederzugeben seyn. Es möge darum der gegebene Werth einstweilen gelten, bis sich mir die Gelegenheit bietet, meine Versuche wieder vorzunehmen, um so mehr, da er schwerlich viel von der Wirklichkeit abweicht.

Was die Anwendung, die ich meinen Messungen gerne verschaffen möchte, anbelangt, so halte ich dieselbe namentlich für die Meteorologie nicht für unbedeutend. Man giebt sich gegenwärtig alle Mühe, die thermischen, elektrischen und magnetischen Verhältnisse unseres Erdballs genauer kennen zu lernen. Sollten die photochemischen Verschiedenheiten gar keiner Beachtung werth seyn? Man weiß gegenwärtig, daß die Wärme auf den Erdmagnetismus einen bedeutenden Einfluß ausübt; da aber das Licht die Wärme vertreten kann, ist ein ähnlicher Einfluß auch bei diesem möglich. Die Pflanze ist in ihren verschiedenen Phasen eine Function von Wärme, Licht, Bodenbestandtheilen, Wasser u. s. w. Quetelet hat nachgewiesen, daß die Pflanzen zu ihrem Reifen u. s. w. gewisse Mengen von Wärme haben müssen, v. Liebig hat die Wichtigkeit der Bodenbestandtheile gezeigt. Wenn wir aber die Natur dieser Functionen kennen lernen wollen, so muß auch das Licht mit bestimmt werden. Bekanntlich nehmen die Pflanzen im Lichte durch Kohlensäurezerlegung Kohlenstoff auf und verlieren ihn durch langsame Verbrennung wieder

theilweise. Es ist dieses mit die Ursache des Blätterfalls, denn wenn das Blatt bei zunehmender Nacht und abnehmendem Lichte weniger Kohlenstoff aufnimmt als verliert, so wird es gelb und fällt ab. Allerdings wirkt hier auch wohl die Wärme; allein ein Hauptfactor muß doch das Licht seyn, denn das Gelbwerden hängt nur vom Lichte ab. Ein erfrorenes Blatt bleibt grün und fällt nicht ab. Bei frühen Frösten findet man, daß die jungen saftigen Blätter am leichtesten erfrieren, während im Spätherbste die älteren und nicht an der Spitze der Zweige stehenden zuerst gelb werden, was man z. B. an den Linden sehr leicht erkennen kann. Wie groß muß der tägliche Lichtzuschuß seyn, daß die Blätter nicht abfallen? So giebt es hier eine Menge von Verhältnissen, deren genauere Erkenntniß nur mit Hülfe photochemischer Messungen möglich ist.

Was einer allgemeineren Anwendung photochemischer Messungen im Wege steht, ist deren Unbequemlichkeit. Ein fester Körper läßt sich hiezu nicht verwenden, weil die in der ersten Versuchszeit veränderte äußerste Schicht die untenliegenden vor dem Lichte schützt; man muß daher eine Flüssigkeit haben, und von diesen ist mir keine bekannt, die empfindlicher und quantitativ leichter zu bestimmen wäre, als das Chlorwasser. Feste Körper lassen sich übrigens verwenden, wenn man sie mit Chlorwasser vergleicht, denn wenn man z. B. photographisches Papier und Chlorwasser zu gleicher Zeit dem Lichte aussetzt, kann man nachträglich die Aenderungen beider vergleichen, und so durch Anschaffung einer verschiedenen Zeiten entsprechenden Vergleichstafel noch Unterabtheilungen bestimmen, die mit Chlorwasser direct nicht gemessen werden könnten. Eine Hauptunbequemlichkeit des Chlorwassers ist seine schwierige Conservirung; doch läßt diese sich dadurch umgehen, daß man es jederzeit *ex tempore* macht. Anwesenheit von Salzsäure ist indifferent, und Chlorwasser, aus Zusammenschütten von Chlorkalkwasser und reiner Salzsäure hergestellt, ist ebenso brauchbar, als wenn es durch Absorption des Gases in Wasser erhalten wäre, wenig-

stens dann, wenn der Weg des Lichtes durch dasselbe nicht weit ist, wie ich mich durch wiederholte Versuche überzeugte; nur ist hiebei nothwendig, dafs man nicht zu wenig Chlorwasserstoff nehme, weil man sonst unzersetzten Chlorkalk in Lösung haben kann: auch ist dann das spec. Gewicht der Lösung nicht mehr $= 1$.

Als die angemessenste Stärke des Chlorwassers habe ich die zwischen 1 und 4 gefunden; denn ist es stärker als 4, so verliert man, namentlich in der warmen Jahreszeit, bei dem unvermeidlichen Umgiefsen eine nicht unbedeutliche Menge von Chlor, während man bei zu schwachem Chlorwasser keine so präzise Entfärbung der Arsenikflüssigkeit wahrnimmt. Es kommt dann allerdings auf ein Paar Tropfen Chlorwasser mehr oder weniger nicht mehr so viel an; allein es ist immer ein bängliches Gefühl, wenn man schüttet, und weifs nicht, ob man aufhören soll oder nicht. Ich suchte es darum bei der Bestimmung von n und v zu vermeiden unter letztere Gränze herabzugehen. Die Arseniklösung bereitete ich aus 60 Gr. AsO_3 , welche mit Chlorwasserstoff und Wasser 10 Unzen Lösung gab und mit Zurechnung der Indigolösung erhielt ich bei Anwendung von 60 Gr. Probeflüssigkeit die Stärke des Chlorwassers durch die Gleichung $S = \frac{632,43}{m}$ in der m das Gewicht des verwendeten Chlorwassers bedeutet. Da die Indigolösung immer eine verschiedene ist, mufs ihr Werth bei der jedesmaligen Bereitung von Probeflüssigkeit besonders bestimmt werden. Es dürfte wohl häufig gut seyn, sich statt der Wägung der Titrimethoden zu bedienen, die wenn die Röhren gut gearbeitet sind, eine sehr grofse Genauigkeit zulassen.