IV. *Ueber die Krystallformen von Salzen einiger vom Phenol sich ableitender Sulfosäuren;*
von G. vom Rath.

Die Präparate, welche Gegenstand gegenwärtiger Untersuchung sind, wurden von Hrn. Prof. Kekulé dargestellt und mir zum Zwecke krystallographischer Beschreibung übergeben. Hr. Kekulé hatte die Güte, mir über die chemische Constitution und Darstellungsweise der betreffenden Salze Mittheilungen zu machen, welche mit den Worten des geehrten Forschers hier zu wiederholen, gestattet seyn möge.

»Das Phenol wird jetzt als ein Hydroxydderivat des Benzols angesehen: das heist als die ringförmig geschlossene Gruppe C_6H_6 , in welcher 1 At. Wasserstoff durch den Wasserrest OH vertreten ist. Die noch vorhandenen Wasserstoff Atome können dann durch Halöide oder auch durch Reste ersetzt werden, unter anderen auch durch den Schwefelsäurerest SO_3H , oder durch die von der Salpetersäure herrührende Nitro-Gruppe NO_2 . Alle den Schwefelsäurerest enthaltenden Derivate werden demalen Sulfosäuren genannt.¹⁾

Wird Phenol mit gewöhnlicher Schwefelsäure behandelt, so entstehen zunächst Sulfosäuren, welche nur einmal den Schwefelsäurerest enthalten, also Phenolmonosulfosäuren. Ich habe nun vor einige Zeit gefunden²⁾, (und es ist diels seitdem von verschiedenen Chemikern bestätigt worden), dafs dabei gleichzeitig zwei isomere Modificationen der Phenolmonosulfosäure gebildet werden, deren Verschiedenheit dadurch veranlaßt wird, dafs der Schwefelsäurerest SO_3H in Bezug auf den Wasserrest einen anderen Ort einnimmt. Ich habe diese beiden Modificationen der Phenolmonosulfosäure als *Phenol-parasulfosäure* und *Phenol-metasulfosäure* bezeichnet, weil die erstere beim Schmelzen mit Kali Resorcin die andere dagegen Brenzcatechin erzeugt. Die Phenol-parasul-

1) $H=1$; $O=16$; $C=12$; $S=32$.

2) Zeitschrift f. Chemie 1867, S. 197.

fosäure wird bei gewöhnlichen Bedingungen in überwiegender Menge gebildet; die *Phenol-metasulfosäure* entsteht in größeren Mengen nur dann, wenn die Einwirkung der Schwefelsäure auf das Phenol bei verhältnismäßig niedriger Temperatur erfolgt.

»Die *Phenol-parasulfosäure* bildet Salze die, so weit ich bis jetzt schon sehen konnte, in Wasser leicht löslich sind, aber doch mit Leichtigkeit in wohl ausgebildeten Krystallen erhalten werden.«

Phenol-parasulfosaures Natron $C_6H_5O.SO_3Na + 2H_2O$.

»Durch langsames Verdunsten der wässrigen Lösung erhalten; verliert sein Krystallwasser schon bei 100° .«

Krystallsystem *monoklin*. Die Krystalle stellen sich meist tafelförmig durch Vorherrschen der Quersfläche dar. Durch Hinzutreten des monoklinen Octaëders sowie eines vertikalen Prismas erhalten die Krystalle gewöhnlich das Ansehen eines Hexagondodekaëders, dessen Endecke breit abgestumpft; s. Fig. 20.

Die Axenelemente sind folgende:

$$a : b : c = 0,7607 : 1 : 0,7902.$$

Axe a neigt sich nach vorne hinab und bildet mit der Vertikalaxe den Winkel $94^\circ 37' 8''$.

Der Berechnung obiger Werthe liegen folgende drei Messungen zu Grunde:

$$e : e' = 120^\circ 40', e : a = 127^\circ 2', e : o = 101^\circ 35'.$$

Die beobachteten Flächen erhalten die Zeichen

$$o = (a : b : c), -P$$

$$e = (a' : b : c), P$$

$$a = (a : \infty b : \infty c), \infty P \infty$$

$$m = (a : b : \infty c), \infty P$$

$$n = (a : \frac{2}{3}b : \infty c), (\infty P \frac{8}{3})$$

$$l = (a : \frac{1}{3}b : \infty c), (\infty P 3).$$

Für das monokline Oктаëder berechnen sich die Neigungen der Endkanten zur Vertikalaxe:

$$\text{vordere Kante } o : o' = 41^\circ 41'$$

$$\text{hintere Kante } e : e' = 46^\circ 7\frac{1}{2}'$$

$$\text{seitliche Kante } o : e = 51^\circ 41'.$$

	berechnet	beobachtet
$o : o'$	$= 124^{\circ} 33'$	
$o : a$	$= 131 \quad 23$	$131^{\circ} 30'$
$n : a$	$= 131 \quad 19\frac{1}{2}$	$131 \quad 19$
$n : n'$ seitlich	$= 97 \quad 21$	$97 \quad 24$
$e : n$	$= 140 \quad 17\frac{2}{3}$	$140 \quad 28$
$o : n$	$= 141 \quad 48\frac{1}{4}$	$141 \quad 47$
$a : m$	$= 142 \quad 50$	
$a : l$	$= 113 \quad 44$	
$o : \text{Basis } c$	$= 93 \quad 3\frac{1}{2}$	$c \text{ als Fläche nicht vorkommend}$
$a : a$ am Zwillings	$= 170 \quad 46$	
$n : n$ am Zwillings	$= 173 \quad 53.$	

Die Krystalle dieses Salzes sind ausgezeichnet durch ihre Zwillingbildung nach zwei Gesetzen:

a) Zwillingsebene ist die Querfläche. Während die einfachen Krystalle jenes fast hexagonale Aussehen darbieten, welches Fig. 20 wiedergibt, kommen auch langprismatische Krystalle vor, welche nur an einem Ende ausgebildet, am andern verbrochen sind. Die Endigung dieser Zwillingssprismen wird durch ein scheinbar rhombisches Octaëder gebildet. Bei den mir vorliegenden Krystallen sind es die schiefen Prismen oo beider Individuen, welche sich zum rhombischen Octaëder ergänzen. Das durch die Flächen ee gebildete Octaëder müßte an dem abgebrochenen Ende zur Ausbildung kommen. Diese so gestalteten Zwillinge erscheinen zuweilen dadurch höchst unsymmetrisch, daß statt des vollflächigen Octaëders $oo'o'o'$ nur zwei Flächen oo vorhanden sind, deren schiefe Combinationskante in der Zwillingsebene verläuft.

b) Zwillingsebene ist die Basis. Fig. 20a stellt einen herrlich ausgebildeten kleinen Krystall dar, dessen Verwachsung und Ausbildung unter den Mineralien kaum ihres Gleichen haben mögen. Die schiefe Basis, welche als Krystallfläche nie erscheint, erhält hier als Zwillingsebene physische Existenz. Auf der einen Seite begegnen sich die bei-

den Querflächen aa und die Flächen des vertikalen Prismas mm zu ausspringenden, auf der andern Seite zu einspringenden Kanten. Dort liegen die Flächen oo , hier die ee . Die Naturgemäßheit der Annahme einer schiefen Basis, resp. einer schief zur Vertikallinie geneigten Axe a tritt hier unmittelbar in die Erscheinung. Hätte es der Natur gefallen, ähnliche Zwillinge als eine nicht seltene Erscheinung unter den Mineralien zu formen, so hätte nie ein Zweifel sich erheben können an der Naturgemäßheit schiefer Axen im monoklinen System.

An dem Zwillings Fig. 20a wurden mittelst des kleinen Goniometers folgende Kanten gemessen: $e:e' = 120^\circ 32'$; $e:o = 101^\circ 48'$; $e:n = 140^\circ 9'$; $a:a = 171^\circ 50'$; $n:n = 174^\circ 40'$.

Die Krystalle sind unvollkommen spaltbar parallel der basischen Fläche.

Phenol-parasulfosaures Mangan, $C_6H_5O \cdot SO_3Mn + 3H_2O$. »Das Salz verwittert und verliert das Krystallwasser schon bei 100° .«

Krystallsystem *triklin*, s. Fig. 21. Da die Flächenbeschaffenheit der Krystalle nur annähernde Messungen gestattet, so habe ich von einer vollständigen Berechnung dieses Systems abgesehen und beschränke mich darauf, die beobachteten Flächen und ihre gegenseitigen Neigungen anzugeben. Die Krystalle stellen sich als sechsseitig begränzte Tafeln dar, welche durch Zurücktreten zweier Begränzungsflächen bb' zuweilen vierseitig erscheinen. Die Randflächen der Tafel b, c, d fallen in eine Zone, wodurch eine hervorstechende Eigenthümlichkeit der Krystalle gegeben ist. Es betragen die Neigungen $a:b = 86^\circ 50'$, $a:c = 127^\circ 12'$, $b:c = 119^\circ 5'$, $d:c = 112^\circ 55'$. Aus diesen vier Messungen berechnen sich die Winkel

	beobachtet
$d:a = 127^\circ 7'$	127 20
$d':b' = 128 \ 0$	128 15.

Die Fläche e bildet eine Abstumpfung der scharfen Kante $a:c$. Ich maß die Combinationskante $e:c' = 101^\circ$,

$e : a = 131^{\circ} 40'$. Ausser den genannten in die Figur eingetragenen Flächen beobachtete ich noch eine (f), welche die Ecke dca' oder $d'c'a$ abstumpft und gewöhnlich nur von sehr geringer Ausdehnung ist. Das an der obern Ecke erscheinende f bildet mit dem vordern a den Winkel von ungefähr $87^{\circ} 45'$, mit $d = 125^{\circ} 30'$, mit $c = 121^{\circ} 26'$. Zuweilen treten die Flächen b zurück, so dass d und c fast allein die Krystalltafel begrenzen, welche in diesem Falle eine nahe rechteckige Gestalt erhält. Der durch die Flächen c und d auf a oben gebildete ebene Winkel beträgt nämlich $= 92^{\circ} 7'$.

Die mir vorliegenden Krystalle erreichen bis 1 Zoll Grösse, die Farbe ist licht bräunlich gelb; auf das Dichroskop wirken sie nur äusserst schwach.

Die dreierlei ebenen Winkel, von denen die Tafelfläche a umschlossen wird, berechnen sich wie folgt: anliegend d und $c = 92^{\circ} 7'$, anliegend b und $c = 130^{\circ} 47'$, anliegend b und $d = 137^{\circ} 6'$. Es ist bemerkenswerth, dass a fast gleiche Winkel mit c und d bildet.

Phenol-parasulfosaures Kupfer » kann mit verschiedenem Krystallwasser erhalten werden. Bei Sommertemperatur werden sowohl beim Erkalten der heissen Lösung als beim langsamen Verdunsten grüne Krystalle erhalten von der Formel $C_6H_5O \cdot SO_3Cu + 3H_2O$. Bei Wintertemperatur entstehen grosse Krystalle von der Farbe des Kupfervitriols; sie enthalten $5H_2O$.

Krystallsystem des Salzes mit drei Atomen Wasser *rhom-bisch*, s. Fig. 22 Taf. V. Die Krystalle erscheinen als Prismen, deren scharfe seitliche Kante oft sehr stark durch die Längsfläche abgestumpft wird; die Endigung wird durch ein Querprisma gebildet.

Die beobachteten Flächen sind folgende:

rhombisches Prisma $m = (a : b : \infty c), \infty P$

» » $n = (a : \frac{1}{2}b : \infty c), \infty \bar{P}2$

Querprisma $e = (a : c : \infty b), \bar{P}\infty$

Längsfläche $b = (b : \infty a : \infty c), \infty \bar{P}\infty$.

Die Beschaffenheit der Krystalle erlaubte nur annähernde Messungen, aus denen sich das Axenverhältniß

$$a : b : c = 0,871 : 1 : 0,779$$

herleitet. Die beiden der Rechnung zu Grunde gelegten Messungen sind

$m : m' = 97^{\circ} 62'$	$e : e' \text{ (in Axe } c) = 96^{\circ} 22'.$
Berechnet	gemessen
$e : m = 120^{\circ} 11'$	$120^{\circ} 12'$
$m : b = 131 \quad 4$	$131 \quad 14$
$n : b = 150 \quad 9.$	

Die Krystalle dieses Kupfersalzes, ob durch Erkalten der heifs gesättigten Lösung oder durch allmähliges Verdunsten dargestellt, unterscheiden sich nicht wesentlich von einander. — Auf das Dichroskop wirken dieselben nur wenig ein, am bemerkbarsten in der Richtung der Axe *b*, d. h. normal zur Querfläche *b*.

» Wenn im Phenol zwei Wasserstoff-Atome durch Schwefelsäurereste ersetzt werden, so entsteht die Phenol-disulfosäure $C_6H_4O \cdot 2SO_3H$. Diese Verbindung wurde vor längerer Zeit von Griefs¹⁾ durch Behandlung von schwefelsaurem Diazobenzol mit Schwefelsäure dargestellt, aber durch eine falsche Formel ausgedrückt. Aus Phenol wurde sie von Leverkees und mir²⁾ zuerst dargestellt und wir erkannten gleichzeitig die Identität des so erhaltenen Körpers mit der sog. Disulfophenylensäure von Griefs.«

» Viele Salze der Phenoldisulfosäure krystallisiren mit zunehmender Leichtigkeit.«

Phenol-disulfosaures Kali, $C_6H_4O \cdot 2SO_3K + H_2O$.

Krystallsystem *rhombisch*, s. Fig. 23 Taf. V. Die Krystalle erscheinen als rhombische Tafeln oder als rhombische Prismen, deren scharfe seitliche Kante durch die Längsfläche abgestumft wird.

1) Ann. d. Chem. und Pharm. Bd. CXXXVII, S. 69.

2) Zeitschr. für Chemie 1866, S. 693.

Die beobachteten Formen sind:

rhombisches Prisma $m = (a : b : \infty c), \infty P$

Längsprisma $g = (b : c : \infty a), \bar{P} \infty$

Oктаëder $o = (\frac{1}{2}a : b : c), 2\bar{P}2$

Längsfläche $b = (b : \infty a : \infty c), \infty \bar{P} \infty$

Basis $c = (c : \infty a : \infty b), 0P$.

Das Axenverhältnifs abgeleitet aus den beiden Messungen $m : m' = 111^\circ 12'$ und $c : g = 152^\circ 50'$ ist

$$a : b : c = 0,68471 : 1 : 0,51319.$$

Aus diesen Werthen berechnen sich folgende Winkel

$m : b$	$= 124^\circ 24'$	gemessen
$g : b$	$= 117 \ 10$	$116^\circ 57'$
$g : g'$	$= 125 \ 40$	$125 \ 42$
$m : g$	$= 104 \ 57$	$104 \ 50$
$o : o$	$= 148 \ 13$	$148 \ 15$
$o : o''$		

(seitliche Endkante) $= 125 \ 40$

$o : m = 144 \ 34\frac{1}{2} \quad 144 \ 34.$

Die Ausbildung der Krystalle ist nicht selten gestört, es finden sich Differenzen in den Neigungen gut spiegelnder Flächen, welche 1° übersteigen, z. B. $g : c = 153^\circ 56'$. Die Flächen des Oktaëders sind nur selten vorhanden und immer untergeordnet; auch das Längsprisma fehlt oft. Eine ausgezeichnete Spaltbarkeit geht parallel der Längsfläche.

Phenol-disulfosaures Ammoniak, $C_6H_4O \cdot 2SO_3(NH_4) + H_2O$. »Das Salz ist luftbeständig, es wird bei 180° wasserfrei; es ist in Wasser sehr löslich, krystallisirt aber bei freiwilligem Verdunsten mit ausnehmender Leichtigkeit. Die großen und schönen Krystalle beweisen, daß Weinhold, der die Phenol-disulfosäure ebenfalls dargestellt und als Oxyphenylen-disulfosäure beschrieben hat, dem Ammoniaksalze Unrecht thut, wenn er ihm »sehr geringe Krystallisationsfähigkeit« zuschreibt ¹⁾.«

Die Krystalle gehören dem *monoklinen* Systeme an, s. Fig. 24 Taf. V, und bilden Combinationen eines vertikalen

1) Ann. d. Chem. und Pharm. CXLIII, 63.

Prismas dar, dessen scharfe vordere Kante schmal abgestumpft wird. In der Endigung erscheinen aufser der Basis drei schiefe Endflächen:

vertikales Prisma	$m = (a : b : \infty c), \infty P$
Querfläche	$a = (a : \infty b : \infty c), \infty P \infty$
Basis	$c = (c : \infty a : \infty b), 0 P$
vordere schiefe Endfläche	$p = (a : c : \infty b), - P \infty$
hintere schiefe Endfläche	$x = (a' : c : \infty b), P \infty$
" " "	$y = (\frac{1}{3} a' : c : \infty b), 3 P \infty$

Das Axenverhältnifs

$$a : b : c = 1,38738 : 1 : 0,96818.$$

Axe a neigt sich nach vorne abwärts und bildet mit der Vertikalaxe den Winkel $94^\circ 20'$.

Die Axenelemente wurden aus folgenden drei Messungen berechnet

$$a : x = 121^\circ 58', m : m' = 71^\circ 44', x : c = 143^\circ 42';$$

	berechnet	gemessen
$a : m = 125^\circ 52'$		$125^\circ 50'$
$a : c = 85 \ 40$		$85 \ 47$
$a : p = 127 \ 48$		$127 \ 48$
$c : p = 146 \ 32$		
$p : x = 110 \ 14$		$110 \ 9$
$p : m = 111 \ 3$		$111 \ 2$
$c : m = 92 \ 32\frac{1}{4}$		
$x : m = 108 \ 4$		$108 \ 4$
$y : a = 153 \ 42$		
$y : x = 148 \ 16$		$148 \ 5.$

Eine deutliche Spaltbarkeit geht parallel der Fläche x .
Phenol-disulfosaurer Baryt $C_6H_4O_2S_2O_3Ba + 4H_2O$.
 „Das Salz ist in heissem Wasser leicht, in kaltem weit weniger löslich, es wird bei 160° wasserfrei“. Von diesem Salze lagen mir Krystalle vor, welche drei verschiedenen Darstellungsarten ihre Entstehung verdanken: a aus neutralen oder alkalischen Flüssigkeiten krystallisirt, von gelber Farbe; b aus saurer Lösung, farblos; c nach der Griefsch'schen Methode, also aus Diazobenzol dargestellt, von gelblicher Farbe. Die Krystalle dieser drei Darstellungen sind

wesentlich gleich und krystallisiren im *monoklinen* Systeme. Doch unterscheiden sich die Krystalle *a* durch eine etwas verschiedene Ausbildung von den durch die Darstellungsorten *b* und *c* erhaltenen Krystalle.

a) In vertikaler Richtung ausgedehnt, die scharfe nach vorne zu richtende Kante stets abgestumpft, niemals die stumpfe seitliche. Die Endigung wird durch eine Basis, eine vordere und eine hintere Endfläche gebildet, s. Fig. 25 Taf. V:

vertikales Prisma	$m = (a : b : \infty c), \infty P$
Querfläche	$a = (a : \infty b : \infty c), \infty P \infty$
Basis	$c = (c : \infty a : \infty b), 0 P$
vordere Schiefendfläche	$p = (a : c : \infty b), -P \infty$
hintere Schiefendfläche	$x = (a' : c : \infty c), P \infty$
Das Axenverhältniss	

$$a : b : c = 1,6542 : 1 : 1,3400.$$

Die Axe *a* neigt sich nach vorne abwärts, so dafs sie mit Axe *c* den Winkel $93^\circ 27'$ bildet.

Die Axenelemente wurden aus folgenden drei Messungen abgeleitet

$$a : x = 126^\circ 55', m : m' = 62^\circ 24', x : c = 139^\circ 38';$$

	berechnet	gemessen
$a : m$	$= 121^\circ 12'$	$121^\circ 12'$
$a : c$	$= 93 \quad 27$	$93 \quad 30$
$a : p$	$= 131 \quad 5$	$\left\{ \begin{array}{l} 130 \quad 40\frac{1}{2} \\ 131 \quad 47\frac{1}{2} \end{array} \right.$
$c : p$	$= 142 \quad 22$	$\left\{ \begin{array}{l} 141 \quad 56 \\ 143 \quad 12 \end{array} \right.$
$p : x$		
(über <i>c</i>)	$= 102 \quad 0$	$\left\{ \begin{array}{l} 102 \quad 50 \\ 101 \quad 34 \end{array} \right.$
$p : m$	$= 109 \quad 54$	$109 \quad 49$
$c : m$	$= 91 \quad 47\frac{1}{6}$	$91 \quad 53$
$x : m$	$= 108 \quad 7\frac{3}{4}$	$108 \quad 7.$

Die vorstehenden Messungen beziehen sich, wie auch jene drei der Berechnung zu Grunde gelegten, auf ein und denselben Krystall. Bei anderen Krystallen ergaben sich

größere Abweichungen von den berechneten Werthen. Eigenthümlich gestört ist die Bildung der in der Endigung zuweilen fast allein herrschenden Fläche p , sie ist convex gewölbt, doch so, daß man am Goniometer zwei deutlich getrennte Bilder erhält, von denen das eine der obern, das andere der untern Flächenhälfte entspricht. Bei keinem der gemessenen Krystalle ergab sich für die Kante $a : p$ oder $p : c$ ein Werth, wie ihn die einfache Relation zwischen den Flächen a, b, c, x erheischt. Ging ich umgekehrt von einer gemessenen Kante $a : p$ oder $p : c$ aus, so ergab sich für den Axenschnitt von x stets ein irrationaler oder wenig einfacher Werth. Wie man aus den Messungen erkennt, ist die richtige Lage von p , wie sie aus den gut gebildeten Flächen m, c, x folgt, eine mittlere zwischen jenen Ebenen, welche die doppelten Bilder erzeugen. Diese Krystalle wirken stark auf das Dichroskop.

b) Die aus saurer Lösung dargestellten, farblosen Krystalle sind tafelförmig und zeigen die Gestalt Fig. 25 *a*. Die Flächen sind dieselben wie diejenigen der Fig. 25 und vielleicht ist der Unterschied der Ausbildung, obgleich ihn alle mir vorliegenden Krystalle zeigen, doch nur ein zufälliger, in der Art, daß auch aus neutraler oder alkalischer Lösung tafelförmige und aus saurer Lösung prismatische Krystalle sich bilden können, was spätere Darstellungen entscheiden werden. Auch an diesen Krystallen habe ich einige Messungen angestellt; $a : x = 127^{\circ} 6'$, $m : m' = 62^{\circ} 45'$, $x : c = 139^{\circ} 44'$, $a : m = 121^{\circ} 19'$, $a : c = 93^{\circ} 18'$, $a : p = 131^{\circ} 0'$, $c : p = 142^{\circ} 40'$, $p : x = 102^{\circ} 0'$, $p : m = 109^{\circ} 56'$, $c : m = 91^{\circ} 58'$. Während die Abweichungen der gemessenen Kanten von jenen der Krystallisation im Allgemeinen wenig erheblich sind, nicht größer als sie gewöhnlich bei Salzen beobachtet werden, kann ich mit Sicherheit constatiren, daß bei den aus saurer Lösung dargestellten Krystallen (*b*) die vordere Prismenkante etwas stumpfer ist als bei jenen aus neutraler oder alkalischer Lösung. Die Krystalle *c* unterscheiden sich in keiner Weise von den eben geschilderten tafelförmigen Krystallen *b*.

Die Krystalle des phenol-disulfosauren Baryts sind vollkommen spaltbar parallel der Basis *c*.

»Auch die Substitutionsproducte des Phenols erzeugen bei Einwirkung von Schwefelsäure leicht Sulfosäuren. Aus der als Nitrophenol bezeichneten flüchtigen Modification des einfach-nitrierten Phenols habe ich so die Nitrophenolsulfosäure $C_6H_3 \cdot NO_2 \cdot OH \cdot SO_3H$ erhalten ¹⁾. Die Säure ist zweibasisch, weil in ihr nicht nur der Wasserstoff des Schwefelsäurerestes SO_3H , sondern auch der Wasserstoff des Wasserrestes OH durch Metalle vertreten werden kann.«

»Beide Natronsalze dieser Säure krystallisiren mit ausnehmender Leichtigkeit, es ist tief orange gelb gefärbt.«

Binatrium-nitrophenolsulfat, $C_6H_3 \cdot NO_2 \cdot ONa \cdot SO_3Na + 3H_2O$.

Krystallsystem *triklin*, s. Fig. 26 Taf. V. Die Krystalle stellen sich dar als rhomboëdische Prismen, in der Endigung durch drei doppelt-schief aufgesetzte Endflächen begränzt. Wir wählen als Axenebenen die Flächen *a*, *b* und *c* und nehmen als Axe *a* die Kante *b* : *c*, als Axe *b* die Kante *a* : *c*, endlich als Axe *c* die Kante *a* : *b*. *A* heiße die Kante der Flächen *b* und *c*, *B* die Kante der Flächen *a* und *c*, *C* diejenige der Flächen *a* und *b*; α der Winkel zwischen den Axen *b* und *c*, β derjenige zwischen *a* und *c*, γ derjenige zwischen *a* und *b*. Es bestimme ferner Fläche *m* das Verhältniß der Axen *a* : *b* : *p* dasjenige der Axen *a* : *c*; so erhalten wir als Axendimensionen sowie als Axenwinkel, letztere sämmtlich für den rechten oberen Quadranten, folgende Werthe:

$$a : b : c = 1,2472 : 1 : 0,67765.$$

$$A = 108^\circ 47'. \quad B = 105^\circ 52\frac{1}{2}'. \quad C = 108^\circ 48'.$$

$$\alpha = 104^\circ 53\frac{1}{2}'. \quad \beta = 120^\circ 56'. \quad \gamma = 104^\circ 54\frac{1}{2}'.$$

Diese Axenelemente wurden aus folgenden fünf Messungen berechnet:

$$a : b = 108^\circ 48'. \quad a : p = 124^\circ 58'. \quad b : p = 112^\circ 35'.$$

$$p : x = 137^\circ 36'. \quad a : m = 116^\circ 15'.$$

Demnach erhalten die beobachteten Flächen folgende Zeichen:

1) Zeitschrift f. Chemie 1867, S. 461.

$$a = (a : x b : x c), \infty \check{P} \infty$$

$$b = (b : x a : x c), \infty P \infty$$

$$c = (c : x a : x b), o P$$

$$p = (a : c : x b), 'P' \infty$$

$$x = (a' : c : x b), \check{P} \infty$$

$$m = (a : b' : x c), \infty 'P$$

berechnet	gemessen
$b : x = 101^{\circ} 30'$	
$b : c = 108 \ 47$	$108^{\circ} 44\frac{1}{2}'$
$a : c = 105 \ 52\frac{1}{2}$	
$c : p = 160 \ 54\frac{1}{2}$	$160 \ 49$
$c : x = 156 \ 41\frac{1}{2}$	
$c : m = 84 \ 13\frac{1}{6}$	
$a : x = 97 \ 26$	
$m : b' = 134 \ 57$	$134 \ 59.$

Merkwürdig ist in diesem triklinen System die fast gleiche Neigung zweier Axenebenen, d. h. der Flächen a und c , zur dritten, zur Fläche b . Die Figur giebt den Krystall in der Stellung, daß die Sehlinie des Beschauers normal zur Fläche a steht. Diese erscheint nicht verkürzt; die ebenen Winkel, von denen a umschlossen wird, sind demnach die wahren. Eine deutliche Spaltbarkeit geht parallel der Fläche x . Untersucht man die Krystalle mittelst der dichroskopischen Lupe, indem man normal zur Fläche b hindurchsieht, so zeigen sie starken Dichroismus, nämlich dunkelorange und lichtgrünlichgelb. Normal zu x betrachtet, wirken die Krystalle gleichfalls auf das Dichroskop, doch weniger stark. Durchaus keine Farbenverschiedenheit der beiden normal zu einander polarisirten Lichtstrahlen findet statt, wenn man in der Richtung der Kante $a : p$ durch die Krystalle sieht.

Mononatrium-nitrophenolsulfat, $C_6H_3.NO_2.OH.SO_3Na + 3H_2O$ »aus dem vorigen Salz durch Einwirkung von Essigsäure dargestellt, bildet blafs honiggelbe Krystalle. Es ist in Wasser weit weniger löslich«.

Krystallsystem *triklin*, s. Fig. 27 und 27a. Die Krystalle sind prismatisch oder tafelförmig, oft sehr unsymme-

trisch ausgebildet; dieselben sind besonders dadurch bemerkenswerth, daß eine der vorherrschenden Flächen scheinbar von rechten ebenen Winkeln umschlossen wird (Fläche a). Wählen wir deshalb diese Fläche, so wie b und c zu Axenebenen und lassen durch p das Axenverhältniß $a : c$, durch q das Verhältniß $b : c$ bestimmen, so erhalten wir folgende Axenelemente

$$a : b : c = 0,508405 : 1 : 0,35078.$$

$$A = 94^\circ 33'. \quad B = 97^\circ 8'. \quad C = 126^\circ 20'.$$

$$\alpha = 90^\circ 25'. \quad \beta = 95^\circ 31'. \quad \gamma = 126^\circ 54'.$$

Diese Axenelemente wurden aus folgenden fünf Messungen berechnet.

$$a : b = 126^\circ 20'. \quad b : c = 94^\circ 33'. \quad a : c = 97^\circ 8'.$$

$$a : p = 134^\circ 35'. \quad b : q = 117^\circ 10'.$$

Demnach erhalten die beobachteten Flächen folgende Zeichen:

$$a = (a : \infty b : \infty c), \infty \bar{P} \infty$$

$$b = (\bar{b} : \infty a : \infty c), \infty \bar{P} \infty$$

$$c = (c : \infty a : \infty b), 0P$$

$$p = (a : c : \infty b), {}'\bar{P} \infty$$

$$q = (b : c : \infty a), \bar{P}' \infty$$

$$x = (a' : c : \infty b), {}'\bar{P}_i \infty$$

$$y = (b' : c : \infty a), {}'\bar{P} \infty$$

$$m = (a : b' : \infty c), \infty {}'P$$

$$n = (a : \frac{1}{2} b' : \infty c), \infty {}'\bar{P}_2$$

$$l = (a : \frac{2}{7} b' : \infty c), \infty \bar{P}_2'$$

$$e = (\frac{1}{2} a : \frac{1}{2} b' : c), 2'P$$

Außer den drei Zonen, deren Flächen parallel den drei Axenlinien a , b und c sind, und welche bei Betrachtung der Figuren sogleich in die Augen springen, sind noch folgende erwähnenswerth:

$$m : p : q$$

$$p : e : n$$

$$m : y : x.$$

Von den elf das System bildenden Flächen sind acht unter einander durch je zwei Zonen verbunden, für l existiert nur eine einzige Zone (die der vertikalen Flächen), während die Flächen m und p in je drei Zonen fallen.

Aus den Axenelementen berechnen sich folgende Winkel:

$a : m = 149^\circ 47\frac{1}{3}'$	$149^\circ 50'$
$a : n = 116 \quad 9$	$116 \quad 18$
$a : l = 91 \quad 51\frac{1}{4}$	
$c : n = 92 \quad 45\frac{5}{6}$	
$c : l = 90 \quad 38\frac{1}{3}$	
$c : m = 95 \quad 57$	$95 \quad 57$
$c : p = 142 \quad 33$	
$c : q = 157 \quad 23$	$157 \quad 32$
$c : x = 136 \quad 32\frac{1}{2}$	
$c : y = 155 \quad 58$	$156 \quad 4$
$b' : y = 109 \quad 29$	$109 \quad 25\frac{1}{2}$
$b : x = 110 \quad 15$	
$a' : y = 97 \quad 9\frac{1}{2}$	
$a' : x = 126 \quad 19\frac{1}{2}$	$126 \quad 17$
$b : p = 114 \quad 50$	
$a : q = 109 \quad 50\frac{1}{2}$	
$e : c = 129 \quad 43\frac{1}{3}$	$129 \quad 50$
$e : a = 137 \quad 31$	
$e : m = 146 \quad 13\frac{1}{2}$	

Es wurden ferner folgende Messungen ausgeführt:

Am Kr. 1. $c : y = 156^\circ 8'$; $c : q = 157^\circ 33'$; $c : b = 94^\circ 25'$;
 $b : m = 96^\circ 15'$; $b : n = 117^\circ 15'$; $a : b = 126^\circ 15'$.

Am Kr. 2. $c : y = 156^\circ 7'$; $c : q = 157^\circ 32'$; $c : e = 129^\circ 49'$;
 $c : x = 136^\circ 46'$; $c : m = 95^\circ 48'$; $b : y = 109^\circ 15'$; $b : q = 117^\circ 3'$; $e : m = 145^\circ 58'$; $e : q = 128^\circ 27'$.

Am Kr. 3. $c : y = 156^\circ 8'$; $c : q = 157^\circ 32'$; $c : m = 95^\circ 55\frac{1}{2}'$;
 $b : y = 109^\circ 14'$; $b : q = 117^\circ 10'$; $b : m = 96^\circ 16'$; $a : b = 126^\circ 22\frac{1}{3}'$; $m : q = 97^\circ 44'$; $m : y = 93^\circ 7\frac{1}{2}'$.

Die Ausbildung der Krystalle ist eine etwas verschiedenartige, indem die Flächen entweder in der Weise ausgedehnt sind, wie es die Figg. 27 und 27 a andeuten, oder eine mehr

tafelförmige Ausbildung erscheint. In letzterem Falle ist es bald die Fläche a , bald b , welche zur Tafel ausgedehnt ist. Nicht selten sind die Krystalle in der Weise unsymmetrisch ausgebildet, dafs auf der einen Seite a sehr ausgedehnt, auf der andern Seite nur schmal ist oder auch ganz fehlt.

Die Krystalle wirken stark auf das Dichroskop: sieht man durch eine parallel der Fläche b ausgedehnte Tafel, normal zu derselben, hindurch, so wechseln die Farben zwischen lichthoniggelb und vollkommener Farblosigkeit; desgleichen bei den Tafeln parallel a . Eine deutliche Spaltbarkeit ist nicht vorhanden; der Bruch muschlig.

Wie bekannt, stehen im triklinen System die Tangenten tautozonaler Kanten im Allgemeinen nicht in einfachen Verhältnissen und ebensowenig die Tangenten der ebenen Winkel, von denen die Krystallflächen umschlossen sind. Von diesem Gesetz findet im vorliegenden Systeme insofern eine Ausnahme statt, dafs, wenn die Fläche a zum Durchschnitt mit den Flächen q , y und e kommt, die Tangenten der dann auf a gebildeten ebenen Winkel sehr annähernd in einfachen Verhältnissen stehen. Es beträgt der

von den Flächen p und b auf a gebildete Winkel	=	90° 25'
„ „ „ q „ „ „ „ „	=	109 42
„ „ „ y „ „ „ „ „	=	71 2½
„ „ „ e „ „ „ „ „	=	55 14.

Die Tangenten dieser Winkel resp. ihrer Complementary betragen der Reihe nach 137,507 : 2,7929 : 2,9111 : 1,4406, welche Werthe sich in krystallographischer Hinsicht annähernd verhalten, wie die Zahlen ∞ : 2 : 2 : 1.

Bemerkenswerth ferner in unserm triklinen System die annähernde Gleichheit mehrerer Kanten, welche verschiedenen Zonen angehören. Die Fläche a schneidet nämlich unter fast gleichen Winkeln b (120° 20') und x' (126° 19½'). Ferner sind die Kanten, welche a einerseits mit c (97° 8'), andererseits mit y (97° 9½') bildet, fast genau gleich.

Erklärung der Figuren auf Tafel V Fig. 20 bis 27.

Fig. 20. Phenol-parasulfosaures Natron, einfacher Krystall, monoklin.

Fig. 20 a. Zwillings. Zwillingssebene ist die Basis. Mit feinen ausgezogenen Linien sind die Krystallaxen, mit einer gestrichelt punktierten Linie ist die Zwillingssaxe bezeichnet.

Fig. 21. Phenol-parasulfosaures Mangan, triklin.

Fig. 22. Phenol-parasulfosaures Kupfer, rhombisch.

Fig. 23. Phenol-disulfosaures Kali, rhombisch.

Fig. 24. Phenol-disulfosaures Ammoniak, monoklin.

Fig. 25. Phenol-disulfosaurer Baryt, monoklin, aus neutralen oder alkalischen Flüssigkeiten krystallisirt.

Fig. 25 a. Aus saurer Lösung krystallisirt.

Fig. 26. Binatrium-nitrophenolsulfat, triklin.

Fig. 27. Mononatrium-nitrophenolsulfat, triklin, in schiefer Projection.

Fig. 27 a in gerader Projection.

V. Ueber die von Gauss angeregte neue Auffassung der elektrodynamischen Erscheinungen; von R. Clausius.

In einem von Gauss i. J. 1845 an W. Weber geschriebenen Briefe¹⁾ kommt die kurze Bemerkung vor, daß er als den Schlufsstein der Electrodynamik betrachtet habe »die Ableitung der Zusatzkräfte (die zu der gegenseitigen Wirkung ruhender Electricitätstheile noch hinzukommen, wenn sie in gegenseitiger Bewegung sind) aus der nicht instantanen, sondern (auf ähnliche Weise wie beim Licht) in der Zeit sich fortpflanzenden Wirkung.« Dieser Bemerkung entsprechend sind in neuerer Zeit drei sehr interessante Untersuchungen erschienen von Riemann, C. Neu-

1) Gauss's Werke Bd. V, S. 627.