

Feststellung der Constitution des Oxallävulinsäureesters dahingestellt bleiben. Jedenfalls ist er ein Dicarbonsäureester, wie die Verseifung beweist. Bei längerem Kochen mit alkoholischem Kali entsteht das Kalisalz einer Säure  $C_{13}H_{12}O_4N_2$ , welche man der angesäuerten wässerigen Lösung derselben durch Aether entziehen kann. Aus heissem Wasser krystallisirt sie in Nadelchen mit einem Molekül Krystallwasser. In Alkohol und Sodalösung löst sie sich leicht, in letzterer unter Kohlensäureentwicklung. Der Schmelzpunkt der trockenen Verbindung liegt bei  $165-167^\circ$ .

- I. 0.0695 g verloren bei  $107^\circ$  0.0045 g Wasser.  
 II. 0.1514 g gaben 0.3111 g Kohlensäure und 0.0719 g Wasser.  
 III. 0.1359 g gaben 0.2799 g Kohlensäure und 0.0646 g Wasser.

	Gefunden			Berechnet
	I.	II.	III.	$C_{13}H_{12}O_4N_2 + H_2O$
H <sub>2</sub> O	6.47	—	—	6.47 pCt.
C	—	56.04	56.17	56.11 »
H	—	5.29	5.30	5.04 »

Würzburg, 10. Aug. 1888.

#### 477. F. Schütt: Analyse eines Gemenges von Chlornatrium und Chlorkalium auf polaristrobometrischem Wege.

(Eingegangen am 11. August.)

Der Einfluss, den inactive Körper auf die Rotation circularpolarisirender Substanzen ausüben, ist neuerdings zum Gegenstand eingehender Untersuchungen gemacht worden<sup>1)</sup> und wurde von Landolt darauf hingewiesen und durch ein Beispiel an der Borsäure demonstriert, wie dieser Einfluss umgekehrt benutzt werden kann, um die in einer Lösung befindliche Menge inactiver Substanz neber einer bekannten Menge activer quantitativ zu bestimmen. Als besonders geeignet erwies sich durch ihre leichte Veränderlichkeit die Weinsäure nebst ihren Salzen. Es lag deshalb nahe, die Brauchbarkeit derselben für die optische Analyse solcher Körper näher zu prüfen, deren Be-

<sup>1)</sup> Vergl. H. Landolt, Sitzungsbericht d. Kgl. preuss. Akad. d. Wissensch., physik. mathem. Classe 1887, 24. November oder diese Berichte XXI, 191. Pribram, Sitzungsbericht d. Kgl. Akad. d. Wissensch. zu Wien, mathem. nat. Classe, Bd. XCVII, Abth. II b. April 1888 und ibid. b. Juni 1888.

stimmung nach den bisher bekannten Methoden nicht sicher oder nur mit grossem Zeitaufwand auszuführen war.

Zu diesen gehören das Chlornatrium und Chlorkalium, welche neben anderen Substanzen gewöhnlich so bestimmt werden, dass man zunächst beide gemeinsam als Chloride abscheidet und dann aus dem erhaltenen Gemenge das Kaliumchlorid mit Hilfe von Platinchlorid für sich niederschlägt.

Auf polarimetrischem Wege gelingt es nun in viel kürzerer Zeit in einem Gemenge von Kaliumchlorid und Natriumchlorid das Verhältniss beider zu einander festzustellen, nachdem, in der bisher üblichen Weise, die Abscheidung aller fremden Körper vorausgegangen ist.

Als active Substanz wurde für dieses Verfahren das neutrale weinsaure Kali,  $C_4H_4K_2O_6 + \frac{1}{2}H_2O$ , gewählt und zur Feststellung der anzuwendenden Methode folgende Vorversuche angestellt:

#### A. Löslichkeit des Natriumchlorids und Kaliumchlorids in Lösungen von weinsaurem Kali.

Es wurden Lösungen von weinsaurem Kali in verschiedenen Concentrationen hergestellt und zunächst die Löslichkeit des Natriumchlorids und Kaliumchlorids, jedes für sich, in diesen Lösungen untersucht. Die folgende Zusammenstellung zeigt unter »Weinsaures Kali«, wieviel Gramm dieses Salzes zunächst gelöst wurden, und die daneben stehende Rubrik, wieviel Gramm Natriumchlorid oder Kaliumchlorid sich mit dieser Lösung zu 100 ccm gesättigter Lösung vereinigen liessen. Die Summe je zweier, zusammengehöriger Zahlen wie 0 + 32, 10 + 29.5 u. s. w. giebt jedesmal die Gesamtconcentration an.

Weinsaures Kali in 100 ccm Gramm	Na Cl in 100 ccm Gramm	Weinsaures Kali in 100 ccm Gramm	Na Cl übersättigt in 100 ccm Gramm	Weinsaures Kali in 100 ccm Gramm	K Cl in 100 ccm Gramm
0	32	0	32	0	30
10	29.5	10	30.5	10	26
20	23.5	20	28	20	22
30	14.5	30	24	30	18
40	9	40	20	40	15
50	6	50	16	50	12
60	3.5	60	12	60	9
70	2	70	8	70	6

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass das Natriumchlorid zuerst in erheblicherer Menge sich auflöste und eine übersättigte Lösung bildete, aus der sich aber bald ein Theil des gebildeten weinsauren Natriums in feinen Nadeln abschied, nach deren Wiederauflösung die Gesamtconcentration nun eine geringere war.

Auch diese normal gesättigte Lösung war dadurch interessant, dass je nach den äusseren Bedingungen weinsaures Natrium, Seignettesalz oder Chlornatrium und Chlorkalium aus derselben auskrystallisirten.

Die Löslichkeit von Gemischen aus Natriumchlorid und Kaliumchlorid in weinsaurem Kali zeigte sich niemals geringer, als die des weniger löslichen Bestandtheiles.

#### B. Einfluss des Natriumchlorids und Kaliumchlorids auf die optische Drehung des weinsauren Kalis.

Das Instrument, mit dem die folgenden Messungen ausgeführt wurden, war das in der Rübenzucker-Industrie neuerdings viel verbreitete Saccharimeter von Schmidt und Haensch, welches im allgemeinen ein Halbschattenapparat mit Quarzkeilcompensation ist, der die von Ventzke für die Polarisation des Zuckers eingeführte, empirische Skala trägt. Seine leichte Handhabung und die Annehmlichkeit, dass es zur Einstellung nur gewöhnliches Lampenlicht erfordert, gaben ihm den Vorzug vor anderen, complicirteren Apparaten. Es empfiehlt sich, ein Instrument zu verwenden, welches zur Aufnahme eines 4 dm-Rohres geeignet ist.

Da es sich stets nur um relative Drehungen bei den folgenden Untersuchungen handelte, beziehen sich alle Angaben direct auf die Skala des benutzten Apparates. Auf die Prüfung desselben, und die beim Ablesen erforderlichen Vorsichtsmaassregeln, wie jedesmalige Einstellung des Nullpunktes, Auswahl der Verschlussplatten des Rohres und Vermeidung jeden Druckes auf dieselben, brauche ich nicht näher einzugehen.

Mit Hilfe eines 50 ccm-Kölbchens wurde eine Reihe von Lösungen hergestellt; je drei hatten einen gleichen Gehalt an weinsaurem Kali, eine davon enthielt ausserdem eine bestimmte Menge Natriumchlorid, eine andere die gleiche Menge Kaliumchlorid, und zwar wurde die Quantität der Chloride so gross gewählt wie möglich, ohne dem, aus der vorangegangenen Tabelle ersichtlichen Sättigungspunkt zu nahe zu kommen.

Alle für diese Vorversuche hergestellten Lösungen wurden der starken Drehungen wegen im 2 dm Rohre polarisirt und die Drehungen in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Unter »Concentration«, d. h. Gramme Substanz in 100 ccm Lösung, wurde jedesmal die partielle Concentration des angeführten Salzes verstanden.

Weinsaures Kali, Concen- tration	Polarisation im 2 dm - Rohre, Theilstriche	Concen- tration des zugesetzten Chlorides	Art des Zusatzes	Polarisation im 2 dm - Rohre, Theilstriche	Unter- schied
40	65.8	8	NaCl	62.8	4.0
			KCl	66.8	
30	48.7	14	NaCl	44.7	5.2
			KCl	49.9	
22	35.3	20	NaCl	31.0	5.8
			KCl	36.8	
20	31.8	22	NaCl	27.5	5.8
			KCl	33.3	
10	15.6	25	NaCl	13.2	3.5
			KCl	16.7	

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass ein Zusatz von Natriumchlorid die Polarisation des weinsauren Kalis herabsetzt, ein Zusatz von Kaliumchlorid dieselbe in geringerem Maasse erhöht. Das Verhältniss der Erhöhung durch Kaliumchlorid zur Verminderung durch Natriumchlorid ist kein constantes, sondern ist bei den Concentrationen

$$40 = 1 : 3.0$$

$$30 = 1 : 3.3$$

$$20 = 1 : 2.8$$

$$10 = 1 : 2.2$$

also einer stetigen Aenderung unterworfen.

Der grösste Unterschied in der Drehung der activen Flüssigkeit durch Zusatz des einen oder anderen der Chloride wurde bei den Concentrationen 20—22 erreicht, es musste also auch umgekehrt die Bestimmung der Chloride mit Hilfe des Drehungsunterschiedes bei diesen Concentrationen am genauesten ausfallen.

Für die Ausführung der Analyse wurde als normale Concentration des weinsauren Kalis 22, der Chloride 20 festgesetzt, d. h. es wurden stets 22 g weinsaures Kali und 20 g des zu prüfenden Gemenges von Natriumchlorid und Kaliumchlorid zum Volumen = 100 ccm gelöst. Es blieb also in allen Fällen das Volumen der Lösung, Menge und Concentration des activen sowohl, wie beider inactiven Salze zusammen, constant.

#### Ausführung der Analyse.

Handelt es sich um die Bestimmung des Natriums und Kaliums oder der Chloride beider Metalle neben anderen Substanzen, so ist, wie bereits erwähnt, eine Reinabscheidung derselben als Chloride analog dem gewichtsanalytischen Verfahren geboten. Von den gut getrockneten Salzen werden sodann 10 g in ein Kölbchen gebracht,

welches genau 50 Mohr'sche Cubikcentimeter fasst, d. h. dessen Inhalt an destillirtem Wasser bis zur Marke bei 17.5° C. genau 50 g wiegt. Dazu kommen in dasselbe Kölbchen 11 g neutrales, weinsaures Kali,  $C_4H_4K_2O_6 + \frac{1}{2}H_2O$ , welches bei 110° C. einige Stunden getrocknet worden ist. Es schien nicht gerathen, das wasserfreie Salz hierzu zu verwenden, da das Krystallwasser erst bei ca. 140° zu entweichen beginnt, und die partielle Zersetzung des Salzes bei so hohen Temperaturen zu befürchten war. Bei Mangel an zu prüfender Substanz kann zur Noth auch ein 25 ccm Kölbchen und die Hälfte der genannten Menge an activer und inactiver Substanz angewendet werden, falls das Polarisationsrohr nicht über 20 ccm Flüssigkeit zur Füllung bedarf, doch muss dann der Hals bei der Marke genügend eng sein, um noch eine genaue Einstellung zu erlauben. Die eingewogenen Salze werden in warmem Wasser aufgelöst, der ganze Inhalt auf die Temperatur von 20° C. abgekühlt und genau bis zur Marke aufgefüllt, während das nachgefüllte Wasser bisweilen durch Schwenken mit der Salzlösung vermischt wird. Endlich schüttelt man das Ganze tüchtig durch und filtrirt schnell durch ein kleines, bereitgehaltenes, trockenes Filter in ein Reagirglas, wobei man den Trichter mit einem Uhrglase bedeckt. Die Filtration darf nur 1 bis 2 Minuten beanspruchen. Das Filtrat wird sodann der Polarisation im 4 dm Rohre, ebenfalls bei 20° C. unterworfen.

Nach diesem Verfahren wurde in erster Linie die Drehung von reinem Natriumchlorid mit weinsaurem Kali in der Normalconcentration (20 g Natriumchlorid und 22 g weinsaures Kali zu 100 ccm gelöst) wiederholt genau ermittelt; es ergab sich eine Ablenkung von 62.06 Theilstrichen, und analog für reines Kaliumchlorid eine Ablenkung von 73.72 Theilstrichen nach rechts als Mittelwerth.

Die Gesamtdifferenz, entsprechend 100 pCt., war also 11.66 Theilstriche, und da man im Stande ist, noch  $\frac{1}{20}$  Theilstrich mit Sicherheit abzulesen, wird bei sorgfältiger Arbeit auch das Resultat noch bis auf den  $\frac{1}{234}$  Theil des Gesamtunterschiedes, oder 0.43 pCt. genau sein müssen, vorausgesetzt, dass die optische Wirkung der beiden Chloride ihrem Mengenverhältniss proportional ist.

Letzteres wurde durch eine Reihe weiterer Beobachtungen geprüft, indem das Natriumchlorid, welches die kleinste Ablenkung ergeben hatte, von 5 zu 5 pCt. durch Kaliumchlorid ersetzt wurde.

Zur Veranschaulichung der Beziehung zwischen dem Gehalte des untersuchten Gemenges an Kaliumchlorid und seiner optischen Drehung wurde in einem rechtwinkligen Coordinatensystem die Zahl der Theilstriche, um welche die Polarisation höher ausfiel als 62.06 (entsprechend 0 pCt. Kaliumchlorid) als Abscissen und als Ordinaten der entsprechende procentische Gehalt an Kaliumchlorid aufgetragen. Die Endpunkte der Ordinaten liegen dann auf einer Curve, die nur wenig

von einer geraden Linie verschieden ist und sich auf ihrer ganzen Erstreckung zwischen den beiden Endpunkten als gleichmässig gekrümmt erwies, nach Eliminirung der kleinen, durch Beobachtungsfehler hervorgebrachten Schwankungen.

Bezeichnet  $x$  den Ueberschuss der erhaltenen Ablenkung über 62.06 in  $\frac{1}{10}$  Theilstrichen,  $y$  die im untersuchten Gemenge enthaltenen Procente Kaliumchlorid, so ist:

$$y = 3340.4 - \sqrt{11158270 - (5527.3 x + x^2)} \quad 1)$$

Da es jedoch zu zeitraubend sein würde, den Werth von  $y$  für jede einzelne Bestimmung nach dieser Formel zu berechnen, so wurde nach derselben die folgende Tabelle zusammengestellt, aus der man für jede beobachtete Drehung von  $\frac{1}{10}$  zu  $\frac{1}{10}$  Theilstrich die entsprechenden Procente Kaliumchlorid entnehmen kann. Für die noch beobachteten hundertstel Theilstriche (als Mittel mehrerer Ablesungen auf  $\frac{1}{20}$  Theilstrich sind die noch zu addirenden Procente Kaliumchlorid aus der darunter stehenden kleinen Tabelle innerhalb der angegebenen Grenzen zu entnehmen.

(Siehe Tabelle auf Seite 2592)

Z. B. beobachtet die Drehung 66.76 :

Nach der oberen Tabelle entsprechen einer Drehung von 66.70 Theilstrichen 38.94 pCt. Kaliumchlorid, nach der Tabelle darunter (Grenzen 66.0 — 67.9) entsprechen der Drehung 0.06 = 0.51 pCt. Kaliumchlorid, also zusammen 39.45 pCt. Kaliumchlorid, woraus sich 60.55 pCt. Natriumchlorid ergeben.

1) Durch Ableitung der Differentialquotienten aus den beobachteten Werthen für  $x$  und  $y$  und Vergleichung mit den analogen Werthen bei anderen Curven, endlich durch Berechnung des Krümmungsradius an verschiedenen Stellen der Curve ergab sich, dass dieselbe am besten durch den Kreis wieder zu geben war.

Die allgemeine Beziehung zwischen  $x$  und  $y$  musste also durch die Formel  $y = -b \pm \sqrt{r^2 - (a+x)^2}$  gegeben werden, worin  $a$ ,  $b$  und  $r$  Constanten, und zwar:

$a$  = Abstand des neuen Coordinatenursprungs ( $x = 0$ ,  $y = 0$ ) vom Kreismittelpunkt in der Richtung der  $x$ -Axe.

$b$  = dem entsprechenden Abstand in der Richtung der  $y$ -Axe.

$r$  = dem Radius des Kreises.

Da jede Beobachtung einen Werth für  $x$  und  $y$  lieferte, konnten aus je drei von den vorhandenen 21 Beobachtungen in beliebiger Combination die drei unbekannt Constanten abgeleitet werden, es ergab sich:

$$a = 2763.6 \qquad b = -3340.4 \qquad r = 4335.4$$

$$y = 3340.4 - \sqrt{4335.4^2 - (2763.6 + x)^2}$$

welche Formel die gefundenen Werthe besser vereinigte, als die übliche parabolische von der Form:  $y = a + bx + cx^2$ .

Drehung Theilstriche	KCl pCt.										
62.06	0.00	64.00	16.13	66.00	33.00	68.00	50.04	70.00	67.30	72.00	84.79
10	0.33	10	16.97	10	33.84	10	50.89	10	68.17	10	85.67
20	1.16	20	17.81	20	34.69	20	51.75	20	69.04	20	86.55
30	1.99	30	18.65	30	35.54	30	52.61	30	69.91	30	87.43
40	2.81	40	19.49	40	36.39	40	53.47	40	70.78	40	88.32
50	3.64	50	20.33	50	37.24	50	54.33	50	71.65	50	89.20
60	4.47	60	21.18	60	38.09	60	55.19	60	72.52	60	90.08
70	5.30	70	22.02	70	38.94	70	56.06	70	73.39	70	90.96
80	6.13	80	22.86	80	39.79	80	56.92	80	74.27	80	91.85
90	6.96	90	23.70	90	40.64	90	57.78	90	75.14	90	92.73
63.00	7.79	65.00	24.54	67.00	41.49	69.00	58.65	71.00	76.02	73.00	93.61
10	8.62	10	25.39	10	42.34	10	59.51	10	76.90	10	94.50
20	9.45	20	26.23	20	43.20	20	60.38	20	77.77	20	95.38
30	10.29	30	27.07	30	44.05	30	61.24	30	78.65	30	96.27
40	11.12	40	27.92	40	44.90	40	62.10	40	79.53	40	97.16
50	11.95	50	28.76	50	45.76	50	62.97	50	80.40	50	98.04
60	12.79	60	29.60	60	46.61	60	63.83	60	81.28	60	98.93
70	13.62	70	30.45	70	47.47	70	64.70	70	82.16	70	99.82
80	14.46	80	31.30	80	48.32	80	65.56	80	83.03	72	100.00
90	15.29	90	32.15	90	49.18	90	66.43	90	83.91		

62.0—63.9    64.0—65.9    66.0—67.9    68.0—69.9    70.0—71.9    72.0—73.7

Drehung	pCt. KCl										
0.01	0.08	0.01	0.08	0.01	0.09	0.01	0.09	0.01	0.09	0.01	0.09
0.02	0.17	0.02	0.17	0.02	0.17	0.02	0.17	0.02	0.17	0.02	0.18
0.03	0.25	0.03	0.25	0.03	0.26	0.03	0.26	0.03	0.26	0.03	0.27
0.04	0.33	0.04	0.34	0.04	0.34	0.04	0.34	0.04	0.35	0.04	0.35
0.05	0.42	0.05	0.42	0.05	0.43	0.05	0.43	0.05	0.44	0.05	0.44
0.06	0.50	0.06	0.51	0.06	0.51	0.06	0.52	0.06	0.52	0.06	0.53
0.07	0.58	0.07	0.59	0.07	0.60	0.07	0.60	0.07	0.61	0.07	0.62
0.08	0.67	0.08	0.67	0.08	0.68	0.08	0.69	0.08	0.70	0.08	0.71
0.09	0.75	0.09	0.76	0.09	0.77	0.09	0.78	0.09	0.79	0.09	0.80

Die vorstehende Tabelle wird auch für alle anderen gleichconstruirten und geprüften Saccharimeter benutzt werden können, wovon man sich durch eine Bestimmung der beiden Hauptpunkte überzeugen kann. Eine gleichmässige Verschiebung beider Punkte kann leicht durch eine Aenderung der Lage des Nullpunktes ausgeglichen werden, eine Abweichung in der Distanz beider Punkte ist bei genauer Befolgung der angegebenen Methode ausgeschlossen.

Es bleibt noch übrig zu zeigen, wie weit die nach dieser Tabelle aus den beobachteten Ablenkungen berechneten Werthe für den Procentgehalt an Kaliumchlorid mit den angewandten Mengen übereinstimmen, um ein Criterium für die Genauigkeit der Analyse zu erhalten.

Die folgende Tabelle giebt neben der beobachteten Ablenkung die daraus berechneten und wirklich angewandten Procente Kaliumchlorid und in der vorletzten Spalte die Differenz beider Werthe. In der vierten Spalte sind umgekehrt aus den angewandten Procenten Kaliumchlorid die entsprechenden Ablenkungen berechnet, welche mit den beobachteten Ablenkungen verglichen, die in Spalte 6 niedergelegten Beobachtungsfehler ergeben.

Beobachtete Ablenkung	Berechnete Procente Kaliumchlorid	Angewandte Procente Kaliumchlorid	Den angewandten Procenten Kaliumchlorid entsprechende Ablenkung	Differenz der Procente Kaliumchlorid	Differenz der Ablenkungen
62.70	5.30	5	62.66	— 0.30	— 0.04
63.27	10.03	10	63.27	— 0.03	± 0.00
63.82	14.63	15	63.87	+ 0.37	+ 0.05
64.46	20.00	20	64.46	± 0.00	± 0.00
65.07	25.13	25	65.05	— 0.13	— 0.02
65.69*	30.36	30	65.65	— 0.36	— 0.04
66.25	35.12	35	66.24	— 0.12	— 0.01
66.82*	39.96	40	66.83	+ 0.04	+ 0.01
67.43	45.16	45	67.41	— 0.16	— 0.02
68.03	50.30	50	68.00	— 0.30	— 0.03
68.55	54.76	55	68.58	+ 0.24	+ 0.03
69.15*	59.94	60	69.16	+ 0.06	+ 0.01
69.69	64.60	65	69.74	+ 0.40	+ 0.05
70.32*	70.08	70	70.31	— 0.08	— 0.01
70.82	74.44	75	70.88	+ 0.56	+ 0.06
71.50	80.40	80	71.45	— 0.40	— 0.05
71.98	84.61	85	72.02	+ 0.39	+ 0.04
72.63	90.35	90	72.59	— 0.35	— 0.04
73.13	94.77	95	73.16	+ 0.23	+ 0.03
67.64	46.95	47.25	67.67	+ 0.30	+ 0.03

Selbstredend erhöht sich die Genauigkeit, wenn man eine Analyse mehrere Male wiederholt und die Mittelzahl der Werthe nimmt. Die mit einem Stern bezeichneten Ablenkungen sind solche Mittel aus meist zwei Analysen. Ausser diesen Beobachtungen wurden noch einige an einem 2 dm-Rohre ausgeführt und durch Verdopplung des Ablenkungswinkels auf die gleichen Werthe, wie die vorhergehenden gebracht. Die folgende Tabelle zeigt, wie sich damit auch die Fehler verdoppelten, die hier bis auf stark 1 pCt. ansteigen, während bei den Polarisationen im 4 dm-Rohr die Ungenauigkeit der Bestimmungen selten 0.5 pCt. übersteigt. Man wird daher, wenn es sich nicht nur um eine Annäherung handelt, stets zum 4 dm-Rohre greifen.

Beobachtete Ablenkung im 2 dm-Rohr (verdoppelt)	Daraus berechnete Procente Kaliumchlorid	Angewandte Procente Kaliumchlorid	Differenz der Procente Kaliumchlorid
63.26	9.9	10	+ 0.1
64.90	23.7	25	+ 1.3
65.54	29.1	28.25	- 0.8
66.80	39.8	40	+ 0.2
68.00	50.0	50	$\pm$ 0.0
69.14	59.9	60	+ 0.1
70.98	75.9	74.6	- 1.3
70.80	74.3	75	+ 0.7
72.56	89.7	90	+ 0.3

In Bezug auf Polarisationsinstrumente mit Gradtheilung sei noch erwähnt, dass ein Theilstrich des benutzten Saccharimeters ziemlich genau =  $\frac{1}{3}$  Kreisgrad gesetzt werden kann. Jeder Apparat, an dem man noch im Stande ist, den zwanzigsten Theil dieses Winkels, also 1 Bogenminute mit Sicherheit abzulesen, wird mit derselben endlichen Genauigkeit für die Ausführung der Analyse brauchbar sein, wie der hier angewandte.

Zum Schluss ist es mir eine angenehme Pflicht, Hrn. Geheimrath Prof. Dr. Landolt für die Bereitwilligkeit, mit der er mir bei den vorliegenden Untersuchungen die Mittel des von ihm geleiteten Laboratoriums zur Verfügung stellte, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.