

Über die Empfindlichkeit und Verwendbarkeit der qualitativen Reaktionen.

III. Das Sr⁺⁺-Ion¹⁾.

Von

O. Lutz.

Strontium ist ein analytisch wenig bedeutendes Element. Weder qualitativ noch quantitativ gibt es empfindliche, nur für dieses Element charakteristische Spezialmethoden. Dieser Mangel mag wohl zum Teil mit der geringen technischen Verwendung in Verbindung stehen.

Für die Empfindlichkeitsprüfung der analytischen Reaktionen des Strontiums würde eine $m/_{10}$ -Lösung von Strontiumchlorid, $\text{Sr Cl}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$, dargestellt und zu diesem Behufe reinstes Salz der Firma E. Merck benutzt. Der Titer der erhaltenen Lösung (13,325 g in 500 ccm) wurde durch Fällen des Strontiums in 10 ccm der Flüssigkeit mit Schwefelsäure und Alkohol und des Chlors in 20 ccm in üblicher Weise mit Silbernitrat geprüft. Aus dieser Ausgangsflüssigkeit bereitete ich dann die anderen zur Verwendung kommenden Lösungen.

Die Arbeitsbedingungen sind die gleichen, wie beim K⁺ und Ba⁺⁺-Ion¹⁾. Sämtliche geprüften Reaktionen sind Niederschlagsreaktionen. Farbenreaktionen gibt es bislang für Strontium nicht.

1. Sekundäre Alkaliphosphate.

Als Reagenzien dienen, ähnlich wie beim Ba⁺⁺, m-Lösungen von $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + 12 \text{H}_2\text{O}$ und $\text{NaNH}_4\text{HPO}_4 + 4 \text{H}_2\text{O}$. Es entsteht SrHPO_4 ²⁾, das in starken Säuren löslich ist.

Versuche: 5 ccm $m/_{750}$ Strontiumchlorid geben mit $1/2$ ccm m-Phosphatlösung im Verlaufe von 5 Minuten noch einen geringen Niederschlag. Die Empfindlichkeit beträgt $m/_{825}$, entsprechend 53×10^{-5} g Sr in einer Verdünnung 1:9500.

¹⁾ Vergl. die Abhandlungen des Vf. über das „K⁺- und „Ba-Ion“, diese Ztschrift. 59, 145 (1920) u. 60, 209 (1921).

²⁾ Skey, Chem. News 22, 61 (1870); J. B. 1870, 282.

2. Natriumsulfit, $\text{Na}_2\text{SO}_3 + 7\text{H}_2\text{O}$.

Bei der Einwirkung einer Lösung von reinem schwefligsaurem Natrium auf Sr^{++} -Ion erhält man einen Niederschlag von etwa denselben Eigenschaften, wie beim Ba^{++} -Ion. Durch Säuren wird er leicht zersetzt zum Unterschied von Strontiumsulfat. Die Löslichkeit von SrSO_3 beträgt bei Zimmertemperatur 1 : 30 000¹⁾. Das Strontiumsulfit ist niemals wasserfrei, sondern hat stets, auch nach verschiedenen Darstellungsmethoden, $\frac{1}{2}$ Molekul Wasser.²⁾

Versuche: 5 ccm $\frac{m}{1000}$ Strontiumchlorid geben bei 18° mit 0,5 ccm m-Natriumsulfitlösung nach 5 Minuten einen geringen Niederschlag. Die berechnete Empfindlichkeit beträgt mithin $\frac{m}{1100}$. Es sind $4 \times 10^{-4} g$ Sr in einer Verdünnung von 1 : 12 000 nachzuweisen.

3. Ammoniumoxalat, $\begin{matrix} \text{COO NH}_4 \\ \text{COONH}_4 + \text{H}_2\text{O} \end{matrix}$.

Entsprechend der Stellung des Strontiums im periodischen System liegt auch die Löslichkeit des Strontiumoxalats, $\text{SrC}_2\text{O}_4 + 2\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$, zwischen derjenigen des Baryum- und Kalziumoxalats. Der Niederschlag ist in Salzsäure ziemlich schwer löslich, in Essigsäure nur sehr wenig löslich.

Die Löslichkeit wird von den verschiedenen Autoren recht verschieden angegeben, zu 1 : 12 000³⁾ in k. Wasser, 1 : 15 000⁴⁾, 1 : 20 000⁵⁾, 1 : 21 000⁶⁾.

Für die Reaktionsempfindlichkeit führt Pfaff⁷⁾ 1 : 20 000 (Auflösung des salpetersauren Strontiums), Lassaigue⁸⁾ hingegen nur 1 : 10 000 an.

Versuche: 5 ccm $\frac{m}{4000}$ Strontiumchlorid liefern unter den normalen Bedingungen bei 18° mit 0,5 ccm $\frac{m}{3}$ oxalsaurem Ammon noch einen Niederschlag. Das entspricht einer Empfindlichkeit von $\frac{m}{4400}$. Bei der Umrechnung ergibt sich, dass man $1 \times 10^{-4} g$ Strontium in

1) Autenrieth und Windaus, diese Ztschrft. **37**, 293 (1898).

2) Seubert und Elten, Ztschrft. f. anorg. Chem. **4**, 58 (1893).

3) Souchay und Lenssen, Ann. der Chem. **102**, 35 (1857).

4) Treadwell, Quant. Analyse, 7. Aufl. S. 65 (1917).

5) Riesenfeld, Praktikum S. 78 (1913).

6) Kohlrausch, Ztschrft. f. physik. Chem. **50**, 355 (1905).

7) Handbuch d. analyt. Chem. I, S. 166 (1821).

8) Journ. Chim. méd. **8**, 527 (1832).

einer Verdünnung von 1 : 50 000 noch gut auffinden kann. Schütteln des Gläschens und Beobachten in der beim Kalium angegebenen Weise wurde angewandt.

4. Ammoniumkarbonat.

In Bezug auf das Verhalten dieses wichtigen Gruppenreagenzes sei auf die entsprechende Reaktion beim Baryumion verwiesen. Beim Erhitzen fällt kristallinisches Strontiumkarbonat aus, das bei Gegenwart von Ammoniak ungleich viel weniger löslich ist als ohne dasselbe (vergl. die Tabelle S. 440 u. 441). Es löst sich in NH_4Cl - und NH_4NO_3 -Lösungen ziemlich leicht, wird aber aus ihnen durch Ammoniak und Ammoniumkarbonat wieder gefällt und zwar vollständiger, als kohlen-saures Baryum. Kohlensäurehaltiges Wasser löst zu Bikarbonat. Zitronensäure oder metaphosphorsaure Alkalien verhindern oder beeinträchtigen die Fällung durch kohlen-saure Alkalien¹⁾.

Die Löslichkeit wird von Bineau²⁾ zu 10 mg SrCO_3 in 1 Liter H_2O , von Kohlrausch und Rose³⁾ zu 11 mg angegeben, während Fresenius¹⁾ 55,4 mg (1 : 18 000) anführt. Gewönl. Temp.

Versuche: Sie wurden bei 100° ausgeführt. 5 ccm $\text{m}/_{3500}$ Strontiumchlorid geben mit 0,5 ccm annähernd m-Ammoniumkarbonat einen geringen Niederschlag innerhalb 5 Minuten. Gibt man noch 0,5 ccm konz. Ammoniak (etwa 35%iges) hinzu, so erhält man unter sonst gleichen Bedingungen einen Niederschlag mit $\text{m}/_{15000}$ Strontiumchlorid als äusserste Grenze. Die berechnete Empfindlichkeit beträgt $\text{m}/_{3800}$, bezw. $\text{m}/_{18000}$. Die Reaktion für Sr^{++} ist bedeutend empfindlicher als für Ba^{++} . Sie ist neben derjenigen mit Schwefelsäure und Alkohol die wertvollste zur Entdeckung des Strontiumions.

5. Natriumkarbonat, $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 10 \text{H}_2\text{O}$.

Die Reaktion ist von derselben Empfindlichkeit wie die entsprechende Reaktion des Baryums.

Versuche: 5 ccm $\text{m}/_{20000}$ Strontiumchlorid zeigen gerade noch eine geringe Trübung beim Hinzufügen von 0,5 ccm m Natriumkarbonat; beobachtet wurde nach 5 Minuten. Die Empfindlichkeit ist somit $\text{m}/_{22000}$ und man vermag noch 2×10^{-5} g Strontium bei einer Verdünnung von 1 : 250 000 zu entdecken.

1) Fresenius, Quantitative Analyse, 6. Aufl., I, S. 154 (1875).

2) Vergl. auch Treadwell, Quant. Analyse 7. Aufl., S. 65 (1917).

3) Ann. der Phys., N. F., 50, 127 (1893); vergl. auch Holloman, Ztschrift. f. physik. Chem. 12, 125 (1893).

6. Schwefelsäure.

Verdünnte ($m/2$) Schwefelsäure oder Gipslösung fallen Strontiumsulfat als weissen kristallinischen Niederschlag. Die Fällung erfolgt nur in mäßig verdünnter Lösung sogleich, in stärker verdünnter dagegen sehr langsam, besonders bei Anwendung von Kalziumsulfat (H. Rose). Erhitzen beschleunigt die Fällung sehr. Zusatz von Alkohol erhöht die Empfindlichkeit der Reaktion ganz ungemein.

Über die Löslichkeit des Strontiumsulfats in Wasser von Zimmertemperatur werden die verschiedensten Zahlen in der Literatur angegeben, wie die folgende Zusammenstellung zeigt. Von ihnen verdient wohl die mit klassischer Genauigkeit von Kohlrausch bestimmte das meiste Vertrauen.

1 l	Wasser von 11—15°	löst nach Brandes u. Silber ¹⁾	0,066 g	Strontiumsulfat
1 l	" " "	" " Fresenius ²⁾	0,145 g	"
1 l	" " "	" " Marignac ³⁾	0,154—0,167 g	"
1 l	" " "	" " Kremers	0,187 g	"
1 l	" " "	" " Andrews ⁴⁾	0,278 g	"
1 l	" " 18°	" " Kohlrausch ⁵⁾	0,114 g	"

Die Löslichkeit in siedendem Wasser wird von Fresenius bedeutend geringer angegeben als die bei Zimmertemperatur, nämlich zu 0,104 g im Liter. In Wasser, welches Schwefelsäure enthält, verringert sich die Löslichkeit bedeutend, ebenso in Gegenwart von schwefelsaurem Ammonium⁶⁾. In kalter verdünnter Salz- oder Salpetersäure steigert sich die Löslichkeit ganz ausserordentlich. Ebenso löst sich das Strontiumsulfat in Lösungen der Salze des K, Na, Ca⁺⁺ und Mg⁺⁺ beträchtlich⁷⁾. Metaphosphorsäure und zitronensaure Alkalien verhindern oder beeinträchtigen die Fällung des Sr⁺⁺ durch H₂SO₄⁸⁾.

1) Arch. des Apoth.-Vereins im nördl. Deutchl. v. Rud. Brandes **33**, 61. — Berzgelius, Jahresbericht 1832, S. 173.

2) Anleitung zur quant. chem. Analyse, 6. Aufl., S. 154 (1875). — Vergl. auch de Koninck, Lehrbuch, Deutsche Ausgabe, S. 334 (1899—1904).

3) Jahresbericht von Kopp und Will 1858, S. 125.

4) Phil. Mag. Ann. **7**, 406 (1831).

5) Ztschrft. f. physik. Chem. **50**, 355 (1905).

6) Diese Ztschrft. **32**, 194 (1893).

7) Virck, diese Ztschrft. **1**, 473 (1862).

8) Zahlenangaben über die Löslichkeit in Gegenwart von Chloriden und Nitraten der Alkalien und Erdalkalien; sowie von Salzen organischer Säuren mit anorganischen Basen bei verschiedenen Temperaturen finden sich bei Wolfmann, Österr. Ungar. Ztschrft. f. Zuckerind. u. Landw. **25**, 986 (1897).

Wenn man von der Empfindlichkeitsangabe von Pfaff¹⁾ absieht, so sind noch die Daten von Lassaigne²⁾, der die Empfindlichkeit von 1 Teil SrO zu 40 000 Teilen Wasser angibt, und von De Koninck³⁾, welcher die Grenze bei einem Gehalt von 5,93 mg SrSO₄ in 100 ccm Wasser ermittelt hat, vorhanden.

Versuche. Im folgenden sind die Daten für rein wässrige Lösungen und bei Gegenwart von Alkohol, verdünnter Salzsäure, Salpetersäure, von Chlornatrium, Magnesiumchlorid und Ammoniumchlorid angegeben. Während Alkohol die Empfindlichkeit ungemein steigert, verringern die übrigen Reagenzien sie mehr oder weniger deutlich. 5 ccm $\frac{m}{10\,000}$ Strontiumchlorid geben mit 0,5 ccm $\frac{m}{2}$ H₂SO₄ gerade noch eine Trübung bei $t = 18^\circ$ und 5 Minuten Wartezeit. Die Empfindlichkeit beträgt somit $\frac{m}{11\,000}$, entsprechend 4×10^{-5} g Sr oder 1 : 125 000. Gibt man ausserdem noch 5 ccm absoluten Alkohol hinzu, so steigert sich die Empfindlichkeit zu $\frac{m}{120\,000}$ unter den obigen Bedingungen, also um etwa das zehnfache: man vermag somit 4×10^{-6} g Sr in einer Verdünnung 1 : 1400 000 nachzuweisen. Der Einfluss der verschiedenen Säuren und Salze ist aus der beigefügten Tabelle zu ersehen. Er ist, qualitativ gesprochen, nicht sehr bedeutend.

Schliesslich seien noch kurz die Empfindlichkeiten der Reaktionen besprochen, welche von mir nicht untersucht worden sind. Sie unterlagen zum Teil, als Spezialreaktionen, der sorgfältigsten Prüfung seitens ihrer Autoren, wie die mikrochemischen Reaktionen oder der spektralanalytische Nachweis, die übrigens nur unter Verwendung besonderer Apparate zu benutzen sind; zum Teil haben sie für die analytische Praxis kaum einen Wert (z. B. die Reaktion mit Kaliumchromat und die Perlenreaktion).

7. Kaliumchromat, K₂CrO₄.

Kaliumchromat ruft in neutralen Lösungen von Strontiumsalzen einen gelben kristallinischen Niederschlag von Strontiumchromat hervor. Derselbe ist in Säuren, selbst in Essigsäure oder Chromsäure leicht löslich⁴⁾. Lösliche Bichromate geben daher keine Fällung. SrCrO₄ ist

1) Handbuch d. analyt. Chem. I, S. 69 (1821).

2) Journ. Chim. méd. 8, 527 (1832); J. B. 13, 65 (1834).

3) Bull. soc. chim. Belge 19, 86; Chem. Zentrbl. 76, II, 572 (1905).

4) Ransom, Pharmaceutical Journ. Trans. [3], 13, 626; J. B. 1883, 1559; vergl. auch Autenrieth, Ber. Deutsch. Chem. Ges. 37, 3882 (1904).

auch im Gegensatz zu BaCrO_4 in Chlorammonium leicht löslich¹⁾. Durch diese Eigenschaften ist Strontiumchromat leicht von Baryumchromat zu unterscheiden und quantitativ zu trennen (s. die Eigenschaften des Baryumchromats).

Auch zur Trennung des Sr^{++} vom Ca^{++} ist die Reaktion vorgeschlagen worden: in Gegenwart von 50%igem Azeton soll der Niederschlag des Strontiumchromats sofort erscheinen, der von Kalziumchromat erst nach einigen Stunden²⁾. Zur Unterscheidung des Sr^{++} vom Ca^{++} schlagen W. Fresenius und F. Ruppert³⁾ die Schwerlöslichkeit des SrCrO_4 in 70%igem Alkohol, speziell bei 70°, vor. Der Nachweis des Strontiums neben Kalzium mit K_2CrO_4 und Ammoniak ist ebenfalls vorgeschlagen worden⁴⁾. In 100 *ccm* Lösung sind bei 18° nach Kohlrausch⁵⁾ 0,12 *g* SrCrO_4 enthalten (1:833). Etwa die gleiche Angabe findet sich auch in den analytischen Lehrbüchern von Menschutkin⁶⁾, Riesenfeld⁷⁾ u. a.

8. Die geringe Löslichkeit des Strontiumnitrats in organischen Lösungsmitteln und konz. Salpetersäure.

Zur Trennung von Ca^{++} dient die geringe Löslichkeit des Strontiumnitrats in absolutem Alkohol [1:8500 nach Rose⁸⁾ und 1:4189 nach Hill⁹⁾], in einem Gemisch von gleichen Teilen Alkohol und Äther [1:60000 nach Rose, 1:83000 nach Riesenfeld¹⁰⁾], in Amylalkohol (0,0005 *g* Sr sind nach Browning¹¹⁾ noch zu entdecken).

Auch die Unlöslichkeit in konzentrierter Salpetersäure ist charakteristisch für Strontiumnitrat¹²⁾.

1) Vergl. Dumenil, Ann. Chim. Phys. [7], **20**, 125 (1900).

2) Mac. Elroy und Bigelow, Journ. anal. and appl. Chem. **6**, 266 (1892).

3) Diese Ztschrft. **30**, 672 (1891).

4) Reichard, Chem. Ztg. **27**, 877, 895, 913 (1903); vergl. diese Ztschrft. **46**, 178 (1907).

5) Ber. Berl. Akad. **1897**, 90.

6) S. 33 (1894).

7) S. 78 (1913).

8) Pogg. Ann. **110**, 296 (1860); J. B. **1860**, 637.

9) Pharmaceutical Journ. T. [3] **19**, 420; J. B. **1888**, 551.

10) Praktikum, S. 77 (1813).

11) Journ. of anal. and appl. Chemistry, **6**, 343 (1892).

12) C. Schultz, Ztschr. Chem. [2] **5**, 531 (1869); J. B. **1869**, 229. — Rawson, Journ. soc. Chem. Ind. **16**, 113 (1897); vergl. diese Ztschrft. **46**, 178 (1907).

9. Mittels der Phosphorsalz- und Boraxperle.

Angaben über die kaum verwendete Reaktion sind von Wunder¹⁾ und anderen²⁾ gemacht worden.

10. Der mikrochemische Nachweis.

In Bezug auf die allgemeine Literatur über die vorzüglichen mikrochemischen Methoden sei auf die Angaben beim K'-Ion hingewiesen. Man hat der Hauptsache nach die Bestimmung als Strontiumnitrat³⁾, Strontiumsulfat⁴⁾ ($E = 0,0002 \text{ mg}$), Strontiumchromat⁵⁾ ($0,0008 \text{ mg}$), Strontiumtartrat ($0,0004 \text{ mg}$)⁶⁾, Strontiumkarbonat⁶⁾ ($0,0004 \text{ mg}$), mit Oxalsäure und Zinnchlorid⁶⁾ ($0,0008 \text{ mg}$) und als Strontiumjodat vorgeschlagen.

11. Der spektralanalytische Nachweis.

Der spektralanalytische Nachweis von Strontiumchlorid wurde von Bunsen und Kirchhoff⁷⁾ zu $6:100000 \text{ mg}$ ermittelt. Auf die Arbeiten von E. Cappel⁸⁾ und E. Becquerel⁹⁾ sei ebenfalls hingewiesen, sowie auf die von Riesenfeld und Wohlers¹⁰⁾.

Die Resultate der Abhandlung lassen sich, wie folgt, kurz zusammenfassen:

1. Die empfindlichsten und empfehlenswertesten Reaktionen sind die mit Ammoniumkarbonat und mit Schwefelsäure. Die Empfindlichkeit der zweiten Reaktion lässt sich durch Anwendung von Alkohol um das zehnfache steigern.
2. Für Strontium gibt es bislang keine Spezialreaktionen.
3. Zu empfehlen sind noch der mikrochemische und spektralanalytische Nachweis, insbesondere weil die Zahl der guten Reaktionen auf nassem Wege gering ist, doch bedingen sie die Verwendung von kostspieligen Spezialapparaten.

Riga, Hochschule Lettlands, den 12. November 1919.

1) Journ. f. prakt. Chem. [2] **1**, 470 (1870).

2) Chem. News **41**, 158; J. B. 1880, 1142.

3) Reinsch, Ber. Deutsch. Chem. Ges. **14**, 2329 (1881).

4) Haushofer, vergl. diese Ztschrift. **25**, 537 (1886).

5) Autenrieth, Ber. Deutsch. Chem. Ges. **37**, 2882 (1904).

6) Behrens, Anleitung zur mikrochem. Analyse. 2. Aufl. 1899.

7) Ann. d. Chem. u. Pharm. **118**, 349 (1861).

8) Pogg. Ann. **139**, 628 (1870).

9) Compt. rend. **66**, 121 (1868).

10) Ber. Deutsch. Chem. Ges. **39**, 2628 (1906).

Empfindlichkeitstabelle des

Reagenzien	Molarität der Strontium-Lösung	Hinzugefügte Reagenzmenge	Hinzugefügte Hilfsreagenzien	Reaktions-temperatur
1. Natriumphosphat, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}$ oder sekundäres Natriumammonium- phosphat, $\text{NaNH}_4\text{HPO}_4 +$ $4\text{H}_2\text{O}$	$m/750$	0,5 <i>ccm</i> m-Lösung	—	18°
2. Natriumsulfit, $\text{Na}_2\text{SO}_3 + 7\text{H}_2\text{O}$	$m/1000$	0,5 <i>ccm</i> m-Lösung	—	18°
3. Ammoniumoxalat, $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O}$	$m/4000$	0,5 <i>ccm</i> $m/3$ -Lösung	—	18°
	$m/5000$	" "	—	18°
4. Ammonium- karbonat *	$m/15000$	0,5 <i>ccm</i> m-Lösung	+ 0,5 <i>ccm</i> konz. NH_3 (ca. 35%)	100°
	$m/3500$	" "	—	100°
5. Natriumkarbonat $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 10\text{H}_2\text{O}$	$m/20000$	0,5 <i>ccm</i> m-Lösung	—	18°
	$m/21000$	" "	—	18°
6. Schwefelsäure * 1) H_2SO_4	$m/10000$	0,5 <i>ccm</i> $m/2$ -Lösung	—	18°
	$m/60000$	" "	+ 5 <i>ccm</i> abs. Alkohol	18°
	$m/7500$	" "	+ 0,5 <i>ccm</i> 2 m HCl	18°
	$m/7000$	" "	+ 1 <i>ccm</i> 2 m HNO_3	18°
	$m/8500$	" "	+ 0,5 <i>ccm</i> m NaCl	18°
	$m/8600$	" "	+ 0,5 " m MgCl_2	18°
	$m/8000$	" "	+ 1 <i>ccm</i> 2 m NH_4Cl	18°

1) Die Empfindlichkeit wird durch Alkoholzugabe ganz ausserordentlich

* 2) Die Sternchen bei Ammoniumkarbonat und Schwefelsäure bedeuten,

Strontiumions (Atomgewicht: 87,63).

Bis zum Reaktions-eintritt vergehen	Die beobachtete Empfindlichkeit der Reaktion	Die berechnete Empfindlichkeit der Reaktion	Die geringste gefällt. Sr-Menge	Literaturangaben
5 Min.	m/750	m/825	$53 \times 10^{-5} g$ oder 1:9400	—
5 Min.	m/100	m/1100	$4 \times 10^{-4} g$ oder 1:12000	Die Löslichkeit des $SrSO_3 + \frac{1}{2}H_2O$ beträgt 1:30000
5 Min. „	m/4000 kein Niederschlag	m/4400 —	$1 \times 10^{-4} g$ oder 1:10000	Reaktionsempfindlichkeit nach Pfaff: 1:20000, nach Lassaigne: 1:10000
5 Min. „	m/15000 m/3500	m/18000 m/3800	$2 \times 10^{-5} g$ oder 1:210000	Die Löslichkeit des $SrCO_3$ wird von Kohlrausch u. Rose zu 11 mg im Liter angegeben bei Zimmer-temperatur
5 Min. „	m/20000 —	m/22000 —	$2 \times 10^{-5} g$ oder 1:250000	
5 Min. „ „ „ „ „ „	m/10000 m/60000 m/7500 m/7000 m/8500 m/8300 m/8000	m/11000 m/120000 m/9000 m/8100 m/10200 m/10200 m/10400	$4 \times 10^{-5} g$ oder 1:125000 $2 \times 10^{-6} g$ oder 1:1400000	Die Empfindlichkeit wird von Lassaigne zu 1 T. SrO :40000, von De Koninck bei einem Gehalt von 5,93 mg $SrSO_4$ in 100 ccm W. angegeben

gesteigert.

dass die Reaktionen gut und empfehlenswert sind. cf. Kalium!