

kann, mit Schwefelsäure versetzt, bis zur Trockniss abgedampft werden, wobei man schwefelsaure Kalkerde erhält, deren Gewicht bestimmt, und daraus die Menge des Flussspaths berechnet wird.

Lösen sich die schwefelsauren Verbindungen in Chlorwasserstoffsäure und in Wasser mit den Fluorverbindungen auf, so wird die verdünnte saure Auflösung in einem Platingefäß mit einer Auflösung von Chlorbaryum versetzt, und dadurch die Menge der Schwefelsäure bestimmt. Die Basen findet man, indem man einen andern Theil der Verbindung mit Schwefelsäure behandelt, und alle Basen in schwefelsaure Oxyde verwandelt.

XLIX. Chlor.

Bestimmung des Chlors in Verbindungen, die im Wasser auflöslich sind. — Die quantitative Bestimmung des Chlors in seinen Verbindungen mit Metallen und Wasserstoff geschieht auf die Weise, daß man die Verbindung, wenn sie sich im Wasser auflösen läßt, hierin auflöst, und zu der Auflösung eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd setzt; es wird dadurch Chlorsilber gefällt, aus dessen Gewicht man die Menge des Chlors berechnet. Die Vorsichtsmaafsregeln, welche man bei der quantitativen Bestimmung, und vorzüglich beim Schmelzen des Chlorsilbers zu beobachten hat, sind schon oben, S. 147., angegeben worden.

Es ist gut, und in sehr vielen Fällen durchaus nothwendig, die Auflösung der Chlorverbindung im Wasser durch eine Säure etwas sauer zu machen, bevor man durch eine Silberoxydauflösung das Chlor fällt; man wählt dazu gewöhnlich verdünnte Salpetersäure. Die Anwendung derselben hat auch durchaus keine nachtheilige Folgen, wenn die Auflösung der Chlorverbindung ziemlich verdünnt, und die Salpetersäure nicht sehr concentrirt ist.

Wenn man in einer auflöslichen Chlorverbindung

durch Silberoxydauflösung das Chlor als Chlorsilber abgetrennt hat, bestimmt man in der davon abfiltrirten Flüssigkeit die Menge der Metalle, welche mit dem Chlor verbunden waren und nun in salpetersaure Oxyde verwandelt worden sind. Es geschieht dies nach Methoden, die früher schon umständlich angegeben worden sind. Ehe man indessen die Metalloxyde abscheidet, ist es in den meisten Fällen nöthig, das überschüssig hinzugesetzte Silberoxyd aus der Auflösung zu entfernen. Man setzt daher zu der vom Chlorsilber abfiltrirten Flüssigkeit Chlorwasserstoffsäure, und filtrirt das gefällte Chlorsilber ab. In der hiervon abfiltrirten Flüssigkeit bestimmt man darauf die Menge der Metalloxyde.

Bestimmung des Chlors in flüchtigen Chlorverbindungen. — Sollen sehr flüchtige Chlorverbindungen, wie z. B. Verbindungen des Chlors mit Phosphor, Schwefel, Selen, Tellur, Arsenik, Chrom, Titan, Antimon, Zinn u. s. w., analysirt werden, so löst man sie ebenfalls in Wasser auf; die meisten derselben, wenn sie auch durch Wasser zersetzt werden, lösen sich doch darin zu einer klaren Flüssigkeit auf. Nur einige dieser Verbindungen, wie z. B. die des Chlors mit Schwefel, und eine Verbindung des Chlors mit Selen, setzen bei der Behandlung mit Wasser Schwefel und Selen ab, so wie auch Phosphorchlorür gewöhnlich bei der Behandlung mit Wasser etwas aufgelösten Phosphor absetzt, und Tellurchlorür, außer Telluroxyd, auch noch metallisches Tellur ungelöst zurückläßt.

Wenn die flüchtigen Verbindungen bei der Behandlung mit Wasser zersetzt werden, sich aber vollständig auflösen, so verfährt man mit ihnen ganz auf die Weise, wie mit der Auflösung solcher Chlormetalle, die durch Wasser nicht zersetzt werden. Man versetzt gewöhnlich die Flüssigkeit mit etwas Salpetersäure, setzt dann zur Bestimmung des Chlors eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyde hinzu, und bestimmt die Substanz, welche mit

dem Chlor in der zur Untersuchung angewandten Verbindung enthalten ist, nachdem man vorher das überschüssig zugesetzte Silberoxyd durch Chlorwasserstoffsäure abgetrennt hat.

Es sind indessen sowohl bei der Abwägung dieser sehr flüchtigen Chlormetalle, als auch bei der Mischung derselben mit Wasser, große Schwierigkeiten zu beseitigen, wenn hierbei kein Verlust statt finden soll. Da die flüchtigen Chlorverbindungen beim Zutritt der Luft stark dampfen, so muß das Abwägen derselben beim Ausschluß der atmosphärischen Luft geschehen. Bei der Vermischung mit Wasser muß man besonders vorsichtig sein, da hierbei fast alle diese Verbindungen sehr viel Wärme entwickeln, wodurch leicht ein Theil der gebildeten Chlorwasserstoffsäure verflüchtigt werden kann. Am besten ist es daher, beim Abwägen und bei der Behandlung der flüchtigen und zugleich flüssigen Chlorverbindungen mit Wasser auf folgende Weise zu verfahren: Man bläst aus ziemlich dünnem Glase eine kleine Glaskugel mit einem langen Halse, der sich in eine lange, sehr feine Spitze endigt. Wenn diese Glaskugel gewogen ist, füllt man sie auf die Weise mit der flüchtigen Chlorverbindung an, daß man sie so stark, als es das dünne Glas nur aushalten kann, erhitzt, und den Hals derselben in die flüchtige Chlorverbindung taucht, welche dann in die nach und nach kälter werdende Glaskugel steigt. Hierauf nimmt man die Glaskugel heraus, trocknet die Spitze derselben sorgfältig, und bestimmt das Gewicht der gefüllten Glaskugel, wodurch man die Menge der Verbindung erfährt, die zur Untersuchung angewandt wird. Die Spitze der Glaskugel muß so fein sein, daß während des Abwägens Nichts dadurch verdampfen kann. Man legt darauf die Glaskugel in eine Flasche mit Wasser, welche mit einem Glasstöpsel luftdicht verschlossen werden kann, und schüttelt diese, bis die dünne Glaskugel zerbricht; es kann sich dann die Chlorverbindung mit dem Wasser mischen,

ohne dafs etwas von derselben oder von der entstandenen Chlorwasserstoffsäure verloren gehen kann, wenn man Sorge trägt, dafs der Glasstöpsel nicht bei der Einwirkung der Chlorverbindung auf das Wasser abgeschleudert wird. Nach vollständigem Erkalten giefst man die Flüssigkeit sorgfältig aus der Flasche, so dafs die Glasstücke zurückbleiben, und spült diese und die Flasche vollständig mit Wasser aus.

Ist die sehr flüchtige Chlorverbindung nicht flüssig, sondern fest, wie Phosphorchlorid, so ist das Abwägen schwerer. Man bringt dann so gut, als es sich thun läßt, die Verbindung in eine kleine Flasche, die verschlossen werden kann und die tarirt worden ist, wägt sie mit dem Stöpsel, und bringt sie dann ohne denselben in die grössere, Wasser enthaltende Flasche, die darauf sogleich verschlossen wird.

Die meisten dieser flüchtigen Chlorverbindungen werden durch das Wasser auf die Weise zersetzt, dafs der Wasserstoff desselben mit dem Chlor Chlorwasserstoffsäure bildet, und der Sauerstoff desselben den mit Chlor verbundenen Körper oxydirt, und damit in den meisten Fällen eine Säure bildet, die sich im Wasser oder in der entstandenen Chlorwasserstoffsäure auflöst. Kennt man den Sauerstoffgehalt der entstandenen oxydirten Substanz, so ergiebt sich dann daraus die Zusammensetzung der Chlorverbindung sehr leicht. Kennt man den Sauerstoffgehalt derselben nicht, so braucht man nur die Menge der entstandenen Chlorwasserstoffsäure zu bestimmen, indem man sie durch eine Silberoxydauflösung als Chlorsilber fällt. Es ergiebt sich dann nicht nur die Menge des mit dem Chlor verbundenen Körpers durch den Verlust, und dadurch die Zusammensetzung der Chlorverbindung, sondern man kann dadurch den dem Chlorgehalt entsprechenden Sauerstoffgehalt des durch Zersetzung des Wassers entstandenen Oxydes leicht berechnen, wenn dieser nicht bekannt ist.

Der Gang der Untersuchung der im Wasser auflösllichen Chlorverbindungen paßt, wie er oben angegeben worden ist, überhaupt für den größten Theil derselben; bei einigen muß der Gang der Untersuchung ein anderer sein. Es sollen die Verbindungen des Chlors nach und nach aufgeführt werden, deren Untersuchung einen andern Gang erfordert.

Bei der Analyse mehrerer im Wasser auflösllicher Chlorverbindungen ist es durchaus nöthig, daß man das entstandene Oxyd, oder die entstandene Sauerstoffsäure entfernt oder quantitativ bestimmt, bevor man aus der Auflösung durch Silberoxydauflösung das Chlor als Chlorsilber fällt. Wenn diese Verbindungen durch das Wasser in Oxyde oder Sauerstoffsäuren verwandelt werden, so findet oft der Fall statt, daß beim Hinzusetzen eines Ueberschusses von Silberoxydauflösung, neben dem Chlorsilber, eine Verbindung des Silberoxyds mit dem entstandenen Oxyde oder der entstandenen Säure gefällt wird. Diese Verbindung ist manchmal in hinzugesetzter freier Salpetersäure sehr schwer auflösllich; manchmal hingegen löst sie sich sehr leicht darin auf.

Trennung des Chlors vom Phosphor, Selen und Arsenik. — Werden beide Chlorverbindungen des Phosphors, die Chlorverbindung des Selens, welche der selenichten Säure entspricht, die Chlorverbindungen des Arsens u. a. m. durch Wasser zersetzt, so braucht man nur zu der Auflösung, vor dem Zusatze der Silberoxydauflösung, eine hinreichende Menge von Salpetersäure hinzuzusetzen, damit das gefällte Chlorsilber frei von phosphorsaurem, selenichtsauerm, arsenichtsauerm oder arseniksaurem Silberoxyde bleibt. Auch selbst in der Auflösung des flüssigen Chlorphosphors, welcher der phosphorichten Säure analog zusammengesetzt ist, verhindert der Zusatz einer hinreichenden Menge von Salpetersäure, wenn nachher eine Auflösung von salpetersauerm Silberoxyde hinzugehan wird, die Reduction des Silbers durch die phos-

phorichte Säure. Bei der Vermischung des Selenchlorflrs mit Wasser scheidet sich ein Theil des Selens ab, während ein anderer in selenichte Säure verwandelt wird. Man läßt das abgeschiedene Selen längere Zeit digeriren, weil es lange etwas Chlor behält, filtrirt es darauf auf einem kleinen gewogenen Filtrum, und bestimmt die Menge desselben. Die vom Selen abfiltrirte Flüssigkeit enthält Chlorwasserstoffsäure und selenichte Säure. Man fällt die Chlorwasserstoffsäure durch eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd, und entfernt dann das überschüssig hinzugesetzte Silberoxyd durch Chlorwasserstoffsäure. Hierauf wird die selenichte Säure durch eine Auflösung von schweflichtsaurem Ammoniak auf die Weise, wie es S. 287. angeführt worden ist, bestimmt. — Da die Bestimmung der Säuren des Phosphors und des Arseniks mit Schwierigkeiten verknüpft ist, so bestimmt man in den flüchtigen Chlorverbindungen dieser Stoffe gewöhnlich nur die Menge des Chlors.

Trennung des Chlors vom Schwefel. — Aus den Verbindungen des Chlors mit dem Schwefel scheidet sich ein Theil desselben bei der Behandlung mit Wasser milchicht ab, der andere Theil verwandelt sich in unterschweflichte Säure, welche wiederum sich in schweflichte Säure und sich absetzenden Schwefel zersetzt. Es dauert sehr lange, ehe die Zersetzung der unterschweflichten Säure ganz vollendet ist. Will man in der vom Schwefel abfiltrirten Flüssigkeit die darin enthaltene Chlorwasserstoffsäure mittelst einer Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd als Chlorsilber fällen, so erhält man gewöhnlich einen braunen Niederschlag, weil, ungeachtet einer langen Einwirkung des Wassers auf den Chlorschwefel, in der Flüssigkeit noch etwas unzersetzte unterschweflichte Säure enthalten ist, wodurch mit dem Chlorsilber auch Schwefelsilber gefällt wird. Man muß dann die erhaltene Mischung von Chlorsilber mit Schwefelsilber längere Zeit mit reiner Salpetersäure von mäfsiger

Stärke digeriren lassen, wodurch das Schwefelsilber oxydirt, das Chlorsilber hingegen nicht angegriffen wird. Dies ist besser, als die Mengung im noch feuchten Zustande mit Ammoniak zu übergießen, welches das Schwefelsilber nicht angreift, das Chlorsilber hingegen auflöst; aus der Auflösung in Ammoniak kann das Chlorsilber durch Uebersättigung mittelst einer Säure wiederum gefällt werden. — Der Gehalt an Schwefel kann bei einer solchen Analyse nur durch Verlust gefunden werden.

Weit genauer als der Gehalt des Chlors kann in den Verbindungen des Schwefels mit dem Chlor der Schwefelgehalt gefunden werden. Die beste Methode, denselben zu bestimmen, ist, den Chlorschwefel, nachdem er auf die oben angeführte Methode abgewogen worden ist, in eine Flasche zu bringen, welche rauchende Salpetersäure enthält, und welche mit einem Glasstöpsel sehr gut verschlossen werden kann. Nachdem durch's Schütteln die Glaskugel zerbrochen ist, löst sich der Chlorschwefel in der Säure in kurzer Zeit sehr leicht und gewöhnlich ohne Schwefelrückstand auf, wenn derselbe nicht überschüssigen Schwefel enthält. Nach gehöriger Verdünnung mit Wasser und einer Digestion von einiger Zeit wird der Schwefel abfiltrirt, welcher sich ungelöst abgeschieden hat. Aus der abfiltrirten Flüssigkeit wird die entstandene Schwefelsäure durch eine Auflösung von Chlorbaryum gefällt, und die Schwefelmenge aus der erhaltenen schwefelsauren Baryterde berechnet. Den Chlorgehalt des Chlorschwefels findet man bei dieser Methode durch den Verlust.

Trennung des Chlors vom Tellur. — Das Tellurchlorid wird durch das Wasser milchicht, indem sich Telluroxyd abscheidet, welches durch die entstandene Chlorwasserstoffsäure nur zum kleinsten Theil aufgelöst wird. Setzt man indessen zum Wasser eine gehörige Menge verdünnter Schwefelsäure, so bleibt das Telluroxyd aufgelöst. Man kann dann aus der Auflö-

sung die entstandene Chlorwasserstoffsäure durch eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd als Chlorsilber fällen, und darauf, nach Abscheidung des überschüssigen Silberoxyds aus der filtrirten Flüssigkeit mittelst Chlorwasserstoffsäure, das Telluroxyd in derselben durch schweflichtsaures Ammoniak bestimmen.

Das Tellurchlorür setzt bei der Behandlung mit Wasser ein Gemenge von grauer Farbe ab, welches aus metallischem Tellur und aus Telluroxyd besteht. Setzt man zum Wasser eine gehörige Menge von verdünnter Schwefelsäure, so bleibt nur fein zertheiltes schwarzes metallisches Tellur ungelöst zurück, welches durch ein gewogenes Filtrum filtrirt wird. Aus der abfiltrirten Flüssigkeit kann man durch eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd die Chlorwasserstoffsäure als Chlorsilber fällen, und darauf nach Abscheidung des überschüssigen Silberoxyds das aufgelöste Telluroxyd durch schweflichtsaures Ammoniak bestimmen. Man erhält dann eben so viel Tellur, als sich im Anfange des Versuches metallisch abgeschieden hatte.

Trennung des Chlors vom Titan, Zinn und Antimon. — Bei der Untersuchung der Verbindung des Chlors mit dem Titan, Zinn und Antimon muß auf eine andere Weise verfahren werden. Setzt man zu einer Auflösung von Zinnchlorid oder Titanchlorid in Wasser, selbst wenn die Auflösung durch Salpetersäure sauer gemacht worden ist, eine Silberoxydauflösung hinzu, so wird Zinnoxid-Silberoxyd, oder auch titansaures Silberoxyd, das sich durch Salpetersäure nicht gut auflösen läßt, neben dem Chlorsilber gefällt. — Man muß daher durch die Auflösung des Zinnchlorids einen Strom von Schwefelwasserstoffgas leiten, um das Zinnoxid als Schwefelzinn zu fällen. Da aber das dem Zinnoxide entsprechende Schwefelzinn durch Schwefelwasserstoffgas nicht schnell, und nur dann vollständig gefällt wird, wenn die Auflösung digerirt wird, wodurch leicht Spuren von Chlor-

wasserstoffsäure verflüchtigt werden können, so muß die Fällung und die Digestion in einer Flasche geschehen, welche verkorkt werden kann. Wenn sich nun nach längerer Zeit alles Schwefelzinn abgesetzt hat, wird es abfiltrirt und auf die Weise quantitativ bestimmt, wie es S. 210. angegeben worden ist. In der vom Schwefelzinn abfiltrirten Flüssigkeit wird nun die Menge des Chlors bestimmt. Da diese Auflösung aber noch Spuren von Schwefelwasserstoff enthalten kann, so müssen diese zuvor zerstört werden, weil sonst beim Zusatz von salpetersaurer Silberoxydauflösung Chlorsilber, mit Schwefelsilber gemengt, würde gefällt werden. Man setzt zu dem Ende, nach Abscheidung des Schwefelzinn, etwas einer Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd zu der Flüssigkeit. Hierdurch wird der Schwefelwasserstoff zerstört, während sich Schwefelkupfer ausscheidet. Man filtrirt dieses Schwefelkupfer ab, und setzt dann zur abfiltrirten Flüssigkeit eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd. Aus der Menge des gefällten Chlorsilbers bestimmt man dann den Gehalt an Chlor in der zur Untersuchung angewandten Chlorverbindung.

Die Auflösung des Titanchlorids in Wasser ist etwas milchicht; dies rührt von etwas Titansäure her, welche bei der Vermischung des Titanchlorids mit Wasser durch die dadurch entwickelte Wärme ausgeschieden worden ist. Man fällt zuerst die Titansäure durch Ammoniak, wobei ein Ueberschufs des Fällungsmittels vermieden werden muß; darauf stellt man das Ganze so lange an einen sehr mälsig erwärmten Ort, bis man in der Flüssigkeit das Ammoniak nicht mehr durch den Geruch bemerken kann, und filtrirt dann die Titansäure. Die von der Titansäure abfiltrirte Flüssigkeit macht man durch Salpetersäure sauer, und fällt darauf mit salpetersaurer Silberoxydauflösung das Chlor als Chlorsilber.

Soll flüchtiges Antimonchlorid, welches der Antimonensäure entspricht, untersucht werden, so muß zu dem Was-

ser, durch welches die Chlorverbindung zersetzt werden soll, so viel Weinsteinssäure hinzugesetzt werden, das nach der Zersetzung die Flüssigkeit klar bleibt. Man fällt dann zuerst die Antimonsäure durch einen Strom von Schwefelwasserstoffgas als Schwefelantimon; dies wird dann auf die Weise weiter untersucht, wie es S. 229. gezeigt worden ist. Die vom Schwefelantimon abfiltrirte Flüssigkeit versetzt man mit etwas schwefelsaurer Kupferoxydauflösung, um die letzten Spuren von Schwefelwasserstoff zu zerstören, und fällt nach Abscheidung des Schwefelkupfers das Chlor durch salpetersaures Silberoxyd.

Auf dieselbe Weise untersucht man die Chlorverbindung des Antimons, welche dem Antimonoxyd entspricht, oder die Auflösung derselben in Chlorwasserstoffsäure (Butyrum Antimonii). Bei der Untersuchung dieser Verbindung hat man weniger zu besorgen, das während der Versetzung durch Wasser ein Verlust entsteht. Das Abwägen derselben und das Auflösen in Wasser kann daher auf die gewöhnliche Weise geschehen, und man hat hierbei nicht nöthig, jene Vorsichtsmaafsregeln zu beobachten, welche S. 486. angegeben worden sind.

Bestimmung des Chlors in unlöslichen Verbindungen. — Einige chlorhaltige Verbindungen sind in Wasser unlöslich, doch lösen sich mehrere von diesen in Säuren auf. Es ist dies bei manchen Verbindungen von Chormetallen mit Metalloxyden der Fall. Hat man eine solche Verbindung zu untersuchen, so löst man sie in einer Säure auf, verdünnt die Auflösung mit Wasser, und versetzt sie mit einer Silberoxydauflösung, um auf dieselbe Weise durch Fällung von Chlorsilber den Chlorgehalt zu bestimmen, wie bei den in Wasser auflöslichen Chlorverbindungen. Als Auflösungsmittel nimmt man gewöhnlich Salpetersäure. Wenn die Verbindung hierdurch in der Kälte aufgelöst wird, so ist die Anwendung dieser Säure von keinem Nachtheile. Wenn indessen die Auflösung nur in der Wärme geschieht, so kann sich

leicht ein Theil des Metalls, das mit dem Chlor verbunden ist, durch die Salpetersäure oxydiren und Chlor ausgetrieben werden. Dies geschieht jedoch nur in sehr wenigen Fällen, vorzüglich dann, wenn man die Chlorverbindung mit einem großen Ueberschufs von Salpetersäure bis zur Trocknifs abdampft, wodurch man überhaupt sehr viele Chlormetalle in salpetersaure Oxyde verwandeln kann. Hat man die Verbindung durch warme Digestion mit nicht concentrirter, sondern mit verdünnter Salpetersäure in einer Flasche mit eingeriebenem Glasstöpsel aufgelöst, und diese erst nach völligem Erkalten geöffnet, so wird man, nach Verdünnung mit Wasser, durch salpetersaure Silberoxydauflösung die ganze Menge des Chlors als Chlorsilber erhalten.

Einige in Wasser unlösliche Chlormetalle lösen sich auch in verdünnten Säuren nicht auf, wie z. B. Chlorsilber und Quecksilberchlorür. Will man in einer kleinen Quantität von Chlorsilber die Menge des Silbers mit Genauigkeit bestimmen, so muß man es in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas erhitzen; es wird dadurch regulinisches Silber gebildet, während Chlorwasserstoffgas entweicht. Man bedient sich hierzu eines solchen Apparats, wie S. 103. abgebildet ist; das Chlorsilber wird in die Kugel *g* gelegt und mit dieser gewogen. Man entwickelt auf die gewöhnliche Weise das Wasserstoffgas; es verwandelt sich das Chlorsilber schon bei einer nicht sehr starken Hitze in metallisches Silber. Wenn kein Chlorwasserstoffgas mehr entweicht, was man daran sehen kann, dafs keine weiße Nebel mehr erzeugt werden, wenn man einen Glasstab, mit Ammoniak befeuchtet, an die Mündung der Glasröhre von der Glaskugel *g* hält, so läßt man das Ganze erkalten und wägt das metallische Silber. — Auf dieselbe Weise kann man überhaupt die meisten der Chlormetalle, deren Oxyde durch Erhitzung in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas in Metalle verwandelt werden, behandeln. Es ist dabei nur

zu bemerken, daß zur Reduction der Chlormetalle durch Wasserstoffgas eine etwas grössere Hitze erfordert wird, als zur Reduction der Oxyde. Von den häufiger vorkommenden Chlormetallen pflegt man indessen nur das Chlorblei noch auf diese Weise zu behandeln, wenn man es wegen seiner Schwerlöslichkeit nicht in Wasser auflösen will. Bei der Reduction des Chlorbleies durch Wasserstoffgas muß indessen eine möglichst geringe Hitze angewandt werden, weil sich bei stark erhöhter Temperatur etwas davon verflüchtigen kann.

Man kann das Chlorsilber noch auf eine andere, aber nicht so vortheilhafte Weise zerlegen, und darin die Menge des Silbers quantitativ bestimmen. Es wird in einem kleinen Porcellantiegel mit dem doppelten Gewichte an kohlen-saurem Natron, oder, was besser ist, mit dem doppelten Gewichte einer Mischung von 5 Theilen kohlen-saurem Kali und 4 Theilen kohlen-saurem Natron zusammen-gemengt und über einer Spirituslampe mit doppeltem Luft-zuge erhitzt. Das Silber wird dadurch schon vollständig, unter Entweichung von Kohlensäuregas, reducirt, wenn auch das Alkali nicht ganz in Flufs kommt. Wenn kein Brausen mehr bemerkt wird, läßt man den Porcellantiegel vollständig erkalten, und behandelt die geglühte Masse mit Wasser. Das Silber bleibt dann im fein zertheilten Zustande ungelöst zurück; es wird abfiltrirt, ausgesüßt, geglüht und gewogen. Diese Methode wird mit vielem Vortheil angewandt, wenn es nicht angeht, das geschmolzene Chlorsilber in eine Glaskugel zu bringen; sie ist besonders dann vortheilhaft, wenn man bei einer Analyse das erhaltene Chlorsilber in einem Porcellantiegel geschmolzen und darauf gewogen hat, und nun bestimmen will, ob das Chlorsilber ganz rein ist. Es wird hierauf mit kohlen-saurem Alkali überschüttet und geglüht, worauf sich dann leicht aus der Menge des erhaltenen Silbers ersehen läßt, ob das zur Untersuchung angewandte Chlorsilber die richtige Zusammensetzung hatte oder nicht.

Um das Quecksilberchlorür zu zerlegen, braucht man es nur mit einer Auflösung von reinem Kali zu digeriren. Die vom Quecksilberoxydul abfiltrirte Flüssigkeit enthält das Chlor als Chlorkalium. Man macht die Auflösung durch Salpetersäure sauer, und versetzt sie mit der salpetersauren Silberoxydauflösung, um das Chlor als Chlorsilber zu fällen. Aus dem erhaltenen Quecksilberoxydul könnte man auf verschiedene Weise die Menge des Quecksilbers bestimmen; es ist indessen besser, eine neue Quantität des Quecksilberchlorürs im gepulverten Zustande mit Chlorwasserstoffsäure und mit einer Auflösung von Zinnchlorür zu behandeln, um auf die Weise, wie es S. 151. gezeigt worden ist, die Menge des metallischen Quecksilbers zu bestimmen.

Zersetzung der Chlorverbindungen vermittelst Schwefelwasserstoffgas. — Mehrere in Wasser und in Säuren unlösliche Verbindungen von Chlor mit solchen Metallen, die aus ihren Auflösungen vollständig durch Schwefelwasserstoffgas als Schwefelmetalle gefällt werden, können auf die Weise untersucht werden, daß man eine gewogene Menge davon im fein gepulverten Zustande in einer Flasche, die verschlossen werden kann, mit Wasser mengt, und durch das Gemenge einen Strom von Schwefelwasserstoffgas so lange leitet, bis nichts mehr davon absorbirt wird. Das Metall verwandelt sich dadurch in Schwefelmetall, und das Chlor in Chlorwasserstoffsäure, welche sich auflöst. Man filtrirt das Schwefelmetall, und setzt zu der abfiltrirten Flüssigkeit eine Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd, wodurch wegen des aufgelösten Schwefelwasserstoffs Schwefelkupfer gefällt wird. Man filtrirt dies ab, und fällt aus der abfiltrirten Flüssigkeit durch salpetersaure Silberoxydauflösung Chlorsilber. Aus dem erhaltenen Schwefelmetall und dem Chlorsilber kann die Zusammensetzung der Substanz bestimmt werden. — Es ist hierbei nothwendig, daß, nachdem man einige Zeit Schwefelwasserstoffgas durch

durch das Gemenge geleitet hat, man dasselbe umschüttelt, damit alle Theile der gepulverten Substanz mit dem Schwefelwasserstoffgas in Berührung kommen. Ob kein Gas mehr absorbirt wird, sieht man daran, daß, nachdem man das Gemenge längere Zeit geschüttelt hat, es doch noch nach Schwefelwasserstoffgas riecht.

Zersetzung der Chlorverbindungen vermittelt Schwefelwasserstoff-Ammoniak oder Schwefelbaryum. — Man kann die in Wasser unlöslichen Chlorverbindungen noch auf eine andere Weise untersuchen, welche auch bei den Chlorverbindungen angewandt werden kann, deren Metalle nur aus neutralen Auflösungen durch auflösliche Schwefelverbindungen vollständig als Schwefelmetalle gefällt werden können, wie dies der Fall beim Mangan, Eisen, Zink und Kobalt ist. Man übergießt eine gewogene Menge der zu untersuchenden Chlorverbindung mit Schwefelwasserstoff-Ammoniak, oder mit einer Auflösung von Schwefelbaryum, oder einer anderen auflöslichen Schwefelverbindung. Dies geschieht am besten in einer Flasche, die verschlossen werden kann, damit das Ganze einer sehr gelinden Digestionswärme ausgesetzt werden kann. Nachdem das entstandene Schwefelmetall abfiltrirt worden ist, zersetzt man die abfiltrirte Flüssigkeit, welche Chlorwasserstoff-Ammoniak, oder Chlorbaryum und überschüssig zugesetztes Schwefelwasserstoff-Ammoniak, oder Schwefelbaryum enthält, vorsichtig mit verdünnter Schwefelsäure, und setzt darauf, um allen Schwefelwasserstoff aus der Flüssigkeit zu entfernen, eine Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd hinzu. Nach dem Filtriren fällt man aus der Flüssigkeit durch eine salpetersaure Silberoxydauflösung Chlorsilber, und bestimmt daraus die Menge des Chlors, das in der zur Untersuchung angewandten Substanz enthalten war.

Zersetzung der Chlorverbindungen vermittelt Schwefelsäure. — Aus den meisten nicht flüch-

tigen Chlormetallen, die man im festen Zustande untersucht, kann man auf dieselbe Weise, wie bei den Fluorverbindungen, durch concentrirte Schwefelsäure das Chlor als Chlorwasserstoffgas verjagen, und dann aus der Menge des erhaltenen schwefelsauren Oxyds die Menge des Metalles berechnen, das mit dem Chlor verbunden war; der Gehalt an Chlor ergibt sich dann aus dem Verlust. — Sehr viele dieser Chlormetalle werden erst bei Anwendung von Hitze durch die Schwefelsäure zersetzt; andere lassen sich indessen gar nicht dadurch zerlegen, und noch andere werden auf eine solche Weise zerlegt, daß die quantitative Bestimmung des mit dem Chlor verbundenen Metalles nicht dadurch bewerkstelligt werden kann. Quecksilberchlorid wird durch Schwefelsäure, selbst in der Wärme, gar nicht zersetzt; Quecksilberchlorür wird in der Wärme durch Schwefelsäure, unter Entwicklung von schweflichter Säure, in Quecksilberchlorid und in schwefelsaures Quecksilberoxyd verwandelt; Chlorgold hinterläßt bei der Behandlung mit Schwefelsäure in der Wärme metallisches Gold, während sich Chlor und Chlorwasserstoffgas entwickeln; und Zinnchlorür desoxydirt die Schwefelsäure. Die übrigen häufiger vorkommenden Chlormetalle werden durch die Schwefelsäure mehr oder weniger leicht, unter Entwicklung von Chlorwasserstoffgas, in schwefelsaure Oxyde verwandelt. Am schwersten geschieht dies vielleicht beim Chlorsilber; es verwandelt sich dies erst nach wiederholter Behandlung mit Schwefelsäure in der Wärme in schwefelsaures Silberoxyd.

Trennung flüchtiger Chlormetalle von nicht flüchtigen. — Mehrere flüchtige Chlormetalle bilden mit den Chlorverbindungen der Metalle, deren Oxyde starke Basen sind, Doppelverbindungen, in welchen oft durch Erwärmung die flüchtigen Chlorverbindungen von den nicht flüchtigen getrennt werden können. v. Bonsdorf (Poggendorff's Annal., Bd. XVII. S. 115.) bediente sich dieser Methode, um die Doppel-

verbindungen, welche das Quecksilberchlorid mit Chlormetallen bildet, zu analysiren. Er bediente sich dazu eines sehr einfachen Apparates, der aus einem, aus einer Glasröhre von $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser geblasenen, Kölbchen bestand, welches 6 Zoll lang war, eine Kugel am einen Ende, und eine kugelförmige Erweiterung am oberen Theile hatte, auch am offenen Ende etwas ausgezogen worden war, so daß hier die Mündung ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser hielt.

Die Analyse wurde auf eine Weise bewerkstelligt, die zwar auf den ersten Blick nur annähernd scheinen kann, die aber, sorgfältig durchgeführt, genaue und zuverlässige Resultate lieferte. Nachdem die zu untersuchende Verbindung in den tarirten Apparat gethan und gewogen worden war, wurde in die Mündung desselben ein nicht ganz dicht schließender Korkstöpsel eingesteckt. Durch gelinde Erwärmung der Kugel durch eine Lampe trieb man zuerst das Krystallwasser aus, damit es sich in dem oberen Theil des Kolbens sammle, wo es durch die erwähnte Erweiterung am Zurückfließen gehindert wurde. Dieses Wasser wurde durch Fließpapier fortgenommen, oder auch durch sehr gelinde Erwärmung fortgetrieben, wobei entweder nichts, oder ein kaum merklicher Anflug von Quecksilberchlorid auf der untern Seite des Kolbens zurückblieb. Nachdem die Mündung wiederum durch einen Pfropfen verschlossen worden war, wurde durch eine abermalige Erhitzung der Kugel das noch zurückgebliebene Wasser völlig ausgetrieben, und auch aus dem oberen Theile völlig verjagt. Bei Wägung des erkalteten Apparates ergab sich dann das Gewicht des Wassers aus dem Verlust. Unter steter Verschließung der Mündung durch einen Pfropfen, wie zuvor, wurde darauf das Quecksilberchlorid durch stärkere Erhitzung in die Höhe getrieben, so daß sich der größte Theil des Sublimats noch unterhalb der kugelförmigen Erweiterung sammelte. Bei abermaliger Wägung des erkalteten Apparates fand sich

dann niemals etwas vom Sublimate verflüchtigt. Durch einen Schnitt zwischen der Kugel und dem Theil der Röhre, wo das Sublimat safs, konnte man nun leicht beide Chlorverbindungen trennen und jedes wägen. Da indessen dem Quecksilberchlorid noch ein oder einige Milligrammen Wasser anhängen konnten, so befreite man dasselbe davon auf die Weise, dafs man es über concentrirter Schwefelsäure trocknete. Wenn die rückständige Chlorverbindung ein Glühen beim Zutritt der Luft vertragen konnte, so geschah dies mit der abgeschnittenen Kugel des Kolbens. Wenn dieselbe vor und nach dem Glühen gewogen wurde, so erfuhr man, ob noch etwas Quecksilberchlorid zurückgeblieben war.

Trennung des Chlors von der Kohle. — Auf eine ganz andere Weise, wie alle angeführte Chlorverbindungen, werden die in Wasser unlöslichen Verbindungen des Chlors mit Kohle untersucht. Man behandelt eine kleine gewogene Menge derselben mit Kupferoxyd auf eine Weise, wie es im 53sten Abschnitt beschrieben werden soll, und bestimmt die Menge der erhaltenen Kohlensäure, woraus sich die der Kohle, und durch den Verlust die des Chlors ergibt.

Es sind die Chlormetalle oft in gröfseren, oft aber auch in sehr kleinen Mengen in andern, in der Natur vorkommenden Verbindungen enthalten, wie z. B. in Fluorverbindungen, in arseniksauren, phosphorsauren, kohlen-sauren und kieselsauren Verbindungen.

Trennung des Chlors in kieselsauren Verbindungen. — Wenn kieselsaure Verbindungen Chlormetalle enthalten und sich durch Säuren zersetzen lassen, so behandelt man sie in der Kälte mit Salpetersäure. Wird die Verbindung nur in der Wärme durch Säuren zerlegt, so mufs man sie damit in einer Flasche, die mit einem Glasstöpsel verschlossen wird, digeriren lassen. Es wird dann zuerst die ausgeschiedene Kieselsäure abfiltrirt, und darauf zu der abfiltrirten Flüssigkeit salpetersaure

Silberoxydauflösung gesetzt, um das Chlor zu fällen. Aus der vom Chlorsilber getrennten Flüssigkeit scheidet man zuerst durch Chlorwasserstoffsäure das überschüssig hinzugesetzte Silberoxyd ab, und bestimmt dann die Menge der übrigen Basen, die noch zugegen sind, nach den früher angegebenen Methoden. Zu diesen in der Natur vorkommenden Verbindungen gehört der Sodalith, Eudialith und Pyrosmalith.

Lassen sich kiesel-saure Verbindungen, die Chlormetalle enthalten, durch Säuren nicht zersetzen, so muß man sie mit kohlen-saurem Alkali glühen. Die geglühte Masse wird mit Wasser behandelt, wodurch kohlen-saures Alkali und Chlorkalium oder Chlornatrium aufgelöst werden. Man übersättigt dann die Auflösung mit Salpetersäure, und fällt das Chlor durch salpetersaure Silberoxydauflösung.

Trennung des Chlors in Fluorverbindungen, so wie in arsenik-sauren, phosphor-sauren und kohlen-sauren Verbindungen. — Die Analyse der Fluorverbindungen, so wie der arsenik-sauren, phosphor-sauren und kohlen-sauren Verbindungen, welche Chlormetalle enthalten, geschieht auf die Weise, daß man eine gewogene Menge davon, wenn es sein kann, in der Kälte in Salpetersäure auflöst, die Auflösung mit Wasser verdünnt und mit salpetersaurer Silberoxydauflösung versetzt. Es ist gut, zur Bestimmung des Chlors, in allen diesen Verbindungen eine besonders abgewogene Menge davon anzuwenden. Die Fluorverbindungen müssen in einem Platingefäß aufgelöst werden, in welchem man sie mit Wasser verdünnt, und durch salpetersaure Silberoxydauflösung Chlorsilber fällt. Wenn nur eine höchst geringe Menge des Fluormetalles zugegen ist, kann die Verbindung auch in gläsernen Gefäßen zersetzt werden. Enthält eine solche Verbindung nur eine sehr geringe Menge Chlormetall, und ist in derselben zugleich eine große Menge Phosphorsäure, welche sich nicht mit großer

Genauigkeit bestimmen läßt, vorhanden, so ist es nicht möglich, den Gehalt an Fluor unmittelbar zu bestimmen. Dies ist z. B. bei mehreren Varietäten des Apatits der Fall. Man bestimmt dann in zwei verschiedenen abgewogenen Mengen die Quantität des Chlors und die der Basen, welche theils als Oxyde mit der Phosphorsäure, theils als Metalle mit Fluor und Chlor verbunden sind. Ein anderer Theil der Verbindung wird dann noch mit einem Ueberschuß von kohlen saurem Natron geglüht, und nach dem Glühen mit Wasser behandelt; man erhält so eine Auflösung von phosphorsaurem Natron und Fluornatrium, welche man auf die Weise, wie es S. 479. angegeben worden ist, untersucht.

Bestimmung des Chlorgases. — Das freie Chlorgas läßt sich äußerst schwer dem Volum nach bestimmen, da es sowohl vom Wasser, als auch vom Quecksilber aufgelöst wird, und daher durch diese beiden Flüssigkeiten nicht gesperrt werden kann. Am besten ist es, das freie Chlorgas, wenn es quantitativ bestimmt werden soll, sobald es sich entwickelt hat, vorsichtig durch Ammoniak zu leiten, das mit Wasser verdünnt worden ist. Ein Theil des Ammoniaks wird dann zersetzt, und es bildet sich Chlorwasserstoff-Ammoniak, welches aufgelöst bleibt, während Stickstoffgas entweicht. Man muß darauf sehen, daß sich das Chlor so langsam wie möglich entwickelt, damit die Zersetzung vollständig geschehen kann, und neben dem Stickstoffgas kein Chlorgas entweicht. Am besten ist es, das Ammoniak in eine Flasche von ziemlich großem Volum zu gießen, und diese mit einem Kork zu verschließen, durch den die Glasröhre geleitet wird, welche das Chlorgas zuführt. Der Kork muß nicht ganz luftdicht die Flasche verschließen, damit das Stickstoffgas entweichen kann. Es ist nöthig, daß Ammoniak im Ueberschuß vorhanden ist, damit sich nicht Chlorstickstoff bilden kann. Wenn die Entwicklung des Chlors aufgehört hat, treibt man durch kohlen saures Gas alles

Chlor aus der Entbindungsflasche und dem Gasableitungsrohr, damit sich auch diese Menge Chlor durch Zersetzung des Ammoniak in Chlorwasserstoff-Ammoniak verwandelt. Es kann dies auf eine ähnliche Weise geschehen, wie es S. 306. bei der Absorption des Schwefelwasserstoffgases durch metallische Auflösungen gezeigt worden ist. — Die ammoniakalische Auflösung macht man darauf durch Salpetersäure sauer, und fällt das Chlor durch salpetersaure Silberoxydauflösung als Chlorsilber.

Bestimmung der Chlorsäure und Ueberchlorsäure in ihren Verbindungen. — Was die Oxydationsstufen des Chlors und deren Verbindungen mit Basen betrifft, so hat die Untersuchung derselben oft große Schwierigkeiten. Um in chlorsauren und überchlorsauren Salzen die Menge des Chlors, das die Säure enthält, und die Menge des Metalles, das in dem Oxyde enthalten ist, zu bestimmen, ist es am besten, eine gewogene Menge des Salzes anhaltend zu glühen; es verwandelt sich dies dann in Chlormetall, während Sauerstoff entweicht. Enthält das Salz kein Krystallisationswasser, so kann die Zusammensetzung desselben leicht aus der Menge des erhaltenen Chlormetalles berechnet werden. Man könnte auch aus dem Volum des entweichenden Sauerstoffgases die Menge der Chlorsäure bestimmen.

Bestimmung der chlorichten Säure in chlorichtsaurer Verbindungen. — Wichtiger, in technischer Hinsicht, ist die Analyse der chlorichtsaurer Salze. Besonders hat man die Auflösungen des chlorichtsaurer Natrons und Kali's, gemengt mit Chlornatrium und Chlorkalium, und ganz vorzüglich die chlorichtsaurer Kalkerde, gemengt mit Chlorcalcium und Kalkhydrat — welche Verbindung gewöhnlich Chlorkalk genannt wird — oft zu untersuchen, da diese Verbindungen als Bleichmittel und als Zerstörungsmittel von Miasmen häufig gebraucht werden, und es deshalb wichtig ist, zu wissen, eine wie große

Menge Chlor sie bei Behandlung mit Säuren entwickeln. Was die Untersuchung des Chlorkalks, oder vielmehr die Bestimmung des Chlors betrifft, welches von einer gewogenen Menge des Chlorkalks bei Behandlung mit Säuren entwickelt wird, so hat Gay-Lussac (*Annales de Chimie et de Physique*, T. XXVI. pag. 162.) ein Verfahren dazu für technische Zwecke angegeben. Dies besteht darin, daß man eine gewogene Menge des Chlorkalks mit einer bestimmten Menge Wasser zerreibt, und damit eine bestimmte Menge einer mit Wasser verdünnten Auflösung von Indigo in Schwefelsäure entfärbt. Die größere oder geringere Menge der entfärbten Indigoauflösung bestimmt die Menge des Chlors, welche durch die Schwefelsäure der Indigoauflösung aus dem Chlorkalke ausgetrieben wird. Wenn man jedoch nicht die gehörige Vorsicht hierbei gebraucht, so giebt dieses Verfahren oft unsichere Resultate. Es verändert sich nämlich die mit Wasser verdünnte Indigoauflösung, wenn sie längere Zeit aufbewahrt wird; auch entweicht zuweilen etwas Chlor, das durch die Schwefelsäure der Indigoauflösung aus der Verbindung ausgetrieben wird, ehe es den Indigo entfärbt. Dies ist der Fall, wenn die Mengung sehr langsam geschieht. Der Erfolg des Resultats hängt daher bei diesem Verfahren sehr von der größeren oder geringeren Geschwindigkeit ab, mit welcher beide Flüssigkeiten gemischt werden.

Marezeau (Poggendorff's Annalen, Bd. XXII. S. 273.) hat deshalb eine andere Methode angegeben, um für technische Zwecke den Chlorkalk auf die Menge des Chlors zu untersuchen, welches aus demselben durch Säuren entwickelt wird. Es besteht dasselbe darin, daß man eine gewogene Menge des zu untersuchenden Chlorkalks mit einer bestimmten Menge Wassers zerreibt, und davon vorsichtig nach und nach so viel zu einer verdünnten Auflösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul setzt, dessen Gehalt an Quecksilber man kennt, und

welche mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure im Uebermaafs vermischet ist, dafs der durch die Chlorwasserstoffsäure entstandene Niederschlag von Quecksilberchlorür, vollständig verschwunden ist. Das Quecksilberchlorür, dessen Menge man durch den Gehalt der Quecksilberoxydauflösung kennt, gebraucht eben so viel Chlor, als es enthält, um in Quecksilberchlorid verwandelt und im Wasser gelöst zu werden.

Wenn der Chlorkalk blofs aus chlorichtsaurer Kalkerde, gemengt mit der Menge von Chlorcalcium, die bei der Bereitung desselben entstehen mufs, besteht, so kann die Menge des Chlors, welche durch Säuren daraus entwickelt wird, wohl bei wissenschaftlichen Untersuchungen am genauesten auf die Weise bestimmt werden, dafs man eine gewogene Menge Chlorkalk in einem passenden Apparate mit verdünnter Schwefelsäure zersetzt, und das entweichende Chlorgas durch verdünntes Ammoniak leitet; man übersättigt dann dies mit Salpetersäure, und versetzt es mit salpetersaurer Silberoxydauflösung, um alles Chlor als Chlorsilber zu fällen. Es kann hierzu ein solcher Apparat angewandt werden, wie S. 306. abgebildet ist, doch hat man nicht nöthig, so viele Flaschen mit Ammoniak mit der Entbindungsflasche zu verbinden, wie dort angegeben ist. Um zuletzt alles Chlor aus dem leeren Raume der Entbindungsflasche durch das Ammoniak absorbiren zu lassen, kann man sich einer Auflösung von kohlsaurem Kali bedienen; man mufs hierbei nur darauf sehen, dafs in der Entbindungsflasche immer ein Ueberschufs von Schwefelsäure bleibt.

Diese Methode der Prüfung läfst sich indessen nicht anwenden, wenn der Chlorkalk chlorsaure Kalkerde enthält. Dies ist sehr häufig der Fall, besonders, wenn bei Bereitung desselben nicht alle Erwärmung vermieden worden und das Kalkhydrat mit einem Uebermaafse von Chlor behandelt worden ist.

Trennung der chorsauren Salze von Chlor-

verbindungen. — Ist in einer Auflösung ein chlorsaureres Salz, und zugleich eine Chlorverbindung, und soll die Menge beider für sich bestimmt werden, so kann dies ohne Schwierigkeiten geschehen, wenn keine chlorrichtsaure Verbindung noch zugleich darin enthalten ist. Man setzt zu der Auflösung, wenn sie keine freie Base enthält, salpetersaure Silberoxydauflösung, wodurch nur das Chlor der Chlorverbindung als Chlorsilber gefällt wird; man kann daher aus dem Gewichte desselben leicht den Gehalt an Chlor in der Chlorverbindung berechnen. Wenn man nun einen andern Theil der Auflösung bis zur Trockniss abdampft, darauf glüht, und wiederum in Wasser oder in sehr verdünnter Salpetersäure auflöst, und die Auflösung mit salpetersaurer Silberoxydauflösung versetzt, so wird sowohl das Chlor der Chlorverbindung, als auch das der chlorsauren Verbindung als Chlorsilber gefällt. Man braucht nun blofs im Chlorsilber den Gehalt an Chlor zu bestimmen, und die schon bekannte Menge des Chlors in der Chlorverbindung davon abzuziehen. Man findet auf diese Weise den Gehalt an Chlor in der chlorsauren Verbindung, woraus sich leicht die Menge der Chlorsäure berechnen läßt.

L. Brom.

Bestimmung des Broms. — Die quantitative Bestimmung des Broms in seinen Verbindungen mit Metallen könnte in den meisten Fällen wohl am besten auf die Weise geschehen, daß man eine gewogene Menge der Bromverbindung in der Wärme durch Schwefelsäure zersetzt, und dann aus der Menge des erhaltenen schwefelsauren Oxydes die Menge des Metalles, und aus dem Verlust die des Broms berechnet. Da bei der Zersetzung der Brommetalle durch Schwefelsäure Bromwasserstoffgas, schweflichte Säure und Brom entwickelt werden, so muß man die Zersetzung nicht in einem Platintiegel, sondern