

sich in einer Proberöhre befindet, so nimmt die Stärke sehr bald eine schön orange-rothe Färbung an. Um endlich zu zeigen, dass das Brom aus seinen Verbindungen durch Chlor ausgetrieben wird, leitet man in eine wässrige Lösung von Bromkalium oder Bromnatrium Chlorgas, wodurch die Flüssigkeit eine gelbe Farbe von aufgelöstem freien Brom annimmt. Schüttelt man hierauf mit Aether, so nimmt derselbe das Brom auf, färbt sich daher orange und die untenstehende Flüssigkeit wird farblos. Auf diese Weise kann auch das Brom in den Brommetallen nachgewiesen werden.

J o d.

Symbol J. Aequivalentgewicht = 127. Atomgewicht = 127. Molekulargewicht: J J = 254. Volumgewicht (specif. Gewicht des Dampfes, Wasserstoff = 1) 127. Specif. Gewicht des Dampfes (atmosph. Luft = 1) 8,795 (berechnet), 8,65 (gefunden). Specif. Gewicht des festen Jods 4,95 (Wasser = 1).

Eigen-
schaften.

Das Jod ist bei gewöhnlicher Temperatur fest, von grauschwarzer Farbe, undurchsichtig, metallglänzend und erscheint gewöhnlich in Blättchen; doch bildet es zuweilen sehr regelmässige Rhombenocäeder. Es ist sehr weich, leicht zerreiblich, sehr schwer und besitzt einen unangenehmen, eigenthümlichen Geruch. Es ist so flüchtig, dass es schon bei gewöhnlicher Temperatur vollständig verdampft; es schmilzt bei $+107^{\circ}$ C., siedet bei $+180^{\circ}$ C. und verwandelt sich in einen tiefvioletten Dampf, der sich bei der Abkühlung wieder zu glänzenden Krystallen verdichtet. Das Jod ist daher sublimirbar und giebt zugleich ein Beispiel dafür, dass ein Körper mit einem verhältnissmässig hohen Siedepunkte, eine so bedeutende Dampftension besitzen kann, dass er sich allmählich auch bei gewöhnlicher Temperatur vollständig verflüchtigt. Das Jod schmeckt scharf, färbt die Haut bräunlichgelb, wirkt giftig und ist ein sehr wichtiges Heilmittel mit einer ganz besonderen Beziehung zum Drüsensystem. In Wasser ist es in sehr geringer Menge löslich, ungefähr $\frac{1}{7000}$. Die wässrige Lösung ist gelb. Wasser dagegen, welches Jodkalium oder Jodwasserstoff aufgelöst enthält, löst viel reichlichere Mengen von Jod mit dunkelbrauner Farbe auf. Eine Auflösung, welche in einer Unze Wasser 30 Gran Jodkalium und 20 Gran Jod enthält, ist bei den Aerzten unter dem Namen Lugol's Jodauflösung bekannt. Auch Wasser, welches Salze überhaupt enthält, wie namentlich Salmiak und salpetersaures Ammonium, löst Jod reichlicher auf, als reines Wasser. Die rein wässrige Auflösung des Jods wirkt nicht bleichend, zersetzt sich aber allmählich, ähnlich dem Chlorwasser unter Bildung von Jodwasserstoffsäure. Bei niederer Temperatur giebt Jod mit Wasser kein Hydrat.

Das Jod
ist subli-
mirbar,

sehr giftig
und na-
mentlich
auf das
Drüsensy-
stem wir-
kend.

Jod-
lösung.

Jodtinctur.

In Alkohol und Aether löst sich das Jod mit Leichtigkeit auf; diese Lösungen führen den Namen Jodtinctur und besitzen eine dunkelbraune Farbe. Sehr gute Lösungsmittel für Jod sind ferner Chloroform und

Schwefelkohlenstoff. Letzterer löst es mit höchst intensiver, wunderschön violetter Farbe auf; diese Färbung tritt auch bei der geringsten Spur deutlich ein und es wird dadurch der Schwefelkohlenstoff zu einem sehr empfindlichen Reagens auf Jod.

In seinem chemischen Charakter verhält sich das Jod ähnlich dem Chlor und Brom. Es verbindet sich direct mit Phosphor, Schwefel und mit den Metallen. Die Jodmetalle sind zuweilen von ausgezeichnet schöner Färbung. Auch zu Wasserstoff verhält es sich analog dem Chlor und Brom. Doch sind seine Affinitäten im Allgemeinen schwächer, als die der letztgenannten Elemente und es wird daher aus vielen seiner Verbindungen durch Chlor und Brom abgeschieden. Stärkemehl wird dadurch intensiv blau gefärbt. Eine geringe Menge Jod reicht hin, um eine grosse Menge Stärke blau zu färben und es ist daher die Stärke ein sehr empfindliches Reagens auf Jod, d. h. ein sehr empfindliches Mittel zu seiner Erkennung.

Vorkommen. Obgleich das Jod auf der Erde nur in geringen Mengen vorkommt, so gehört es doch zu den verbreitetsten Körpern. Es findet sich nämlich, meist an Metalle gebunden, theils vielleicht auch frei, Chlor und Brom begleitend, im Meerwasser und daher stammend in allen See- und Strandpflanzen, namentlich Fucusarten und anderen Algen, insbesondere auch dem irländischen Perl-Moos oder Carrageen: *Chondrus crispus* und im Wurmmoos: *Helminthochorton*; ferner in Seethieren: dem Badeschwamm, Seekrebsen, Seesternen, vielen Fischen, auch in dem Thrane derselben, wie dem Leberthran: dem Thrane von mehreren Gadusarten, durch Auspressen der Leber dieser Thiere gewonnen; — Jod findet sich in den meisten sogenannten Soolquellen, auch hier Chlor und Brom begleitend und an Metalle gebunden, in sehr bemerkenswerther Menge, namentlich in der Adelheidsquelle in Oberbayern und dem Mineralwasser von Hall in Oesterreich. Jod wurde ferner nachgewiesen in mehreren Mineralien, so namentlich in einem Silbererze von Albarodon in Mexico, in einigen schlesischen Zinkerzen, im Phosphorit von Amberg in der Oberpfalz, ja sogar im Torf und in Steinkohlen. Nach neueren Untersuchungen schien es fast, als ob Spuren von Jod überall vorkämen, denn man wollte es im Regenwasser, im Brunnenwasser, in vielen Süsswasser- und Landpflanzen, in Flüssen, im Thierkörper, namentlich in der Milch und im Harn (ohne vorgängigen ärztlichen Gebrauch desselben), ja sogar in der atmosphärischen Luft gefunden haben; doch haben sich diese Angaben zum grossen Theile auf Irrthum zurückführen lassen. Das Jod wird bei ärztlichem Gebrauche sehr rasch ins Blut aufgenommen und lässt sich daher sehr bald in allen Secreten und Excreten, namentlich im Harn, mit Leichtigkeit nachweisen.

Anwendung. Das Jod ist ein sehr geschätztes Arzneimittel, namentlich gegen Kropf und Drüsenanschwellungen überhaupt und spielt auch durch gewisse seiner Verbindungen, in der Photographie eine sehr wichtige Rolle.

Jod löst sich in Schwefelkohlenstoff mit prachtvoll violetter Farbe,

ist in seinem chemischen Verhalten dem Chlor und Brom analog, aber von schwächeren Affinitäten,

und giebt mit Stärke blaue Jodstärke.

Vorkommen.

Anwendung.

Darstellung. Darstellung. Das Jod wird im Grossen fabrikmässig dargestellt und zwar aus dem beim Verbrennen der Seepflanzen hinterbleibenden Aschenrückstände, der in Schottland Kelp und in der Normandie Varek genannt wird und früher aus diesen Ländern für die Sodagewinnung in den Handel gebracht wurde. Diese Asche enthält reichliche Mengen von Jodmetallen, namentlich Jodkalium, Jodnatrium und Jodmagnesium und es wird daraus das Jod, ähnlich wie das Brom, durch Behandlung mit Mangansuperoxyd und Schwefelsäure frei gemacht und in einem Systeme passend construirter Vorlagen verdichtet. Die grösste Menge des in den Handel kommenden Jods wird in Cherbourg und Glasgow bereitet.

Geschichtliches. Geschichtliches. Das Jod wurde von Courtois in Paris 1811 in der Mutterlange des Varek entdeckt, von Gay-Lussac aber als ein eigenthümliches Element erkannt. Seinen Namen erhielt es von der Farbe seines Dampfes, von dem Griechischen *ἰώδης*, veilchenblau.

Verbindungen des Jods.

Verbindungen des Jods. In seinen Verbindungen folgt das Jod genau dem Typus des Chlors und Broms. Die grösste Verwandtschaft zeigt es zum Wasserstoff und zu den Metallen.

Jodwasserstoff.

Syn.: Jodwasserstoffsäure.

HJ

Äquivalentgewichtsformel.

Äquivalentgewicht = 128. Molekulargewicht = 128. Volumgewicht (specif. Gewicht, Wasserstoff = 1) 64. Specif. Gewicht (atmosph. Luft = 1) 4,435 (berechnet), 4,443 (gefunden). Proc. Zusammensetzung: Jod 99,22; Wasserstoff 0,78.

HJ

Atomistische Molekularformel.

Eigenschaften.

Farbloses, stechend riechendes, sauer reagirendes, an der Luft dicke weisse Nebel ausstossendes Gas, in Wasser ausserordentlich löslich. Die gesättigte Lösung ist sehr stark sauer und raucht an der Luft. Die Jodwasserstoffsäure ist in allen ihren Beziehungen der Chlor- und Bromwasserstoffsäure ausserordentlich ähnlich und das Gas derselben auch ziemlich leicht zu einer Flüssigkeit und selbst zu einer festen, eisähnlichen Masse verdichtbar. Ausgezeichnet ist die Jodwasserstoffsäure durch ihre sehr geringe Beständigkeit; nicht nur allein wird sie durch Chlor und Brom zersetzt, sondern auch durch die meisten Oxydationsmittel, selbst durch Schwefelsäure; die wässrige Auflösung des Jodwasserstoffgases zersetzt sich von selbst schon nach einigen Stunden, indem sie sich dabei gelb und endlich braun färbt. Es wird nämlich der Wasserstoff durch den Sauerstoff der Luft zu Wasser oxydirt, während das in Freiheit ge-

setzte Jod in der noch unzersetzten Säure gelöst bleibt. Ist aber die Zersetzung so weit vorgeschritten, dass nicht mehr genug unzersetzte Säure vorhanden ist, um das ausgeschiedene Jod aufgelöst zu erhalten, so scheidet sich dasselbe allmählich, meist in wohlausgebildeten Krystallen aus.

Gegen Metalle, Metalloxyde und Superoxyde verhält sich die Jodwasserstoffsäure analog der Chlor- und Bromwasserstoffsäure. Von Quecksilber wird sie unter Bildung von Jodquecksilber zersetzt.

Darstellung. Da die Jodwasserstoffsäure durch concentrirte Schwefelsäure zersetzt wird, so kann zu ihrer Darstellung nicht der bei der Darstellung der Chlorwasserstoffsäure befolgte Weg eingeschlagen werden. Man stellt daher die Jodwasserstoffsäure auf ähnliche Weise dar wie die Bromwasserstoffsäure, nämlich durch Einwirkung von Wasser auf Phosphorjodür: $J_3P + 6HO = H_3PO_6 + 3HJ$, oder einfacher durch Erwärmen eines Gemenges von amorphem Phosphor, etwas Wasser und Jod. Die wässerige Jodwasserstoffsäure erhält man durch Einleiten von Schwefelwasserstoff in in Wasser vertheiltes Jod: $HS + J = HJ + S$.

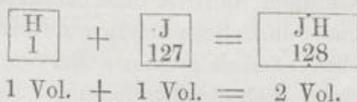
Darstellung.

Volumetrische Zusammensetzung. Da das Volumgewicht der Jodwasserstoffsäure = 64 ist, so besteht 1 Vol. Jodwasserstoffgas aus $\frac{1}{2}$ Vol. Joddampf und $\frac{1}{2}$ Vol. Wasserstoff, denn es ist:

Volumenverhältnisse.

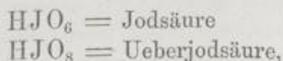
$\frac{1}{2}$ Vol. Wasserstoff . . .	0,5
$\frac{1}{2}$ " Joddampf . . .	63,5
1 Vol. Jodwasserstoff . . .	64,0.

Es vereinigen sich demnach 1 Vol. Joddampf und 1 Vol. Wasserstoffgas zu 2 Vol. Jodwasserstoffgas ohne Condensation und es fallen auch hier Aequivalentgewicht und specifisches Gewicht (Volumgewicht) zusammen. Graphisch:



Jod und Sauerstoff.

Bis jetzt kennt man zwei Oxydjodwasserstoffsäuren, und zwar:



Jod und Sauerstoff.

eine Unterjodsäure genannte, der Unterchlorsäure analoge Verbindung, JO_4 , ist noch problematisch.

Jodsäure.

HJO_6 oder HO, JO_5
Aequivalentgewichtsformel.

HJO_3
Atomistische Molekularformel.

Aequivalentgewicht = 176. Molekulargewicht = 176. Proc. Zusammensetzung:
Jod 72,16, Sauerstoff 27,27, Wasserstoff 0,57.

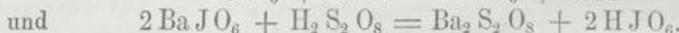
Formel des Anhydrids: JO_5 oder J_2O_{10} .

Eigen-
schaften.

Weisse, durchscheinende Krystalle, sechsseitige Tafeln darstellend, von schwachem, jodähnlichem Geruch, sehr saurem und herbem Geschmack, in Wasser leicht löslich und in wässriger Lösung Lackmus anfänglich röthend, dann entfärbend. Ueber $100^\circ C$. erhitzt, verliert die Jodsäure Wasser und verwandelt sich in das Anhydrid: $JO_5 \cdot (HJO_6) = JO_5 + HO$, eine feste weisse Masse, welche bei stärkerem Erhitzen schmilzt und in Joddampf und Sauerstoff zerfällt. Mit brennbaren Körpern, wie Kohle, Schwefel, organischen Substanzen und mit gewissen fein zertheilten Metallen, verpufft die Jodsäure beim Erwärmen und wird überhaupt durch die meisten Reductionsmittel, wie schweflige Säure, phosphorige Säure, Schwefelwasserstoff u. a. m., reducirt. Durch Chlor und Brom dagegen erleidet sie keine Veränderung. Die jodsauren Salze verhalten sich im Allgemeinen analog den chlorsauren, geben beim Erhitzen Sauerstoff aus unter Hinterlassung von Jodmetall und wirken energisch oxydirend auf brennbare Körper ein, beim Erwärmen zuweilen damit verpuffend.

Darstellung.

Darstellung. Die Jodsäure erhält man durch Behandlung von Jod mit möglichst concentrirter Salpetersäure, oder durch Zerlegung des jodsauren Kaliums, welches man in ganz analoger Weise erhält, wie das chlorsaure und bromsaure Kalium, mittelst Chlorbaryums, wodurch jodsaures Baryum entsteht, das man durch Schwefelsäure zersetzt. Jodsaures Kalium und Chlorbaryum geben nämlich jodsaures Baryum, welches niederfällt und Chlorkalium, welches gelöst bleibt; jodsaures Baryum und Schwefelsäure geben schwefelsaures Baryum und Jodsäure:



Ueberjodsäure.

HJO_8 oder HO, JO_7
Aequivalentgewichtsformel.

HJO_4
Atomistische Molekularformel.

Aequivalent- und Molekulargewicht = 192. Proc. Zusammensetzung: Jod 66,14;
Sauerstoff 33,33; Wasserstoff 0,53.

Eigen-
schaften.

Mit vier Aequivalenten Krystallwasser in farblosen, zerfliesslichen, rhomboidalen Prismen krystallisirend, bei $130^\circ C$. schmelzend, stärker er-

hitzt ihr Krystallwasser, dann zwei Aequivalente Sauerstoff verlierend, wodurch sie in Jodsäure übergeht, die in noch höherer Temperatur in Jod und Sauerstoff zerfällt. Die Ueberjodsäure ist in Wasser ausnehmend löslich, daher zerfliesslich; auch in Alkohol und Aether löst sie sich. Die wässerige Lösung der Säure zersetzt sich beim Kochen nicht, wohl aber bei starkem Abdampfen.

Die Ueberjodsäure wirkt, ähnlich wie die Jodsäure auf brennbare und organische Substanzen und wird durch gewisse Reductionsmittel, wie Schwefelwasserstoff, nicht aber durch schweflige Säure reducirt. Auch Schwefelsäure und Chlorwasserstoffsäure zersetzen sie. Die überjodsauren Salze sind in Wasser meist unlöslich.

Darstellung. Man erhält die Ueberjodsäure aus dem überjodsauren Natrium durch Verwandlung desselben zuerst in überjodsaures Silber und Zerlegung des letzteren durch Wasser, wodurch dasselbe in unlösliches basisches überjodsaures Silber und in freie Ueberjodsäure zerlegt wird. Das überjodsaure Natrium erhält man durch Einleiten von Chlorgas in eine, mit kohlenurem Natrium versetzte siedende Auflösung von jodsaurem Kalium. Darstellung.

Verbindungen des Jods mit Stickstoff, Schwefel, Chlor und Brom.

Soweit diese Verbindungen gekannt sind, verhalten sie sich ähnlich den entsprechenden Chlor- und Bromverbindungen. Der sogenannte Jodstickstoff dagegen besitzt eine vom Chlorstickstoff, wie es scheint, abweichende Zusammensetzung; er enthält nämlich ausser Jod und Stickstoff auch Wasserstoff und ist wahrscheinlich eine Verbindung von J_3N mit H_3N , von Jodstickstoff sonach mit Ammoniak, J_3N , H_3N . Es ist ein schwarzer, pulverförmiger Körper, der schon bei gewöhnlicher Temperatur durch die leiseste Berührung, ja häufig sogar ohne eine solche, freiwillig mit grosser Gewalt detonirt. Man erhält ihn durch Behandlung von feingepulvertem Jod mit concentrirter Ammoniakflüssigkeit, oder durch Vermischen einer weingeistigen Jodlösung mit überschüssigem Ammoniak und Wasser. Verbindungen des Jods mit Stickstoff, Schwefel, Chlor und Brom.

Von sonstigen Verbindungen des Jods erwähnen wir hier das Einfach-Chlorjod, JCl , eine braune Flüssigkeit, das Dreifach-Chlorjod, JCl_3 , durch längeres Einleiten von Chlor in die vorgenannte Verbindung erhalten, pomeranzengelbe bei $+ 25^\circ C$. schmelzende Krystalle und das Vierfach-Chlorjod, JCl_4 , rothe octaëdrische Krystalle; dann von den Verbindungen mit Schwefel den Dreifach-Jodschwefel, J_3S und das Joddisulfid, JS_2 , beide krystallisirte Verbindungen. Eine Verbindung des Jods mit Selen ist noch nicht dargestellt.

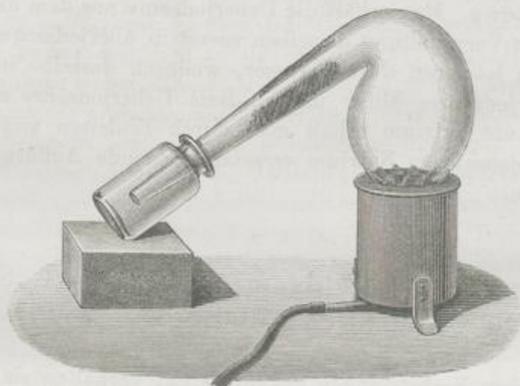
Chemische Technik und Experimente.

Darstellung
von Jod im
Kleinen.

Um Jod im Kleinen darzustellen, kann der zur Darstellung des Broms dienende Apparat Fig. 110 Anwendung finden. Man erwärmt in der Retorte ein inniges Gemenge von Jodnatrium, oder Jodkalium und Mangansuperoxyd und Schwefelsäure. Das Jod verdichtet sich im Vorstoss und der Vorlage in Krystallen.

Die verschiedenen Erscheinungen, welche bei der Destillation des Jods stattfinden, versinnlicht man am besten in folgender Weise: In die geräumige Retorte Fig. 112 bringt man eine kleine Quantität Jod, legt eine Vorlage an und erwärmt

Fig. 112.



mittelst des Gasofens. Bald färbt sich die Retorte von Joddampf violett, verstärkt man nun die Hitze, so werden die Joddämpfe immer dichter und dunkler, das Jod schmilzt, beginnt zu sieden und es wirbelt der Joddampf wolkenartig in den Retortenhals herab, hier sich zu sehr schönen langen blätterförmigen Krystallen verdichtend. Setzt man das Erhitzen lange genug fort, so erscheint der Retortenbauch zu Ende des Versuches ganz leer und farblos.

Darstellung
von Jodwasserstoff.

Zur Darstellung des Jodwasserstoffgases bringt man in eine mit Glasstöpsel versehene tubulirte Retorte eine genügende Menge amorphen Phosphors, bedeckt mit einer geringen Schicht Wasser und fügt Jod hinzu, während man schwach erwärmt.

Den ganzen Apparat veranschaulicht Fig. 113.

Das Gas kann nicht über Quecksilber aufgefangen werden, da es von diesem zersetzt wird. Man muss es daher in einer trockenen leeren Flasche mit engem Halse, wie beim Chlor angegeben, auf sammeln.

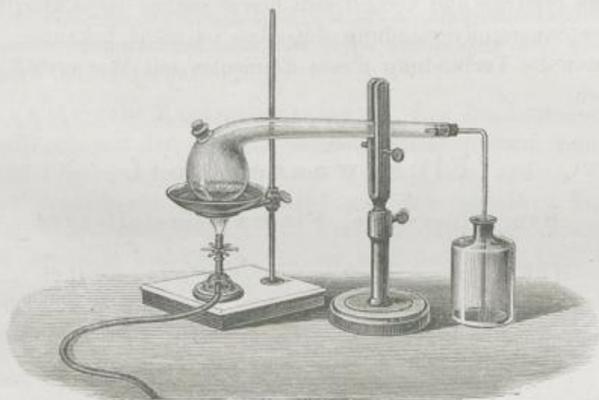
Um wässrige Jodwasserstoffsäure darzustellen, leitet man gewaschenes Schwefelwasserstoffgas in Wasser, in welchem fein gepulvertes Jod suspendirt ist, so lange, als noch etwas davon unzersetzt ist, filtrirt vom ausgeschiedenen Schwefel ab und verdunstet den überschüssigen Schwefelwasserstoff in gelinder Wärme.

Darstellung
von Jodstickstoff.

Da der Jodstickstoff, obgleich in hohem Grade explosiv, doch nicht mit den furchtbaren Wirkungen explodirt wie der Chlorstickstoff, man auch bei seiner Bereitung die Menge des zu erzielenden Präparats viel leichter bemessen kann, so eignet sich derselbe besser als der Chlorstickstoff zur Erläuterung der Explosivität mancher Verbindungen. Man verfährt dabei wie folgt: Man pulvert Jod sehr fein

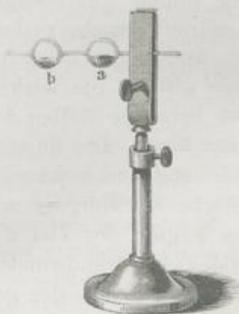
und giebt je 5 bis 6 Gran desselben auf ebenso viele Uhrgläser, auf welchen man es mit concentrirtem Ammoniakliquor übergießt. Nach etwa $\frac{1}{2}$ stündiger Einwirkung bringt man den gebildeten Jodstickstoff auf kleine Filter, wäscht ihn mit wenig

Fig. 113.



destillirtem Wasser aus, lässt gut abtropfen, und zerreisst die noch feuchten Filter in mehrere Stücke, damit nicht die ganze darin enthaltene Substanz auf einmal explodirt. Man lässt hierauf die Filterstückechen während der Vorlesung trocknen, wo dann die Explosion gewöhnlich von selbst erfolgt; noch sicherer, wenn man das getrocknete Präparat mit einem Holzstabe etwas reibt.

Fig. 114.



Die grosse Verwandtschaft des Jods zu den Metallen zeigt folgender Versuch:

Die Kugel *a* der Kugelhöhre, Fig. 114, enthält etwas Quecksilber, die Kugel *b* etwas Jod. Erhitzt man letztere, so verdampft das Jod und gelangt in die Kugel *a*, wobei eine heftige Reaction stattfindet und sich das Quecksilber in schön rothes Quecksilberjodid verwandelt.

F L U O R.

Symbol Fl. Aequivalentgewicht = 19. Atomgewicht = 19. Molekulargewicht: $\text{FlFl} = 38?$

Die Eigenschaften des Fluors sind kaum gekannt, da alle Versuche es zu isoliren nur so viel ergaben, dass es ein bei gewöhnlicher Temperatur gasförmiger Körper sei, welcher Metalle und Glas heftig angreift.