Die Verbindungen dieses Metalls mit Phosphor, Kohlenstoff und Boron, sind nicht bekannt.

Ob dieses Metall in einem Fossil enthalten sei, findet man, wenn man es mit Alkali glüht, wobei sich chromsaures Alkali bildet, welches, wenn die alkalische Masse in Wasser aufgelöst wird, der Auflösung eine gelbe Farbe giebt, die auch von kleinen Portionen Chromsäure ziemlich sichtbar ist. Man sättigt darauf das freie Alkali mit Salpetersäure, und mischt das neutrale Salz mit salpetersaurem Quecksilberoxydul, welches von der Chromsäure mit rother Farbe niedergeschlagen wird. Wenn man nachher den Quecksilberniederschlag glüht, so bleibt grünes Chromoxyd zurück. Ist der Gehalt an Chrom nur gering, so kann man ihn sicherer auf die von Vauquelin vorgeschlagene Weise finden. Die gelbe alkalische Flüssigkeit wird, mit Salpetersäure gesättigt, zur Trockne abgedampft, wieder aufgelöst, durchgeseihet, mit einem Ueberschuſs von Salpetersäure versetzt und mit ein wenig Hydrothionammoniak gemischt, womit sie in einer verstopften Flasche digerirt wird. Die Chromsäure wird davon zu Oxydul reducirt. Das freigemachte Schwefelwasserstoffgas wird darauf durch Kochen verjagt und die Flüssigkeit im Kochen mit kaustischem Kali gefällt, wobei grünes Chromoxydul abgeschieden wird.

Man bedient sich des Chromoxyduls in mehreren Fabriken als grüne Farbe zur Emaillen- und Porzellanmalerei. Es kann jeden Wärmegrad vertragen, ohne verdorben zu werden, welches oft mit den Oxyden des Kupfers geschieht. Eine grüne Emaille von Chromoxydul, auf Blättern von Silber oder Kupfer gelegt, giebt einen goldähnlichen Ueberzug. Die Verbindung der Chromsäure mit Bleioxyd ist eine schöne und unveränderliche gelbe Malerfarbe, die fabrikenmäſsig bereitet und besonders zum Malen von Wagen angewandt wird.

4. Molybdän. *(Molybdaenum.)*

Dieses Metall wurde im Jahre 1788 von Scheele in einem graphitähnlichen Fossil entdeckt, welches man bis

zu seiner Zeit mit Graphit verwechselt hatte, und welchem er den griechischen Namen des Graphits, Molybdaena, gab. Dieses Fossil besteht aus Molybdän und Schwefel. Es giebt Molybdänsäure und Schwefelsäure, wenn es mit Salpetersäure behandelt wird. Die Reduction der Molybdänsäure zum Metall gehört indessen Scheele nicht zu, sondern einem anderen schwedischen Chemiker, Hjelm, der mehrere Versuche damit angestellt hat. Außer diesem Fossil hat man auch Molybdän im molybdänsauren Blei gefunden.

Die Reduction des Molybdänmetalls geschieht auf gewöhnliche Art, und hat die nämliche Schwierigkeit, wie die Reduction des Chroms; es verliert ziemlich leicht seinen Sauerstoff, fordert aber möglichst strenge Hitze, um als geflossener König erhalten zu werden. Es wird sogar auf Kohle vor dem Löthrohr sehr leicht reducirt, besonders wenn man ein wenig Alkali zusetzt; aber man erhält es dann als ein stahlgraues Pulver, welches, wenn es gedrückt wird, Metallglanz annimmt. Das Metall hat eine weißgraue Farbe, und einen Glanz zwischen Zinn und Silber. Sein eigenthümliches Gewicht ist = 8,6. Es hat ein dichtes Gefüge, wenig Geschmeidigkeit, ist übrigens hart, und zerspringt unter dem Hammer. In trockener Luft erhält es sich unverändert, aber in Wasser oder in feuchter Luft wird es leicht oxydirt. Bei dunkeler Rothglühhitze läuft es mit mehreren Farben an, entzündet sich und verbrennt zu Molybdänsäure.

Das Molybdän hat drei Oxydationsstufen: ein Oxyd und zwei Säuren. Buchholz nimmt fünf an: Oxydul, Oxyd und drei Säuren; diese Anzahl ist jedoch, aller Wahrscheinlichkeit nach, zu groß.

a) Das Oxyd wird auf folgende Art erhalten. Man erhitzt Schwefelmolybdän in einem offenen Gefäße, bis daß der Schwefel durchs Glühen verjagt und das Molybdän zur Säure oxydirt ist. Die geglühte Masse wird mit kaustischem Ammoniak digerirt, welches die Säure auflöst, indem es das noch unzersetzte Erz und Steinpul-

ver zurückläſst. Das erhaltene molybdänsaure Ammoniak wird zur Trockne abgedampft und in einem hessischen Tiegel eingelegt, wo es zur Zersetzung des Salzes geglüht wird, wonach man es unter einer Bedeckung von Kohlenpulver bis zum strengen Weiſsglühen erhitzt. Das Ammoniak reducirt die Molybdänsäure zu Oxyd, und Wasser und Stickstoffgas entwickeln sich. Das gebildete Oxyd, nachdem es unter dem Kohlenpulver weiſsglühend gehalten wird, nimmt ein krystallinisches Gefüge an. Das Oxyd besteht in diesem Zustande aus krystallinischen, metallglänzenden, kupferbraunen Schuppen, die den Glanz von polirtem Tomback haben. In einer sehr hohen Temperatur wird es weich, und sein eigenthümliches Gewicht ist nachher 5,666. Nach Bucholz, welcher beinahe allein das Verhalten des Molybdänoxyds zu Säuren studirt hat, soll die Salzsäure dieses Oxyd mit blauer Farbe auflösen, und mit Ammoniak soll diese Auflösung einen blauen Niederschlag geben. Salpetersäure verwandelt das Oxyd zur Säure. Schwefelsäure und Phosphorsäure geben grüne Auflösungen, die in der Kälte blau werden. Fluſsspathsäure löst das Oxyd mit gelber oder grüngelber Farbe auf, und das Salz ist nach dem Eintrocknen blaugrün. Es wird nicht von Boraxsäure aufgelöst. Essigsäure und Benzoesäure geben blaue Auflösungen, die nach dem Eintrocknen ein blaues Pulver zurücklassen. Kleesäure giebt eine blaue Auflösung, die sich beim Abdampfen nicht niederschlägt. Die Weinsteinsäure verhält sich wie die Essigsäure. Wird Molybdänmetall mit concentrirter Schwefelsäure gekocht, so entwickelt sich schweflichte Säure, und man erhält eine syrupdicke, gelbbraune Flüssigkeit, die durch Verdünnung mit Wasser braungelb wird. Verdünnte Schwefelsäure und concentrirte Salzsäure greifen das Metall nicht an, auch nicht im Kochen. Salpetersäure giebt mit dem Metall zuerst eine blaſsrothe Auflösung, die nachher gelbbraun wird, und die, wenn die Säure anfängt gesättigt zu werden, einen fleischfarbigen Niederschlag absetzt. Nach Abdampfung giebt er einen schmutzig-rothgelben Rückstand, der einen schwachsäuer-

lichen, bitteren, metallisch zusammenziehenden Geschmack hat. Er wird mit einem kleinen Rückstand von Molybdänsäure in Wasser wiederaufgelöst, und die Auflösung schlägt mit Ammoniak ein bleiches, blaurothes Pulver nieder, welches in Wasser wiederaufgelöst wird, und dessen Eigenschaften noch nicht untersucht sind. Arseniksäure giebt mit Molybdänmetall nach 24 Stunden, ohne Wärme, eine braungelbe Auflösung, die nach Abdampfung und Wiederauflösung eine schöne blaue Farbe annimmt. Phosphorsäure löst auf die nämliche Weise eine Portion des Metalls auf. Die übrigen Säuren wirken äufserst schwach darauf.

b) Molybdänichte Säure wurde von Bucholz entdeckt. Man erhält sie, wenn 1 Theil Molybdänmetall mit 2 Th. Molybdänsäure, oder 3 Th. Molybdänoxyd und 4 Th. Molybdänsäure, in einem erwärmten Mörser mit ein wenig warmen Wasser zusammen gerieben werden, bis dafs die Masse eine gesättigte blaue Farbe erhalten hat; man kocht sie dann einige Minuten mit 8 bis 10 Th. Wasser und filtrirt sie. Der Rückstand wird auf dieselbe Art gerieben und ausgekocht, so lange die Flüssigkeit noch blau wird. Die erhaltene blaue Flüssigkeit wird in einer flachen Schaale von Porzellan schnell eingekocht, worin man vorher ein wenig Molybdänmetall oder Molybdänoxyd hineingelegt hat, um die Säure, welche sich beim Kochen bilden kann, wieder zu reduciren. Wenn die Flüssigkeit die Consistenz eines Syrups erhalten hat, wird sie auf eine Theetasse gegossen und bei mäfsiger Hitze getrocknet.

Die molybdänichte Säure ist in Wasser leicht auflöslich und hat eine schöne blaue Farbe. Sie hat einen schwachsauren, metallischen, zusammenziehenden und etwas bitteren Geschmack. Sie röthet das Lackmuspapier und zerlegt die kohlensauren Alkalien in der Wärme. Im Glühen, oder mit Salpetersäure oxydirt, giebt sie Molybdänsäure. Die von der molybdänichten Säure gebildeten Salze haben eine blaue Farbe.

Molybdänichtsaures Kali wird erhalten, wenn

man molybdänichte Säure mit kohlensaurem Kali sättigt. Die Auflösung ist blau und hat einen bitteren, metallischen und einen dem Pech etwas ähnlichen Geschmack. Wird molybdänichte Säure mit kaustischem Kali gesättigt, so schlägt sich das neutrale Salz nieder, und wenn man, nachdem die unvollkommene Säure gesättigt ist, mehr kaustisches Kali zutröpfelt, so wird die Auflösung zuletzt farbenlos. Das herausgefällte blaue Pulver wird in reinem Wasser leicht wiederaufgelöst. Molybdänichtsaures Natron und molybdänichtsaures Ammoniak sind den vorhergehenden sehr ähnlich, aber ein Ueberschuſs von Alkali schlägt diese Salze nicht nieder, und die geringe Quantität des bei der Sättigung der unvollkommenen Säure erhaltenen blauen Niederschlages enthält kein Alkali. Diese Salze werden durch den Zutritt der Luft leicht oxydirt und in molybdänsaure Salze verwandelt. Die Verbindungen der molybdänichten Säure mit den Erden sind noch nicht untersucht.

c) Molybdänsäure erhält man, wenn Schwefelmolybdän bei der Rothglühhitze in einem offenen Gefäſse geröstet, und die neugebildete Säure, so wie ich es angeführt habe, mit kaustischem Ammoniak ausgezogen wird. Aus dieser Verbindung kann man sie gewinnen, entweder durch Glühen, oder durch Fällung mit Salpetersäure oder Essigsäure; man wäscht sie mit Wasser aus, trocknet sie, und schmilzt sie darauf in einem gläsernen Gefäſse oder in einem Platinatiegel. Man kann sie auch erhalten, wenn man das durch Glühen des Ammoniaksalzes gewonnene Oxyd bis zur Trockne mit Salpetersäure kocht und schmilzt. Die Säure, die man nach der zuerst angeführten Methode erhält, ist weiſs; die letztere hat dagegen eine gelbliche Farbe. Bucholz hält sie daher für zwei verschiedene Oxydationsstufen, wofür sich jedoch kein hinreichender Grund anführen läſst. Er sieht die mit Salpetersäure erhaltene als weniger oxydirt, als die präcipitirte, an. Diese Säure bildet sich auch, wenn die unvollkommene Säure in einem offenen Gefäſse stehen bleibt, wobei sie allmählig eine grüne, und

endlich eine gelbe Farbe annimmt. Wärme beschleunigt sehr die Oxydation.

Die Molybdänsäure ist pulverförmig, weifs, hat 3,49 eigenth. Gewicht und einen metallischen Geschmack. Sie schmilzt bei einer höheren Temperatur, und sublimirt sich in weifsen, glänzenden Nadeln oder Schuppen. Die geschmolzene Säure erstarrt zu einer strahligen, weifsgrauen Masse. In der inneren Flamme des Löthrohrs wird sie blau, aber sie verliert in der äufseren wieder ihre Farbe. Sie wird in 570 Theilen kalten Wassers aufgelöst. Die Auflösung hat einen schwachsauren Geschmack. Ihre Auflösung wird von verschiedenen Metallen und Metalloxydulen, z. B. von denen des Eisens und des Zinns, auch von Schwefelwasserstoffgas, zur molybdänichten Säure reducirt. Sie besteht aus $\frac{2}{3}$ Metall und $\frac{1}{3}$ Sauerstoff, oder, in genauer ausgedrückten Zahlen, aus 66,613 Theilen Metall und 33,387 Theilen Sauerstoff. Ihre Sättigungscapacität ist $\frac{1}{3}$ ihres Sauerstoffgehalts, oder 11,129.

Weder die Zusammensetzung der molybdänichten Säure, noch die des Oxyds, sind durch Versuche ausgemacht; aber wir schliefsen aus der Zusammensetzung der Säure, dafs 100 Theile des Metalls im Oxyd 16,7, in der unvollkommenen Säure 33,4 Theile, und in der Säure 50,12 Theile Sauerstoff aufnehmen, d. i. dafs der Sauerstoff sich wie 1,2 und 3 in diesen Verbindungen verhält.

Molybdänsaures Kali ist in Wasser leicht auflöslich, und bildet Krystalle, die in der Luft nicht verändert werden; es hat einen metallischen und zusammenziehenden Geschmack. Säuren schlagen daraus ein schwerauflösliches saures Salz nieder, welches in 4 Th. kochenden Wassers aufgelöst wird. Dieses Salz schmilzt im Glühen und giebt nach der Abkühlung eine Masse, die eine schöne gelbe Farbe hat. Man erhält das saure Salz leicht, wenn das Molybdänerz mit Salpeter geglüht, die erhaltene Salzmasse aufgelöst und mit Salpetersäure niedergeschlagen wird. Molybdänsaures Natron krystallisirt beim Abdampfen in grofsen Krystallen, die an der Luft verwittern.

Es giebt, mit Säuren gemengt, einen Niederschlag von saurem molybdänsauren Natron. Molybdänsaures Ammoniak ist ein leichtauflösliches, krystallisirendes Salz. Mit Salpetersäure niedergeschlagen, behält es, nach Trommsdorfs Angabe, sowohl Salpetersäure als Ammoniak, wovon man es nur durch Glühen reinigen kann. Molybdänsaurer Baryt, Strontian und Kalk sind unauflöslich. Molybdänsaure Talkerde ist ziemlich leichtauflöslich und hat einen bitteren Geschmack. Molybdänsaure Thonerde ist unauflöslich. Die übrigen Verbindungen sind unbekannt.

Schwefelmolybdän kommt in der Natur fertig gebildet vor, ist krystallisirt, bleigrau, glänzend, schuppig oder blätterig. Es ist fett im Anfühlen und biegsam. Sein eigenthüml. Gewicht ist 4,138 bis 4,569. Geglüht ist das Schwefelmolybdän in verschlossenen Gefäßen unveränderlich, oxydirt sich aber in offener Luft oder mit Salpeter gemengt. Das geschieht auch, wenn es mit Salpetersäure oder Königswasser gekocht wird. Es wird, sowohl im Kochen als im Schmelzen, vom Kali aufgelöst; löst man es danach in Wasser auf, und mischt es mit einer Säure, so schlägt sich eine schwarzbraune Masse nieder, die von mehr zugegossener Säure nicht verändert wird. Schwefelwasserstoffhaltige Alkalien schlagen Molybdänauflösungen mit einer chocoladenbraunen Farbe nieder und lösen den Niederschlag wieder auf, wenn sie in Ueberschuſs zugesetzt werden und das Gemenge erwärmt wird. Von concentrirtem Hydrothionalkali wird es mit Entwickelung von Schwefelwasserstoffgas aufgelöst; die Auflösung ist roth. Das auf dem nassen Wege bereitete Schwefelmolybdän löst sich, nach dem Auswaschen der Säure, in reinem Wasser, womit es hernach übergossen wird, auf, und dieses erhält davon eine dunkelbraune Farbe. Schwefelwasserstoffgas, bei einer höheren Temperatur durch molybdänsaures Ammoniak geleitet, schlägt Schwefelmolybdän nieder. Schwefelmolybdän enthält 33,4 pC. Schwefel, und ist, der Zusammensetzung nach, der molybdänichten Säure proportional.

Molybdän verbindet sich auch mit dem Phosphor, aber weder diese Verbindung, noch die, welche es mit anderen Metallen giebt, ist gehörig untersucht. Bisher ist dieses Metall nur zu einer blauen Miniatur-Farbe, blauer Carmin genannt, angewandt worden. Diese Farbe besteht aus molybdänichtsaurem Zinnoxydul. Man hat versucht, Seide damit zu färben; sie erhält eine schöne, aber nur lichtblaue Farbe. Einige Versuche, das Schwefelmolybdän, wie den Graphit, als Bleistifte anzuwenden, wollten nicht gelingen.

5. Wolfram. *(Wolframium.)*

Dieses Metall kommt in verschiedenen, aber vorzüglich in zwei Mineralien vor, von welchen das eine den Namen Tungstein (Schwerstein) hat, und aus Kalkerde und Wolframsäure besteht; das andere, Wolfram genannt, ist aus wolframsaurem Eisenoxydul und Manganoxydul, die ein Doppelsalz bilden, zusammengesetzt. Scheele untersuchte das erstere dieser Mineralien, und fand, dafs es eine eigene Säure enthielte, die er Tungsteinssäure nannte; Bergman vermuthete, dafs sie eine metallische Säure wäre, und die Brüder d'Elhujart reducirten sie zu einem Metall, welches zuerst den Namen Tungstein erhielt, aber nach dem Mineral, worin es von d'Elhujart gefunden wurde, nachher Wolfram genannt wurde. Einige Chemiker haben es zu Scheele's Andenken *Schelium* genannt. Dieser Name ist der schwedischen Sprache weniger anpassend, und die Unsterblichkeit unseres Landsmanns bedarf nicht dieser Stütze. Ich habe es also am besten gefunden, den Namen Wolfram zu behalten.

Die Reduction des Wolframmetalls aus seinen Oxyden, hat dieselbe Schwierigkeiten, wie die Reduction von Molybdän und Chrom. Es giebt den Sauerstoff leicht ab, aber es fordert eine äufserst heftige Hitze, um in geflossenen Metallkörnern erhalten werden zu können. Vor dem Löthrohr erhält man es auf dieselbe Weise, wie Mo-