

### III.

## Ueber die colorimetrische Kupferprobe.

Von Alois von Hubert,

k. k. Bergwesenspraktikanten.

Heine war der erste, der die Eigenschaft des Ammoniaks, mit Kupfersalzen eine schöne blaue Farbe hervorzubringen benutzte, um darauf ein Verfahren zu gründen, den Kupferhalt der Schlacken im Mannsfeldischen zu ermitteln. Zu diesem Behufe wurde die Schlacke mit concentrirter Salpetersäure aufgeschlossen, die Auflösung mit Ammoniak übersättigt, nach dem Absetzen von Eisenoxyd und Thonerde die Solution filtrirt, welche nach dem geringeren oder grösseren Kupferhalte, schwächer oder stärker blau gefärbt war.

Er bereitete sich durch Auflösen von Kupfer in Salpetersäure, Uebersättigen mit Ammoniak, und Verdünnung der Lösung mit gewissen in graduirten Cylindern abgemessenen Mengen Wasser eine Reihe von Musterflüssigkeiten, die je nach ihrem Kupfergehalte eine verschiedene blaue Farbe hatten, und gab diese in gleich grosse, dicke und weite Gläser, die mit gut eingeriebenen Stöpseln versehen waren.

Wurde nun eine auf ihren Kupfergehalt zu untersuchende Solution mit einer dieser Musterflüssigkeiten verglichen, so konnte man aus der Menge und Farbe der ersteren einen sichern Schluss auf den Kupfergehalt der Schlacke ziehen.

Die zu untersuchende Solution wurde so lange mit Wasser verdünnt, bis sie irgend einer der Musterflüssigkeiten gleich war, hierauf die ganze Menge der Solution im graduirten Cylinder gemessen und durch Rechnung der Kupferhalt bestimmt. Die Vergleichung musste in solchen Gläsern, wie die zur Aufnahme der Musterflüssigkeiten dienenden, geschehen.

Dieses Verfahren konnte indess Heine nur bei armen Schlacken anwenden; bei reichen passte es schon nicht mehr, wegen der möglichen bedeutenden Differenzen bei der Unsicherheit der Vergleichung stark blau gefärbter Solutionen.

War aber die Schlacke so arm an Kupfer und die daraus bereitete Solution so schwach blau gefärbt, dass sie nicht mehr mit der am schwächsten blau gefärbten Musterflüssigkeit verglichen werden konnte, so musste die Solution durch Abdampfen concentrirt werden.

Wenn dieses Verfahren sich nur vollkommen eignete, um den Kupferhalt armer Schlacken zu bestimmen, bei reichen aber schon nicht mehr stichhältig war, so konnte diess um so weniger bei Erzen und Hüttenproducten der Fall sein.

Jacquelain hat auf die oberwähnte Eigenschaft des Ammoniaks ein Verfahren gegründet, durch welches der Kupferhalt sowohl von armen und reichen Schlacken als auch von Erzen und Hüttenpro-

ducten schnell und genau ermittelt werden kann, worüber er der Akademie der Wissenschaften in Paris im Jahre 1846 eine kurze Abhandlung vorlegte.

Jacquelin führte in dieser Abhandlung die mit den verschiedensten Kupferleguren ausgeführten Proben und die hiebei möglichen Fehler an, bemerkt aber nur ganz kurz, dass man auf diese Art ebenso leicht den Kupferhalt von Erzen so wie von Handelsproducten, wie Messing, Packfong, Bronze, Münzen, Gold- und Silberwaaren bestimmen könne.

Sein Verfahren besteht darin, sich eine Normallösung zu bereiten, durch Auflösung eines halben Grammes chemisch-reinen Kupfers in Salpetersäure, Uebersättigung der Lösung mit Ammoniak und Verdünnung derselben mit destillirtem Wasser, bis das Ganze genau 1 Liter (1000 Cubik-Centimeter) beträgt.

Nun wird die zu untersuchende Substanz gleichfalls in Salpetersäure aufgelöst, die Lösung mit Ammoniak übersättigt und diese dann mit destillirtem Wasser so weit verdünnt, dass sie in einem graduirten Cylinder 200, oder nach Bedarf auch 150, 100 oder 50 Cubik-Centimeter misst.

Er bedient sich zur Vergleichung der blauen Farbe der zu untersuchenden Flüssigkeit (die ich Probeflüssigkeit nenne) und der Normallösung einer längeren, in Cubik-Centimeter, nebst Zehnteln graduirten Röhre, in welche die Probeflüssigkeit gegeben, und so lange mit Wasser verdünnt wird, bis ihre Farbe gleich ist jener der Normallösung, die in eine kürzere nicht graduirte Röhre zu stehen kommt.

Da die Normallösung ihrem Kupferhalte nach bekannt ist, ferner die Probeflüssigkeit auf ein bestimmtes Volumen gemessen wurde, so kann aus der Menge des zur Verdünnung der Probeflüssigkeit angewendeten Wassers der Kupferhalt der eingewogenen Substanz genau ermittelt werden.

Es können hiebei zwei Fälle eintreten, die Probeflüssigkeit wird entweder dunkler oder lichter als die Normallösung sein.

Ist sie dunkler, so gibt man 5 Cubik-Centimeter derselben in die graduirte, hingegen 5 Cubik-Centimeter der fertigen Normallösung in die kürzere nicht graduirte Röhre, und verdünnt erstere mit Wasser bis ihre Farbe gleich jener der Normallösung geworden ist.

Ist die Probeflüssigkeit lichter, so gibt man gerade umgekehrt 5 Cubik-Centimeter der fertigen Normallösung in die graduirte, und 5 Cubik-Centimeter der Probeflüssigkeit in die kürzere Röhre und verdünnt nun erstere bis zur vollkommenen Gleichheit der Farbe mit letzterer.

Aus der angewendeten Wassermenge lässt sich durch 3 Proportionen schnell und sehr genau der Kupferhalt der eingewogenen Substanz berechnen.

Aus der ersten Proportion berechnet sich der Kupferhalt der verdünnten 5 Cubik-Centimeter der Probeflüssigkeit, oder, wenn die Probeflüssigkeit lichter ist, der Kupferhalt der 5 Cubik-Centimeter der Probeflüssigkeit durch Verdünnung der 5 Cubik-Centimeter der Normallösung.

Aus der zweiten Proportion berechnet sich die ganze Menge Kupfer, die den 200, 150, 100 oder 50 Cubik-Centimetern entspricht, auf die die Probeflüssigkeit gemessen worden ist.

Aus der dritten endlich der percentische Kupferhalt der eingewogenen Substanz.

Die Einführung einer Kupferprobe, die schnell und genau den Kupferhalt von Erzen und Hüttenproducten anzugeben vermag, war längst ein tief gefühltes Bedürfniss; ich wurde daher im Jahre 1847 von dem k. k. General-Landes- und Hauptmünzprobirer A. L ö w e aufgefordert, die kurze Abhandlung *Jacquelain's* näher zu berücksichtigen. Ich unterzog mich allsogleich diesem Auftrage, und die ersten im Febrnar 1848 ausgeführten Arbeiten überzeugten mich bereits, dass dieses Verfahren sich vollkommen eignen würde, um als Kupferprobe für Erze und Hüttenproducte gelten zu können.

Im Februar 1848 kehrte ich auf meinen Dienstposten nach Agordo zurück, wo ich erst im April 1849 mit den zur Ausführung der Probe nothwendigen Geräthschaften versehen werden konnte. Ich schenkte nun diesem wichtigen Gegenstande meine volle Aufmerksamkeit, und führte mit den Erzen und Hüttenproducten von Agordo eine zahlreiche Reihe von Versuchen aus, die den Zweck hatten, Anhaltspuncte festzustellen, welche es möglich machen sollten, das Verfahren von *Jacquelain* als wirkliche Kupferprobe im Grossen einzuführen.

Die damit abgeführten Versuche erschienen mir um so nothwendiger, als die Abhandlung von *Jacquelain* äusserst kurz gefasst ist, und die darin aufgeführten Resultate sich lediglich nur auf Metall-Leguren beziehen, auch nichts über die Dimensionen der Röhren erwähnt wird, und ebenso wenig die einzelnen vorkommenden Operationen, wie die Vorbereitung der Erze, das Einwägen, das Auflösen derselben, das Wiederauflösen des einmal gefällten Eisenoxyds, und mehrmalige Fällen desselben durch Ammoniak, das Messen der Probeflüssigkeiten je nach ihrem Halte, das Verdünnen verschiedener Mengen der Probeflüssigkeit u. s. f. näher beleuchtet wurden. In Bezug auf die Anwendung bloss einer Normallösung, wie sie *Jacquelain* vorschlägt, bin ich auf Schwierigkeiten gestossen, da Probeflüssigkeiten, die im Verhältniss zur Normallösung weniger oder mehr Kupfer enthalten, gewisse Differenzen im blauen Farbentone zeigten, somit die Anwendung einer Normallösung allein Veranlassung zu Täuschungen geben könnte.

Ich habe alle sich ergebenden Zweifel, alle Schwierigkeiten, die sich entgegenstellten, glücklich überwunden, so dass *Jacquelain's* colorimetrisches Verfahren, als Kupferprobe betrachtet, jeder Anforderung entspricht, die man einer schnellen und sehr genauen Kupferprobe stellen kann.

Was die Dimensionen der Röhren betrifft, so ist die innere Lichte und Länge derselben nicht gleichgültig.

Ein und dieselbe blaue Flüssigkeit, die in einer Röhre von 1 Centimeter innerer Lichte betrachtet wird, erscheint bei grösserer innerer Lichte dunk-

ler, weil die Schichte natürlich dicker ist. Bei der colorimetrischen Probe kommt es aber darauf an, der Röhre eine solche innere Lichte zu geben, dass die Flüssigkeit nur so schwach blau gefärbt erscheine, dass die Vergleichung der blauen Farben leicht statt finden könne. Hierzu eignet sich am besten eine innere Lichte von 1 Centimeter.

Was die Länge der Röhre betrifft, so habe ich eine Röhre gewählt, die in 35 Cubik-Centimeter eingetheilt, deren Länge also bei einer inneren Lichte von 1 Centimeter, 46 Centimeter beträgt. Mit dieser Länge kommt man für alle Fälle des niedersten und höchsten Kupferhalts aus.

Die Normallösung betreffend fand ich, dass man mit der von Jacquelin vorgeschlagenen, aus 0.5 Kupfer bereiteten, allein nicht leicht auskommt, wenn man Probeflüssigkeiten, die im Verhältnisse zu ihr 0.1 oder 0.8 Kupfer enthalten, mit ihr vergleichen will. Wenn man nämlich 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 und 1 Gramm chemisch-reinen Kupfers in Salpetersäure auflöst, die Auflösungen mit Ammoniak übersättigt, mit destillirtem Wasser verdünnt, und sie der Reihe nach auf 200, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800 und 2000 Cubik-Centimeter (2 Liter) misst, so bemerkt man, dass 5 Cubik-Centimeter der aus 1 Gramme Kupfer bereiteten Lösung, verglichen mit 5 Cubik-Centimeter der aus 0.1 Kupfer bereiteten, bei ganz gleicher Kupfermenge dennoch eine Verschiedenheit des blauen Farbtones zeigen.

Der blaue Farbenton der ersteren ist feuriger als der der letzteren, nimmt durch die ganze oberwähnte Reihe ab, bis er bei 0.1 einen Stich ins Grünlichblaue zeigt. Hat man demnach mit der von Jacquelin vorgeschlagenen Normallösung eine Probeflüssigkeit zu vergleichen, die entweder mehr oder weniger Kupfer enthält, so wird der verschiedene Farbenton störend auf die genaue Vergleichung der gleichen Farbenintensitäten einwirken, da das Auge, namentlich das ungeübte, jene Flüssigkeit, die den Stich ins Grünlichblau zeigt, für dunkler halten möchte. Um diesem Uebelstande auszuweichen, bereite ich mir 2 Normallösungen, eine aus 0.1 Kupfer, die andere aus 1 Gramme Kupfer und messe erstere auf 200, letztere hingegen auf 2000 Cubik-Centimeter, in welchen Fällen das den Kupferhalt der Normallösung ausdrückende Verhältniss 5:0.0025 unverändert bleibt. Je nachdem nun besonders bei anfänglicher Verdünnung der Probeflüssigkeit in der langen Röhre eine Verschiedenheit des Farbtones eintreten sollte, mische ich beide Normallösungen gleich in der kurzen Röhre, in einem solchen Verhältnisse nach dem Augenmasse, dass der Farbenton der Probeflüssigkeit mit jenem der Normallösung vollkommen übereinstimmend wird, indem, wenn der Farbenton der Probeflüssigkeit mehr feurig blau erscheint, mehr von der aus 1 Gramme Kupfer, wenn hingegen der Farbenton sich mehr ins grünlichblaue zieht, mehr von der aus 0.1 Kupfer bereiteten Normallösung genommen wird.

Was die Vorbereitung der Erze und Hüttenproducte betrifft, so müssen diese so fein als möglich gepulvert werden. Durch das feine Pulvern be-

schleunigt man ungemein die vollständige Auflösung der kupferhältigen Substanz, welche selbst bei gelinder Digestionswärme erfolgt; bei Schlacken ist das feine Pulvern nöthig, damit sie vollständig durch concentrirte Salzsäure aufgeschlossen werden.

Die Auflösung ist dann vollständig erfolgt, wenn bei Kiesen und Lechen, oder Schwefelmetallen überhaupt, der Schwefel mit vollkommen gelber Farbe zurückbleibt; ist der Schwefel hingegen braun oder grün gefärbt, so enthält er noch unzersetzte Kies- oder Lechtheile, daher würde man einen Kupferverlust erleiden.

Was die Uebersättigung mit Ammoniak, Fällung des Eisenoxyds und Aussüssen des gefällten Oxyds betrifft, so muss man hiebei den Umstand nicht vernachlässigen, dass das durch Ammoniak gefällte Eisenoxyd besonders bei hohem Halte eine gewisse Menge Kupfer chemisch gebunden zurückhält, die man durch noch so lange fortgesetztes Aussüssen mit heissem Wasser nicht von ihm trennen kann. Versuche haben gezeigt, dass der Verlust, bei einem Halte von 20%, 0.9% beträgt. Um diesem Verluste nicht ausgesetzt zu sein, ist es nöthig, das durch Ammoniak gefällte Eisenoxyd, nachdem das Aussüßwasser vollkommen farblos durchs Filtrum läuft, noch feucht auf dem Filtrum mit sehr wenig concentrirter Salzsäure aufzulösen, und die Lösung abermals mit Ammoniak im Ueberschuss zu versetzen; man bemerkt nun beim Filtriren der Lösung, dass sie wieder blau ist, und zwar mehr oder weniger, je nach dem Halte der behandelten Substanz; diese Lösung fügt man, nachdem das Eisenoxyd nur wenig mit heissem Wasser ausgesüßt wurde, der frühern zu.

Was das Einwägen betrifft, so richtet sich diess strenge genommen nach dem betreffenden Halte der zu untersuchenden Substanz. Im Allgemeinen wäge man ein:

Bei einem Halte von 0.1 bis 2% 4—5 Grammen.

„	„	„	2	„	20%	2	„
„	„	„	über	20%	1	„	„

Das Messen der Probeflüssigkeit richtet sich ebenfalls nach der schwächer oder stärker blau gefärbten Farbe derselben. Im Allgemeinen messe man Probeflüssigkeiten bei einem Halte von 0.1 bis 2% auf 150 oder auf 100 Cubik-Centimeter, bei einem Halte von 2% bis zum höchsten Halt aber stets auf 200 Cubik-Centimeter, was in einem in 200 Cubik-Centimeter eingetheilten Cylinder geschieht.

Das Messen der Probeflüssigkeiten und der Normallösung muss bei derselben Temperatur geschehen, damit auch die Volumina beider gleich sind. Es muss daher sowohl die Normallösung als auch die Probeflüssigkeit, bevor sie gemessen wird, ungefähr  $\frac{1}{3}$  Stunde in frischgeschöpftem Brunnenwasser eingekühlt werden, da sowohl die Probeflüssigkeit, die durch das Aussüssen des Eisenoxyds mit heissem Wasser warm oder doch lau sein wird, als auch die Normallösung, welche durch Zugabe von Ammoniak erwärmt wird, wenn sie so gemessen

würden, nach einiger Zeit sich zusammenziehen, und somit einen reichern Halt bei der nachfolgenden Bestimmung des Kupfers ergeben würden.

Die Bestimmung des Kupferhaltes endlich geschieht durch Vergleichung der gleichen Farbenintensitäten der Probeflüssigkeit und der Normallösung.

Diese Vergleichung geschieht am besten, wenn man die graduirte Röhre und die kurze vor einem Stück weissen Papier mit der rechten Hand in paralleler Lage hält, während man mit der linken das Papier an beide Röhren fest andrückt, wodurch die blaue Farbe beider zu vergleichenden Flüssigkeiten durch den weissen Grund bedeutend hervorgehoben wird. Da indess bei senkrechter Lage der Röhren dieselben ihrer Länge nach einen weissen von der Glasmasse herrührenden Streifen zeigen, der zur genauen Vergleichung hinderlich ist, so neige ich die Röhren in vollkommen paralleler Lage unter einem Winkel von ungefähr 45 Graden, wobei der obgenannte weisse Streifen vollkommen verschwindet. Bemerke ich nun, dass die zu untersuchende Probeflüssigkeit um vieles dunkler als die Normallösung ist, so verdünne ich sie nach dem Augenmass mit so viel Wasser, dass mir die Farbe derselben doch noch auffallend dunkler als die der Normallösung erscheint und beobachte jetzt, ob der blaue Farbenton beider Flüssigkeiten übereinstimmt; ist diess nicht der Fall, so schreite ich zur Adjustirung der Normallösung durch Zusammenmischen der beiden aus 0.1 und 1 Gramme Kupfer bereiteten Normallösungen.

Nach Adjustirung der Normallösung gibt man wieder Wasser und zuletzt nur tropfenweise der Probeflüssigkeit zu, bis man bemerkt, dass die Farbe derselben jener der Normallösung so viel als möglich sich genähert hat, indess um ein Geringes noch dunkler ist; man lässt die Röhre 1 Minute ruhig stehen, liest die angewendeten Cubik-Centimeter und Zehntel ab und notirt sie; dann gibt man tropfenweise Wasser zu bis man bemerkt, dass die Probeflüssigkeit merklich lichter als die Normallösung geworden ist, liest ab und notirt wieder. Von beiden Notirungen nimmt man das Mittel und berechnet daraus durch die drei erwähnten Proportionen den betreffenden Kupferhalt.

Da die angewendeten Cubik - Centimeter und Zehntel Wasser den percentischen Kupfermengen direct proportional sind, so würde man, wenn man 2 Gramme der Substanz einwägt, die Probeflüssigkeit auf 200 Cubik-Centimeter misst und 5 Cubik-Centimeter derselben in der graduirten Röhre verdünnt, bei dem Halte z. B. von 60%, eine Flüssigkeitssäule von ebenfalls 60 Cubik-Centimeter erhalten. Da bei einer so hohen Flüssigkeitssäule aber nicht blos das Arbeiten mit einer so langen Röhre schwierig und gefährlich, sondern es beinahe unmöglich ist, die zuletzt zuzugebenden Wassertropfen mit der ganzen Flüssigkeitssäule genau zu vermischen, so gebe ich von Probeflüssigkeiten bis 40% Halt, 5 Cubik-Centimeter in die graduirte Röhre; wobei bei einem Halte bis 20% 2 Grammen, bei einem Halte von 20 bis 40% nur ein Gramme der Substanz eingewogen

wird, bei Probeflüssigkeiten aber von 40% bis zum höchsten Halte gebe ich nun 2 Cubik-Centimeter in die graduirte Röhre, wobei gleichfalls 1 Gramme eingewogen wird, wodurch selbst beim höchsten Halte die Flüssigkeitssäule 20 Cubik-Centimeter nicht übersteigen kann; dadnrch bin ich im Stande bei einer inneren Lichte von 1 Centimeter, einer Eintheilung der Röhre in 35 Cubik-Centimeter, und einer Länge von 46 Centimeter, schnell und genau selbst den höchsten Halt zu bestimmen.

Die Röhre theile ich in 35 Cubik-Centimeter, da zum bequemen Schüteln der Flüssigkeit noch ein freier Raum über dem Niveau der Flüssigkeit erübrigen muss.

Es folgen hier drei Beispiele die das Ganze erläutern sollen.

1. Man hätte 2 Grammen eingewogen, die Probeflüssigkeit auf 200 Cubik-Centimeter gemessen und 5 Cubik-Centimeter der Probeflüssigkeit in die graduirte Röhre gegeben; diese 5 Cubik-Centimeter forderten zu ihrer Verdünnung als Mittel 7.2 Cubik-Centimeter Wasser, so muss ich zu diesen die früheren 5 dazu addiren und da das die Normallösung ausdrückende Verhältniss 5 : 0.0025 ist, so sagt man:

$$\begin{aligned} 5 : 0.0025 &= 12.2 \quad x \\ x &= 0.0061 \\ \text{ferner: } 5 : 0.0061 &= 200 \quad x \\ x &= 0.244 \\ \text{endlich: } 2 : 0.244 &= 100 \quad x \\ x &= 12.2\% \end{aligned}$$

woraus man ersieht, dass ich in beiden Fällen die Zahl 12.2 erhielt, d. i. dass die Volumina Wassers proportional sind der percentischen Kupfermenge.

2. Man hätte ein Gramme eingewogen, die Probeflüssigkeit auf 200 Cubik-Centimeter gemessen, davon 5 Cubik-Centimeter in die graduirte Röhre gegeben und als Mittel die Zahl 12 erhalten, so sagt man wie früher:

$$\begin{aligned} 5 : 0.0025 &= 17 \quad x \\ x &= 0.0085 \\ \text{ferner: } 5 : 0.0085 &= 200 \quad x \\ x &= 0.34 \\ \text{endlich: } 1 : 0.34 &= 100 \quad x \\ x &= 34\% \end{aligned}$$

und würde somit gerade 20 Cubik-Centimeter Gehalt haben, wenn der Halt 40% beträgt.

3. Man hätte 1 Gramme eingewogen, die Probeflüssigkeit auf 200 Cubik-Centimeter gemessen, davon aber nur 2 Cubik-Centimeter in die graduirte Röhre gegeben und als Mittel die Zahl 16 erhalten; in diesem Falle setzt man nicht mehr das Verhältniss 5 : 0.0025 an, da man nur 2 Cubik-Centim.

der Probeflüssigkeit mit 2 Cubik-Centimeter der Normallösung vergleichen kann, sondern man setzt:

$$\begin{aligned} 2 \quad 0.001 &= 18 \quad x \\ x &= 0.009 \\ \text{ferner: } 2 \quad 0.009 &= 200 \quad x \\ x &= 0.9 \\ \text{endlich: } 1 \quad 0.9 &= 100 \quad x \\ x &= 90 \% \end{aligned}$$

so dass man wieder 20 Cubik-Centim. Gehalt hätte, wenn der Halt 100% be-  
tragen würde.

Was die Geräthschaften betrifft, so muss der Cylinder, worin die Pro-  
beflüssigkeit gemessen wird, in 200 Cubik-Centimeter eingetheilt sein, so dass  
die Eintheilung von unten nach oben geschieht; hiebei braucht man nur von  
10 zu 10 Cubik-Centimeter die entsprechenden Zahlen 10, 20, 30, 40 u. s. f.  
anzugeben, die übrigen einzelnen werden durch blosse Striche auf dem Glase  
angedeutet.

Die beste Form für das Litermass ist die von Collardeau in Paris;  
ein Cylinder eignet sich bei weitem nicht so gut dazu, da das Messen bei  
einem viel weitem Durchmesser auch schwierig ist, besonders wenn der  
Cylinder nicht immer vollkommen horizontal gestellt oder gehalten würde.

Die beste Form der Kolben ist die der Stehkolben, die nebst dem oben  
ausgerandet und mit einem Schnabel zum leichteren Ausgiessen der Solu-  
tionen versehen sind.

Die Pipetten, deren man eine zu 5, eine andere zu 2 Cubik-Centimeter  
braucht, müssen genau gerichtet sein.

Um die Probeflüssigkeit zu verdünnen, bedient man sich einer ganz  
ordinären, nicht eingetheilten Büvette, die mit dem nöthigen Gestelle ver-  
sehen wird.

Das Sandbad, aus starkem Eisenblech gemacht, muss so gross sein,  
dass eine grössere Partie Kolben, etwa 50 oder nach Bedarf auch 100,  
auf einmal darauf gestellt werden können.

Zum Einkühlen von mehr Probeflüssigkeiten auf einmal eignet sich  
am besten ein weites niederes Gefäss; in dieses wird frisch geschöpftes  
Brunnenwasser gegeben, die Gläser mit der Probeflüssigkeit darin einge-  
taucht, so dass zur schnellen und gleichförmigen Abkühlung derselben  
das Wasser aussen über das Niveau der Probeflüssigkeiten zu stehen kommt.

Die Wage muss bei einer Belastung von 20 Grammen 1 Milligramme  
noch ausschlagen. Es gehören ferner hieher Glasstäbe, Glasplatten, Recher-  
gläser, einige Porcellanschalen, Filtrirpapier, Filtrirstände, 2 Spritzfla-  
schen, ein kleiner Mörser u. s. f.

Endlich bedarf man gewöhnliche concentrirte Salpetersäure und Salz-  
säure, Ammoniak und destillirtes Wasser, und nur in einzelnen Fällen, wenn  
Kobalt, Nickel oder viel Mangan in der zu untersuchenden Substanz vor-  
handen sind, weissen Marmor und kohlenaures Kali.

Ist Kobalt oder Nickel vorhanden, so löst man die Substanz auf, gibt der sauren Lösung einen Ueberschuss von gepulvertem weissen Marmor zu, wodurch alles Kupfer gefällt wird, Kobalt und Nickel hingegen aufgelöst bleiben. Das gefällte Carbonat löst man dann in Salzsäure auf, gibt Ammoniak im Ueberschuss zu und verfährt dann wie bekannt.

Ist Mangan vorhanden, so gibt man der Lösung gleich Ammoniak im Ueberschuss zu, bringt die ammoniakalische Lösung in eine Porzellanschale, setzt kohlen-saures Kali zu und erwärmt das Ganze einige Minuten; es fällt nun alles Mangan als Carbonat nieder, das Kupfer hingegen bleibt aufgelöst; man filtrirt die blaue Lösung und verfährt dann wie bekannt.

Die colorimetrische Probe gewährt, im Grossen ausgeführt, den Vortheil ungemein geringer Kosten, die sich auf  $\frac{1}{5}$  ja selbst auf  $\frac{1}{6}$  derjenigen, welche die docimastische Probe erheischt, belaufen.

Hr. Hauptmann Pecher, im Zeugamte auf der Seilerstätte, verfertigt die Röhren, die Pipetten, die Büvette, das Mass zu 1 Liter und 2 Deciliter mit grosser Genauigkeit und zu mässigen Preisen.

#### IV.

### Die Resultate aus Carl Kreil's, Directors der k. k. Sternwarte zu Prag u. s. w., Bereisungen des österreichischen Kaiserstaates,

in kurzer und übersichtlicher Darstellung  
von Carl Koristka,

Professor an der k. k. technischen Lehranstalt in Brünn.

#### Dritte Abtheilung. (Schluss.)

Der für die Bereisung der österreichischen Monarchie entworfene Reiseplan konnte im dritten Jahre nicht so genau eingehalten werden, als in den beiden früheren, weil die politischen Ereignisse nicht erlaubten, jene Gegenden zu besuchen, die für dieses Jahr bestimmt waren. Es wurden an folgenden 41 Stationen Messungen vorgenommen:

- in Böhmen 2: Chlumetz und Senftenberg;  
„ Mähren und Schlesien 6: Jglau, Znaim, Brünn, Olmütz, Troppau, Teschen;  
„ Ungarn 15: Trentschin, Pressbnrg, Komorn, Ofen, Erlau, Losoncz, Schemnitz, St. Miklos, Leutschau, Kesmark, Kaschau, Unghvar, Munkacs, Szatmár, Nagy-Bánya;