Zeitschrift: Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden

Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Graubünden

Band: 6 (1859-1860)

Artikel: Chemisch-physikalische Mittheilungen aus dem Laboratorium der Kantonsschule in Chur

Autor: Simmler, R.T.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-594931

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 03.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

VII.

Chemisch-physikalische Mittheilungen

aus dem

Laboratorium der Kantonsschule

in Chur.

Mitgetheilt von Professor R. Th. Simmler.

I. Beiträge zur chemischen Spectralanalyse.

(Nebst einer Farbentafel.)

Im Verlaufe des Jahres 1860 publicirten bekanntlich der Physiker *Kirchhoff*, später Kirchhoff in Gemeinschaft mit dem Chemiker *Bunsen*, beide Professoren in Heidelberg, Untersuchungen über die Lichtspectren der Flammen, welche, wegen der ungeahnten Tragweite der Resultate, das Interesse nicht nur jedes Fachmannes, sondern jedes Gebildeten überhaupt im höchsten Grade in Anspruch zu nehmen geeignet waren*)

Kirchhoff. Ueber die Frauenhoferschen Linien. Poggendorf. Annalen CIX. 148.

Kirchhoff. Ueber das Verhältniss zwischen dem Emissions und Absorptionsvermögen der Körper für Wärme und Licht. Ebendaselbst. CIX. 274.

Kirchhoff und *Bunsen,* chemische Analyse durch Spectralbeobachtungen. Ebendaselbst. Bd. CX. S. 161.

Die Physiker wurden über den intimen Zusammenhang des Absorptions- und Emissionsvermögens der Körper für Wärme und Lichstrahlen theoretisch wie experimentell belehrt und den Chemikern eröffneten sich ganz neue Bahnen qualitativ chemischer Analyse. Es wurden den letztern Methoden dargeboten, die ihnen erlaubten die Materie auch des kleinsten Sonnenstäubchens in Hinsicht auf gewisse Elemente zu verfolgen. Aber nicht zufrieden damit, die minimsten Mengen der sogenannten alkalischen Metalle in irdischen Substanzen nachweisen zu können, drangen die kühnen Forscher hinaus in den unermesslichen Weltraum und bewiesen uns zunächst für unser Centralgestirn, dass seine leuchtende Hülle gleichsam ein Flammenocean sei, in welchem die glühenden Dämpfe der Metalle Kalium, Natrium, Baryum, d. h. derjenigen Substanzen, die wir zu gelben, violetten oder grünen Feuerwerken benutzen, vorkommen müssen.

Angesichts solch' eclatanter Fortschritte im Gebiete der Chemie hat sich wohl jeder Chemiker beeilt, die Bunsen-Kirchhoff'schen Versuche zu wiederholen und ihre Methoden zu anderweitigem praktischem Gebrauche sich anzueignen.

Ich habe das Glück, die beiden Forscher persönlich zu kennen und unter der Leitung Bunsens gearbeitet zu haben; um so mehr fühlte ich mich daher angezogen, ihnen auf dieser Bahn so weit meine Kräfte und meine Zeit es erlaubten, zu folgen, als diese spectralanalytischen Methoden vorzüglich sich eigneten, geologisch-chemische Studien zu unterstützen, für welche sich nirgends mehr als in Graubünden ein überreichliches Material findet.

Meine erste Aufgabe bestund sonach darin, die Fundamentalversuche von Kirchhoff und Bunsen zu wiederholen. Zu diesem Zwecke verschrieb ich mir die chromatische Wandtabelle von Lenoir in Wien, welche eine vergrösserte Copie der Orginalabbildungen der Spectren der Kalium-, Natrium-, Lithium-,

Baryum-, Strontium- und Calciumflammen enthält. (Poggendorfs Annalen waren mir leider nicht für längere Zeit zugänglich). Der Beobachtungsapparat gegenüber dem Bunsen-Kirchhoffschen fiel freilich sehr primitiv aus, er wurde aus einzelnen Stücken wie sie das physikalische Cabinet mir darbot, zusammengesetzt.

In einen viereckigen geschwärzten Kasten der an der einen breiten Seite mit einer Thüre versehen war, setzte ich an der vordern schmalen Seite ein Blechrohr ein, um 2 Spalten, die zum Heliostaten gehörten, aussen und innen anbringen zu können. In den Kasten wurde ein Stativ mit einem runden Tischchen, das einen Linien hohen Rand besass, und darauf das Schwefelkoklenstoffprisma von 60° brechendem Winkel gestellt. Die Grundfläche des Prismas bildete zum Rande des Tischchens ein eingeschriebenes Dreieck, jenes konnte somit ohne Verschiebung um seine Verticalaxe gedreht und in das Minimum der Ablenkung gestellt werden. Vor die Spaltöffnung aussen wurde ebenfalls auf ein verschiebbares Stativ die Bunsen'sche Gaslampe mit konischem Schornstein gestellt. Hierauf wurde eine Partie Platindrath von 0,2—0,3 Millimeter Dicke in 2 Zoll lange Stücke zerschnitten und diese mit dem einen Ende in dünne Glasröhren von beiläufig 3—4 Zoll Länge eingeschmolzen, welche alsdann in den hohlen Arm eines Messingstatives geschoben wurden, das von dem Bunsenschen nur insofern abwich, als ich einen langen Drath in Form eines Schwengels anbringen liess, welcher mir gestattete die Perle selber in die Flamme zu führen während ich schon in das Prisma hinein sah. Da das Cabinet keine zu dem Apparate passende Fernröhre besass, so beschränkte ich mich auf die Beobachtung mit freiem Auge, das ich hart an die eine Prismenfläche heranbrachte, in welcher Weise ich das continuirliche, aber schwache Spectrum der Flamme in seiner ganzen Ausdehnung übersehen konnte. Der Schlitz hatte eine Länge von 2 Zoll und liess sich mit Hülfe

einer Micrometerschraube bis zur feinsten Haarspalte mit stets parallel bleibenden Rändern verengern.

In solcher Weise übersah ich daher ziemlich den ganzen Flammenkegel und meine Spectren waren mehr hoch als breit. Später habe ich an der Aussenseite des Kastens, eine 2te verschiebbare Spalte vorgesteckt, jedoch so, dass sie mit der innern einen rechten Winkel bildete. Je nachdem man nun die äussere Spalte (gewöhnliche Schiebervorrichtung) erweiterte oder verengerte, konnte man dem Spectrum jede beliebige Ausdehnung geben.

Die Oesen der Platindräthe, von denen einige breit gehämmert und nach Bunsen'scher Vorschrift getheilt wurden, lassen sich nach öfterem Gebrauch schwer reinigen, namentlich von Calcium, Strontium und Baryum, ich habe sie daher jedesmal wo neue Substanzen geprüft wurden abgeschnitten da der Verlust unerheblich war.

Soviel über meinen Beobachtungsapparat, dessen Einfachheit man mir verzeihen wird, da die hiesige Station sehr wenige mechanische Hülfsmittel darbietet.

Uebrigens habe ich mich durch den Augenschein überzeugt, dass das Beobachten mit freiem Auge, hinsichtlich der praktischen Verwendung, der Spectralmethode keinen grossen Eintrag thut, wenigstens habe ich die feinsten von Kirchhoff und Bunsen angegebenen Linien im Strontium- und Baryumspectrum bei gehöriger Verengerung der Spalte deutlich sehen können. Nur da, wo die Spectren mit Linien dicht gedrängt erscheinen und nur einen Moment aufblitzen, wie beim „Kupfer", wäre es wünschenswerth, der Klarheit halber durch ein Fernrohr zu beobachten.

Ich habe nun vor Allem zu constatiren, dass die Originalabbildungen der Spectren der alkalischen Metalle mit aussergewöhnlicher Treue aufgenommen sind. Auch ohne genaue

Messung erkennt man sofort die relativ richtige Distanz der hellen Linien. Durch die Superpositionsmethode, d. h. dadurch, dass ich 2 Perlen verschiedener Metallverbindungen in die gleiche Flamme übereinander brachte, habe ich die einzelnen Spectren hart übereinander gelagert und mich so von den verschiedenen Coïncidenzen der Linien von einerlei Farbe überzeugt.

Die Verification auf die Frauenhoferschen Linien konnte ich mit meinem Apparate natürlich nicht vornehmen.

Nachdem ich in den verschiedenartigsten Variationen die spectralnalytischen Versuche durchexperimentirt, und mir eigene Abbildungen der Spectren gemacht hatte, drängte sich mir die sehr nahe liegende Frage auf: Wie verhalten sich denn die übrigen Metalle und ihre Verbindungen gegenüber dieser Prüfungsmethode?

Wenn ich nun auch die Ueberzeugung hatte, dass die genialen Urheber selbst schon weiter geschritten seien und vielleicht die nächsten Hefte von Poggendorfs Annalen uns neue Entdeckungen bringen werden, so glaubte ich doch nichts Frevelhaftes zu begehen, indem ich, da nun die Gelegenheit vorhanden war, selbständig zu neuen Versuchen übergieng. Der üblichen Rangordnung der Metalle folgend, griff ich daher in die Præparatensammlung nach den *Magnesium- Aluminium- Eisen- Mangan- Kobalt- Nickel- Chrom- Uran- und Zinkverbindungen* und brachte voll gespannter Erwartung die Perlen in die Flamme. Da sich durchaus nichts auffallend Neues zeigte, glaubte ich die Hitze sei zu gering und stellte daher die Bunsensche Glasbläserlampe vor den Spalt. Was war das Resultat dieser Anstrengungen? Im Ganzen nichts als die traurige Ueberzeugung, dass eigentlich keines der Präparate auf chemische Reinheit Anspruch machen könne. Sämmtliche Magnesiapräparate waren kalkhaltig, insofern sich die Linien Caα und β mitunter bis zu einer Minute und länger anhaltend zeigten. Das

unvermeidliche Natrium machte sich überall durch die glänzend gelbe Linie bemerklich. Sonst zeigte sich in der Regel nichts anderes als ein durch Schwarz gedämpftes continuirliches Spectrum.

Wenn ich die Metalle in regulinischer Form besass, wie Aluminium, Eisen, Zink, so habe ich sie auch als solche für sich oder mit Salzsäure befeuchtet, in die Flamme gebracht, jedoch ohne bessern Erfolg als bei der Anwendung der Chlorete, Bromete, Nitrate, Sulfate, Phosphate, Carbonate, Oxyde etc. Mögen nun auch anderweitige Untersuchungen mit genauern Apparaten einzelne Linien nachweisen, soviel scheint mir klar, dass die Spectralmethode bei dieser Gruppe von Metallen viel zu unempfindlich ist und daher keine Bedeutung gewinnen kann.

Bei der Cuproidgruppe hoffte ich mehr Glück zu haben, musste doch die intensiv blaue und grüne Kupferflamme durch das Prisma betrachtet sicherlich einen andern Aspect gewähren als die blosse Gasflamme. Meine Erwartung wurde diesmal nicht getäuscht. Als ich eine Perle von Chlorkupfer in die Flamme rückte, sah ich ein prachtvolles, gestriemtes Spectrum mit Linien in allen Farbentönen aufleuchten.

Ich schritt sofort zur genaueren Fixirung und Untersuchung der bedingenden Umstände; da ich aber später auf den Einfall kam, sämmtliche grünfärbende Substanzen zu prüfen und bei dieser Gelegenheit weit einfachere Spectren auffand, so will ich mit diesen den Anfang machen.

Vorerst sei aber erwähnt, dass die Bunsen'sche Gasflamme unter gewissen Bedingungen ganz für sich ein discontinuirliches Spectrum gibt, bestehend aus 4 markigen Linien: einer *fahlgrünen, lichtgrünen, blauen* und einer *violetten.* Die dunklen Zwischenräume werden von Fahlgrün nach Violett zu immer breiter, doch nicht viel. Aufgefallen ist mir, dass die Linien mit breiter Basis anfingen und nach oben sich zuspitzten, keines-

wegs aber die ganze Breite des Flammenspectrums durchsetzten, sondern in einer gewissen gleichen Höhe wie abgeschnitten erschienen. Ich erkannte sofort, dass dieses Spectrum mit dem innern hellblaugrünen Flammenkegel zusammenhängen müsse. Besondere Versuche mit von der Flamme abgehobenem Schornstein, successiver Abblendung der Flamme von oben nach unten und von unten nach oben, Veränderung der Flammenhöhe etc. bewiesen diess vollständig; das obere Niveau der Linien folgte regelmässig der Spitze des innern Flammenkegels, während das untere mit der im Spectrum dunkel erscheinenden Mündung der Gaslampe zusammenhieng. Es ist hier zu bemerken, dass ich dieses Spectrum, das ich *Spectrum des innern Flammenkegels* nennen will, erst gewahr wurde, als ich zufällig die Lampe, mit der ich gewöhnlich experimentirte, mit einer andern, die einen rauschenden innern Kegel machte, vertauschte. Ich glaubte anfangs, die 4 Linien könnten von metallischen Theilen der Lampe herrühren, allein Versuche mit einer Specksteingaslampe, mit Weingeist- und Oellampen, sowie mit Kerzenflammen überzeugten mich, dass die 4 Linien immer da auftreten, wo sich in einer Flamme ein innerer scharf begrenzter blauer Kegel zeigt. Die gewöhnliche Wasserstoffflamme z. B. liess keine Linien erkennen, sondern nur ein sehr schwaches continuirliches Spectrum, später als die Glasspitze sich zu erhitzen anfing, trat die Natriumlinie auf.

Die leuchtenden Flammen zeigen 2 Spectren, das des innern blauen Kegels erscheint wie mit einem durchscheinenden Vorhang, der in den Regenbogenfarben leuchtet, überhängt; lässt man aber mit einem Löthrohr in die Flamme blasen, so rollt sich der Vorhang auf und die 4 Linien erscheinen klar. Das continuirliche Spectrum gehört somit dem leuchtenden Mantel an.

Was das Ansehen der einzelnen Linien betrifft, so ist zu bemerken, dass die gelbgrüne nur nach Gelb hin einigermassen

scharf begrenzt erscheint, während sie nach lichtgrün hin etwas verwaschen sich darbietet. Am schärfsten erscheint die lichtgrüne, auch Blau ist ziemlich scharf, weniger Violett. Es ist wohl kaum noch zu bemerken, dass in den Spectren der leuchtenden Flammen die gelbe Lini Na α sich regelmässig findet, nebst einer gewissen Ausdehnung der rothen Partie. Selbst eine schwach leuchtende, sonst ein vollkommen continuirliches Spectrum gebende Bunsensche Gasflamme habe ich nur selten ohne Natriumlinie gesehen. Nur wenn ich die Luft vor ihrem Zutritt zum Brenner durch feuchte Schwämmchen filtrirte und sie so von ihrem Staubgehalte befreite, konnte das Spectrum für längere Zeit von Na α befreit werden.

Um die Lage der hellen Linien zu verificiren, bediente ich mich, wegen Mangels der nöthigen Einrichtung zur absoluten Orientirung, wie schon S. 172 erwähnt, der Methode der Superposition. Es ergab sich Folgendes: Die fahlgrüne Linie coïncidirt mit Ba γ, die lichtgrüne mit Ba β, die blaue liegt etwas seitlich von Sr δ nach Grün hin, die violette trifft mit der violetten des Kupferspectrums zusammen. Ka β oder die violette von Kalium steht etwa noch soviel nach links ab, als die Distanz beträgt zwischen Ba γ und Sr δ. Daraus würde hervorgehen, dass Nr. 4 in die Nachbarschaft der Frauenhofer'schen Linie G fällt und also dem Indigblauen angehört. Ich muss gestehen, dass ich immer schwankend gewesen bin, ob ich sie als dunkelblau oder violett erklären sollte.*)

Das Flammenspectrum, sowie 3 andere von mir beobachtete Spectren, sind auf der beigegebenen Farbentafel abgebildet.

---

*) So eben ersehe ich aus dem Jahresbericht der Chemie für 1859, dass *W. Swan* Mittheilungen über die Spectra der mit Luft gemengten Kohlenwasserstoffflammen gemacht hat. Leider ist mir die Originalarbeit momentan unzugänglich und ich muss daher gewärtigen, inwiefern unsere Beobachtungen coïncidiren.

Zur Orientirung ist noch ein gemischtes Spectrum der Metalle: Ka, Na, Li, Ba und Sr hinzugefügt worden. Herr Maler *Darms*, Mitglied der naturforschenden Gesellschaft, hatte die Güte, nachdem ich die Position der Linien vorgezeichnet, die Coloratur der Originaltafel in Aquarell auszuführen, wofür ich ihm hiemit meinen verbindlichsten Dank ausspreche.

Die Spectren der grünen Flammen.

Unter diesem Titel sollen vorläufig nur diejenigen Flammen verstanden sein, welche durch Mineralsubstanzen grün gefärbt erscheinen, die Flammen von Chloräthyl u. dgl. sind daher ausgeschlossen.

Aus der Löthrohrchemie weiss man, dass es 6 Körper sind, welche den Flammen eine grüne Färbung ertheilen, nämlich: *Phosphorsäure, tellurige Säure, Borsäure; Barytsalze, Mobdänsäusäure* und *Kupfersalze.*

1) *Phosphorsäure.*

Eine concentrirte Auflösung von PO_5 auf dem Oehr eines Platindrathes in die Flamme gebracht, färbte selbige *grünlichgelb.* Das Spectrum war continuirlich ohne alle Linien, nur dass sich ein breiter Streifen Roth und Grün hart zusammendrängten und nach aussen concave Ränder zeigten.

2) *Tellurige Säure* oder *metallisches Tellur.*

Sie färbten die Flamme *blaugrün* und gaben ein brillantes aber total continuirliches Spectrum. Der Analogie halber wurde derselbe Versuch mit *Selen* und *seleniger* Säure angestellt, der Erfolg war ganz derselbe. Die Flamme selbst ist *blau.*

3) *Molybdänsäure.*

Metallisches Molybdän an den Aussenrand des heissesten Theils der Flamme gebracht, färbte dieselbe stark *zeisiggrün,*

das Spectrum bot aber ganz den Anblick desjenigen der Phosphorsäure.

4) *Barytverbindungen.*

Sie färben die Flamme bekanntlich *fahlgrün* und geben das zuerst von *Bunsen* und *Kirchhoff* auf's Genaueste beschriebene und abgebildete Spectrum. Die grünen Linien erschienen mir immer gegenüber denen anderer Spectren von einer merkwürdigen Feinheit. Gewöhnlich sah ich nur 4, wovon die 2 mittlern einander näher standen als die 1. und 2. — und 3. und 4.

5) *Borsäure.*

Mit Salzsäure aus Borax abgeschiedene, zwischen Filtrirpapier ausgepresste und drei Mal aus Weingeist umkrystallisirte Borsäure enthielt zwar immer noch etwas anhängendes Natron, gab aber beim ersten Hineinbringen in die Flamme eine rein *smaragdgrüne* intensive Färbung und im Spectrum ausser der nur noch schwachen Natriumlinie vier kräftige, gleichbreite und in gleichen Abständen befindliche helle Linien wovon drei auf den grünen und eine auf den blauen Farbenton fielen. Nr. 1 nächst Gelb war *gelbgrün* glänzend, und coïncidirte mit der ersten grünen Baryum. Nr. 2 war *lichtgrün* glänzend, Coïncidenz mit Ba b, der vierten grünen bei Baryum. Nr. 3 war schon ziemlich schwach, *blaugrün* und fällt mit der blauen Baryumlinie nahezu oder ganz zusammen, während Nr. 4 sehr schwach, die blaue Strontiumlinie Sr. d nicht ganz erreicht.

Die Lichtstärke von Bo_1 und Bo_2 gegenüber Bo_3 und namentlich Bo_4 ist sehr überwiegend, so dass man oft nur die beiden ersten Linien sehr deutlich sieht. Dagegen ist die Reaction insofern scharf, als Bo_1 und Bo_2 plötzlich verschwinden, sowie die letzte Spur Borsäure verflogen ist.

Die Gegenwart von Natron schadet der Deutlichkeit der zwei ersten Linien nicht im Mindesten. Eine Boraxperle in die Flamme gebracht, giebt augenblicklich Bo_1 und Bo_2, ja man

kann die Perle sogar noch mit einem bedeutenden Quantum Soda ohne allen Nachtheil sättigen.

So braucht man den dichten *Boracit* von Stassfurth (Borsaure Magnesia) nur in die Flamme zu bringen, um sofort neben Na a das schönste Borsäurespectrum aufleuchten zu sehen.

Die Gegenwart anderer Basen, wie Kali, Lithium, Baryt, Strontian, Kalk und selbst diejenige der schweren Metalle, wie Blei, beeinträchtigt das Erscheinen der Borsäurelinien keineswegs, falls die Borsäure nicht zu spurweise sich findet und man der Probe ein Tröpfchen concentrirte Schwefelsäure beifügt.

Was die Empfindlichkeit betrifft, so ist sie jedenfalls weit grösser als diejenige der gewöhnlichen Prüfung mit Weingeist. Um die Empfindlichkeitsgrenzen zu bestimmen, wurde 1 Gramm gewöhnlicher krystallisirter Borax in $1/4$ Litre aq. gelöst und davon ein Tropfen in's Oehr des Platindrathes genommen. Die Reaction war sehr deutlich. Indem ich die Lösung immer mehr verdünnte bis zu $1/2$ Litre, fand ich hier schon die Grenze einer deutlichen Beobachtung. Ein Tropfen dieser Lösung zeigt rasch aufleuchtend und verschwindend Bo_1 und Bo_2. Nun enthält der Borax bekanntlich 16,35% Borsäure. In 500 Ccm. waren somit enthalten 163,5 mgr. Borsäure. Nach einem besondern Versuche betragen circa 275 Tropfen 1 Ccm. Lösung und da in 1 Ccm. derselben 0,327 mgr. Borsäure enthalten sind, so geht hieraus hervor, dass mittelst der Spectralmethode noch $\frac{0,327}{275}$ d. i. 0,000119 oder $\frac{12}{10000}$ milligrm. Borsäure erkannt werden können.

Dieses stimmt mit der Empfindlichkeit der spectralanalytischen Baryum und Kaliumprobe überein, welche $= \frac{1}{1000}$ für die chlorsauren Salze. Dampft man nun 1 Ccm. obiger Boraxlösung

zur Trockne ein, so bleibt ein Hauch eines festen Rückstandes, und nimmt man diesen mit einem Tropfen Wasser auf, setzt Alkohol und concentrirte Schwefelsäure zu, erwärmt und zündet an, so erkennt man im Dunkeln allerdings noch während einiger Sekunden einen schwachen grünen Saum an der blauen Flamme, die Reaction könnte aber in dem Falle, wo die Anwesenheit der Borsäure ungewiss ist, zu keinem sichern Schlusse berechtigen, jedenfalls ist ihre Empfindlichkeit unter $\frac{1}{100}$ mgr. zu setzen. Wenn man aber 1 Ccm. erwähnter Boraxlösung eindampft und in 20 Tropfen Wasser löst, so gibt jeder Tropfen eine Reaction, die im Spectrum Bo_1, Bo_2 und Bo_3 hell leuchtend zeigt. Bo_3 verschwand nach 3 Sekunden. Bo_1 nach 13 bis 14 und Bo_2 erst nach 17.

Die rein chemische Borsäureprobe dagegen mit Curcumapapier, meines Wissens von *H. Rose* zuerst angegeben, besitzt eine ungeahnte Empfindlichkeit, wie folgender Versuch lehrt:

$\frac{1}{100}$ Ccm. der Boraxlösung $\equiv$ 0,00327 mgr. Borsäure wurde auf ein Uhrglas gebracht, schwach mit Salzsäure angesäuert und von einem Curcumastreifen vollständig aufsaugen lassen, so dass von demselben nichts abtropfte. Er wurde auf dem Uhrglas bei 100° getrocknet. Die Ränder begannen sich röthlich zu färben und endlich erschien der ganze Streifen gleichmässig und schön *rosenroth*. Die Ausmessung des Streifens ergab für seinen Flächeninhalt (1 Cm. b., 9 Cm. l.) 900□mm. Da nun aber die Fläche eines □mm. vollkommen hinreicht, um die Erscheinung wahrzunehmen, so folgt daraus, dass $\frac{0,00327}{900}$ = 0,0000036 mgr. genügend sind, eine Reaction hervorzurufen, welche einen sichern Schluss auf Borsäure gestattet. Um dies

Resultat noch weiter zu verfolgen, verdünnte ich $\frac{1}{100}$ Ccm. Boraxlösung mit $\frac{10}{100}$ Ccm. Wasser und nahm von dieser Lösung $\frac{1}{100}$ Clm. auf ein Uhrglas, versetzte mit einer Spur Salzsäure legte 1 □ Centimetre Currumapapier hinein und verdampfte zur Trockne. Auch diesmal trat noch eine sehr deutliche und gleichmässige Rosafarbe ein, die auf Zusatz von etwas Kali sich in schwarzblau änderte.

In $\frac{1}{100}$ Ccm. der Probeflüssigkeit waren aufgelöst 0,0003 mgr. Borsäure; diese färbten 100 □ mm. noch deutlich roth; welche Röthung noch an 1 □ mm. zu erkennen gewesen wäre, somit genügen wiederum nur 0,000003 mgr. der Reaction wie oben. Der Intensität der Färbung nach lässt sich schliessen, dass man nicht zu weit geht, wenn man die Grenzen der Empfindlichkeit der Borsäurereaction auf ein 10 Milliontel Milligramm schätzt. Dies ist eine Empfindlichkeit, welche diejenige der spectralen Natriumlinie übertrifft.

Da nun allerdings auch die Alkalien und andere Stoffe Farbenveränderungen der Curcuma bewirken, die in's Rothe spielen, die zwar ein geübter Beobachter sofort unterscheidet, so wird man nichts Ueberflüssiges vornehmen, wenn man auch die Spectralmethode zu Rathe zieht. Diese Lichtlinien sind vermöge ihrer Stellung und ihres eigenthümlichen Aspectes etwas Untrügliches.

Da borsaures Bleioxyd in essigsaurem Natron so zu sagen vollkommen unlöslich ist, so habe ich auch versucht, die Borsäure aus einer Flüssigkeit dadurch zu gewinnen, dass selbige mit Bleizuckerlösung und essigsaurem Natron versetzt wurde. Der abfiltrirte und mit essigsaurem Natron gewaschene Nieder-

schlag wurde dann auf ein Platinöhr genommen und mit einem Tropfen Schwefelsäure befeuchtet und in die Flamme gebracht. Ich habe in solcher Weise aus 1 Ccm. der ofterwähnten Boraxlösung einen Niederschlag erhalten, von dem der 50. Theil etwa noch nicht hinreichte, die Borsäurelinie mit Schärfe zu zeigen. Es blitzte ein vielstriemiges Spectrum auf mit Linien in Orange, Gelb, Grün und Blau, fast analog dem Baryumspectrum, vielleicht aber dem Blei eigenthümlich. Es dauerte nur einige Secunden. Dieser Umstand muss weiter verfolgt werden.

Die Anwendbarkeit der spectralen Borsäureproben für Mineralien beweisen folgende Versuche:

Axinit aus dem bündnerischen Oberland, in Granit. Fein gepulvert, ca. 1 milligr., mit ebensoviel Flussspathpulver gemengt und mit einem Tröpfchen Schwefelsäure befeuchtet auf dem Oehr eines Platindrathes in die Flamme gebracht, während man schon in's Prisma sah, gab sehr schön Bo_1 und Bo_2 während einiger Secunden. Später Ca a und Ca b.

Schwarzer Turmalin von Gnadenfrei in Schlesien aus Granit, und vom Gotthard in Talkglimmerschiefer gaben ebenfalls sehr deutlich Bo_1 und Bo_2. Mehrmals blitzte die grüne Ba a zwischen den beiden Borlinien auf. Sie war dem Flussspath zu verdanken. Besser ist es daher statt desselben reines Fluoramonium oder Fluornatrium anzuwenden.

Es wurde hierauf auch das *Muttergestein des Gottharder Schörls* ebenso untersucht. Sofort zeigten sich die kräftigen Linien Bo_1 und Bo_2, die aber bald verschwanden, um ein anhaltendes Lithium, Kalium und Calciumspectrum zu geben. Die Menge des Lithiums scheint sonach im Gottharder Talkschiefer relativ nicht unerheblich zu sein.

Auf dieselbe Weise reagirte der Gottharder *Cyanit*, Bo_1

und Bo_2 sehr glänzend, und sein Muttergestein der gelbliche Talkglimmerschiefer.

Da der Axinit nach Rammelsberg bis zu 6% Borsäure enthalten kann und vorausgesetzt, der meinige hätte sich auf diesem Maximum befunden, so wäre die Empfindlichkeit der Probe noch $\frac{6}{100}$ mg. gewesen. Die *Turner'sche* Löthrohrprobe gibt unter gleichen Umständen wohl auch noch eine grüne Säumung der Flamme, die aber durch die Natriumreaction schnell verdeckt wird und ausserdem kann man nicht wissen, ob sie nicht von Baryum, Kupfer u. s. w. herrührt.

1 Ccm. meiner Boraxlösung, zur Hälfte eingedampft, davon 1 Tropfen auf dem Platindrath mit Flussspath und Schwefelsäure versetzt, gab sehr schön die 3 ersten Borsäure Linien.

Da mir augenblicklich die Zeit mangelte, auf Untersuchung einer grössern Reihe von Mineralien in dieser Richtung einzutreten, so schliesse ich mit diesen wenigen Andeutungen einstweilen ab und gehe über zum Kupfer.

Soviel sei noch erwähnt, dass die mit der Borsäure sonst gewöhnlich zusammengestellte *Kieselsäure* wegen ihrer Schwerflüchtigkeit nicht geeignet erscheint durch die Spectralmethode erkannt zu werden. Eine sehr reine staubige Kieselsäure gab sowohl für sich als mit Salzsäure oder Flusssäure befeuchtet nichts als, ganz schwach auf schwarzem Grunde, die einsame Natriumlinie.

6) Kupfer.

Jedermann weiss, dass kupferne Gegenstände, wenn sie von einer Flamme bestrichen werden, dieselbe oft sehr intensiv smaragdgrün färben. Dies thun auch alle Kupfersalze mit Oxydul oder Oxyd zur Basis; die Verbindungen des Kupfers aber mit den Chloroiden (Chlor. Brom, Jod) geben eine schön azurblaue Flamme, an deren Rand, nach aussen oft noch purpurrothe

Streifen auftreten, während sie nach innen zu mehr und mehr smaragdgrün wird, und schliesslich ganz diese Färbung annimmt. Beim Jodkupfer ist das Azur am wenigsten hervortretend und es ist sogar wahrscheinlich, dass dasselbe einem Gehalt der Jodwasserstoffsäure oder des Jodes an Chlor zu verdanken war.

Bringt man auf einen Platindrath etwas krystallisirtes Kupferchlorid und führt denselben in die Flamme während man gleichzeitig in's Prisma sieht, so wird man von einem ausserordentlich glanzvollen Spectrum überrascht wie ich schon oben angedeutet habe. Leider ist die Erscheinung von so kurzer Dauer, dass es unmöglich wird, die Linien alle zu fixiren. Ganz dasselbe ist bei Bromkupfer der Fall. Kupfervitriol, salpetersaures Kupferoxyd und andere Sauerstoffsalze geben die Erscheinung etwas andauernder, doch nicht so glänzend im blauen Theil, nichts destoweniger sind die Linien in Blau auch vorhanden, obschon die Flamme rein smaragdgrün ist. Schwefelsaures Kupferoxyd-Ammoniak gibt für sich eine grüne Flamme und mit chlorsaurem Kali verpufft bekanntlich eine blaue. Während des Abbrennens des Gemenges ist das Spectrum blendend und man kann seine Linien zählen.

Um indessen über Zahl und Lage der Linien möglichst in's Reine zu kommen, habe ich ein einfacheres Mittel vorgezogen, das ein Spectrum von der Dauer mehrerer Minuten gibt.

Ein Stück feines Messingdrathnetz (Kupferdrathnetz stand mir nicht zu Gebote) wurde um einen ziemlich dicken Kupferdrath spiralartig umgewunden, sodann in Salzsäure getaucht und über die Bunsen'sche Lampe geschoben. Es erschien eine intensive Kupferflamme, ausgebreitet blau mit purpurrothem und grünem Saum, später mehr und mehr grün werdend.

Das Spectrum dieser Flamme war äusserst brillant. Während im Allgemeinen Linie an Linie sich drängte, mussten einem

doch sofort zwei breitere dunkle Zwischenräume in die Augen springen, wovon der eine zwischen gelb und grün mit einem braungelben, der andere in Blau mit einem tiefblauen Lichte übergossen war. Es sollen nun die einzelnen Linien nach den Farbentönen von Roth nach Blau fortschreitend beschrieben werden.

Carminroth. 2 Linien, die äusserste haarfein an der Stelle von Li *a*, die 2te ziemlich breit aber etwas verschwommen mit einer feinen Strontiumlinie zusammenfallend. Nach einem dunkeln Zwischenraum kaum halb so breit als die 2te roth folgt.

Orange. 2 Linien an der Stelle von Sr *a* und Ca *a*.

Gelb. 1 Linie bald mehr oder weniger breit an der Stelle von Na *a* und daher wohl nur dem Natrium angehörend.

Es folgte jetzt ein breiter *Zwischenraum blassgelb*, jedoch mit *braun* überschattet, sehr constant und entschieden charakteristisch für Kupfer.

Gelbgrün. 2 breite Linien, jedoch so verschwommen, dass man sie nur schwierig und bei haarfeiner Spalte als getrennt erkennt. Die erste coïncidirt mit Ba g oder 1 im Flammenspectrum.

Lichtgrün (Nüançe des Schweinfurtergrün) vom Gelbgrün kaum getrennt; 2 Linien wie vorige, verschwommen. Gewöhnlich nur als 1 Streifen erkennbar. Die 2te fällt mit Ba b oder 2 im Spectrum des innern Flammenkegels zusammen auch mit Bo_2.

Blaugrün. 2—3 Linien durch schmale dunkle Zwischenräume von einander getrennt. Die erste erscheint mitunter dem Auge mehr grasgrün, während die dritte bisweilen, je nach der Intensität des Spectrums, mehr hellblau genannt werden kann. Die 3te coïncidirte mit Blau von Baryum oder Bo_3.

Ich muss gestehen, dass mir die Nüançe dieser grünen Linien nicht immer gleich erschienen ist, das Auge wird durch

den Lichtglanz leicht überreizt und ein Anderer mag vielleicht anders sehen.

Im Allgemeinen sieht man nach dem braungelben Zwischenraum einen gelbgrünen Streifen, hart an diesem einen mehr ausgesprochen grünen. Da wo diese beiden aneinander stossen, haben die Linien etwas Rundung, während die 1te Gelbgrün und die 2te Lichtgrün mehr flach sich darbieten. Die Linien in Blaugrün erscheinen ebenfalls wie runde Stäbe.

Blau. Nächst der 3ten hell blaugrünen eine wenig entwickelte dunklere Blau.

Nunmehr folgt der breite dunkelblaue Zwischenraum der etwas Translucides an sich hat. Ich will ihn das „Cyanblau" nennen. Seine Stellung ist eine solche, dass die blaue Strontiumlinie etwas jenseits seiner Mitte ihn durchschneidet. Dieser Zwischenraum hat zu seiner Grenze nach Violett hin eine etwas matte aber ziemlich breite rein blaue Linie, der, nur durch einen schmalen dunklen Streifen getrennt, 2 hellleuchtende gewölbte gleich breite Linien folgen.

Violett. Dieser Ton hat nur eine Linie aufzuweisen, die sich nach einem schmalen dunkeln Zwischenraum in gleicher Breite den 3 blauen anschliesst. Von hier an setzt sich das Violette gleichmässig aber schwach fort. Die Violette von Kalium würde man erst noch einen Zwischenraum von der Breite der 4 letzten Linien zusammen wahrnehmen. Der Raum zwischen ihr und der violetten Cu ist dann ganz schwarz.

Recapituliren wir das Beobachtete, so haben wir:

2 Linien in Roth		4
2 „ „ Orange		
(1 „ „ Gelb) Na.		
Ein breiter *braungelber* Zwischenraum.		
2 Linien in Gelbgrün		7
2 „ „ Lichtgrün		
3 „ „ Blaugrün		
Ein breiter *blauer* Zwischenraum mit einer unklaren Linie nächst Blaugrüu.		
3 Linien in Blau		4
1 „ „ Violett		
Summa 16 helle Kupferlinien.		

Zu dieser etwas abgeänderten Farbenvertheilung hat mich die Betrachtung des Spectrums durch ein blaues Cobaltglas geführt. Dasselbe liess 4 Farbentöne durch, wie ich mich leicht überzeugte, wenn ich dasselbe vor ein kleines Loch im Fensterladen stellte und alsdann den blauen Lichtstrahl mit einem horizontal vor's Auge gehaltenen Prisma auffieng. Auf dem Laden projicirten sich 4 Kreise, der oberste ganz isolirt, carminroth, Licht von der Brechbarkeit Ka *a*, resp. A. Der 2te weit kleiner, gelbgrün und völlig isolirt. Der 3te im Durchschnitt mit dem 4ten blauen und violetten, blaugrün, gross, sich elliptisch erweiternd. Der Violette ohne scharfe Grenze, divergirend und starke Iradiation zeigend. Dem entsprechend erschienen im Kupferspectrum alle rothen und gelben Töne ausgelöscht. Dasselbe begann erst mit einem schmalen Streifen Grüngelb; es war das Licht der ersten gelbgrün, das an den braunen Zwischenraum grenzte. Das übrige Grün war gänzlich ausgelöscht bis an die 2te Blaugrün, von hier an bis an die Grenze des Violett alles sichtbar; aber der blaugrüne Ton ragte bis in den blauen Zwischenraum hinein.

Somit wäre das Kupferflammen-Spectrum soweit die Ge-

nauigkeit meines Apparates es zuliess, fixirt. Man sieht, die grünen Töne übertreffen die blauen und rothen um das Doppelte.

Frägt man jetzt nach der *Empfindlichkeit* und *praktischen* Brauchbarkeit dieser Reaction, so fällt das Urtheil auf den ersten Augenblick ungünstig aus.

Es kann nämlich eine Flamme durch Kupfer sehr intensiv smaragdgrün gefärbt sein, und doch nimmt man im Spectrum keine Linien wahr, statt derselben nur mehr einen verwaschenen breiten lichtgrünen Streifen und von Blau so zu sagen nichts.

Das müsste man unbrauchbar nennen, wenn nicht der braungelbe Zwischenraum das Grün nie fehlend besäumte. Hieran ist das Kupfer jederzeit zu erkennen und jede noch so schwach durch Kupfer grünlich gefärbte Flamme zeigt ein von Braun gesäumtes Grün, das um so mehr auffällt wenn auch die Natriumlinie, die sich übrigens sozusagen ungerufen herzudrängt, vorhanden ist.

Löst man 1 Gramm krystallisirten Kupfervitriol in 250 Ccm. Wasser, das man mit Salzsäure oder Chornatrium versetzt hat, nimmt davon einen Tropfen auf ein Platinöhr und bringt ihn in die Flamme so hat man Anfangs eine lebhaft smaragdgrüne Färbung, die im Momente, wo der letzte Theil verdampft, lasurblau aufblitzt. Im Spectrum gehen entsprechende Erscheinungen vor sich. Anfangs ein lichtgrünes gestriemtes Feld mit dem braunen Zwischenraum nach Na *a*, zum Schluss blitzen die 4 transcyanen Linien auf. Die ganze Erscheinung dauerte aber nicht 4 Sekunden. Wegen einer Spur am Platindrath hängen gebliebenen Kupfers bleibt die Flamme schwach grün gesäumt, erkennbar im Spectrum durch den braunbegrenzten lichtgrünen Streifen. Etwas Chlornatrium auf den Platindrath gebracht, machte das Grün des Kupfers in der Flamme verlöschen, aber ebenso auch das Braun im Spectrum, erst später, nachdem der grösste Theil von Na Cl verdampft war, erschien es wieder.

1 Grm, Kupfervitriol enthält 256 mgr. Kupfer. Diese auf 250 Ccm. vertheilt, macht einen Gehalt von etwas mehr als 1 mg. Cu pro Ccm., somit in jedem Tropfen circa $\frac{1}{275}$ mgr.

Hieraus geht freilich hervor, dass die Kupferreaction zu den relativ unempfindlichsten gehört auf dem Gebiet der chemischen Spectralanalyse.

Um eine Vorstellung zu gewinnen von der Empfindlichkeit der gewöhnlichen rein chemischen Reactionen mit Ammoniak und Ferrocyankalium wurden folgende Versuche angestellt:

1) 1 Ccm. der Kupferlösung mit 1 mgr. Kupfergehalt (noch hellblau gefärbt) wurde mit 1 Tropfen concentrirter Ammoniakflüssigkeit versetzt, wodurch die Farbe sich in's Tiefblaue änderte. In einer Messröhre von 7,8 mm. Lumen und 21 mm. Länge eines Ccm. Raumes wurde mit destillirtem Wasser bis zu 10 Ccm. verdünnt. Die Farbe war im Ganzen noch wohl erkennbar bläulich; über weissem Papier vertical betrachtet schön azur. Bis auf 2 Ccm. abgegossen bei verticaler Betrachtung nur noch schwach bläulich. Wieder auf 10 Ccm. verdünnt, somit nur noch 0,2 mg. Kupfer im Ganzen. Totalanblick: kaum mehr entscheidbar gefärbt. Vertical: schwach bläulich. Noch einmal bis auf 2 Ccm. abgegossen. Vertical sehr schwach bläulich; successive bis auf 5 Ccm. verdünnt war bei dieser Verdünnung die Färbung bei verticaler Betrachtung so gering, dass ihr diagnostischer Werth = 0. Säuerte man aber die Lösung an und fügte einen Tropfen Ferrocyankalium zu, so trat noch eine durch die ganze Flüssigkeit wohlerkennbare röthliche Färbung ein.

Hieraus ist zu entnehmen, dass die *Boylesche* Kupferprüfung mit Ammoniak ihre Grenze dann erricht, wenn in 5 Ccm. Flüssigkeit sich nur noch 0,04 d. i. $\frac{1}{25}$ mgr. Kupfer sich befinden.

2) 9 Ccm. einer Lösung von Kupfervitriol ≡ 0,1764 mgr. metall. Kupfer gaben mit 0,2 Ccm. Ferrocyankaliumlösung noch eine deutlich röthlichbraune Färbung; auf 2 Ccm. abgegossen und wieder auf 10 Ccm. verdünnt: Gehalt 0,0353 mgr. Ueber weissem Papier noch als blass röthlich zu erkennen, dagegen morgenroth bei vertikaler Durchsicht. Zum 2ten Mal auf 2 Ccm. abgegossen, bei dieser Länge der Flüssigkeitssäule (42 mm.) nur noch schwach blassröthlich. Nochmals successive auf 10 Ccm. verdünnt. Hier die Grenze. Bei verticaler Betrachtung höchstens ein ungewisser gelblicher Schein. Ja schon bei 5 Ccm. möchte die praktische Grenze zu setzen sein. In den letzten 2 Ccm. waren also 0,007 mgr. Kupfer zurückgeblieben, die auf 5 Ccm. vertheilt bei verticaler Anschauung eben noch zu erkennen waren. Die Empfindlichkeit dieser Probe steigt somit auf $\frac{1}{143}$ mgr. d. h. auf circa das 5fache der Boyleschen.

Aber beide Proben erreichen wie man sieht noch nicht die Empfindlichkeit der spectralen Prüfung.

Um die praktische Brauchbarkeit der spectralen Kupferprobe zu beweisen, mögen hier folgende Beispiele von Mineralprüfungen ihren Platz finden. Anbei ist noch zu bemerken, dass von der Substanz niemals mehr als höchstens 1 Milligramm mit etwas Salzsäure befeuchtet, auf den Platindrath genommen wurden.

Allophan von Tinzen, Graubünden, grünlichblau in's Weisse. Leicht aufblitzendes Kupferspectrum. Sehr deutlich erkennbar die 4 transcyanen Linien. Später lange andauernd das braunbesäumte Grün.

Kupferschiefer von Eisleben, schwarz. Spectrum brillant während 5—6 Sekunden. Färbt übrigens schon die Flamme so intensiv blau, roth und grün, dass der Kupfergehalt unverkennbar.

Kalait auf Kieselschiefer von Steine bei Jordansmühl in Schlesien,

Blaugrün. Nur die Linien in Blau, dagegen keine in Grün, sondern blos der breite Streifen mit dem braungelben Zwischenraum, dieser aber deutlich.

Kieselkupfer von Dillenburg in Nassau. Spangrün. Intensives und 5—6 Sekunden andauerndes Kupferspectrum.

Ehlit von Rheinbreitbach. Nierenf. strahlige Masse, schwarzgrün, in Quarz. Bis ins kleinste Detail ausgebildetes sehr brillantes Spectrum; 8—10 Sekunden.

Fahlerz aus Bündten: Wie Ehlit.

Selenblei von Tilkerode am Harz, rothbraun.

Die transcyanen Linien deutlich, die im Grünen unklar. Dauer höchstens 2 Sekunden.

Rothe Mergelschiefer mit spangrünen Flecken (Verrucano). Anstehendes Gestein auf den Fruttbergen südl. von Stachelberg. — Nur der braungesäumte grüne Streif. Hier wurden etwa 2 Gramm des Schiefers mit concentrirter Schwefelsäure gekocht nahe zur Trockne verdampft, mit HCl. ausgelangt, die Flüssigkeit auf den Drath genommen. Nebenbei zeigte sich bei dieser Probe noch die rothe Kalium- und die beiden Calciumlinien.

Spectrum des electrischen Inductions-Funkens.

Nachdem ich das Spectrum der Kupferflamme soweit untersucht hatte, interessirte es mich zu wissen, ob das Licht des zwischen Kupferspitzen überspringenden electrischen Funkens sich zu einem ähnlichen Spectrum auseinander lege.

Ich benutzte hierzu einen Poggendorf'schen Inductionsapparat aus der Werkstätte des Herrn Stöhrer in Dresden. Die gewöhnlichen Funkenzieher wurden weggenommen und statt deren eine Vorrichtung eingesetzt, welche erlaubte beliebige Metalldräthe in verticaler Richtung übereinander zu stellen und ihre Spitzen sich beliebig nähern zu lassen. Die genauere Beschreibung

wird man mir erlassen, da sie unwesentlich ist und die Abänderung lediglich den Zweck hatte, den Funken vertikal statt horizontal überspringen zu lassen.

2 Kupferdräthe circa $1^1/^{2''}$ lang und 1 mm. dick, fein zugespitzt wurden einander auf 3 Linien Schlagweite gegenübergestellt und der Apparat mit 6 Bunsen in Thätigkeit gesetzt, nachdem er so vor meinen Spectralapparat gestellt war, dass der Funke durch den Spalt gesehen werden konnte. Das Spectrum erschien entsprechend als ein schmales Band mit sehr scharf hervortretenden hellen Linien. Diese erschienen aber gewissermassen auf einem continuirlichen wie transparenten Spectrum. Die ganze Erscheinung bot indess keineswegs den Anblick des Flammenspectrums. Es fehlte sowohl der eigenthümliche braune als blaue Zwischenraum und die Lage der Linien war vielfach eine andere wie man aus der Abbildung erkennen kann. Diese Abbildung, zu der ich das Original selbst gefertigt, gibt indess nur ein ungefähres Bild. Die Linien sind nicht genau verificirt. Ich konnte dies mit meinem Apparate nicht leicht bewerkstelligen; Flamme und Funke fielen nicht in dieselbe Ebene und desshalb machte sich eine Parallaxe geltend.

Eine approximative Verificirung habe ich übrigens so vorgenommen, dass die schornsteinlose Flamme zwischen Spalt und Funke gestellt wurden. Unter dem Funkenspectrum erschienen dann auch noch die 4 Linien des innern Flammenkegels. Durch Färbung der Flamme mit verschiedenen Substanzen suchte ich die bezüglichen Coïncidenzen zu constatiren. Im Ganzen zählte ich 12 durchsetzende Linien, eine Zahl anderer schien gleichsam nur durch leuchtende Punkte am obern und untern Rande des Spectrums angedeutet und wären vielleicht hervorgetreten durch Anwendung eines stärker wirkenden Apparates.

Das Roth schnitt an der Stelle von Li *a* scharf ab, die Grenze des Violett war unbestimmt. Die Vertheilung der Linien auf die einzelnen Farbentöne war folgende:

Farbentöne	Nr. und Aussehen der Linien.	Stellung
Roth	—	
Orange	1) Schwach.	
Gelb	2) Matt	Na *a*
Gelbgrün	3) Intensiv glänzend 4) Schwächer 5) Undeutlich	Ba g
Lichtgrün	6) Ziemlich hell 7) Breit, sehr intensiv	Ba b
Blaugrün	8) Matt 9) dt.	
Blau	10) Breit, intensiv	Sr d
Violett	12) Verschwommen 13) dt.	Cu_{15}

Die Linie an der Stelle von Na a wird durch den Glanz der nahen gelbgrünen so abgeschwächt, dass man geneigt ist, ihre Farbe für orange zu erklären, während man Gelbgrün für reines Gelb nimmt.

Setzt man an die Stelle des einen Poldrathes einen Platindrath ein, an dem sich etwas von einer Lithion- und Kaliperle befindet, so erscheinen im Funken-Spectrum auch sehr deutlich Ka a und Ka b, sowie Li a und Li b. Die Lithiumlinie bildet dann den scharfen Schluss des Rothen und nach einem breiten gänzlich schwarzen Zwischenraum folgt erst Ka b.

Ohne auf die nähere Bedeutung dieser electrischen Spectrallinien einzutreten, erwähne ich nur, dass ich bei Einsetzung von *Silber, Gold, Eisen, Zink* oder *Wismuth*dräthen, als Funkenzieher, durchaus keine wesentliche Abänderug des Spectrums

wahrnehmen konnte. Es waren immer wieder dieselben Linien zu erkennen. Einzig das *Blei* gab im äussersten Violet coincidirend mit Ka b zu den übrigen noch eine breite sehr helle Linie, entsprechend der violetten Glorie, welche die negative Polspitze umgab.

Es ist bekannt, dass *Wheatstone*, *Foucault*, *Draper*, *Depretz* und *Masson*, *) welche sich hauptsächlich mit der Analyse des electrischen Lichtes beschäftigt haben, zu andern Resultaten gekommen sind und für jedes Metall eine grosse Anzahl besonderer Linien konstatirt haben. So soll sich das Silber durch eine „raie verte d'un éclat éblouissant" auszeichnen; das Kupfer soll sehr viele Linien in Blau, Grün und Violett haben; Zink zeige ein auffallendes Apfelgrün; Gold, viele gelbe und violette Linien; Wismuth soll mit grünen Linien sehr reich ausgestattet sein u. s. w. — 4 Linien, je eine im Rothen, Orange, Gelben und Grünen, sollen allen electrischen Spectren gemeinsam sein. Auch sei der Charakter ganz derselbe, werde der Funke durch eine Maschine, eine einfache voltaische Kette oder auf dem Wege der Induction erzeugt.

Es fällt mir natürlich nicht ein in die übereinstimmenden Resultate so berühmter Forscher Misstrauen zu setzen, doch kann ich auch nichts anderes konstatiren, als was ich mit den von mir gebrauchten Apparaten selbst gesehen habe.

Fassen wir nun dasjenige zusammen, was man bis jetzt über die Spectren gefärbter Flammen weiss, so ergibt sich hinsichtlich der praktischen Verwendung Folgendes:

*) Vergleiche J. Gavarret. Traité d'électricité T. 2. p. 525—534.

1) Die discontinuirlichen Spectren gefärbter Flammen kommen auch einigen ametallischen Elementen und ihren Verbindungen zu.

2) Manche Elemente, die man in physikalischer Hinsicht entschieden zu den Metallen zählen könnte (Arsen,*) Antimon,*) Tellur) veranlassen keine ausgeprägten hellen Linien im Flammenspectrum.

3) Nur die Metalle, welche in der electro-chemischen Spannungsreihe am positiven Ende stehen, also die Potassoide scheinen die einfachsten, blos aus 1—2 hellen Linien bestehenden Spectren zu erzeugen, und je mehr man sich der Mitte nähert um so mehr scheint die Zahl der hellen Linien sich zu häufen. Die Metalle nach dem negativen Ende der Reihe hin geben dagegen in ihrer Mehrheit nur kontinuirliche Spectren.

4) Nicht jede gefärbte Flamme bedingt ein interruptes Spectrum; wenigstens nicht bei der Temperatur der gewöhnlichen Bunsenschen Kochflamme.

5) Es beschränkt sich somit die praktische Anwendbarkeit der Spectralbeobachtungen für die qualitativ-chemische Analyse auf eine gewisse und zwar die kleinere Zahl der Elemente und ihrer Verbindungen.

II. Spectralreactionen einiger bündnerischer Naturprodukte.

Bunsen hat mit Recht auf den ausserordentlichen Vorzug der spectralanalytischen Methoden vor den bisher üblichen hingewiesen, wenn es sich darum handelt die allgemeine Diffusion eines Metalles der Potassoid oder Calcoidgruppe in irgend einer

*) In dem Spectrum der fahlen Flammen von Arsen und Antimonwasserstoff konnte ich keine eigenthümlichen Linien entdecken.

Familie von Naturprodukten nachzuweisen. Für den Geologen sowohl wie für den Mineralogen hat diese Untersuchungsweise einen unschätzbaren Werth; das Zusammenscharen einzelner Mineralien in Schnüren, Gängen, Nestern wird ihm leicht erklärlich, wenn er findet, dass die Gebirgsmasse selber die Keime jener Mineralbildungen an jedem ihrer Punkte in sich trägt. Dem Chemiker jeder Richtung müssen diese Methoden als ein willkommener Fortschritt erscheinen, wenn er des unverhältnissmässigen Aufwandes an Zeit gedenkt, den ihm die Nachforschungen nach Spuren einzelner Elemente in Mineralwassern, Pflanzen- und Thieraschen verursachen. Er wird durch dieselben oft wochenlanger Arbeit und mancherlei Vorbereitungen zur qualitativen Analyse gänzlich überhoben. Endlich ist kein Mittel so geeignet sich von der chemischen Reinheit mancher Präparate zu überzeugen, wie gerade die Spectralbeobachtung. Ein sehr geübter Beobachter kann es sogar dahin bringen von der Grösse der spurweisen Verunreinigung, je nach dem Glanz und der Dauer der hellen Linien eine annähernde Vorstellung zu bekommen.

Ich habe nun meinerseits mir die Aufgabe gestellt, die Bündnergesteine sowie die bündnerischen Mineralwasser systematisch zu durchsuchen. Eine solche Arbeit konnte mancherlei Resultate zu Tage fördern, z. B. neue Belege für die Behauptung, dass Lithium, Strontium, Baryum weniger lokalisirt seien als man sonst zu glauben geneigt war. Ein auffallendes Verbreitetsein eines oder mehrerer dieser Elemente konnte hoffen lassen, dass man in dem Gebirgssysteme auch grössere Ausscheidungen in Form entsprechender bisher daselbst noch unbekannter Mineralien auffinden werde. Es konnten je nach Umständen die Resultate zur Basis interessanter, geologisch-genetischer Combinationen werden. Endlich hätte ein glücklicher Zufall uns selbst zur Erkenntniss ganz neuer Elemente führen

können, wie Bunsen bereits durch die wirkliche Entdeckung eines neuen Alkalimetalls, von ihm „Caesium“ genannt, dargethan hat.

Ich habe nun den Anfang gemacht mit einem ziemlich isolirten und nahe gelegenen Gebirgssysteme, mit welchem ich mich für den diesmaligen Jahresbericht begnügen will.

1. System Calanda.

Hier ist natürlich nicht der Ort auf die Geologie dieses interessanten Berges einzutreten.

Herr College *Theobald*, dessen Freundschaft ich zugleich die Mehrzahl der hier untersuchten Gesteinsproben verdanke, hat in früheren Jahresberichten*) ausführliche Mittheilungen über dieselben gemacht. Soviel kann bemerkt werden, dass derselbe grösstentheils aus den verschiedenen Kalksteinen, Dolomiten und Mergelschiefern der Jura und Kreideformationen zusammengesetzt ist; nur sein südöstlicher Fuss wird von einem Keil sogenannter Verrucane, d. h. halb krystallinischer, hier vorwaltend grüner, Massengesteine und Schiefer getragen, die, wenn nicht alle sratigraphischen Analogieen trügen, sammt einigen darüber liegenden Kalkstraten, der Trias beigezählt werden müssen.

Das vorbereitende Verfahren der Untersuchung war nun so, dass man die carbonatischen Proben in einzelnen ettiquettirten Gläschen in chemisch reiner (spectralanaylitisch geprüfter) Salzsäure auflöste, das Ungelöste vom Gelösten durch Filtration trennte um beide Theile gesondert zu prüfen. Die Löslichkeit der 15 untersuchten Proben war ausserordentlich verschieden. Mit Ausnahme des sog. Marmors von Untervatz löste sich keine ohne Rückstand, selbst dieser hinterliess eine dunkelgraue organisch

*) 1856 und 1857. Im letztern auch ein geognostisches Profil des Calanda, das ich in Bezug auf diese Untersuchung zu berücksichtigen bitte.

gefärbte Kieselerde. Andere gaben mehr oder weniger gelb gefärbte Lösungen u. s. w.

Was die silicatischen Proben, (Verrucane) anbetrifft, so wurden sie zum feinsten Pulver zerrieben und theils mit kohlensaurem Natron, nach Bunsens ingenieuser Vorschrift, in einer konischen Platinspirale in freier Flamme ausgeschlossen, oder auf dem Platinöhr mit Fluorammonium und Schwefelsäure behandelt.

Bei den Kalksteinen convenirte die *Cartmell'sche* Prüfung auf Kali entschieden besser, wie sie denn auch unstreitig empfindlicher ist, als das Kalispectrum; ebenso griff ich wegen der zu grossen Empfindlichkeit der spectralen Natriumlinie, zu der Prüfung mit Jodquecksilberpapier. Die gewöhnliche Flamme nämlich, welche im Spectrum entschieden Na a zeigte, war noch nicht im Stande den rothen Fleck auszubleichen.

Es gewährt mitunter einen Vortheil die Spectren durch blaue oder rothe Gläser zu betrachten.

Ein blaues Glas blendet z. B. die gelbe Natriumlinie, die durch ihren Glanz oft sehr störend wird, ganz ab, ebenso auch die rothe Lithium, es lässt nur Roth von der Brechbarkeit Ka a, die Linie Ba g, so wie die blauen und violetten Töne durch. Verdoppelt man das Glas, so wird auch die grüne Linie eliminirt.

Ein rothes Glas liess von der Natriumlinie an alle rothen Töne durch: wurde es verdoppelt, so war damit das Gelb ebenfalls abgeblendet und man konnte jetzt sein Augenmerk bequem auf die rothen und orange Linien richten.

Folgendes sind die Resultate der spectralanalytischen Prüfung der Calandagesteine, wobei ich nicht verkenne, dass dieselbe noch viel eingehender und ausgebreiteter hätte vorgenommen werden können, allein die mir sparsam zugemessene freie Zeit nöthigte mich dieser Arbeit vorläufig gewisse Grenzen

zu setzen. Es schliesst sich dieselbe an die verdienstvolle geognostische Untersuchung meines verehrten Collegen Theobald an und ich bin daher so frei dieselbe Numerotirung zu wählen, die sich für die einzelnen Calandastraten in dem schon citirten Profile findet.

I. Gesteine der Triasformation.

Verrucane des Etage Nr. 1 zwischen Felsberg und Tamins.

a) Massiger grüner Verrucano mit ausgeschiedenem Chlorit, von Felsberg.

Ka, Na a, Li a (kleinste Spur), Ca a, b. Braungesäumtes Grün. *)

b) Grüner Verrucanoschiefer zwischen Felsberg und Tamins.

Ka a, Na a, Li a (Spur), Ca a, b. Braunbesäumtes Grün.

c) Grüner Verrucano von den „Platten" bei Tamins führt hie und da Kupfererze.

Ka a, Na a, Li a (rasch aufblitzend), Ca a, b, Sr a, b (Spur), deutliches Kupferspectrum.

Verrucane, Schiefer und Kalksteine des Etage Nr. 2.

a) Unterster Kalkstein. Felsberg.

Gibt eine gelbe salzsaure Lösung und hinterlässt weisse sandige Kieselerde. Ka a, Na a, Ca a, b, Sr a, b.

b) Fleischrother Kalkstein von den Platten bei Felsberg.

Gelbe Lösung, röthlich gefärbte Kieselerde. Ka, Na, Ca a b, Sr a b.

---

*) Wenn Ka ohne Indexbuchstabe steht, so ist seine Anwesenheit nach Cartmell mit einem Cobaltglas bestätigt worden. Wegen Mangels an griechischen Lettern haben die Indices oft lateinisch gesetzt werden müssen.

c) Hellgrauer Kalkstein. Felsberg-Tamins.

Gelbe Lösung, grauer Rückstand. Ka a, Na, Ca a, b, Sr a, b, g, d. (sehr intensiv).

d) Gelblicher dünnschiefriger Verrucano, oberste Schicht; unter der goldenen Sonne.

Ka, Na a, Ca a, b. Braunbesäumtes Grün.

Etage Nr. 3. Kalksteine und Dolomite.

a) Gelblichweisser Kalkstein unter der goldenen Sonne.

Gelbliche Lösung; rein weisser unbedeutender Rückstand. Ka (Spur), Na (Spur), Ca a, b, Sr a, b.

II. Gesteine der Juraformation.

Verrucane und Schiefer des Etage Nr. 4. Schwarzer Jura und Lias.

a) Weisser, körniger Verrucano der goldenen Sonne.

Ka, Na a, Ca a, b. Zweifelhafte Andeutung der grünen Baryumlinien.

b) Dunkelgrüne Schiefer mit Belemnit. hastatus. Goldene Sonne.

Braungelbe Lösung, zurück bleibt ein sandiges Scelett. Ka (Spur), Ca a, b, Sr a, b. Verschwommenes Kupferspectrum.

c) Graue glimmerige belemnitenführende Schiefer.

Goldene Sonne.

Schwachgelbliche Lösung. Grauer körniger Rückstand. Ka (Spur) Na a, Li a (sehr gering), Ca, b. Sr. a. b.

Etage Nr. 5.

a) Schwarzer thoniger Kalkstein mit Eisenkies. Ueber der goldenen Sonne.

Gelbliche Lösung. Schwarzer schlammiger Rückstand. Ka, Na, Ca a, b. Sr a b.

Etage Nr. 6, 7, 8. Dolomit und Kalk des obern Jura.

a) Schwarzer Dolomit mit Nestern schwarzen Bitterspath. Ob Felsberg.

Gelbliche Lösung, schwarzer kohliger Schlamm.

Ka, Ca a, b, Sr a, b, g, d.

b) Feinkörniger grauer Dolomit gegenüber der Plessurmündung.

Gelbliche Lösung, unbedeutender kiesliger Rückstand.

Ka (Spur) Ca a, b, Sr. a, b, d.

c) Hellgrauer Dolomit vom Felsberger Sturz.

Farblose Lösung. Grauer sandiger Rückstand.

Ka (sehr gering) Ca a, b, Sr a, b. g. d.

d) Hellgrauer Kalk von der höchsten Spitze des Calanda. (Weibersattel).

Gelbliche Lösung. Flockig kiesliger Rückstand.

Ca a, b. Sr. a, b, g, d. Die blaue Strontiumlinie ausgezeichnet.

d) Grauer Marmor von Untervatz.

Kaum gefärbte Lösung mit unerheblichem Rückstand.

Ca a, b, Sr a, b, g, d ausgezeichnet.

III. Gesteine der Kreideformation.

Etage Nr. 9, 10, 11. Sandige Kalkschiefer.

a) Lichtensteiner Kalk, Braun, vom Felsberger Horn (Männersattel).

Gelbe Lösung, brauner Schlamm.

Ka (Spur) Na a, Ca a b, Sr a, b, g, d.

b) Brauner kalkiger Sandstein von Pramanengel,

Tiefgelbe Lösung, grüner sandiger Rückstand in Stücken.

Na a, Ca a, b; Sr a, b, g, d. Im Rückstand ausserdem noch Ka, viel Na und Ca.

Etage Nr. 12. Seewerkalk.

a) Grauer Kalkstein vom Mastrilser Berg.

Gelbliche Lösung, unerheblicher Rückstand.

Ka a, Na a, Ca a, Ca b, Sr. a, b, g, d.

Den nordwestlichen Schluss des Calandagebirges macht der Piz a Lun, welcher sich nach der Schlucht von Pfäffers absenkt. Seine Schichten gehören in's Eocene, denn sie führen Nummuliten.

IV. Gesteine der Tertiärformation.

Etage Nr. 13. Eocene Kalke und Schiefer.

a) Grauer Numulitenkalk von Mastrils.

Gelbe Lösung, grauer kieseliger Rückstand.

Ka a, Na a, Ca a, b, c, d.

b) Brauner Sandstein, voller Nummuliten, von Mastrils.

Stark gelber Anszug, porös sandiger Rückstand, leicht zerdrückbar zu Sand. Ka (Spur) Na a, Ca a, b; Li a.

c) Schwarze Flyschiefer von Mastrils.

Ka a; Na a, Li a (sehr deutlich); Ca a, b.

d) Quellsinter der Pfäfferser Therme.

In HCl. gelöst. Viel unlösliche Kieselerde. Ka (Spur), Na (Spur), Ca a, b, Sr. d ausgezeichnet.

Ueberblicken wir diese nackte Darstellung der Beobachtungsresultate, so sind es 3 wesentliche chemische Thatsachen, die sich aus dem Allgemeinen hervorheben:

1) Die Kalksteine der Calandaformationen, mit Ausnahme der Nummuliten führenden, sind sämmtlich strontianhaltig, mitunter so bedeutend, dass die blaue Linie sehr glänzend auftritt.

2) Barytverbindungen fehlen allen untersuchten Gesteinen.

3) In den triasischen und subtriasischen) Verrucanen findet eine allgemeine Diffusion des Kupfers statt*

Diesen 3 Thatsachen ist als 4te noch beizufügen:

Das allgemeine Vorkommen der Alkalien, namentlich des Natrons. (Lithion habe ich selten mit Sicherheit sehen können). Ohne diesen Umstand wäre eine Vegetation am Calanda undenkbar. Der reine Kalk und Dolomit können keine Pflanzen ernähren. So machen wir denn in Uebereinstimmung hiermit die wirkliche Beobachtung, dass die Ueppigkeit der Vegetation am Calanda mit dem Alkaligehalt der Schichten gleichen Schritt hält. Während das ausgewaschene Dolomitgebiet über Felsberg uns den traurigen Anblick öder Gehänge darbietet, begrüssen uns auf den alkalireichen Neocomschichten von Pramanengel der Flora liebliche Kinder. Stattliche Laubhölzer erquicken das

---

*) Ich lasse es nämlich dahingestellt, ob die Verrucane des Etage 1. nicht unter die Trias gehören. In den rothen Glarner Verrucanen findet sich das Kupfer, wie ich schon früher bewiesen, überall.

Auge und verleihen im Frühjahr wie im Herbste landschaftliche Frische den Halden zwischen Lichtenstein und Mastrils.

Das ist der Boden, der solches bewirkt, vereint mit den Quellwassern, die ihn hier durchdringen und die es verhindern, dass die Pflanzen nicht mitten im Nahrungsreichthum verhungern.

---

2. *Bündnerschiefer und einige seiner Educte.*

Der Bündnerschiefer kömmt mir vor wie die ägyptische Sphinx. Er stellt den Geologen Räthsel, wartet aber fortwährend auf seinen Oedipus. Mag dieser früher oder später erscheinen, sein Schicksal ist ein düsteres. Schon gähnt die unausgefüllte Kluft unserer Systeme und gewärtigt jeden Augenblick, dass er sich hineinstürze und unterwerfe; anderseits reisst der nagende Zahn der Zeit ihm klaffende Wunden und arbeitet an seiner Scelettirung und seinem Verfall. So ist denn der Bündnerschiefer nicht mit Unrecht ein Gegenstand von besonderem Interesse.

Doch wozu diese Sentenzen? Fragen wir ganz nüchtern: Welches sind seine spectralanalytischen Reactionen und welche Folgerungen lassen sich daran knüpfen?

Der Bündnerschiefer, der seiner Hauptmasse nach oberflächlich betrachtet einem dünnflasrigen Gneisse nicht unähnlich sieht, ist von Schwefelkiesen, von feinster bis zu gröbster Ausscheidung, durchdrungen und diese sind der Keim seines raschen Zerfalles. In Folge dieser Auflösung sehen wir ganze Wände überzogen mit Eflorescenzen von *Bittersalz*, *Gyps*, *Botryogen*, *Eisenvitriol*; auf Klüften treffen wir *Eisenocker*, *Kalipsilomelan*, *Kalkspath*, *Faserkalk* oft schneeweiss in ausgezeichnet stalactitischen, papillosen und nierenartigen Formen. Kohlenstoff in

Form von Anthracit und Graphitblättchen ist oft so reichlich ausgeschieden und zusammengeschaart, dass es Stücke gibt, mit denen man wie mit Bleistiften auf Papier schreiben kann. Auch dieser Kohlenstoffgehalt trägt nicht wenig zur Lockerung des Gefüges bei. Der Schiefer bleicht aus an der Luft, der sehr fein zertheilte Kohlenstoff geht als Kohlensäure fort und die Felsen werden bröcklig.

Von diesen Vorbemerkungen wollen wir zu den Spectralreactionen übergehen.

1) Ein Splitter Bündnerschiefer in der Flamme geglüht färbt dieselbe blassgelb. Jodquecksilberpapier erscheint in dieser Beleuchtung ausgebleicht. Betrachtet man die Flamme durch ein Cobaltglas, so erscheint sie mit purpurnem Saum. Das Spectrum zeigt nur Na a und ganz matt Ka a und Ca a.

2) Taucht man den geglühten Splitter in concentrirte Schwefelsäure und bringt ihn von neuem in die Flamme, so sieht man im Spectrum neben Na a, Ca a und b (diese sehr zurücktretend), Li a und Ka a. Die Lithium Linie bildet sich immer mehr aus, während Ka a verlöscht und das Kalium nur noch durch Beobachtung der Flamme mit dem Cobaltglas zu erkennen ist.

3) Der geglühte Splitter wurde einige Zeit in der Reductionsflamme behandelt, dann mit Salzsäure befeuchtet: Na a und ein glänzendes Calciumspectrum, das aber nach wenig Secunden seinen Glanz verliert, während Li a hellleuchtend hervortritt und auch Ka a seitwärts doch nur matt sich bemerklich macht.

4) Etwas gepulverten Schiefer mit Wasser befeuchtet zeigt die Reactionen sub 1) etwas verstärkt. Mit HCl befeuchtet: Calciumspectrum glänzend, später Li a und nach Cartmell Ka.

5) Fein gepulverten Schiefer mit Salzsäure ausgekocht und filtrirt. Das Filtrat zeigte: Na a; Ka, Ca a, Ca a, Sr a, b, c, d (rasch aufblitzend), Li a.

Das Strontiumspectrum erscheint schon während des Verdampfens der Flüssigkeit, verschwindet schnell um einem glänzenden Calciumspectrum Platz zu machen; ist alles verdampft, so tritt einen Moment fast gänzliche Dunkelheit ein, bis das Spectrum von Calcium von neuem aufleuchtet und nun auch Li a neben Ca a sich präsentirt. In kurzer Zeit hat man nur noch ein mattes continuirliches Spectrum. Der rasche Wechsel der Erscheinungen erinnert sehr an die plötzlichen Scenerieverwandlungen auf einem Metamorphosentheater.

6) Das Ungelöste von 5 ausgewaschen und darüber concentrirte Schwefelsäure zur Trockne verdampft. Rückstand mit heissem Wasser extrahirt. Lösung zeigte: Na a; Ka a, b; Li a sehr zurücktretend.

7) Das Ungelöste von 6 z. Th. mit Soda z. Th. mit Flusssäure aufgeschlossen. Der 1te Theil zeigte nur ein schwaches Calciumspectrum, der 2te Na a und Ka. Ca a b sehr schwach. Weiter nichts. Der Rückstand von 6 war in der That fast nur Kieselerde.

Aus diesen Versuchen lässt sich schliessen, dass der Bündnerschiefer wesentlich Quarz (Kieselsäure) und Kohlensauren Kalk zu Bestandtheilen habe und in dieser Masse sich eingebettet finden: Graphit, Schwefelkies, Strontiancarbonat, leicht zersetzbare Silicate von Kali, Natron, Lithium, nebst Thonerde. Bemerkenswerth ist der bei der spectralen Prüfungsmethode sehr hervortretende Lithiongehalt.

Eflorescenzen von Bittersalz, haarförmig. An der Plessur beim Steinbruch hinter den Bädern. Na a, Ka a, b, Sr a b, d, Li a.

Blumenkohlartige Eflorescenzen von Bittersalz von einer andern Stelle an der Plessur: Ka, Na a, Ca a, b.

Botryogen vom Sand, braungelb. Ka, Na a, Ca a, b.

Eisenvitriol, ebenso.

Faserkalk. Schneeweiss, nierförmige und ästige Kluftbekleidungen am Sand.

Na a, Ka a, b, Sr a, b, g, d, Li a.

Brunnenwasser von Chur. Eindampfrückstand von circa 50 Maass aus dem Dampfkessel des Laboratoriums. Ka, Na a, Li a.

Um mich von der Realität des Lithionvorkommens zu überzeugen, habe ich circa 2 Maass des Kesselrückstandes eingedampft und nach bekannten Methoden das Lithion als Chlorlithium abzuscheiden versucht. Ich erhielt in der That ein Endprodukt, das an der Luft schnell feucht wurde und die Lithiumlinie breit und in prächtigem Glanze neben Na a zeigte.

Kesselstein von Churer Brunnwasser

Ka; Na a; Ca a, b; Sr a, b, g, d.

Churer Rothwein aus dem Keller des Herrn *Caviezel.* 1/2 Liter zur Trockne verdampft, Rückstand verkohlt. Taubenhalsig angelaufene Kohle mit Wasser ausgekocht.

Der Auszug zeigte nur Ka a und b sehr schön neben der strahlenden Na a. Ausgelaugte Kohle mit Salpetersäure befeuchtet und in einer Platinschale weiss gebrannt. Mit Wasser ausgezogen. Auszug zeigt Ka a, b, Na a. Mit Salpetersäure ausgezogen: Ka a, b; Na a; schwaches Calciumspectrum. Durchaus keine Andeutung der Lithiumlinie.

Rothe Weinsteinkruste, aus einem Churer Weinfass.

Wurde auf einem Platindeckel weissgebrannt und etwas von der Asche mit Salzsäure befeuchtet geprüft. Ka a, b; Na a; Ca a. Nicht die Spur von Li a.

Somit sehen wir: *dass Strontian und Lithion fast in allen Detriten und Abkömmlingen des Bündnerschiefers sich wieder finden, selbst im Churer Brunnenwasser. In die hiesigen Trauben aber scheint weder Lithion noch Strontian überzugehen,* während Bunsen ersteres in den Mutterlaugen mehrerer Weinsäurefabriken sehr reichlich gefunden hat.

Ich komme jetzt zum Schlusse noch auf ein Edukt des Bündnerschiefers zu sprechen, dessen Prüfung mich zu unvermutheten Resultaten führte und dessen Spectrum, an Glanz und Mannigfaltigkeit der Scenerie alles übertrifft, was ich bisher bei meinen Untersuchungen von Naturprodukten gesehen habe:

Eisenocker mit Psilomelan und Wad.

Hinter den Bädern auf dem Sand findet man im Bündnerschiefer 1—3 Zoll und mehr mächtige Gänge erfüllt mit Quarz und Bergkrystall und einem erdig-porösen gelben bis rostrothen Eisenocker. Dieser Ocker ist selbst wieder durchzogen von einer weichen, schwarzen erdigen Masse, die beim Schaben mit einem Messer wachsglänzend wird; oder er ist theilweis bekleidet mit trauben-, nieren- oder blumenkohlähnlichen, matten oder glänzend schwarzen metallisirenden Krusten.

Diese schwarzen Substanzen sind, wie man sich durch Zusammenschmelzen mit Soda und einer Spur Salpeter leicht überzeugen kann, *Manganoxyde.*

Die glänzenden flach nierenförmigen Gebilde müssen als *Psilomelan* und zwar wegen der Abwesenheit des Baryts und der Anwesenheit des Kali's als *Kalipsilomelan* erklärt werden. Ja es kömmt mir nicht unwahrscheinlich vor, dass sogar ein *Lithionpsilomelan* existirt.

Die mehr erdigen wachsglänzenden und traubenförmigen Massen sind *Wad.* Dieses ist oft wieder schalig umhüllt von einer weissen Erde, bestehend aus kohlensaurem Kalk und schwefelsaurem Kalk nebst Thonerde.

Das schwarze Pulver entwickelt mit Salzsäure übergossen Chlorgas und gibt eine kaffebraune Lösung, die beim Erwärmen heller wird; es muss sonach auch *Braunstein* eingemengt vorkommen.

Die Spectralreactionen des *Wad* und *Psilomelan* sind nun folgende:

Ein linsengrosses Stückchen auf Platindraht mit HCl befeuchtet gab eine intensiv apfelgrüne Flamme, ähnlich der des Baryts, mit gelbrothem Funkensprühen. Zunächst der Probe war ein rein blauer Meniskus zu bemerken, der bald verschwand. Jodquecksilberpapier wurde in dieser Beleuchtung ausgebleicht und die Flamme mit dem Cobaltglas betrachtet, zeigte sich stark purpurn besäumt. Im Spectrum blitzten anfangs die 4 transcyanen Linien auf, dann folgte ein rascher Wechsel und als neue Scene: 4 breite grüne Linien, die ich für die Linien der Borsäure ansah; nach dem diese verschwunden waren, zeigte sich sehr schön: Ka a, b, Ca a, b, und lange andauernd Li a.

So oft ich den Versuch wiederholte waren die 4 grünen Linien da, von denen die beiden nach violett hin bald verschwanden, namentlich die vierte; Li a war ganz constant, nicht immer das Kupferspectrum.

Eine filtrirte salzsaure Lösung zeigte dieselben Erscheinungen; als ich aber dieselbe nach Rose's Methode auf Borsäure prüfte, erhielt ich zu meiner Verwunderung ein höchst zweifelhaftes Resultat. Da reagirte ich auf Baryt, in der Vermuthung die gelbgrüne Färbung der Flamme sei ihm zuzuschreiben gewesen: Quod non! Schwefelsäure gab nicht die geringste Fällung. Das hatte ich nicht erwartet und ich war somit genöthigt zu einer genauern Untersuchung zu schreiten.

Die Vergleichung des Psilomelanspectrums mit dem Baryum- und Borsäurespectrum durch Superposition, zeigte mir auch sofort, dass die 4 grünen Linien weder dem einen noch dem andern angehören konnten.

Um nicht zu voreilig auf die Anwesenheit eines ganz neuen Metalles zu schliessen, entschloss ich mich, gewöhnlichen Braunstein aus Nassau zu prüfen und siehe da: ein intensives Spectrum

mit 4 breiten grünen Linien, aber auch noch eine intensive Linie im äussersten Violett, obschon von einer rothen Kaliumlinie nicht die Spur zu sehen war. Die violette Linie hatte ich früher übersehen wegen ihrer abgelegenen Stellung und der Anwesenheit von Ka a; sie zeigte sich aber auch bei der salzsauren Lösung von Psilomelan nach dem von der Ka a nichts mehr zu sehen war und zwar so lange als die intensivste grüne Linie andauerte.

Jetzt mussten meine reinsten Manganpräparate nochmals untersucht werden, denn es war nunmehr wahrscheinlich geworden, dass das erwähnte Spectrum dem Mangan angehöre, obschon ich seiner Zeit glaubte gefunden zu haben, dass das Mangan kein unterbrochenes Spectrum erzeugt; damals indessen hatte ich nur das schwefelsaure Salz geprüft, welches der Flamme weder Färbung ertheilte noch in der Gluth der Glasbläserlampe irgend eine verwendbare Spectralreaction gab.

Es wurden ganz neue Dräthe präparirt und darauf, mit HCl befeuchtet, nacheinander *kohlensaures Manganoxydul, Manganoxydul, Manganoxyd* und *Mangansuperoxyd* geprüft. Alle diese Verbindungen gaben intensiv die 4 breiten grünen Linien und von ihnen durch einen breiten nur schwach durch Dunkelblau erhellten Zwischenraum getrennt eine violette. Daneben auch Na a, Ca a, b, zuweilen Ka a; aber auch alle ertheilten der Flamme eine intensiv apfelgrüne Färbung.

Eine *Chamaeleonlösung*, *Manganvitriol* oder *essigsaures Manganoxydul* färbten weder die Flamme fahlgrün noch war das eigenthümliche Spectrum wahrzunehmen, dieses trat jedoch augenblicklich im schönsten Glanze auf, sowie der Glührückstand auf dem Platindrath mit Salzsäure befeuchtet wurde.

Diesen Erfahrungen zufolge ist denn sozusagen mit Sicherheit anzunehmen, *dass das Manganchlorür, — was bisher Niemanden bekannt war, — die Flamme intensiv gelbgrün färbe*

und dass diese Flamme ein sehr einfaches aber charakterisches Spectrum erzeuge, bestehend aus 4 breiten hart neben einander liegenden grünen und einer violetten Linie, die mit der violetten Kaliumlinie coïncidirt.

Die 1te Gelbgrün fällt mit Nr. 1 im Flammenkegelspectrum zusammen, die ihrerseits noch etwas ausserhalb Ba g nach Gelb hin placirt ist. Die 2te Gelbgrün fällt nicht ganz auf Ba g, etwa zwischen Cu_5 und Cu_6. Mn_3, Lichtgrün habe ich zwischen Cu_8 und Cu_9 gesehen und Mn_4 etwas ausserhalb Nr. 2 des Flammenkegels nach Blau hin, zwischen Cu_9 und Cu_{10}. Die schwarzen Zwischenräume waren sämmtlich schmäler als die hellen Linien, aber ziemlich unter sich gleich breit.

Was ich daher früher von der Gruppe der Eisenmetalle ausgesagt habe, das muss ich für das *Mangan* — genauere Studien, die etwa ein ganz neues Metall nachweisen sollten, was ich zwar nicht vermuthe, vorbehalten — zurücknehmen. Von den übrigen Metallen hatte ich schon damals Chlorete, Nitrate u. s. w. geprüft; aber ohne etwas Bemerkenswerthes gesehen zu baben. Dessenungeachtet habe ich es mit meinem chemischen Gewissen unvereinbar gefunden, die *Chlorete* der Metalle: *Magnesium*, *Aluminium*, *Chrom*, *Eisen*, *Nickel*, *Cobalt*, *Zink*, *Cadmium*, nicht noch einer neuen sorgfältigen Controle zu unterwerfen. Es wäre zu weitläufig diesmal jeden einzelnen Versuch genauer zu beschreiben. Im Allgemeinen ertheilte keine der Verbindungen der Flamme eine ausgesprochene anhaltende Färbung, als diejenige von anhängendem Chlornatrium. Gewöhnlich zeigte sich bei allen ein gelbrothes Funkensprühen von weggerissenen Theilen der hinterlassenen Oxyde. Bei den meisten verdampfte die Salzsäure mit einem blauen Schein um die Probe herum, der bisweilen zu einem fahlgrünen Saum sich emporhob. Während des Verdampfens leuchtete das continuirliche Spectrum hell auf, namentlich im Grünen, so bei *Nickel*,

Cobalt und *Cadmium*, dieses Grün, das sich meistens etwas von der gelben Natriumlinie abhob, zeigte sich dann gleichfalls braunbesäumt.

Ich habe den diagnostischen Werth dieses braunen Saumes beim Kupfer etwas zu hoch angeschlagen, er scheint vielmehr rein optischer Natur zu sein. Wenn eine der obigen Verbindungen ein mit Linien durchsetztes Spectrum sehen lässt, so möchte es das *Chlorcobalt* sein. Hier kam es mir vor, als hienge ein farbiger Schleier vor einem mit breiten Striemen in Grün und Blau versehenen Spectrum.

Zum Schlusse sei noch bemerkt, dass ich Verbindungen fast aller übrigen Metalle cursorisch geprüft habe, auch diejenigen des Ammoniums ohne wesentliche Entdeckungen zu machen. Wie immer hält man sich zunächst an Dasjenige, was auf den ersten Blick Etwas zu werden verspricht.

Ich füge hier als Anhang gleich bei, was sich aus einer quantitativen Untersuchung der weissen Eflorescenzen auf dem „Sand“ ergeben hat. Dieselbe wurde namentlich in Hinsicht einer allfälligen Gewinnung vou Bittersalz aus denselben angestellt.

Die Eflorescenzen, welche einen mehligen Ueberzug auf den Wänden des Schiefers bildeten, wurden oberflächlich zusammengekratzt mit Wasser erschöpft, das Lösliche zur Trockne verdampft, geglüht und analysirt.

Rohe Eflorescenzen	= 10,0533 Grm.	≡ 100 %	
Lösliches (120° trocken)	= 2,1447 „	≡ 21,33	≡ 100 %
Unlösliches (Schiefertheile)	= 7,3886 „	≡ 78,09	
Glühverlust des Löslichen (Wasser u. organ. Substanz)	= 0,1419 „		≡ 6,62
Kalk	= 0,0572 „		≡ 3,07
Magnesia	= 0,6580 „		≡ 30,68
Schwefelsäure	= 1,3152 „		≡ 61,30
	2,1723.		101,67

Die Analyse gibt ein etwas zu hohes Resultat für den Kalk. Man sieht aber die Eflorescenzen bestehen wesentlich nur aus *Bittersalz*, dem etwas Gyps, und wegen Vorhandensein von etwas Chlor und Alkalien, Cbloralkalien in Spuren beigemengt sind.

Aus einem Centner der abgekratzten Eflorescenzen würden sich somit durch einfaches Auflösen in Wasser, Durchseihen und Verdunsten lassen an der Sonne beiläufig 21 ℔ trockenes, oder 38 ℔ krystallisirtes Bittersalz herstellen lassen mit einem Handelswerth von 38 Centimes per ℔.

3. *Mineralwasser.*

Nachdem ich schon unter dem Titel „Bündnerschiefer" die Spectralreactionen des *Churer Brunnenwassers* angeführt und *Strontian* in dem sehr kalkreichen Kochniederschlage, *Kali, Natron* und *Lithion* in der überstehenden Flüssigkeit nachgewiesen hatte, sollen nunmehr auch einige anerkannten Mineralwasser, so wie sie mir gerade zu Gebote standen, erörtert werden.

Von jedem der Wasser wurde eine gewöhnliche Bouteille in einer Porzellanschale nahe zu circa 2 Unzen Rückstand verdampft, die Mutterlauge von dem Kochniederschlage durch Filtration getrennt; letzterer ausgewaschen. Die gekochten Wasser wurden ohne weiteres auf ein getheiltes Platinöhr genommen, den Kochniederschlag dagegen erst in Salzsäure gelöst und dann ebenso behandelt. Nachstehendes sind die Resultate:

1) *Tarasper Natronsäuerling.* Zuletzt analysirt von Dr. A. v. Planta. Meyer-Ahrens Heilquellen und Kurorte. II. S. 665.

Reichlicher blassröthlich gefärbter Kochniederschlag. Stark alkalische Flüssigkeit.

Flüssigkeit: Na a (blendend) Li a (breit, blendend, Minutenlang andauernd. Ka (sehr matt, bald verlöschend).

Niederschlag: Ca a, Ca b; Sr d (brillant) a, b, g. Li a (fast ebenso brillant und lange andauernd wie in der Flüssigkeit).

2) St. Moritzer Eisensäuerling. Analyse von Dr. A. v. Planta. M.-A. Ebd. II. 644.

Reichlicher stark ockergelb gefärbter Niederschlag. — Stark alkalische Flüssigkeit.

Flüssigkeit: Na a (blendend) Li a (ausgezeichnet) Ka a (kaum wahrzunehmen.)

Niederschlag: Ca a, Ca b, Sr d (Anfangs sehr schön) Sr a, b, g.

3) Fideriser Eisensäuerling. Letzte Analyse: *Capeller.* 1811. M.-A. II. S. 606.

Rein weisser nicht sehr reichlicher Kochniederschlag. — Stark alkalisches Filtrat.

Flüssigkeit: Na a (blendend) Li a (sehr deutlich) Ka a (sehr matt bald verschwindend).

Niederschlag: Ca a, Ca b; Sr a, b, g, d. (sehr deutlich.)

Nr. 1, 2 und 3 habe ich aus der Walther'schen Apotheke bezogen.

4) Sauerquelle von Tiefenkasten. Noch nicht analysirt. M.-A. II. S. 592.

Schneeweisser aber nicht sehr reichlicher Niederschlag. Alkalisches stark bitter schmeckendes Filtrat.

Flüssigkeit: Ka (verschwindende Spur, selbst mit dem Cobaltglase) Na a, Li a (mehrere Sekunden).

Niederschlag: Sr a (sehr scharf und lange andauernd) b, g, d (rasch verschwindend) Ca a, b; kein Ba.

5) *Gypstherme von Vals-Lugnez.* Noch nicht analysirt. M.-A. II. 571. Unter den Repositen des Laboratoriums fand ich 2 versiegelte Krüge mit der Aufschrift: Wasser der neu entdeckten Quelle zu Vals. Wahrscheinlich sind sie meinem Vorgänger Hr. Dr. *Mosmann* zum Analysiren zugeschickt worden. Das ganz klare Wasser machte beim Eindampfen einen reichlichen, kaum schwach gelblich gefärbten Niederschlag. Derselbe war schon von blossem Auge als ein Aggregat feiner Krystallnadeln zu erkennen, und es ist daher kein Zweifel, dass wir es mit einem der Thermalwasser des Valserthales zu thun haben, von denen das hauptsächlichste schon von *Capeller* im Jahre 1824 untersucht worden ist.

Die Flüssigkeit über dem Kochniederschlage reagirte neutral und schmeckte ziemlich bitter.

Flüssigkeit: Na a; Ka a, Li a (Andeutung) Ca a, Ca b.

Niederschlag: Ca a, Ca b, Sr. a, Sr b, Sr g, Sr d. (Letztere sehr deutlich.)

6) *Stachelberger Schwefelwasser.* M.-A. II. 424. Ich füge die Spectralreactionen dieses ausgezeichneten Heparwassers, welches ich im Jahre 1854 ausführlich untersucht habe, bei, weil es mir am 20. August dieses Jahres wieder ermöglicht war, selbst einige Flaschen zu fassen. Die Wassermenge war wegen dem regnerischen Sommer eine sehr hohe = 1912 Ccm. pro Minute. Temp. d. W. = 8^0,1 C., der Luft der Grotte = 11^0,6 C., der äussern Luft = 18^0,1 C., des Braunwaldbaches = 11^0,3 C.

Unerheblicher weisser Niederschlag; farblose, alkalisch reagirende und schwach bitterlich-sodaartig schmeckende Flüssigkeit.

Flüssigkeit: Na a; Li a (länger als 1 Minute andauernd), Ka a (schnell verschwindend).

Niederschlag: Ca a, Ca b. Sr a Sr b (diese sehr matt).

Als Hauptresultat dieser Untersuchungen haben wir zu constatiren: dass *Lithion und Strontian auch den bündnerischen Mineralwassern eigenthümlich sind; und es ist interessant zu berücksichtigen, dass sämmtliche geprüpfte Quellen bis auf St. Moritz im Gebiete des Bündnerschiefers liegen. Die Lithionreaktion vornehmlich im Tarasper Säuerling, sowohl im eingedampften Wasser, als im Kochniederschlage ist so ausserordentlich stark, dass ich gar nicht daran zweifle, dass es gelingen wird, eine nennenswerthe Quantität kohlensaures Lithion in Substanz abzuscheiden.*

Der löbl. „Schuls-Tarasper Gesellschaft für Exploitation der Mineralquellen" möchte ich empfehlen, im Hinblick auf den hohen Handelswerth des Lithioncarbonats (circa 300 Fr. per Pfund) und der überreichlichen Wassermenge, einlässlichere Studien über diesen Gegenstand machen zu lassen.

III. Kleinere Mittheilungen.

1. Fluorescenz einiger Flüssigkeiten.

Lässt man einen Lichtstrahl durch ein Cobaltglas oder eine Linse in nachstehende Flüssigkeiten fallen, so bemerkt man eine *graugrüne Fluorescenz.*

Schwefelkohlenstoff, Essigäther, Terpentinöl, Krummholzöl, Aceton, Glycerin, Fuselöl, Bittermandelöl; concentrirte Lösungen von: Essigsaurem Ammoniak, essigsaurer Thonerde, Salpetersaurer Magnesia.

---

2. *Gallussäure im Bündner Rothwein; Löslichkeit des Traubenfarbstoffes.*

Da es mir öfter vorkömmt, dass ich Weine auf Echtheit in Farbe, Weingeistgehalt u. s. w. zu prüfen habe, so theile ich hier einige Erfahrungen mit, mir eine ausführliche Mittheilung einer Untersuchung der renomirtesten Bündnerweinsorten für den nächsten Jahresbericht vorbehaltend.

Gallussäure ist bis jetzt in keinem Weine aufgefunden worden; *Mulder* hält es indess für sehr wahrscheinlich, dass sie darin vorkomme.

Es ist nicht schwer Gallussäure in den Bündner Rothweinen sehr deutlich nachzuweisen.

Aus 100 Ccm. Wein wurde die Gerbsäure mit Fischleim entfernt. Das Filtrat mit Wasser verdünnt bis die Farbe hell genug war um eine Veränderung zu erkennen, jetzt Eisenchlorid zugesetzt: Es entstund eine grünbraune Färbung, die bei stärkerer Verdünnung, an der Luft stehend, allmälig Violett wurde und schliesslich schwarzblaue Flocken fallen liess. Bei der hiesigen Weinbereitungsmethode, nach welcher der junge Wein Wochen ja Monate lang an den Trestern so zu sagen offen liegen bleibt, wäre es schwer zu begreifen, wie da nicht Gallussäure durch Zersetzung der Gerbsäure mit in den Wein kommen sollte.

Scheidet man aus Wein nach Mulders Methode den blauen Traubenfarbstoff ab, was ich oft gethan habe, so findet man, dass dieses Traubenblau, welches in dünnen Schichten auf einem Uhrglase schön irisirt wie in der Traube selbst, auch in den sogenannten Fruchäthern (wenigstens in essigsaurem und buttersaurem Aethyloxyd) etwas, mit violetter fast rein blauer Farbe löslich ist und durch Verdunsten derselben wieder im ursprünglichen Zustande erhalten werden kann. Ammoniak macht es erst grün und zerstört es dann zu einer braunen Substanz.

3. *Analyse einiger Kalksteine*

ausgeführt von meinen Schülern: *Lorenz Steiner* von Lavin und *Alois Held* von Zizers.

a) Kalkspath und Kalkstein von Luziensteig.

Wenn man von den Festungswerken aus auf dem gedeckten Wege gegen die Blockhäuser ansteigt, so findet man auf breiten Klüften des hellgrauen, klingenden, für Jura angesprochenen Kalksteines, ausgedehnte Drusen von Kalkspathkrystallen. Diese bilden das zweifach stumpfere Rhomboëder mit in der Richtung der Gegenrhomboëderkante gestreiften, und etwas gekrümmten Flächen. Die Randecken sind normal abgestumpft bis zum gegenseitigen Durchschnitt, so dass die Hexagonalsäule sehr deutlich repräsentirt ist.

Die Analyse ergab:

	Kalkspath.	Kalkstein.
Kieselsäure	—	0,0690
Eisenoxyd	0,0060	0,0030
Kohlensauren Kalk	0,9837	0,8660
Phosphors. Magnesia	0,0051	0,0043

Berechnung:

	Kalkspath.	Kalkstein.
Kieselsäure	—%	6,90%
Kohlensaures Eisenoxydul	0,87	0,43
Kohlensaurer Kalk	98,37	86,60
Kohlensaure Magnesia	0,38	9,03
Summa	99,62	102,96

Der Kalkstein ist also etwas dolomitisch und mit Ausnahme der Kieselerde und der organischen Substanzen sind alle seine Bestandtheile auch in den reinen Kalkspath übergegangen, dessen

mineralogische Formel in Rücksicht auf die isomorphe Vertretung geschrieben werden muss:

$$\left.\begin{matrix}Ca\\Fe\\Mg\end{matrix}\right\} O,CO_2$$

b) Felsberger Dolomit und Lichtensteiner Ostreenkalk analysirt von *Alois Held.*

Der Dolomit stammt vom Felssturz, der schwarze mit Eisenoxydhydrat überzogene Lichtensteinerkalk aus dem ehemaligen Gletschertobel gleich unter der höchsten Spitze des Calanda. Otrea macroptera findet sich hier schaarenweise darin. In demselben lässt sich auch *Phosphorsäure* in merklicher Menge nachweisen.

	Dolomit.	Ostreenkalk.
Unlösliches (SiO_3, Thon)	1,65%	16,85%
Thonerde + Eisenoxyd	0,71	5,60
Kohlensaurer Kalk	55,87	58,32
Kohlensaure Magnesia	41,02	21,84
Summa	99,25	102,61

Wie man sieht ist das Felsbergergestein ein typischer Dolomit, dem die Formel $(CaO+MgO),CO_2$ zukömmt. Der Lichtensteinerkalk ist ein sehr unreiner thonigkiesliger, aber dolomitischer Kalkstein.

Nachschrift.

Da die in diesen Blättern enthaltenen Untersuchungen namentlich dann ein allgemeines Interesse gewinnen, wenn sie in grösserer Ausdehnung durchgeführt werden, so richte ich hiermit die höfliche Bitte an sämmliche Naturfreunde Bündens: Von den in ihrer Umgebung vorkommenden Mineral- oder sonst bemerkenswerthen Wassern gelegentlich eine versiegelte Flasche an das chemische Laboratorium der Kantonsschule in Chur, gefälligst unter Beilegung der Adresse des Versenders, adressiren zu wollen.

Simmler.