Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Bern
Band: - (1868)
Heft: 654-683

Artikel: Ueber die Lichtabsorption der Luft [Fortsetzung]
Autor: Wild, H.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-318816

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: 13.07.2025

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

untersuchung, wie sie mir vorlagen, und schliesslich; der gänzlichen Abwesenheit jedes die Steinperiode absolut charakterisenden Fundstücks (1), als verkohlte Artefacten von Menschenhand aus der Pflanzen- oder Thierwelt, als Geräthe, Werkzeuge und Waffen aus Knochen oder Hirschhorn etc., oder solcher aus bearbeiteten Steinen, zerschlagenen Silicaten, Feuersteinen oder geschliffenen Steinbeilen etc. etc.

So ergibt sich als letzter Schlusssatz:

Es fallen daher die so hohe Zahlenresultate liefernden Berechnungen (am Schuttkegel der Tinière) von der Steinperiode oder (besser) ältesten Anwesenheit des Menschen in der Schweiz von A. Morlot, nach genauern Prüfungen der Basis, worauf sie sich stützten, als Ergebniss vager Täuschung, dahin.

H. Wild.

Ueber die Lichtabsorption der Luft.

(Fortsetzung.)

Mit einer Tafel.

Die in Nr. 646—648 der Mittheilungen des letzten Jahres publizirten Untersuchungen über die Lichtabsorption der Luft habe ich während der verflossenen Frühjahrsferien fortgesetzt. Wenn nun auch die durch die neuen

(1) A. Morlot. Graues Alterthum, pag. 34. — Obgleich der Verfasser, der öfters in derselben (angeblichen Schicht vom Steinalter) eigenhändig nachgrub, nicht das Glück hatte, ein Steinbeil oder etwas anderes dieser Art anzutreffen.

Experimente und Messungen gewonnenen Resultate noch keineswegs die Frage nach den auf die Durchsichtigkeit der Luft influirenden Umständen vollständig und endgültig lösen, so dürfte ihre Mittheilung doch von Interesse sein, da sie geeignet sind, wichtige und unerwartete Anhaltspunkte für künftige Untersuchungen über diesen Gegenstand zu gewähren.

Die Anordnung des ganzen Apparats ist aus der schematischen Zeichnung auf der beiliegenden Tafel zu entnehmen. Die zwei an den Enden durch Spiegelglasplatten verschlossenen Röhren I und II von nahezu 4^m Länge, wie früher $0^m,1$ weit und mit zahlreichen Diaphragmen von $0^m,06$ Oeffnung versehen, convergiren mit ihren Axen gegen ein und denselben Punkt der durchscheinenden (geölten) Papierscheibe A, der $0^m,08$ über deren Centrum liegt. Dieselbe hat einen Durchmesser von $0^m,3$, ist aus einem sehr homogenen Wattmann'schen Zeichnungspapier, das ich der Gefälligkeit meines Assistenten, Herrn cand. Pernet verdanke, ausgeschnitten und wird zudem noch durch ein Uhrwerk um eine durch das Centrum gehende horizontale Drehungsaxe in rasche Rotation versetzt. Da sie zudem beim Fensterlicht (das Fenster wurde jedesmal bei den Versuchen ganz entfernt) entweder etwas innerhalb desselben bei A, oder auch geradezu auf dem Fenstergesimse bei A_1 aufgestellt war, so erhielt man auf diese Weise eine sehr gleichförmig erleuchtete weisse Fläche. Zwischen der Scheibe A und den Röhren befindet sich zur Abhaltung fremden Lichts von den letztern ein innen geschwärzter, ungefähr in seiner Mitte mit einem Diaphragma versehener Holzkasten KK, der am vordern Ende eine $0^m,1$ weite kreisförmige Oeffnung, an der entgegengesetzten Seite einen grössern Ausschnitt zur Aufnahme der vordern Enden der beiden

Röhren besitzt. Unmittelbar hinter den andern Enden dieser Röhren ist das Photometer mit seinen beiden Lichteinlassöffnungen aufgestellt. Zwei seitliche Oeffnungen auf dieser Seite der Röhren I und II stehen durch zwei Kautschoukschläuche und ein gabelfärmig getheiltes Messingrohrstück mit einem dritten Schlauche in Verbindung, der zu einer grossen, doppelt wirkenden Luftpumpe mit Selbsteuerung von Staudinger in Giessen (der eidgen. Eichstätte angehörig) führt. Man kann so vermittelst der Pumpe, je nachdem man den einen oder andern der beiden Bunsen'schen Quetschhähne (Schraubenklemmen) 1 und 2 öffnet, nach Belieben die Röhre I oder II evacuiren. Um die letztern hernach mit verschiedenen Luftarten füllen zu können, sind zwei Oeffnungen in der Nähe ihrer andern Enden durch zwei Kautschoukschläuche zunächst wieder mit einem gabelförmigen Messingrohrstück und durch ein an dieses sich anschliessendes zweites gleiches Rohrstück wieder mit zwei Kautschoukschläuchen in Verbindung gesetzt, von denen der eine zu dem Filtrations- und Trocknungsapparat, der andere nach Bedürfniss entweder zum Filtrations- und Sättigungsapparat führt oder in die freie Luft in oder ausserhalb des Zimmers ausmündet. Durch wechselweises Schliessen und Oeffnen der Quetschhähne a und b einerseits, sowie α und β anderseits ist es dieser Einrichtung zufolge leicht möglich, die evacuirten Röhren nach Wunsch mit filtrirter trockener Luft oder mit feuchter oder mit unfiltrirter etc. zu füllen.

Durch diese Anordnung des Apparats wird zunächst die Hauptquelle von Unsicherheit bei den frühern Versuchen umgangen. Indem nämlich das Licht von ein und derselben Stelle der Papierscheibe durch die beiden Röhren zum Photometer gelangt, wird die Bedingung

eines während der Dauer der Versuche constanten Intensitätsverhältnisses des in die eine und andere Röhre eindringenden Lichtes ohne Weiteres erfüllt. Der grosse Abstand der vordern Röhrenden von der leuchtenden Scheibe, der weite innen mattschwarze Kasten K K zwischen beiden und die zahlreichen Diaphragmen in den Röhren selbst schliessen ferner meines Erachtens jede Möglichkeit aus, dass anderes als parallel zur Axe der letztern durch sie hindurchgeschicktes Licht im Photometer wirksam werde. Dazu trägt ausserdem auch noch der Umstand bei, dass das Polariscopfernrohr des Photometers auf die Unendlichkeit eingestellt ist und also wesentlich bloss solche parallele Strahlen die zur Beurtheilung des Lichtintensitätsverhältnisses dienende Farbenerscheinung bedingen. Die längern Röhren endlich sowie die Möglichkeit, beide zu evacuiren, machen diesen Apparat auch für geringere Unterschiede in der Durchsichtigkeit der Luft empfindlicher.

Für den Fall, dass beide Röhren mit Luft von gleicher Dichtigkeit und Beschaffenheit, also auch demselben Durchsichtigkeitscoeffizienten angefüllt sind, hat man für den Neutralisationswinkel v am Photometer die Gleichung:

$$1) \quad \frac{J.\ a^l}{J.\ a^l} = 1 = C.\ \mathrm{tang}\ ^2v$$

wo J die Lichtintensität der Papierscheibe, l die Länge der Röhren und C eine unbekannte im Apparat liegende constante Grösse repräsentiren.

Wenn wir darauf die eine der Röhren, etwa die Röhre II, mit Luft von anderer Beschaffenheit füllen, deren Durchsichtigkeitscoeffizient a_1 ist, so findet beim neuen Neutralisationswinkel v_1 die Gleichung:

$$2) \quad \frac{J.\ a^l}{J.\ a_1^l} = \left(\frac{a}{a_1}\right)^l = C.\ \mathrm{tang}\ ^2v_1$$

statt.

Bringen wir dagegen die Luft aus der Röhre I nach II und umgekehrt die aus II nach I, so gilt beim neuen Neutralisationswinkel v_2 die Gleichung:

$$3) \quad \frac{J.\ a_1^l}{J.\ a^l} = \left(\frac{a_1}{a}\right)^l = C.\ \text{tang}\ ^2 v_2 .$$

Aus den den Gleichungen 1 und 2 entsprechenden Beobachtungen ergibt sich aber durch Elimination der Unbekannten C:

$$\text{I.} \quad \frac{a}{a_1} = \left(\frac{\text{tang}\ v_1}{\text{tang}\ v}\right)^{\frac{2}{l}} .$$

Aus den Gleichungen 2 und 3 folgt dagegen:

$$\text{II.} \quad \frac{a}{a_1} = \left(\frac{\text{tang}\ v_1}{\text{tang}\ v_2}\right)^{\frac{1}{l}} .$$

Ist aber a_1 von a bloss durch eine Dichtigkeitsdifferenz der Luft verschieden, so dass etwa a den Durchsichtigkeitscoeffizient von Luft unter dem gewöhnlichen, durch das Barometer gemessenen Drucke p und a_1 denjenigen von verdünnter Luft vom Drucke p_1 repräsentirt, so hat man nach Erörterungen in der ersten Abhandlung:

$$a = \left(\frac{a}{a_1}\right)^{\frac{p}{p - p_1}} .$$

Für diesen Fall gehen daher die Gleichungen I und II in folgende über:

$$\text{I}^1. \quad a = \left(\frac{\text{tang}\ v_1}{\text{tang}\ v}\right)^{\frac{2\ p}{(p - p_1)\ l}} ,$$

und

$$\text{II}^1. \quad a = \left(\frac{\text{tang}\ v_1}{\text{tang}\ v_2}\right)^{\frac{p}{(p - p_1)\ l}} .$$

Beobachtungen.

26. März. Beide Röhren wurden evacuirt bis zu 40^{mm} Druck, sodann beide mit durch eine 10 Centimeter lange Baumwollschicht filtrirter Luft gefüllt und darauf die Röhre II abwechselnd evacuirt und mit solch' filtrirter Luft angefüllt.

1) $v = 43^0\ 0'$ $\quad p = 715^{mm}$
$v_1 = 42\ 49$ $\quad p_1 = 40^{mm}$
$l = 3^m,98$

2) $v = 43^0\ 0'$ $\quad p = 715^{mm}$
$v_1 = 42\ 37$ $\quad p_1 = 40$
$l = 3^m,98$

Diese Werthe in Formel I^1 oben eingesetzt ergeben:

1) $a = 0,99659$
2) $a = 0,99288$

27. März. Beide Röhren werden evacuirt, darauf Röhre I durch Oeffnen der Quetschhähne a und α bei geschlossenen Hähnen b und β mit trockener und filtrirter Luft gefüllt, sodann II durch Schliessen von α und Oeffnen von b zuerst halb, darauf durch Schliessen von a und Oeffnen von α ganz mit trockener und staubfreier Luft gefüllt und I evacuirt u. s. f. abwechsend I und II evacuirt und anderseits mit trockener und staubfreier Luft gefüllt. Der hiebei angewendete Filtrations- und Trocknungs-Apparat bestand aus 4 U-förmig gebogenen, durch Kautschoukschläuche der Reihe nach verbundene Glasröhren, von welchen die erste, die Luft aus dem Zimmer aufsaugende, in beiden Schenkeln eine 10 Centimeter lange Baumwollschicht, die andern drei Glasstücke und in ihrem untern Theil concentrirte englische Schwefelsäure enthielten.

	Röhre I.	Röhre II.	Photometer.
1)	40^{mm}	715^{mm}	$43^0\ 9' \pm 5'$
2)	715	40	$42\ 38 \pm 8'$
3)	40	715	$43\ 17 \pm 4'$
4)	715	40	$42\ 23 \pm 5'$

$l = 3^m,98$ Temperatur: 12^0 C.

Combinirt man hier das Mittel aus 1 und 3 mit 2 und das Mittel aus 2 und 4 mit 3, so ergeben sich zur Berechnung der Durchsichtigkeitscoeffizienten nach Formel II^1 die Daten:

1) $v_1 = 42^0\ 38'$ $p = 715^{mm}$
$v_2 = 43\ 13$ $p_1 = 40$

also: $a = 0{,}99458$;

2) $v_1 = 42^0\ 31'$ $p\ 715^{mm}$
$v_2 = 43^0\ 17'$ $p_1\ 40^{mm}$

also: $a = 0{,}99288$.

30. März. Beide Röhren zuerst mit trockener und filtrirter Luft gefüllt und dann wieder abwechselnd die eine und andere evacuirt. Temp. 9^0 C.

	Röhre I.	Röhre II.	Photometer.
1)	718^{mm}	718^{mm}	$42^0\ 50' \pm 3'$
2)	718	32	$42\ 41 \pm 5'$
3)	39	718	$43\ 8 \pm 7'$
4)	718	42	$42\ 35 \pm 4'$

Hieraus ergeben sich zur Berechnung nach Formel I^1 die Daten:

$v = 42^0\ 50'$ $p = 718^{mm}$
$v_1 = 42\ 41'$ $p_1 = 32$

also: $a = 0{,}99724$;

und zur Berechnung nach Formel II^1 durch Combination des Mittels aus 2 und 4 mit 3:

$v_1 = 42^0\ 38'$ $\quad p = 718^{mm}$
$v_2 = 43^0\ 8'$ $\quad p_1 = 38$

also: $a = 0{,}99537.$

31. März. Versuche wie am 27. März. Temperatur 11° C.

	Röhre I.	Röhre II.	Photometer.
1)	720mm	25mm	42° 51′ ± 4′
2)	31	720	43 6 ± 5′
3)	720	31	42 51 ± 3′

Das Mittel aus 1 und 2 mit 3 combinirt gibt für die Berechnung des Durchsichtigkeitscoeffizienten die Daten:

$v_1 = 42^0\ 51'$ $\quad p = 720^{mm}$
$v_2 = 43\ \ 6$ $\quad p_1 = 29$

also: $a = 0{,}99712.$

Unter Weglassung der Beobachtungs-Resultate vom 26. März, die mehr blossen Vorversuchen entsprechen, erhalten wir also für den Durchsichtigkeits-coeffizient von filtrirter trockener Luft bezogen auf 1 Meter als Weg-Einheit die Werthe:

Datum. März.	Durchsichtigkeits-Coeffizient.	Luft-Druck.	Luft-Temperatur.
27.	0,99458	715mm	12°
	0,99288		
30.	0,99724	718	9°
	0,99537		
31.	0,99712	720	11°

Eine nähere Betrachtung der Werthe dieser Durchsichtigkeitscoeffizienten sowie auch der beiden vom 26. März zeigt zunächst, dass beim ersten Versuch jeweilen die Durchsichtigkeit grösser war als beim zweiten, sodann dass auch die Durchsichtigkeit im Mittel vom 27. bis

zum 31. allmälig zunahm und endlich, dass die Differenzen zwischen den verschiedenen Werthen dieses Coeffizienten weit die durch den durchschnittlichen Beobachtungsfehler von 4—5′ beim Photometer bedingte Grenze überschreiten. Dem letztern würde nämlich eine Aenderung des Coeffizienten um ungefähr 0,00036 entsprechen, während jene Differenzen mehr als 10 Male grösser sind.

Es scheint mir hieraus zu folgen, dass trotz der wiederholten Evacuirung und Füllung mit filtrirter Luft die Röhren doch immer noch nicht ganz von dem in ihnen von Anfang an enthaltenen Staube befreit waren. Dieselben waren allerdings nach der Anfertigung mit Wasser gut ausgespült worden, mussten dann aber, da sie wegen der Diaphragmen nicht ausgewischt werden konnten, längere Zeit behufs vollständiger Austrocknung geöffnet daliegen, wobei sich jedenfalls wieder Staub in ihnen absetzte. Ich hoffte nun zwar, dieser werde nach und nach beim Evacuiren mit fortgenommen werden und unsern Beobachtungen zufolge ist dies auch in der That theilweise der Fall. Allein vollkommen entfernt wird so der Staub wohl nicht; die geringere Durchsichtigkeit je bei den spätern Beobachtungen an demselben Tage weist vielmehr darauf hin, dass wohl ein Theil des Staubes beim Evacuiren sofort zu Boden fällt und später durch die einströmende Luft wieder aufgewirbelt wird. Wie gross aber der Einfluss des Staubes ist, zeigt folgende Thatsache. Bei den Vorversuchen war eine der Kautschukröhren nicht gehörig von dem innen anhängenden Schwefelstaub befreit worden, der dann beim Einströmen der Luft mitgerissen und gegen die verschliessende Glasplatte geschleudert wurde. Obschon derselbe auf dieser nur stellenweise als ein leiser Anflug erschien, so ergab

sich doch in Folge davon eine mehr als 1^0 betragende Aenderung des Neutralisationswinkels im Photometer.

Diesen Erörterungen zufolge können jedenfalls nur die Maximumswerthe der obigen Zahlen einigen Anspruch darauf machen, als Durchsichtigkeitscoeffizienten nahezu staubfreier Luft zu gelten. Das Mittel aus den beiden grössten Werthen vom 30. und 31. März ergibt also für den Durchsichtigkeitscoeffizienten von trockener und nahezu staubfreier Luft bezogen auf 1^m als Wegeinheit:

$$a = 0{,}99718$$

bei 10^0 C. und einem Druck von 719^{mm}.

Nach dieser, wenn auch in Betreff der Befreiung von Staub noch sehr unsichern Bestimmung der Durchsichtigkeit der trockenen filtrirten Luft ging ich dazu über, zu untersuchen, ob sich mittelst des neuen Apparats auch ein Unterschied zwischen der Absorption von trockener und von feuchter Luft erkennen lasse. Zu dem Ende wurde der Kautschoukschlauch mit dem Quetschhahn β mit einem System von 4 U-förmigen Glasröhren von entsprechender Beschaffenheit wie bei dem oben beschriebenen Trocknungsapparat verbunden, mit dem einzigen Unterschied, dass hier die 3 Röhren mit Glasstücken destillirtes Wasser enthielten, so dass die durchstreichende Luft mit Wasserdampf gesättigt wurde. Durch passende Regulirung der Hähne a, b, α und β konnte man so nach Belieben nach dem Evacuiren die eine oder andere Röhre mit trockener oder mit feuchter Luft füllen. Bei allen Beobachtungen wurde immer zuerst die feuchte, hernach erst die trockene Luft in die Röhren gefüllt, so dass die erstere inzwischen jedenfalls ganz zur Ruhe kommen konnte,

Beobachtungen.

31. März. Barometerstand 720^{mm}. Temp. 14°,0 C.

	Röhre I.	Röhre II.	Photometer.
1)	trockene Luft	feuchte Luft	43° 49′
2)	feuchte „	trockene „	43° 0′
3)	trockene „	feuchte „	43° 51′

Hieraus folgt zur Berechnung nach der Formel I:

$$l = 3^m,98 \qquad v_1 = 43^0\ 50' \qquad v_2 = 43^0\ 0'$$

also:

$$\frac{a_1}{a} = \left(\frac{\text{tang } 43^0\ 0'}{\text{tang } 43^0\ 50'}\right)^{\frac{1}{3,98}}$$

wenn a_1 den Durchsichtigkeitscoeffizient der filtrirten feuchten und a denjenigen der filtrirten trockenen Luft darstellt. Führen wir hier für a den Werth: 0,99718 ein, so kommt:

$$a_1 = 0,98994.$$

1. April. Luftdruck 718^{mm}. Temp. 12° C.

	Röhre I.	Röhre II.	Photometer.
1)	feuchte Luft	trockene Luft	43° 3′
2)	trockene „	feuchte „	43° 49′
3)	feuchte „	trockene „	43° 5′

somit:

$$v_1 = 43^0\ 49' \qquad v_2 = 43^0\ 4'$$

und:

$$a_1 = 0,99066.$$

Aus diesen beiden Beobachtungsreihen ergibt sich also im Mittel für den Durchsichtigkeitscoeffizient von nahezu staubfreier, bei 13° C. mit Wasserdampf gesättigter Luft der Werth:

$$a_1 = 0,99030$$

bei 13° C. und einem Druck von 719^{mm}.

War nun schon das gleich bei der ersten dieser Messungen sich ergebende Resultat einer stärkern Absorption der feuchten Luft unerwartet — so unerwartet, dass ich mich noch durch besondere Versuche, wie Einschalten von Glasplatten auf der einen Seite, von der richtigen Auffassung der Einstellungsveränderung am Photometer überzeugte —, so erschien mir die aus dem Vorigen sich ergebende grosse Differenz zwischen dem Durchsichtigkeitscoeffizienten der trockenen und feuchten Luft geradezu verdächtig. Während nämlich dem Coeffizienten für trockene Luft zufolge eine Luftschicht von 100^{m} Dicke noch $^3/_4$ des einfallenden Lichts durchlässt, würde gemäss dem vorstehenden Werthe von a_1 eine gleich dicke Schicht feuchter Luft um $^3/_8$ des einfallenden Lichts durchlassen, also bereits mehr als die Hälfte desselben absorbiren.

Um zunächst allfällige Irrthümer bei den vorigen Messungen aufzudecken, wiederholte ich die Versuche mit trockener und mit feuchter Luft am 1. und 2. April in folgender modificirter Weise. Die beiden Röhren wurden statt nebeneinander jetzt auf derselben Seite hintereinander aufgestellt, so dass das zur einen Oeffnung des Photometers gelangende Licht beide Röhren nacheinander zu durchlaufen hatte während das auf die andere Oeffnung einfallende Licht die freie Luft des möglichst verdunkelten Zimmers durchsetzte. Da einerseits diese freie Luft während der Dauer der Versuche wohl nicht ganz unverändert blieb, anderseits wegen der Verkleinerung des Gesichtsfeldes die Einstellungsfehler beim Photometer mehr als verdoppelt wurden, so können diese Versuche, bei welchen das System der beiden Röhren nach jeweiligem Evacuiren das eine Mal mit trockener, das andere Mal mit feuchter Luft gefüllt wurden, nicht in gleiche

Linie mit den vorigen gestellt werden. Ich unterlasse daher die Mittheilung der Beobachtungs-Resultate und bemerke nur, dass dieselben eine eher noch etwas geringere als grössere Durchsichtigkeit der feuchten Luft gegenüber derjenigen der trockenen ergaben und daher wenigstens Das mit Sicherheit erkennen liessen, dass die oben mitgetheilten genauern Beobachtungen kein Versehen involviren.

Will man also nicht ohne Weiteres eine grössere Absorption der feuchten Luft annehmen, so muss man sich fragen, ob die obigen Thatsachen durch andere fremdartige Einflüsse erklärt werden können. Ich dachte zuerst an eine Ausscheidung von Nebeln in der mit Wasserdampf gesättigten Luft, wodurch eine scheinbar sehr viel stärkere Absorption derselben allerdings bewerkstelligt werden könnte. Allein da das Wasser in den U-förmigen Röhren stets eine niedrigere Temperatur als die umgebende Luft und die grossen Röhren selbst hatte, auch die Luft ziemlich rasch durchstrich, so war die feuchte Luft in den Röhren kaum je vollständig mit Wasserdampf gesättigt und es ist daher auch eine Ausscheidung von Nebeln kaum gedenkbar. In der That konnte ich auch nie ausser unmittelbar während raschen Evacuirens beim Hindurchsehen durch die mit feuchter Luft gefüllte Röhre nach einem leuchtenden Punkt mit freiem Auge oder vermittelst eines Fernrohrs irgend eine Spur der durch Nebel bewirkten Diffractionserscheinung wahrnehmen. — An eine stärkere Aufwirblung des noch vorhandenen Staubes in der Röhre mit feuchter als in derjenigen mit trockener Luft ist ist um so weniger zu denken, als dem Obigen zufolge immer die feuchte Luft zuerst eingefüllt wurde, also jedenfalls eher vollständiger denn die trockene Luft in der andern Röhre zur Ruhe gekommen war. —

So schien mir schliesslich nur noch folgende Störungsursache gedenkbar. Es wäre möglich, dass beim Einfüllen der feuchten Luft in die eine oder andere Röhre die verschliessenden Glasplatten zufolge der hygroscopischen Eigenschaften des Glases sich mit einer Schicht condensirten Wasserdampfs überziehen, die dann wesentlich die scheinbar geringere Durchsichtigkeit der feuchten Luft bedingen würde.

Um zu erkennen, in wiefern dieser Einwand begründet sei und zugleich von einer solchen Fehlerquelle unabhängige Resultate zu erhalten, wurde der Apparat in der Art abgeändert, dass man vor beiden Röhren I und II noch 2 ganz gleich beschaffene, aber bloss $0^m,1$ lange aufstellte und dann den Schlauch a zugleich mit der Röhre I und der kleinen vor II gesetzten, den Schlauch b aber zugleich mit II und der kleinen vor I gesetzten Röhre verband. So musste also bei den Versuchen das Licht, das eine lange, mit trockener Luft gefüllte Röhre durchstrahlte, jeweilen zuvor noch eine kurze mit feuchter Luft gefüllte passiren und umgekehrt das die lange, mit feuchter Luft erfüllte Röhre durchsetzende Licht vorher noch durch eine kurze Röhre mit trockener Luft gehen. Auf diese Art wurde erzielt, dass stets sowohl auf der einen wie andern Seite das Licht zwei innen mit trockener und zwei innen mit feuchter Luft in Berührung stehende Glasplatten zu durchsetzen hatte, also ein allfälliger Beschlag der letztern keinen störenden Einfluss haben konnte. Heissen wir die vorgesetzten kurzen Röhren resp. I^1 und II^1, so wurde nun bei den Versuchen wieder nach dem Evacuiren I und II^1 mit feuchter, II und I^1 mit trockener Luft gefüllt, dann behufs gleichzeitiger Ermittelung des Einflusses bewegter Luft zuerst, während die letztere noch schwach einströmte, und sodann, nachdem die Luft

in der Röhre ganz zur Ruhe gekommen war, Einstellungen am Photometer gemacht, hernach beide Röhren wieder evacuirt und nun II und I^1 mit feuchter und I und II^1 mit trockener Luft gefüllt und die Einstellungen am Photometer wieder in entsprechender Weise ausgeführt; endlich wurde wieder der erste Zustand hergestellt u. s. f.

Zur Berechnung des Verhältnisses des Durchsichtigkeits-Coeffizienten von feuchter und trockener Luft aus diesen Beobachtungen kann offenbar die Gleichung II oben gebraucht werden, wenn man jetzt nur für l darin den Werth $3^m,88$ statt $3^m,98$ setzt.

Beobachtungen.

21. April, Vm. Temperatur der Luft im Zimmer während der Versuche: $12^0,5$ C. Barometerstand: 717^{mm},

		Röhre I und II^1.	Röhre II und I^1.	Photometer.
1)	a. bewegte	trock. Luft	feuchte Luft	43^0 38,
	b. ruhige			43^0 53,
2)	a.	feuchte Luft	bewegte trock. Luft	44^0 27′
	b.		ruhige	43^0 28′
3)	a. bewegte	trock. Luft	feuchte Luft	43^0 59′
	b. ruhige			44^0 3′

Durch Combination der Mittel aus 1 und 3 mit 2 Lit. b folgt hieraus zunächst für ruhige Luft:

$$v_1 = 43^0\ 58' \qquad v_2 = 43^0\ 28'$$

und somit, wenn der Durchsichtigkeitscoeffizient von trockener ruhiger Luft wieder = 0,99718 gesetzt wird. erhalten wir für den Coeffizienten von feuchter ruhiger Luft:

$$a_1 = 0{,}99269.$$

Die entsprechende Combination der Beobachtungen

Lit. a ergibt für bewegte trockene Luft gegenüber feuchter ruhiger Luft:

$$v_1 = 43^0\ 49' \qquad v_2 = 44^0\ 27'.$$

Heissen wir also den Durchsichtigkeitscoeffizienten von trockener bewegter Luft a_2, so folgt hieraus:

$$\frac{a_2}{a_1} = \left(\frac{\text{tang } 43^0\ 49'}{\text{tang } 44^0\ 27'}\right)^{\frac{1}{3,88}} = 0,99431.$$

Also, wenn wir für a_1 obigen Werth einsetzen:

$$a_2 = 0,98705.$$

21. April, Nm. Es wurde jeweilen am Photometer erst beobachtet, nachdem die Luft in beiden Röhren ganz zur Ruhe gekommen war.

Barometerstand: 719^{mm}. Temperatur: 15^0, 5.

	Röhre I und II^1.	Röhre II und I^1.	Photometer.
1)	trockene Luft	feuchte Luft	44^0 8′
2)	feuchte Luft	trockene Luft	43^0 46′
3)	trockene Luft	feuchte Luft	44^0 7′

Hieraus folgt:

$$v_1 = 44^0\ 8' \qquad v_2 = 43^0\ 46'.$$

Also:

$$a_1 = 0,99388.$$

Aus diesen neuen Messungen ergibt sich also zunächst im Mittel für den Durchsichtigkeitscoeffizienten von nahezu staubfreier, bei 14^0 C. mit Wasserdampf gesättigter Luft der Werth:

$$a_1 = 0,99328$$

bei 14^0 C. und einem Druck von 718^{mm}.

Ferner folgt daraus für den Durchsichtigkeitscoeffizienten nahezu staubfreier, aber bewegter trockener Luft bei 12^0,5 und 717^{mm}:

$$a_2 = 0,98705.$$

Diese sehr verminderte Durchsichtigkeit der trockenen Luft durch Bewegung derselben schreibe ich nicht etwa bloss dadurch bewirkten unregelmässigen Reflexionen und Brechungen nach der Theorie von Vaillant zu, sondern ebenso sehr dem hiedurch emporgewirbelten Staube, der sich dann in der ruhig gewordenen Luft wieder grösstentheils absetzte.

Den hohen Einfluss des Staubes ergab auch noch eine Beobachtungsreihe vom 1. April, wobei die Röhren abwechselnd mit trockener filtrirter und mit unfiltrirter unmittelbar aus dem Zimmer geschöpfter Luft gefüllt wurden. Es folgte daraus für den Durchsichtigkeitscoeffizienten von staubhaltiger Zimmerluft der Werth:

$$a_3 = 0{,}99500$$

bei 13°,5 C. und einem Druck von 720^{mm}.

Was endlich den obigen Durchsichtigkeitscoeffizienten für feuchte Luft betrifft, so beweist die Vergleichung desselben mit dem früheren ziemlich kleinern, dass bei jenen Messungen wohl in der That ein Beschlag der die Röhren verschliessenden Glasplatten mit condensirtem Wasserdampf mitgewirkt haben mag; immerhin aber erscheint auch nach den neuen, von dieser Fehlerquelle befreiten Versuchen die feuchte Luft viel weniger durchsichtig als die trockene. Ohne damit diese Frage namentlich in Bezug auf die Quantität dieses Unterschiedes als endgültig entschieden betrachten zu wollen, sehen wir doch vor der Hand keinen triftigen Grund mehr, dieses Resultat unserer Beobachtungen in Zweifel zu ziehen.

So scheint sich mir denn aus den neuen Untersuchungen mit Sicherheit Folgendes zu ergeben:

1. Suspendirter Staub vermindert die Durchsichtigkeit der Luft in einem sehr hohen, die übrigen Umstände durchweg überwiegenden Grade.

2. Es erfordert jedenfalls ganz besondere Vorsichtsmassregeln, um in Röhren eingeschlossene Luft von Staub zu befreien.

3. Bewegung der Luft, insofern dadurch Schichten von verschiedener Dichtigkeit gebildet, oder Staub und und dergl. aufgewirbelt werden, verringert sehr beträchtlich ihre Durchsichtigkeit.

4. Möglichst staubfreie Luft übt eine stärkere Absorption auf das Licht aus, wenn sie mit Wasserdampf nahezu gesättigt, als wenn sie trocken ist.

Für die Durchsichtigkeitscoeffizienten aber der Luft ergibt sich aus den in der frühern Abhandlung und in der vorliegenden mitgetheilten Resultaten folgende Zusammenstellung:

Datum.	Druck.	Temp.	Relat. Feucht.	Qualität der Luft.	Coeffizient für 1^m.
Juli 66	722^{mm}	24^0	0,55	Luft im Freien	0,9961
Aug. 67	715	20	0,60	staubhaltige Zimmerluft	0,9952
März 68	719	10	0,00	nahezu staubfreie Luft	0,9972
April 68	718	14	0,99	nahezu staubfreie Luft	0,9933
„ „	717	13	0,00	nahezu staubfreie bewegte Luft	0,9870
„ „	720	14	0.60	staubhaltige Zimmerluft	0,9950

Ich hoffe, bald in den Stand gesetzt zu werden, diese Untersuchungen in noch vollkommenerer Weise fortführen und dann namentlich auch die Abhängigkeit der Durchsichtigkeit der Luft von ihrer Temperatur und von der Farbe des einfallenden Lichts bestimmen zu können.

Inzwischen dürfte das bereits Vorliegende schon im Wesentlichen eine Bestätigung der de la Rive'schen

Theorie enthalten, wonach die vermehrte Durchsichtigkeit der Luft bei bevorstehendem Regen oder unmittelbar nach erfolgtem Niederschlag nicht sowohl der Feuchtigkeit der Luft als solcher, sondern der dadurch hervorgebrachten Verminderung des in der Luft suspendirten Staubes und der herumfliegenden Pflanzenkeime zuzuschreiben ist. Unsere Versuche haben nämlich gezeigt, dass die feuchte Luft als solche nicht nur nicht durchsichtiger, sondern sogar weniger transparent als die trockene ist, dass aber die Gegenwart von Staub die letztere viel undurchsichtiger als die erstere machen kann. Damit möchte ich aber der Theorie von Vaillant durchaus nicht jede Berechtigung absprechen, glaube vielmehr aus meinen Versuchen schliessen zu müssen, dass auch die darin geltend gemachten Einflüsse häufig neben dem Staube wesentlich bestimmend auf die Durchsichtigkeit der Luft einwirken.

Auf die Beziehungen zwischen der Absorption der trockenen und der feuchten Luft für die eigentlichen Lichtstrahlen einerseits und die dunkeln Wärmestrahlen andererseits behalte ich mir vor, bei einer andern Gelegenheit zurückzukommen.

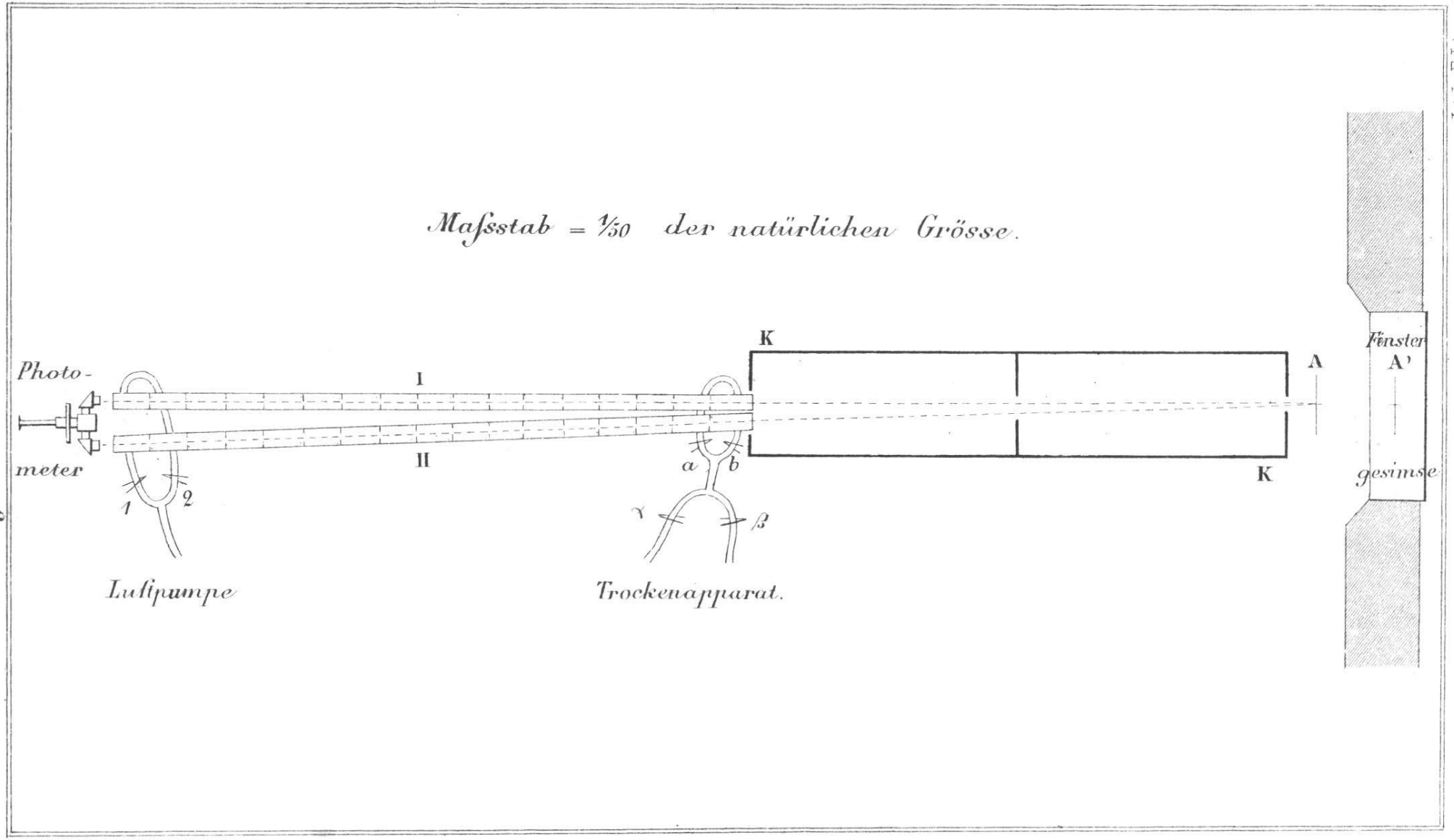
E. v. Fellenberg.

Notizen über den alten Marmorbruch in Grindelwald.

In einer der letzten Wintersitzungen hatte ich die Ehre, der Gesellschaft einige angeschliffne Proben des bunten Marmors aus der alten Marmorgrube in Grindel-

Zu Prof. Wild's Abhandlung.

Berner Mittheil. 1868



Lith. F. Lips.