

Luftspiegelungen und Fata Morgana.

Von

Hofrath Prof. Dr. J. M. Pernter.

Vortrag, gehalten den 5. Februar 1902.

Mit 7 Abbildungen im Texte.

Schon wiederholt konnte ich in diesem Vereine meinen Vortrag mit der Bemerkung beginnen, dass ich Sie über eine jener alltäglichen Erscheinungen zu unterhalten die Absicht hatte, welche umsoweniger beachtet werden, je häufiger wir sie sehen, obwohl sie zu den schönsten gehören, die unseren Augen geboten werden, wie dies bei den Dämmerungerscheinungen, den Höfen um Sonne und Mond, der blauen Farbe des Himmels und der scheinbaren Gestalt des Himmelsgewölbes der Fall ist. Heute möchte ich nun einmal von Erscheinungen zu Ihnen sprechen, welche zwar auch voll Schönheit, ja Zauber für uns sind, die aber an sich selten und für viele von uns so selten sind, dass wohl der größere Theil von Ihnen niemals eine derselben gesehen haben dürfte. Es sind dies jene feenhaften Erscheinungen, welche wie Zauberbilder bald uns das Land in Wasserflächen verwandeln und darin allerlei Gegenstände spiegeln, bald Schlösser, Städte, Wälder, Reiterei und Fußvolk in fortwährendem Wechsel vorführen, wo nichts als Einsamkeit und alltägliche Landschaft vorhanden ist; bald ferne Gegenden und Gegenstände, die das Auge sonst nicht

erreichen kann, oft mit ihrem Spiegelbilde, sehen lassen; Schauspiele, welche geeignet sind, unsere Gefühle aufzuregen und uns theils in frohe Schauenslust, theils in Angst und Schrecken zu versetzen. Gestatten Sie mir denn heute, die Luftspiegelungen, Fata Morgana und verwandte Erscheinungen zum Gegenstande meines Vortrages zu machen.

Die hierher gehörigen Phänomene, die ich Ihnen heute beschreiben und erklären möchte, sind unter verschiedenen Namen bekannt geworden. Ich will mich an diese Namen halten und werde dabei der Reihe nach die Kimmung oder das Seegesicht, die Fata Morgana, anderwärts auch Mutate oder Lavandaja genannt, endlich das arabisch Serab, ungarisch Délibáb genannte Trugbild und die eigentliche Luftspiegelung behandeln. Wir wollen vorerst die Beschreibung dieser verschiedenen Erscheinungen geben und uns dann mit der Erklärung derselben befassen.

Das Seegesicht oder die Kimmung, auch wohl Erhebung genannt, besteht darin, dass man entweder ferne Inseln oder Ufer über das Meer erhoben und von demselben durch einen Zwischenraum getrennt, also gleichsam in der Luft schwebend sieht, oder aber unter normalen Verhältnissen unsichtbare, weil zu weit entfernte Inseln oder Ufer wie durch Zauber nahegerückt erblickt. Von der gleichen Art sind die Erscheinungen, wenn man auf dem Lande an einem Orte eine Stadt, die man gewöhnlich wegen ihrer Entfernung nicht sehen kann, deutlich erblickt, oder zur See ein Schiff auftauchen sieht,

das in normalen Zeiten unerreichbar hinter dem Horizonte geblieben wäre. Ich lasse hier die Beschreibung einiger besonders schöner Fälle folgen. Über eine ganz außerordentliche Kimmung (Seegesicht) — wohl die schönste, welche in der Literatur auffindbar — berichtet W. Latham: „Ich saß den 26. Juli 1797 in meinem Speisezimmer zu Hastings, das nahe an der Küste und angelehnt nach Süden liegt, als das Zusammenströmen von Menschen am Ufer der Küste meine Aufmerksamkeit erregte. Als ich mich nach der Ursache erkundigte, erfuhr ich, es sei die französische Küste mit freiem Auge zu sehen. Ich überzeugte mich von der Richtigkeit sofort selbst. Ohne Fernrohr, mit freiem Auge, waren die Klippen an der französischen Küste, die doch da, wo sie am nächsten liegt, immerhin 9 bis 11 deutsche Meilen entfernt ist, zu sehen, obwohl man sie sonst auch nicht mit den besten Fernrohren vom niedrigen Ufer aus wahrnehmen kann. Ich gieng hierauf der Küste entlang aufwärts, immer hart am Rande des Wassers, und sprach mit Fischern und Schiffen über diese Erscheinung. Anfangs vermochten sie an die Wirklichkeit der Erscheinung nicht zu glauben; sie überzeugten sich davon aber rasch, als die Klippen immer höher stiegen und näher rückten so ganz in ihrer wahren Gestalt, dass sie die einzelnen Plätze, welche sie anzulaufen pflegten, erkannten und mir nun bezeichnen konnten, so z. B. die Bay, Oldhead u. s. w. bis Boulogne, St. Valery und andere Plätze an der Küste der Picardie; als sie durch das Fernrohr sahen, bestätigten sie die Angaben vollkommen. Die

Plätze schienen ihnen nach ihrer Behauptung so nahe zu sein, als wenn sie von einer geringen Entfernung in diese Häfen einlaufen wollten.

„Nachdem ich dieses Schauspiel fast eine Stunde lang genossen hatte, wobei die Klippen bald deutlicher und näher, bald ferner schienen, doch nie aufhörten sichtbar zu sein, erstieg ich die östlichen, ziemlich hohen Hügel, und da bot sich mir ein prächtiger Anblick. Dovers Klippen und die ganze französische Küste von Calais bis St. Valery (einige Fischer behaupteten sogar bis gegen Dieppe) lag mir vor Augen. Mit dem Fernrohre sah man sehr deutlich die französischen Fischerboote vor Anker liegen und darüber die Häuser; man erkannte auch die Farbe des Bodens. Unser Vorgebirge Dengeness schien dicht neben uns zu liegen, ebenso die Fischerboote und Schiffe, welche zwischen dort und hier segelten; dabei wurden sie auffallend vergrößert.

„Diese interessante Erscheinung dauerte in ihrer vollen Pracht bis nach 8 Uhr, obwohl die Sonne durch einige Zeit von einer dunkeln Wolke verdeckt war; sie verschwand dann nur allmählich. Sorgfältige Erkundigungen, die ich einzog, ergaben, dass weder die ältesten Leute von Hastings, noch die vielen Besucher des Jahrmarktes, der eben stattfand, sich einer ähnlich großartigen Kimmung entsinnen konnten. Auch in Winchelsea und verschiedenen anderen Punkten längs der Küste war die Erscheinung beobachtet worden.“

Vince erzählt, dass er am 6. August 1806 um 7 Uhr abends von Ramsgate aus, wo gewöhnlich nur die Spitzen

der vier höchsten Thürme des Schlosses von Dover sichtbar sind, zu seinem größten Erstaunen nicht nur die vier Thürme, sondern das ganze Schloß bis zum Boden erblickte. Joh. Müller sah manchmal am Bodensee von Constanz aus das Ufer mit dem Fuß von Friedrichshafen über den Horizont gehoben, während es gewöhnlich von demselben verdeckt ist.

Dieselbe Erscheinung tritt auch in südlichen Gegenden gelegentlich auf. Ich kann mir nicht versagen, die Beschreibung eines besonders schönen Falles aus Apulien hier mitzutheilen. Sie stammt aus der Feder eines sehr genauen und objectiven Beobachters, des Canonicus J. Giovene in Molfetta, welcher sie am 15. October 1789 bei Sonnenaufgang auf seinem Landsitze in der Nähe von Molfetta beobachtete. „Beim gewöhnlichen Zustande der Atmosphäre kann ich von der über elf italienische Meilen westlich entfernten Stadt Trani nur die höheren Theile und den Kirchthurm sehen. Diesen Morgen hatte ich das Vergnügen, sie ganz und sehr deutlich zu erblicken, so dass sie höchstens fünf Meilen entfernt schien. Ungefähr nach einer Stunde fiengen wir an, die Thürme von Barletta zu erkennen, welches noch östlicher als Trani, etwa 18 italienische Meilen, abliegt und wovon man gewöhnlich gar nichts sieht. Allmählich wurde die ganze Stadt sichtbar und schien ungefähr 8 Meilen entfernt. Wir erkannten ganz deutlich die Meeresufer zwischen Trani und Barletta und zählten ohne Mühe alle kleinen Kähne, die dort fischten. Um 9 Uhr, nachdem wir drei Stunden beobachtet hatten, war alles wieder wie gewöhn-

lich. In der Hoffnung, das Phänomen wieder zu sehen, wenn ich höher träte, stieg ich auf eine Terrasse, die ungefähr 20 Par. Fuß über dem Fenster lag, und wirklich sah ich hier das Schauspiel noch in seiner ganzen Schönheit. Die Städte Trani und Barletta schienen nur halb so weit entfernt, als sie wirklich sind. Da D. Tripoldi am Fenster geblieben war, so überzeugten wir uns, dass damals das Phänomen 40 Fuß über der Erde gar nicht, in 60 Fuß Höhe aber vollkommen sichtbar war.“

Es ist überflüssig, weitere Beispiele anzuführen; Sie werden vielmehr zunächst die Erklärung dieser Hebungen der Kimmung kennen zu lernen wünschen.

Es ist Ihnen bekannt, dass die Dichtigkeit der Atmosphäre unter normalen Verhältnissen vom Boden aufwärts nach einem bestimmten Gesetze abnimmt. Ebenso wissen Sie, dass der Lichtstrahl, wenn er von einer dünneren in eine dichtere Schicht tritt, so abgelenkt oder „gebrochen“ wird, dass er sich der Senkrechten auf die letztere Schicht zuwendet, während er umgekehrt beim Übertritte von einer dichteren in eine dünnere Schicht sich von dieser Senkrechten abwendet; je größer der Dichtenunterschied, desto größer sind diese Ablenkungen. So geschieht es denn schon unter den gewöhnlichen normalen Verhältnissen, dass ein Lichtstrahl, der z. B. von einem Sterne kommt, eine gekrümmte Bahn in der Atmosphäre beschreibt, wie es in Fig. 1 dargestellt ist. Da aber unser Auge den Strahl am Ende seiner Bahn in der abgelenkten Richtung erhält und daher auch den Stern in dieser Richtung sieht, so erscheint derselbe höher am

Himmel, als er wirklich ist. Diese Hebung ist am Horizonte am stärksten und daher auch unter normalen Verhältnissen stets vorhanden; sie beträgt aber dann im Horizont nur 35', das heißt etwa den scheinbaren Durchmesser der Sonne oder des Mondes. Schon unter diesen normalen Verhältnissen muss es daher geschehen, dass zur Zeit des Vollmondes, wo der Mond gerade untergeht, wenn die Sonne aufgeht, Mond und Sonne noch gleichzeitig voll über dem Horizonte stehen, da beide um ihren ganzen

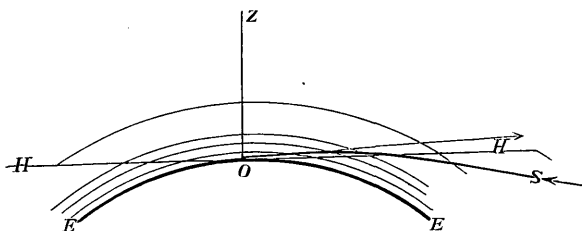


Fig. 1.

Durchmesser durch die Strahlenbrechung gehoben erscheinen. Dies ist besonders auffallend zur Zeit einer Mondesfinsternis im Momente des Sonnenunterganges, wo man dann noch beide Gestirne über dem Horizonte sieht. Tritt hiebei infolge einer rascheren Dichteabnahme der untersten Atmosphärensichten, als es unter normalen Verhältnissen der Fall ist, eine stärkere Hebung ein, so wirkt die Erscheinung fast verwirrend.

Im wesentlichen auf die gleichen Verhältnisse lassen sich die oben beschriebenen Erscheinungen zurückführen.

Denken wir uns Fig. 2 in *a* unseren Standort, von dem aus wir über die gekrümmte, noch freie Erdoberfläche nach *b* hinsehen. Wären die Luftschichten vom Boden aufwärts alle von gleicher Dichte, so müsste genau in *b* unser Gesichtskreis begrenzt sein. Da aber diese Schichten allmählich von unten nach oben dünner werden, so werden wir schon bei der normalen Dichteabnahme noch Strahlen von *c* in unser Auge bekommen müssen, da die von *c* ausgehenden Strahlen so in den oberen Schichten gebrochen werden, dass sie eine gegen die Erdoberfläche concave

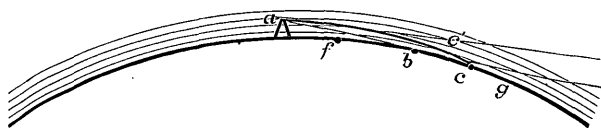


Fig. 2.

Curve beschreiben; wir werden daher *c* noch sehen, und zwar in der Richtung *ac'* gehoben. Dieses wird die Grenze des Horizontes unter normalen Verhältnissen sein. An diesen normalen Gesichtskreis sind wir gewohnt und darnach pflegen wir zu wissen und anzugeben, wie weit man von einem bestimmten Punkte aus sieht, welche Gegenden und Orte von ihm aus sichtbar sind.

Sobald nun aber die Dichteabnahme vom Boden aufwärts eine raschere ist als die normale, so werden die Strahlen eine viel stärker gekrümmte, nach unten concave Bahn beschreiben. Wir werden daher einerseits noch von *g* aus Strahlen ins Auge bekommen und daher Gegen-

stände sehen, welche wir gewöhnlich nicht sehen können, andererseits werden wir aber von den näher als *f* gelegenen Gegenständen keinen Strahl erhalten und daher dieselben nicht sehen, wodurch uns die sonst ferneren Gegenstände als die nächsten erscheinen. So wird es kommen, dass wir nicht nur Orte und Gegenden sehen, die für gewöhnlich unsichtbar sind, sondern auch der Schein erweckt werden, dass uns alle nun sichtbaren Punkte näher gerückt erscheinen.

Wir kommen nun erst zu dem eigentlichen Gegenstande dieses Vortrages, zu den Luftspiegelungen und der Fata Morgana. Sprechen wir zuerst von den Luftspiegelungen. Meiner Gewohnheit gemäß will ich Sie vor allem mit den Erscheinungen bekannt machen und daher zunächst Ihnen einige Beschreibungen von Luftspiegelungen mittheilen.

Die Erscheinung der Luftspiegelung ist eine im wesentlichen dreifache: wir unterscheiden Spiegelungen noch oben, wo das Bild oder die Bilder über dem Gegenstande erscheinen; Spiegelungen nach unten, wo das Bild unter dem Gegenstande sich zeigt, und seitliche Spiegelungen, bei denen das Bild in derselben Horizontalen seitwärts sichtbar ist. Von jeder dieser Arten von Spiegelungen liegen uns sehr schöne Beobachtungen und Beschreibungen vor; im Folgenden gebe ich Ihnen einige Beispiele.

Sehr schöne Luftspiegelungen in der Höhe über dem Gegenstande beschreibt Vince. „Im vorigen Sommer (1798) war ich so glücklich, am 1. August zu

Ramsgate sehr merkwürdige Erscheinungen dieser Art mit voller Muße von $1\frac{1}{4}$ 5 Uhr nachmittags bis abends gegen 8 Uhr zu beobachten. Es war ein ausnehmend heißer Tag und ein sehr schwüler Abend, und am heitern Himmel zeigten sich nur wenige leichte Wölkchen. Das

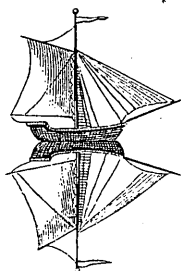


Fig. 3.

Phänomen war zwar dem bloßen Auge sichtbar, ich beobachtete es aber durch ein Fernrohr bei 30- bis 40-facher Vergrößerung. Die meisten dieser Beobachtungen wurden aus einer Höhe von 25, einige von 80 Fuß über der Meeresfläche gemacht; doch schien eine Veränderung in der Höhe des Auges auf keine der Erscheinungen Einfluss zu haben, indem sie sich im ganzen immer auf einerlei Art zeigten.

„Die erste ungewöhnliche Erscheinung, die mir ins Auge fiel, als ich das Fernrohr über das Meer wegführte, um mich nach den Gegenständen auf demselben umzusehen, war der obere Theil eines Schiffsmastes, der über dem Seehorizonte hervorragte. Zugleich entdeckte ich im Gesichtsfelde des Fernrohres senkrecht über dem Maste in der Luft zwei vollständige Bilder des Schiffes, ein verkehrtes und ein aufrechtstehendes, die mit den Rümpfen aneinanderstießen (Fig. 3). Dieses überraschte mich so, dass ich einen Nebenstehen-

den bat, durch das Fernrohr zu sehen; er beschrieb die drei Bilder gerade so, wie ich sie wahrgenommen hatte, auch waren sie zu deutlich und bestimmt, als dass dabei eine Täuschung hätte vorkommen können. . . . Da sich das Schiff von der Küste entfernte, wurde immer weniger vom Maste sichtbar, und zugleich rückten die Bilder immer höher hinauf. Da aber das Schiff nicht ganz verschwand, so ließ sich nicht bemerken, wann und in welcher Ordnung diese Bilder verschwinden.

„Ich richtete nun das Fernrohr auf andere Schiffe, um zu sehen, ob sich auch bei ihnen diese sonderbare Erscheinung zeige. Der Rumpf eines Schiffes stand gerade im Horizonte des Meeres und über dem Schiffe ein vollständiges verkehrtes Bild desselben, so dass die Hauptmaste beider sich gerade berührten. Das zweite (oberste, aufrechte) der vorigen Bilder fehlte. Das Schiff bewegte sich längs des Horizontes hin und das Bild geradeso darüber, ohne dass sich dabei etwas an der Erscheinung verändert hätte.“ (Fig. 4.)

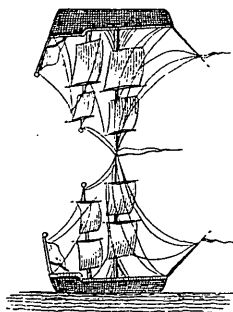


Fig. 4.

Das letztere Beispiel der Spiegelung nach oben ist wohl das einfachste. Wir wollen den obigen Beispielen der Spiegelung nach oben solche der Spiegelung nach unten beifügen. Die Spiegelungen nach unten sind auch diejenigen, welche am meisten beobachtet wurden und

infolge ihrer oft auffallenden Art die Augen der Menschen auf sich zogen. In gar manchen Gegenden, wo sie häufiger auftreten, haben sie volksthümliche Bezeichnungen erhalten; so heißt die Erscheinung bei den Bewohnern der arabischen und ägyptischen Wüsten und Steppen Serab, das heißt unstetes Wasserbild (im Hebräischen Scharab), im Ungarischen Délibáb, was man mit Hitzezauber übersetzen könnte. In der Crau und in der Provence sagt man: *lou tems si mirailou*, das Wetter spiegelt sich.

Zuerst allgemein bekannt wurden diese Erscheinungen durch die Beschreibung, welche Monge von denselben gegeben hat. Dieser große Mathematiker begleitete Napoleon auf seinem Feldzuge in Egypten. Er nennt sie *mirage*, was wir mit Luftspiegelung oder Spiegeltäuschung wiedergeben können, und beschreibt sie folgendermaßen: „Ganz Unteregypten ist eine fast horizontale Ebene, auf der einige kleine natürliche und künstliche Hügel, doch nach der Wüste zu spärlicher als gegen das Delta, zerstreut liegen. Auf diesen Hügeln hat man wegen der Überschwemmung die Dörfer gebaut, die, von Datteln- und Feigenbäumen umringt, durch ihre dunkeln Umrisse auf dem sehr heiteren Himmel von weitem ins Auge fallen. Abends und morgens hat ihr Anblick nichts Ungewöhnliches. Sobald aber der Boden nach Aufgang der Sonne bis zu einem gewissen Grade erwärmt ist, zeigt sich auf der Ebene, etwa auf eine französische Meile vom Beobachter bis zum Horizonte ringsumher eine allgemeine Überschwemmung, was bis zu der gegen Abend eintretenden Abkühlung der Erde fort dauert. Die entfernten Dörfer

sehen dann wie Inseln aus, die in einem großen See zerstreut liegen und sich darin nach unten spiegeln. Freilich sieht man in dieser großen Entfernung nur die Massen des Bildes ohne die kleineren Theile, und der Anblick ist unbestimmt, wie in unruhigem Wasser. Sowie man sich aber einem solchen Dorfe nähert, entfernt sich das scheinbare Ufer, der Wasserspiegel diesseits des Dorfes wird immer schmaler und verschwindet endlich ganz, während er bei den dahinterliegenden Dörfern nach wie vor bleibt; — eine in einer wasserlosen Wüste, wo man vom Durste gepeinigt wird, wahrlich marternde Täuschung.“

Diese Beschreibung stimmt für Unteregyp ten mit seinen Hügeln; in den ganz flachen Wüsten und Steppen fehlen die letzteren und daher auch ihre Spiegelbilder, und es bleibt nur das Wasserbild, der eigentliche Serab der Araber. Alle darauf Bezug nehmenden Stellen der arabischen Schriftsteller, soweit sie mir bekannt geworden, sprechen nur von diesem Wasserbilde. So heißt es im Koran: „Der Ungläubigen Werke sind dem Serab in einer Ebene gleich; der Durstende hält es für Wasser, bis er hinkommt und findet, dass es nichts ist.“ Ein türkischer Interpret, Wankuli, sagt: „Serab ist etwas, was zur Mittagszeit in weiten Wüsten wie Wasser erscheint.“ Meidani gibt folgende Erklärung vom Serab: „Wässeriger Dunst, der über den Wüsten flutet und dem fernstehenden Beobachter den Schein des Wassers vorgaukelt.“ Ein arabischer Spruch sagt: „Er stürzt sich in das täuschende Bild des Serab“ und ein anderer: „Der durstige (leidenschaftliche) Mensch hält den Serab der

Wüste für Wasser.“ Auch bei Jeremias: „Dann wird sich der Hasch-scharab in eine Pfütze verwandeln.“ Es ist hieraus ersichtlich, dass das gewöhnliche Wüstengesicht einfach in dieser Vorspiegelung einer Wasserfläche besteht. Von dieser Art waren auch die meisten von Erdmann in den Steppen und Wüsten der Gouvernements Saratow und Astrachan beobachteten Erscheinungen, wo er ausdrücklich anführt, Spiegelbilder nicht gesehen zu haben. Ebenso lauten die Nachrichten aus der Provence über diese Erscheinungen nur dahin, dass sich die Ebenen mit Wasser zu bedecken scheinen. Auch das Délibáb in Ungarn wurde mir von den meisten, die es mir nach eigener Beobachtung beschreiben konnten, als scheinbare Verwandlung der weiten Flächen in Wasserspiegel ohne Spiegelung von Gegenständen in demselben erklärt; von höheren Standpunkten aus sieht man aber auch Spiegelungen. Gemeinsam ist aber dieser Erscheinung überall auf der Welt, wo sie beobachtet wurde, eine zitternde Unruhe der scheinbaren Wasserfläche, an welcher auch die gespiegelten Bilder, da, wo sie vorhanden sind, theilnehmen.

Endlich kommt in gewissen, ganz besonderen Verhältnissen auch seitliche Spiegelung vor. Die Nachrichten darüber sind der Natur der Sache nach nur vereinzelt. Es genügt hier, eine derselben mitzutheilen. Im September 1818 beobachteten Soret und Jurine auf dem Genfersee vom Hause Jurin's aus mit einem Fernrohre ein Schiff, welches in einer Entfernung von zwei Meilen von dem Vorgebirge Belle-Rive nach Genf segelte. Während das

Schiff allmählich näher kam, sahen sie seitwärts das Bild desselben mitlaufen; der Abstand des Bildes vom Schiffe wurde dabei allmählich größer. Wenn die Sonne die Segel beleuchtete, war das Bild so hell, dass man es mit freiem Auge sehen konnte. Das Schiff segelte an der Grenze des Bergschattens dahin, das Bild erschien auf der Seite der von der Sonne beleuchteten Luft.

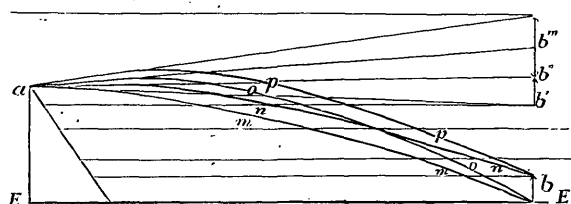


Fig. 5.

Die Erklärung dieser Erscheinungen ergibt sich aus den Gesetzen der Strahlenbrechung in den verschiedenen dichten Schichten der Atmosphäre in der Nähe der Erde.

1. Die Spiegelungen oberhalb mit Hebung der Kimmung. — Diese würden, absolut genommen, auftreten können unter ähnlichen Verhältnissen wie die starken Kimmungen, von denen wir zuerst gesprochen, überhaupt. Es sei in der That EE' (Fig. 5) die Erdoberfläche, die horizontalen Linien die von unten nach oben stetig und stark an Dichte abnehmenden Schichten der Luft und A der Standpunkt des Beobachters. Die Strahlen, welche vom Gegenstande b ausgehen, werden zunächst

stark vom Einfallslothe abgelenkt, in einer gegen die Erdoberfläche concaven Curve ins Auge bei a treten; so werden die Strahlen m und n derart das Auge treffen, dass das letztere den Gegenstand b nach b' versetzt sieht. Ein anderes Strahlenpaar o und n wird das umgekehrte Bild b' geben; denn der Strahl n wird vom Strahle o geschnitten, und dieser tritt erst nach totaler Reflexion ins Auge, wird daher das Auge veranlassen, den untersten Punkt des Gegenstandes b , von welchem der Strahl o ausgeht, höher zu versetzen als den obersten Punkt desselben Gegenstandes, von dem der Strahl n ausgeht. Ein drittes Strahlenpaar kann unter besonders günstigen Umständen noch ein aufrechtes Bild über dem umgekehrten liefern, in unserem Bilde die Strahlen o und p , welche beide erst nach totaler Reflexion ins Auge gelangen, und zwar (weil ohne Kreuzung) so, dass das Bild des obersten Punktes des Gegenstandes b zu höchst, das des untersten Punktes desselben zu niedrigst erscheint und also ein aufrechtes Bild entsteht. — Es ist aber recht fraglich, ob in der Wirklichkeit je der Vorgang so einfach ist; soweit Beobachtungen reichen, treten Spiegelungen meistens dann auf, wenn die untersten Schichten wärmer waren. Der Gang der Strahlen, wenn dann Bilder oberhalb auftreten sollen, ist compliciert.

2. Spiegelung nach abwärts, „Serab“, „Déli-báb“. — Die Spiegelung nach unten tritt dann auf, wenn die Dichte der Luftschichten, statt von der untersten aufwärts zuzunehmen, zunächst an der Erdoberfläche eine geringere Dichte besitzen als die darüber liegenden.

Dieses unnatürliche Verhältniß wird öfter auftreten, als man glauben möchte, und muss besonders über stark erwärmten Wüsten und Steppen oder über warmen Wasserflächen häufig sich einstellen. Der übermäßig erhitzte Boden oder die zu warmen Wasserflächen werden die aufliegende Luft viel stärker erwärmen als die darüber befindlichen Schichten, und da sie dadurch stark ausgedehnt werden, wird ihre Dichte geringer sein als die der darüber folgenden, wodurch die Umkehrung der normalen Verhältnisse herbeigeführt wird. Wir haben nun zunächst an der Erdoberfläche eine verdünnte Schichte, auf welcher nach oben eine dichtere und darüber eine noch dichtere auflagert, und erst von einer gewissen, allerdings sehr geringen Entfernung über den Boden angefangen wird das normale Verhältniß der Dichteabnahme nach aufwärts sich einstellen. Nennen wir die Schichte, mit welcher diese normale Abnahme wieder beginnt, die Grenzschichte der Störung. Wenn nun das Auge in oder wenig über dieser Grenzschichte sich befindet, so wird es von einem, sagen wir beispielsweise über derselben befindlichen Gegenstande auf zwei Wegen Strahlen erhalten: erstens directe Strahlen, deren Gang ganz ober der Grenzschichte liegt, und zweitens Strahlen, welche, vom Gegenstande ausgehend, vorerst in die gestörten, nach unten an Dichte abnehmenden Schichten eingedrungen waren. Da erleiden sie eine Ablenkung derart, dass sie eine nach oben concave Curve beschreiben und, wenn die Schiefe des Einfallswinkels und die Dichteabnahme nach unten groß genug sind, eine Totalreflexion an den

dem Boden nächsten, dünnsten Schichten, von wo sie dann in einer stets nach oben concaven Curve ins Auge gelangen. Das bewirkt, dass man ein „Spiegelbild“ des Gegenstandes unterhalb desselben sieht, das je nach dem Gange der Strahlen entweder unmittelbar an das directe aufrechte Bild anschließt oder tiefer unter demselben erscheint. Diese Vorgänge sind unmittelbar verständlich.

Doch hiebei tritt nun eine neue Erscheinung auf. Man glaubt beim Wüstenbilde, wie es Monge beschreibt, vor den direct und aufrecht gesehenen Gegenständen

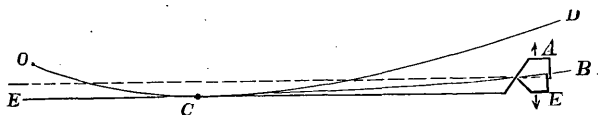


Fig. 6.

eine Wasserfläche zu sehen, in welcher sich die letzteren zu spiegeln scheinen. Die Wasserfläche ist aber bloß Täuschung und findet in folgendem Vorgange ihre Erklärung. Es sei (Fig. 6) EE die Erdoberfläche, die punktierte Linie die Grenzschicht der Störung, A ein auf einer Erhöhung gelegenes Object und O der Ort des beobachtenden Auges. Denken wir uns zur Abwechslung einen Strahl, der von O ausgehend in die gestörten Schichten unter der Grenzschicht der Störung so eindringe, dass die von ihm beschriebene Curve gerade noch die Erdoberfläche im Umkehrpunkte C tangiere; sein weiterer Verlauf sei durch CD dargestellt. Alle Strahlen,

welche eine größere Neigung haben, werden vom Auge aus vor C die Erdoberfläche treffen und dort aufgehalten werden; alle Strahlen, welche eine kleinere Neigung haben, werden über C hinausgehen, aber die Erdoberfläche nicht mehr tangieren, sondern schon ober derselben nach aufwärts gebogen werden, und zwar an einem immer höher über der Erdoberfläche liegenden Punkte in den gestörten Schichten, je weiter von C hinaus sie die Grenzschichte der Störung passieren. Dies ist ohneweiters verständlich, lässt sich aber durch die Theorie in strenger Weise darstellen. Die letztere zeigt auch, dass die Verbindungslinie aller Umkehrpunkte dieser Strahlen nach oben eine Parabel ist, welche wir die Parabel der Sichtbarkeit nennen dürfen, und die in Fig. 6 durch die Linie CB dargestellt ist. Wie unter diesen Parabelast kein von O kommender Strahl eindringen kann, ebensowenig kann von einem unter demselben gelegenen Gegenstande ein Strahl nach O gelangen; es wird daher alles, was zwischen C und B auf der Erde sich befindet, unsichtbar sein für ein Auge in O . Dafür werden alle Strahlen, welche von Gegenständen, die ihre Strahlen zwischen CD und CB aus beliebiger Ferne hersenden, in das Auge in O gelangen und dieselben als Spiegelbilder nach unten gesehen werden. So wird zunächst das Spiegelbild von A entstehen. Wenn dann außer A kein anderer Gegenstand im Bereiche des von CD und CB eingeschlossenen Raumes vorhanden ist, wird sich nur mehr die von diesen Linien herausgeschnittene Himmelsfläche da „spiegeln“ können, und die Spiegelung dieser Himmelsfläche muss den Ein-

druck hervorrufen, als breite sich von C bis A eine Wasserfläche aus, in welcher sich A spiegle. Das ist die Erscheinung, wie sie Monge in der egyptischen Wüste gesehen.

Nehmen wir nun den Fall, dass auch A und jedweder andere Gegenstand zwischen CB und CD fehle, so sieht man sofort, dass sich nur mehr die entsprechende Himmelsfläche „spiegeln“ kann, und das ist es, was sich beim „Serab“ der arabischen Wüste, dem „Délibáb“ der ungarischen Steppe, den analogen Erscheinungen in Astrachan und in der Provence am häufigsten zeigt.

Ist dann die Lage eine derartige, dass die gestörten Schichten in der Nähe der Erdoberfläche nicht ruhig in horizontalen Ebenen gelagert bleiben, sondern selbst wieder fortwährenden Dichteänderungen (infolge der aufsteigenden überhitzten Luft) unterworfen sind, so wird die Klarheit der Spiegelung verloren gehen, ein und dieselbe Richtung der Strahlen wird fortwährend wechselnde Ablenkungen erfahren und damit den Eindruck einer beständigen Unruhe des „spiegelnden Wassers“ hervorrufen, und das ist es, was besonders Erdmann in Astrachan so häufig gesehen und ausführlich beschrieben hat und worauf alle Bemerkungen der Beobachter über Unruhe des „Wassers“ und der Bilder in demselben zurückzuführen sind.

Wenn die Unruhe der gestörten Schichten steigt, so muss es kommen, dass „gespiegelte“ Gegenstände in die Länge gezogen, verzerrt, gebrochen erscheinen und einem fortwährenden Wechsel ihrer Gestalt und Größe

unterliegen, ein Moment, welches wohl bei manchen Erscheinungen der gleich zu behandelnden Fata Morgana in Betracht kommen dürfte.

Es ist im Rahmen eines populären Vortrages nicht möglich, weiter auf die Einzelheiten dieser Erscheinungen und ihre streng physikalisch-mathematische Erklärung einzugehen; ¹⁾ doch dürfte das bisher Gebotene einen genügenden Einblick in das Wesen dieser interessanten und auffallenden Phänomene bieten.

3. Die seitliche Spiegelung. — Die Erklärung der seitlichen Spiegelungen unterliegt nach dem Bisherigen keiner Schwierigkeit. Man hat die Dichteunterschiede, welche wir bisher in der Verticalen betrachteten, nur einfach in die Horizontale zu übertragen, um zum Ziele zu gelangen. Die Bedingungen, welche solche Dichteunterschiede in der Horizontalen hervorrufen, sind allerdings seltener. Für die Erklärung der oben beschriebenen Erscheinung am Genfersee ist die Ursache im Unterschiede zu suchen, welcher durch die Erwärmung der im Sonnenscheine gelegenen Luftpartien über dem See gegenüber den im Bergschatten verbleibenden auftritt. Solche seitliche Spiegelungen dürften aber auch bei manchen Erscheinungen der Fata Morgana von Reggio mitspielen, und hier sind sie wohl durch die einfallenden

¹⁾ Wer sich darüber eingehend belehren will, den verweise ich auf das zweite Heft meiner Meteorologischen Optik, wovon dieser Vortrag ein kurzer, allgemein verständlicher Auszug ist, und das in Bälde erscheinen wird (W. Braumüller, Wien und Leipzig).

heißen und feuchten Sciroccomassen auf der einen Seite der Küste zu erklären. Doch davon wollen wir ja sofort Näheres hören.

Wir kommen nun also zur Fata Morgana. Dieselbe tritt in Reggio in Calabrien auf und wurde von allen derartigen Erscheinungen weitaus die bekannteste. Dennoch haben wir von derselben eigentlich keine sichere und genaue Kenntniss, da diejenigen, welche ihre Beschreibung lieferten, meist nur die Erzählungen anderer wiedergaben, ohne selbst viel davon gesehen zu haben. Ich kann Ihnen daher nur ziemlich Unsicheres über die berühmte Fata Morgana von Reggio mittheilen. Die älteste Beschreibung findet sich bei Facellus „De rebus Siculis“ und lautet: „Mit frühem Tage, wenn die Morgenröthe beginnt, sieht man oft, wenn sich der Wind gelegt hat und die Luft still ist, verschiedene Figuren von Menschen und Thieren, von welchen einige unbeweglich scheinen, andere, und zwar die meisten entweder in der Luft laufen oder miteinander streiten, welches alles verschwindet, wenn die Sonne hervorkommt und ihre Wärme verbreitet.“

Der bekannte Jesuit und Physiker Athanasius Kircher gibt nach den Berichten der Eingeborenen folgende Beschreibung: „Meistens, wenn die Sonne recht stark scheint und die mammertinische See erhitzt, stellt die Natur eine unerschöpfliche Menge Malereien dar und lässt sie vornehmlich über dem Meere sehen, welches die Bai von Reggio bildet. Da öffnet sich in der dunstvollen Luft plötzlich ein Schauplatz sehr ver-

schiedener Dinge mit so vielen Aufzügen, dass wohl kaum etwas in der Natur ist, das hier nicht gesehen würde. Es erscheinen in Ordnung aufgestellte Festungen, Paläste und andere zierliche Häuser; eine unzählige Menge Säulen in Reihen geordnet; Cypressenbäume, große Landschaften, erfüllt mit Menschen; große und kleine Schafheerden; alles mit einer solchen Tönung der Farben, mit so künstlicher Mischung von Licht und Schatten und so lebendigen Geberden, dass wenigstens menschliche Kunst nichts Gleiches hervorzubringen vermag.“

In einem Briefe an Kircher beschreibt sein Ordensbruder Angelucci eine *Fata Morgana*, welche er am Tage Mariä Himmelfahrt 1653 aus einem Fenster in Reggio gesehen habe, folgendermaßen: „Das Meer, welches an Sicilien stößt, schwoll in einer Länge von 10 Meilen auf und glich einem großen Berge. Etwas von Calabriens Landküste wurde im Augenblicke verwandelt zu einem durchscheinenden Krystall, welcher wie ein Spiegel aussah und mit der Spitze den beschriebenen Wasserberg berührte, indes er mit dem Fuße an das übrige Calabrien stieß. In diesem Spiegel zeigte sich gleich eine Reihe von Säulen von etwas blasser Farbe, wohl aber 10.000 an der Zahl, alle gleich hoch und alle gleich weit von einander. Im Augenblicke verschwanden diese und verwandelten sich in Canäle oder Wasserleitungen, wie die zu Rom. Oben auf dem runden Bogen, wo die Canäle waren, gestaltete sich eine Sammlung von allerhand Figuren und Säulen. Auf diesen, darüber, kamen schöne Schlösser, welche auf einem großen Platze

standen und alle einerlei Form und Farbe hatten. Zwischen diesen Schlössern war eine Menge Thürme von gleicher Beschaffenheit. Diese Thürme verwandelten sich zu einem von Säulen unterstützten Schauplatze; dieser Schauplatz breitete sich aus und verschwand zu den Seiten. Endlich entstand eine Menge Bäume. Und alles das verschwand und ward zum Meere, da ein sanfter Wind über die Fluten strich.“

Die berühmteste Beschreibung der Fata Morgana ist wohl die vom Dominicaner P. Antonio Minasi. „Wenn nach Sonnenaufgang die Sonne so hoch gestiegen, dass ihre Strahlen unter einem Winkel von 45° auf die See bei Reggio fallen und weder Wind noch Strömung den hellen Wasserspiegel im Meerbusen bewegt, zeigen sich, wenn man von einem erhabenen Orte in der Stadt, den Rücken nach der Sonne gewendet, auf das Meer blickt, plötzlich im Wasser wie auf einem katoptrischen Theater mannigfach vervielfältigte Gegenstände, z. B. zahllose Reihen von Pfeilern und Bögen, bestimmt gezeichnete Schlösser, regelmäßige Säulen, hohe Thürme, Paläste mit Fenstern und Balcons, lange Alleen von Bäumen, Ebenen mit Herden bedeckt, ganze Scharen Fußvolk und Reiter und eine Menge anderer seltsamer Bilder, in natürlicher Farbe und Haltung, welche während der kurzen Zeit, welche die angegebenen Umstände andauern, sich schnell nach einander über die Oberfläche der See hin bewegen.“

Man kann aus diesen Angaben allerdings nicht ganz klug werden, da die Beschreibungen gerade jene Anhalts-

punkte vermissen lassen, welche man zur vollen Erklärung benöthigen würde. Zum Theile — nicht in allen Stücken — dürften aber diese Fata Morgana in Reggio dieselbe Erscheinung sein wie die Mutate in der Provinz Lecce (altes Japygien) und die Lavandaja in Apulien; ähnliche Erscheinungen hat Scoresby in den Gewässern des Eismeereres gesehen und beschrieben. So beschreibt der Canonicus von Molfetta, Giovene, ein höchst genauer Beobachter, eine Lavandaja, die er am Monte Gargano beobachtete, folgendermaßen: „In Molfetta sieht man die Lavandaja mehrentheils über dem Monte Gargano. . . . Beim erstenmale, als ich daran die Lavandaja sah, ohne noch von ihr gehört zu haben, wurde ich ernstlich beunruhigt. Das ganze Gebirge war in einer zitternden Bewegung, ein Theil des Berges versank und ließ ein großes Thal zurück; an derselben Stelle erhob sich einige Minuten nachher ein neuer Berg, höher als der vorige, und neben diesem stiegen mehrere andere kegelförmige empor, nahmen aber sogleich die Gestalt großer viereckiger Thürme an, die sich ebenso in einem Augenblicke versenkten und große Thäler eröffneten. Endlich schien mir der ganze Berg fürchterliche Erschütterungen zu erleiden. Die wunderbarsten Figuren folgen in einem Augenblicke aufeinander, und eine nur etwas warme Phantasie wird sich schon leicht überreden, Pferde, Menschen, Schiffe, Thürme und Städte zu sehen.“ Die Mutate beschreibt Antonius de Ferrariis folgendermaßen: „Man sieht zuweilen Städte, Schlösser, Thürme, zuweilen Herden von Schafen und Rindern verschieden-

ster Farbe und andere Gestalten und Dinge an Orten, wo von alledem nichts vorhanden ist.“

Scoresby beschreibt die gleiche Erscheinung im Eismeere folgendermaßen: „Die Berge längs der Küste nahmen die wundersamsten Formen an: das Ansehen von Schlössern mit luftigen Spitzen, Thürmen und Zinnen verwandelte sich in wenig Minuten in einen großen Bogen oder eine romantische Brücke. Diese vielfachen, oft schönen Verwandlungen ließen fast an die Wahrheit der Feengeschichten glauben.“ Die gleiche Erscheinung beobachtete er an Eishügeln (Fig. 7).

Bei der Erklärung aller dieser wunderbar scheinenden Vorgänge müssen wir jedenfalls davon absehen, alle Einzelheiten nach einer Schablone auffassen zu wollen. Alle bisher benützten Momente der Erklärung der Kimmung, der Spiegelung nach oben, nach unten und seitwärts werden bei den verschiedenen Phasen dieser zauberhaften Bilder benützt werden müssen, denn diese Erscheinungen schließen alle bisher behandelten Einzelvorgänge der Luftspiegelungen in sich. Das auffallendste Moment in denselben ist der große und überraschende Wechsel der Bilder und die Mannigfaltigkeit der gesehenen Objecte. Diese zwei Punkte bedürfen hier noch einer Erläuterung, nachdem die Entstehung von Bildern ober- und unterhalb von Gegenständen, sowie von scheinbaren Wasserflächen mit darin sichtbaren umgekehrten Bildern, wie auch aufrechter Bilder durch seitliche Spiegelung bereits oben erklärt wurde.

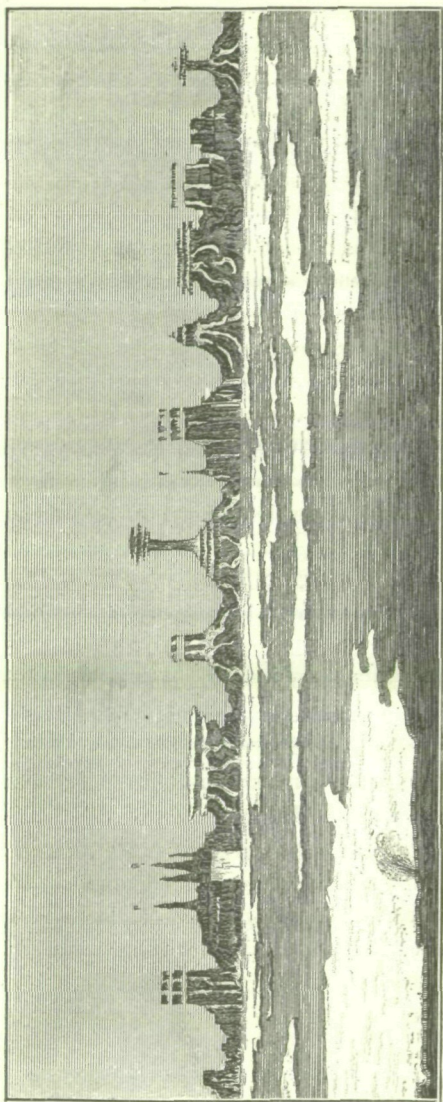


Fig. 7.

Wir haben schon gesehen, dass bei der Spiegelung nach unten, wenn die gestörten Schichten ihre Dichte und Lage ändern, von einem einzigen Gegenstande eine Reihe von beliebig vielen Bildern entstehen muss, die in Gestalt und Größe fortwährendem Wechsel durch Verzerrung und Zusammenfließen der einzelnen Bilder unterliegen. Es kann so kommen, dass man ganze Colonnen eines und desselben Gegenstandes neben und hinter einander erblickt, die im nächsten Augenblicke sich verlagern und so den Eindruck hervorrufen, als wanderten sie bald in gerader Linie, bald in Schlangenlinien weiter. Ist der gespiegelte Gegenstand ein Mensch, ein Soldat, ein Reiter, so wird man Volksaufläufe, marschierende Soldaten, galoppierende Reiterei zu sehen glauben; ist der gespiegelte Gegenstand ein oder mehrere Gebäude, so wird man Städte, Burgen, gewaltige Monumentalbauten in wunderbarem Formenwechsel und beständiger Umgestaltung zu erblicken wähnen. Aber auch Felsblöcke, Eisschollen, Bäume u. s. w. werden die eigenthümlichsten Gestalten annehmen, gewaltige Brücken, Viaducte, Wälder darstellen, deren plötzliches Verschwinden und Zerrissenwerden den Eindruck erschütternder Katastrophen hervorrufen muss. Dies gilt nicht nur bei der Spiegelung nach unten. Dieselben Erscheinungen müssen auch die mannigfaltigen Brechungen bei abnormalen Kimmungen und seitlichen Spiegelungen hervorrufen, wobei der Eindruck ein umso größerer sein wird, als dabei infolge des Aufrechterscheinens der Gegenstände der Gedanke, dass man es mit Bildern zu thun hat, mehr zurücktritt. Zum

Verständnisse dieses Vorganges trägt wohl nichts so bei wie eine Beobachtung von Arago und Biot, welche letzterer folgendermaßen beschreibt:

„Ich erwähne hier noch eine andere Erscheinung, welche Arago und ich in Spanien beobachtet haben. . . . Es handelt sich dabei nicht mehr um zwei Bilder, wie bei der einfachen Spiegelung, oder um drei, wie bei den von Vince beobachteten Erscheinungen, sondern um eine Menge Bilder, welche übereinander in ungezählter Zahl erschienen. Als wir dieses seltsame Phänomen beobachteten, hatten wir unseren Beobachtungsstandort auf dem Berge Desierto de las Palmas, 727 *m* über dem Meere, in Valencia aufgeschlagen. Wir beobachteten des Nachts die Lichtsignale auf der Insel Yviza, auf dem Berge Campvey, 424 *m* hoch und 161 *km* entfernt. . . . Wir sahen zuerst das Licht auf Campvey einfach und wie einen kleinen Stern, wie es gewöhnlich erschien, und machten drei Beobachtungsreihen. Bei der vierten Reihe begannen wir in Campvey zwei genau in derselben Verticalen liegende Bilder zu sehen in einem Abstände, den wir am Faden des Fernrohres zu mindestens drei Minuten schätzten. Das wirkliche Licht — oder wenigstens das, welches wir für das wirkliche hielten — befand sich an seinem gewöhnlichen Platze. Das andere, das wir für das Bild ansahen, stand höher am Himmel . . . , es war auch breiter als das andere, ausgeweitet und irisierend. Wir hielten es zuerst für einen Stern . . . , da es aber seinen Platz nicht änderte, mussten wir es bald als ein außergewöhnliches Bild erkennen. Bald sahen wir

nicht mehr bloß zwei, sondern drei, vier und mehr Bilder. Sie entstanden und verschwanden nach einander, ohne dass die Zahl der gleichzeitig sichtbaren eine bestimmte gewesen wäre. Übrigens bemerkten wir, dass die untersten, dem wahren Lichte nächsten öfter und leichter sich zeigten als die übrigen, während die höher gelegenen immer größer und prächtiger aussahen. Diese Bildungen haben viele Analogie mit einer anderen Erscheinung, welche wir an anderen Standorten öfters beobachtet hatten. Man sah den Lichtpunkt zu einer kleinen Feuersäule sich verlängern bis zu einer gewissen Länge, worauf die Säule plötzlich entzweibrach und zwei Bilder bildete, wovon das untere merklich roth, das obere ebenso grün war; zuweilen zog sie sich einfach zusammen und bildete wieder den Lichtpunkt ohne erkennbare Dimension, wie zu Beginn. Die Verlängerung des Lichtpunktes entspricht einer unzähligen Menge von aneinanderstoßenden Lichtpunkten, während bei der Beobachtung auf dem Desierto das Lichtsignal von Campvey alle Bilder deutlich getrennt zeigte.“

Das sind Brechungserscheinungen in verschieden gestörten Luftschichten, ohne Spiegelungen, und sie zeigen recht deutlich, wie manche Phänomene der Fata Morgana zustande kommen. Vielleicht fällt Ihnen hierbei die Analogie auf, welche zwischen diesen Brechungserscheinungen und den Reflexionen besteht, welche ein Licht auf einer leicht bewegten Wasseroberfläche erleidet. Man sieht da bald eine große, lange Reihe von getrennten Bildern in gerader Richtung zum Lichte,

oder diese Bilder fließen in einen langen Lichtstreifen zusammen.

Hiemit sind die Vervielfältigungen der Gegenstände und das gewaltige Auswachsen von manchen Objecten in der Fata Morgana auch im wesentlichen erklärt.

Lassen Sie mich hoffen, dass es mir gelungen ist, soweit es in allgemein verständlicher Weise möglich ist, Ihnen die Erklärung dieser ebenso schönen als auffallenden Erscheinung zugänglich gemacht zu haben.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [42](#)

Autor(en)/Author(s): Pernter Josef Maria

Artikel/Article: [Luftspiegelungen und Fata Morgana. 359-391](#)