

## Ueber Beobachtungen aussergewöhnlicher Regenbögen

von Dr. Gustav Schneider.

(Hierzu Tafel II.)

Wenn auch die Erscheinung von mehr als zwei Regenbögen in der Nähe ruhiger Gewässer nicht zu den grössten Seltenheiten gehört, so möge doch eine Reihe derartiger Beobachtungen aus der Gegend des Jadebusens hier eine Besprechung finden, da dieselben in mehrfacher Beziehung ein besonderes Interesse bieten. Die Kenntniss der meisten verdankt unser Verein den gütigen Mittheilungen des Herrn Lehrer Schmidt zu Rodenkirchen, der die Erscheinung auch selbst beobachtet hat.

1. Am 19. April 1871 Abends zwischen 6 $\frac{1}{2}$  und 7 Uhr zeigten sich zu Rodenkirchen in dem Regen einer ostwärts ziehenden Gewitterwolke ein Haupt- und ein Nebenregenbogen in ihrer gewöhnlichen Lage. Innerhalb des durch dieselben begrenzten Ringflächenstücks war ein dritter Regenbogen sichtbar, der seinen Mittelpunkt über dem Horizonte hatte, dessen Radius mit dem des Hauptbogens übereinstimmte und dessen Scheitel von denen des Haupt- und des Nebenbogens etwa gleich weit entfernt war. Die nicht punktierten Linien von Figur 1 geben ein ungefähres Bild von der Lage der drei Bögen. Im Extrabogen war die Reihenfolge der Farben dieselbe wie im Hauptbogen, ihre Intensität aber geringer, als in diesem, während sie die des Nebenbogens etwas übertraf. Der Extrabogen hatte mit dem Hauptbogen ziemlich gleiche Breite und vereinigte sich mit ihm in der Höhe von einigen Graden über dem Horizont. Derselbe war 10 Minuten lang zu sehen, und in dieser Zeit ist eine Veränderung seines Abstandes von dem Haupt- und dem Nebenbogen nicht mit Bestimmtheit bemerkt worden. Von den drei Bögen verschwand der aussergewöhnliche zuerst wieder. — Aehnliche Beobachtungen wie in Rodenkirchen sind gleichzeitig auch sonst in Butjadingen gemacht, so zu Burhave, Süllwarden, Abbehausen, Strohausen und Sürwürderwarp.

2. Zu Seefeld in Butjadingen sind um dieselbe Zeit zwei Extrabögen gesehen worden, die von den Südenden des Haupt- und des Nebensbogens ausgingen, concentrisch waren und die Grösse je eines Quadranten erreichten. Der innere Extrabogen stimmte seiner Lage nach ungefähr mit dem Stück A S in Fig. 1. überein, der äussere lief von B bis S<sub>1</sub>. Eine Stunde früher waren zwar auch zwei Extrabögen, aber merkwürdigerweise in wesentlich verschiedener Lage sichtbar. Diese und eine ähnliche Beobachtung aus Schwei seien hier nur angedeutet; sie finden sich unten (S. 10. 11) ausführlicher beschrieben. — Aus Stollhamm wird ebenfalls von vier Regenbögen berichtet.

3. An demselben Tage, aber schon zwischen 5 und 6 Uhr Nachmittags, zeigte sich auch zu Sengwarden-Altendeich im Jeverlande ein Extrabogen. Er begann am Südende des Hauptbogens im Horizonte, erstreckte sich mit der Convexität nach unten bis zum Nebbogen und war an seiner obersten Stelle ziemlich vertikal gerichtet (s. Fig. 2), so dass der punktierte Bogen seine Fortsetzung darstellen würde. Die Farben waren fast ebenso intensiv wie die des Hauptbogens, jedenfalls bedeutend intensiver, als die des Nebensbogens. Die unteren Theile aller drei Regenbögen lagen für die Beobachter jenseits des Hauptdeichs, dessen Kappe deutlich ihre Grenze bildete. Leider ist die Erscheinung nicht während ihrer ganzen Dauer, sondern nur ungefähr 5 Minuten lang gesehen worden.

Dies die Beobachtungen.

---

Die Theorie des Regenbogens liegt schon seit Newton in ihren Grundzügen vollendet vor. Jemand, dem die nöthigen Hülfsmittel der Analysis zur Verfügung stehen, ist im Stande, lediglich aus den Gesetzen der geradlinigen Fortpflanzung und der Reflexion des Lichts sowie aus den Brechungsexponenten des Wassers für die verschiedenen farbigen Strahlen das Wesen der Erscheinung abzuleiten, ohne dass er selbst in seinem Leben je einen Regenbogen gesehen zu haben braucht. So ist es nicht anders zu erwarten, als dass auch die obigen Erscheinungen sich mit Leichtigkeit aus der Theorie ergeben werden.

Da der Mittelpunkt eines jeden Haupt- oder Nebenregenbogens mit dem Mittelpunkte der Sonne und dem Auge des Beobachters in einer geraden Linie liegt, und da die Höhe der Mittelpunkte sämmtlicher Extrabögen über dem Horizonte der Sonnenhöhe ungefähr gleichkam; so müssen die Regentropfen, die zur Entstehung von Extrabögen beitrugen, von den Lichtstrahlen einer Sonne getroffen worden sein, welche von jedem Regentropfen aus gesehen etwa ebenso weit unter dem Horizonte zu liegen schien, wie die wahre Sonne über dem Horizonte stand. Es liegt am nächsten, die untere Sonne als durch Reflexion der Sonnenstrahlen von einer horizontalen Ebene entstanden anzunehmen. Stellt nun CD in Fig. 3 die Durchschnittslinie einer solchen reflectierenden Fläche mit der durch den Lichtstrahl EF

gelegten Vertikalebene vor, so wird der zurückgeworfene Strahl  $FT$ , welcher den Wassertropfen  $T$  als wirksamer Strahl eines Hauptbogens <sup>1)</sup> treffen möge, in der Richtung  $TB$  aus dem Tropfen austreten, wobei  $\angle FTB = c. 41^\circ$  ist. Es leuchtet ein, dass sich so die Entstehung eines Extra-Hauptbogens für den Beobachter in  $B$  erklärt; der Mittelpunkt dieses Bogens fällt, wenn  $BM // FT$  ist, in die Richtung von  $BM$ , also ebenso hoch über den Horizont, wie die Sonne gerade steht, da  $\angle MBH = EFC$  ist.

Bezeichnet demnach in Fig. 4  $AB$  den Horizont, und  $C$  den Mittelpunkt des Hauptbogens, so fällt der Mittelpunkt des zugehörigen Extrabogens auf  $C_1$ , wobei  $C_1O = CO$  und  $CC_1 \perp AB$  ist. Da beide Bögen gleiche Radien haben, so müssen sie, wenn die Lichtquelle nur homogenes Licht ausstrahlt, sich im Horizonte schneiden, unter der Voraussetzung nicht homogenen Lichtes dagegen vom Horizonte an aufwärts je nach dem Grade ihrer Divergenz, d. h. je nach dem niedrigeren oder höheren Sonnenstande beziehungsweise mehr oder weniger mit einander verschmelzen. Aus der Betrachtung der Figur erhellt ferner, dass der Extrabogen die Grösse von  $180^\circ$  immer um so viel übersteigt, als dem Hauptbogen daran fehlt, so dass die Summe beider ein voller Kreis ist. Der Scheitelabstand  $SS_1$  endlich ist der doppelten Sonnenhöhe gleich. Wie sich von selbst versteht, gelten diese Sätze auch von dem Nebenbogen und seinem Extrabogen.

In der mir zugänglichen Literatur habe ich eine Anzahl Beobachtungen von Extrabögen beschrieben gefunden, welche der speciellen Discussion der im Eingange mitgetheilten vorausgeschickt sein mögen.

Im Juli 1799 sind an der schottischen Küste zwei Regenbögen gesehen worden, deren Nordenden im Horizonte zusammenstiessen <sup>2)</sup>. An der Küste von Hampshire zeigte sich am 9. Juli 1792 bei sehr ruhiger See ein vierfacher Regenbogen, der nach der Skizze grosse Aehnlichkeit mit der Seefelder Beobachtung hatte <sup>3)</sup>. Der Haupt- und der Nebenbogen stiessen ein jeder mit dem zugehörigen Extrabogen im südlichen Theile des Horizontes zusammen. Dieselbe Erscheinung ist am 31. Juli 1824 auf der Insel Rügen noch vollständiger gesehen worden <sup>4)</sup>, und zu Eckwarden in Butjadingen hat Brandes eines Nachmittags eine ganz ähnliche Beobachtung gemacht <sup>5)</sup>. — Von einem später in Paris gesehenen Extrabogen war die Lichtquelle nicht ein Reflex der Sonne in einer Wasserfläche, sondern vielmehr ein unterhalb der Sonne stehender, sehr hell erleuchteter Cumulus <sup>6)</sup>.

<sup>1)</sup> Aderholdt, Theorie des Regenbogens § 21.

<sup>2)</sup> Gilbert's Annalen Bd. 62 S. 124.

<sup>3)</sup> Philos. Transact. for 1793 S. 1.

<sup>4)</sup> Poggendorff's Ann. Bd. 4 S. 111.

<sup>5)</sup> Gilb. Ann. Bd. 62 S. 127.

<sup>6)</sup> Pogg. Ann. Bd. 53 S. 223. Aus Comptes rendus Bd. 12 S. 916.



Die vorstehenden Beobachtungen stimmen mit Ausnahme der letzten darin überein, dass sich zwischen dem Beobachter und der Sonne jedesmal eine besonders ruhige lichtreflectierende Wasseroberfläche befand; dies war auch der Fall bei einem Extrabogen, welchen ein Mitglied unseres Vereins am 7. August 1862 auf dem Thuner See gesehen hat. — Die Erklärung dieser Erscheinungen bietet nach dem Obigen keinerlei Schwierigkeiten. In dieselbe Kategorie gehören die im Eingang unter 1 und 2 beschriebenen Beobachtungen aus Butjadingen, indem es nahe liegt, das durch Spiegelung in der Jade entstandene Sonnenbild als Lichtquelle für die Extrabögen anzusehen.

Nicht so leicht erscheint auf den ersten Blick die Erklärung der oben unter 3 aufgeführten Beobachtung aus dem Jeverlande, da sich hierbei zwischen dem Beobachter und der Sonne ein reflectirender Wasserspiegel mit Bestimmtheit nicht befand. In der mir zugänglichen naturwissenschaftlichen Literatur habe ich keinen derartigen Fall gefunden; ja bei Aufzählung der Bedingungen, durch deren gleichzeitiges Eintreten das Zustandekommen solcher Erscheinungen ermöglicht wird, fügt Brandes <sup>1)</sup> ausdrücklich hinzu, dass sich vom Beobachter aus „ein See auch gegen die Sonnenstrahlen hin erstrecken müsse.“ Ist dies nun aber bei einer Beobachtung nicht der Fall, so kommt die Erklärung darauf hinaus zu zeigen, dass TB (Fig. 3) nicht der einzige wirksame Lichtstrahl ist, den der Tropfen T aussendet, dass vielmehr von demselben auch solche wirksame Lichtstrahlen ausgehen, welche die Länge TF überschreiten, ehe sie die Ebene des Horizontes erreichen.

In der That bilden die sämtlichen parallel mit FT auf den Regentropfen auffallenden wirksamen Lichtstrahlen nach ihrem Austritte aus demselben den Mantel eines Asymptotenkegels <sup>2)</sup>, dessen Axe FT mit seiner Seitenlinie beim Hauptbogen einen Winkel von c. 41°, beim Nebenbogen von c. 52½° macht. Da sich auf jeder dieser beiden Mantelflächen solche Seitenlinien ziehen lassen, welche die Horizontalebene in beliebig grosser Entfernung treffen, so wird der Tropfen T nach weit entlegenen Punkten der Horizontalebene noch wirksame Strahlen aussenden können. Somit ist bewiesen, dass ein durch Reflexion in der Jade entstandenes Bild der im Westen stehenden Sonne die Lichtquelle für einen westlich von der Jade wahrnehmbaren Extraregenbogen zu bilden im Stande ist. — Nebenbei geht aus der verschiedenen Lage der Axe jenes Asymptotenkegels bei Extrabögen und bei gewöhnlichen Bögen hervor, dass bei den ersteren ein grösserer Bruchtheil der wirksamen Strahlen von der Erde aufgefangen wird, und ein kleinerer für dieselbe verloren geht, als bei den letzteren.

Vollständig freilich wird ein Extrabogen, der durch Reflexion in der Jade gebildet ist, westlich von derselben zur Nachmittags-

<sup>1)</sup> Gilb. Ann. Bd. 62 S. 127.

<sup>2)</sup> Aderholdt, Theorie des Regenbogens § 22.

zeit nicht sichtbar sein; ja sein höchster Punkt E (Fig. 2) kann, wie eine einfache Betrachtung lehrt, nicht höher als die Sonne über dem Horizonte stehen, so dass der Bogen stets nach unten convex, und die Tangente in E an EH höchstens vertikal, nie aber mit ihrem oberen Ende nach innen geneigt ist. Für einen vollständigen Extrabogen bleibt also der Satz von Brandes gültig, während er nicht aufrechtzuerhalten ist für einen Extrabogen überhaupt.

Derselbe Regentropfen, der für einen Butjadinger Beobachter in einem gewissen Augenblick den Scheitel eines Extrabogens mitbilden hilft, kann in demselben Zeitmomente einem Beobachter westlich von der Jade als leuchtender Punkt ebenfalls an der höchsten Stelle des von da aus sichtbaren Extrabogens erscheinen; aber dieser Extrabogen wird immer verhältnissmässig kurz sein.

Wie die Länge des in Sengwarden-Altendeich beobachteten Extrabogens, so stimmt auch die Lage desselben gegen die beiden anderen Bögen mit der Theorie überein. Wird nämlich die Sonnenhöhe gleich  $16^{\circ}$  angenommen, so erhält man durch Zeichnung ein Bild, welches von dem in Fig. 2 dargestellten Ergebnisse der Beobachtung nicht zu unterscheiden ist. Dieser Sonnenhöhe entspricht auch die Beobachtungszeit zwischen 5 und 6 Uhr, da am 19. April die untergehende Sonne sich in etwa  $5\frac{1}{2}$  Minuten dem Horizonte um  $1^{\circ}$  nähert und der Sonnenuntergang bald nach 7 Uhr eintritt.

Es ist interessant, dass sich eine Parallelbeobachtung zu der Sengwardener in Hamelmann's Oldenburgischer Chronik niedergelegt findet. Am 21. Juli 1597, berichtet dieselbe, zeigten sich bei Ellens, also westlich vom Jadebusen und damals ziemlich nahe an demselben, „drey Regenbogen, von welchen der dritte gerade in die höhe für die andern beyden, in gestalt eines grossen Besems aufgangen.“ Der beigegebene Holzschnitt<sup>1)</sup> stellt jenseits eines Deichs über dem Wasser einen Haupt- und einen Nebbogen, beide vollständig ausgebildet, dar; mit dem letzteren verschmilzt oberhalb seines linken Endes ein Extrabogen, der vom Nebbogen wenig divergiert und dessen höchster Punkt sich ebenso hoch über den Horizont erhebt wie der Scheitel des Nebbogens. Wie sich von selbst versteht, müssen derartige Aufzeichnungen eines Chronisten mit der äussersten Vorsicht aufgenommen werden, und in der That lässt sich mit der geringen Divergenz der beiden Bögen, aus welcher auf einen niedrigen Sonnenstand zu schliessen wäre, die bedeutende Länge des Extrabogens nicht vereinigen, wenn sich nicht etwa auch nördlich von den Beobachtern eine spiegelnde Wasserfläche befunden hat. Aber die Lage der Regenbögen jenseits des Deichs über dem Wasser ergibt mit Bestimmtheit so viel, dass die Beobachtung nicht Vormittags, sondern Nachmittags gemacht ist und daher als Parallelfall zu der aus Sengwarden-Altendeich berichteten gelten muss.

<sup>1)</sup> Hamelmann, Oldenburgisch Chronicon S. 484.

So viel über die Orte, von denen aus die Regenbögen zu sehen waren. Ich lasse nun die Besprechung eines Nebenumstandes folgen, welcher ebenfalls geeignet ist, die mir vorliegenden Beobachtungen als bemerkenswerth zu charakterisieren.

Es wird für die meisten Leser in hohem Grade überraschend sein zu erfahren, dass im Jadebusen zur Zeit der Beobachtung kein Wasser vorhanden war, dessen Oberfläche die Sonnenstrahlen nach der Gegend von Rodenkirchen oder gar von Sürwürderworp zu hätte reflectieren können. Die Hafenzeit von Bremerhaven ist nämlich ungefähr 1 Uhr 45 Minuten; mit derselben gleich oder etwas früher ist wohl die durchschnittliche Hafenzeit für die verschiedenen Orte des Jadebusens zu setzen. Da nun auf den 19. April 1871 gerade Neumond fiel, so war Abends gegen 7 Uhr in der Jade zwar nicht ganz, aber beinahe niedrigster Wasserstand. Muss man auch hiernach davon absehen, bei der Erklärung der Extra-Regenbögen den Wasserspiegel des Jadebusens als reflectierende Ebene zu betrachten, so steht doch kein Hinderniss im Wege, den Watten der Jade jene Rolle zuzuthemen. Dieselben zeigen zur Ebbezeit glänzende dunkle Flächen von meilenweiter Ausdehnung, Flächen, die ihrer ganzen Beschaffenheit nach wenigstens ebenso vollkommene und lichtstarke Sonnenbilder zu erzeugen im Stande sind wie der ruhige Wasserspiegel des Jadebusens selbst.

Eine vollständige Ebene bilden allerdings die durch das abgeflossene Wasser blossgelegten Watten nicht, und deshalb brauchen auch die durch Spiegelung an ihrer Oberfläche entstandenen Extrabögen der Gestalt und Lage nach nicht nothwendig mit den Ergebnissen der oben ausgeführten Theorie übereinzustimmen. Es kann sich z. B. bei genauer Messung eines solchen Extrabogens recht wohl herausstellen, dass derselbe von der Kreisform mehr oder weniger abweicht, indem die verschiedenen Sonnenbilder ihre Lichtstrahlen nicht sämmtlich parallel auf die Regentropfen werfen. Ferner ist die Möglichkeit gegeben, dass der ganze Extrabogen gegen die ihm nach der Theorie zukommende Lage wagerecht verschoben erscheint und in Folge davon den zugehörigen gewöhnlichen Regenbogen nicht im Horizonte trifft, wohl aber in der Gegend seines Scheitels durchschneidet. Diese Erscheinung würde Aehnlichkeit mit einer schon vor mehr als 200 Jahren beobachteten haben, welche in einem der ersten Bände der Philosophical Transactions<sup>1)</sup> beschrieben sein soll und die man durch den Reflex des Sonnenlichtes an einer neben der Sonne stehenden kleinen Wolke erklärt hat<sup>2)</sup>.

Es ist in hohem Grade interessant, dass am 19. April nach einer Beobachtung aus Seefeld (welche eine Stunde vor die oben unter 2 beschriebene fällt und von einem anderen Beobachter als jene herrührt) und nach einer zweiten aus Kötermoor in der Gemeinde Schwei sich die beiden Extrabögen um etwa 20° gegen

<sup>1)</sup> Philos. Transact. for 1666 S. 221.

<sup>2)</sup> Gehler, Physik. Wörterbuch (1825—1845) Bd. 7 S. 1328.



ihre normale Lage nach Norden zu verschoben gezeigt haben. In Seefeld erreichte jeder Extrabogen etwa die Grösse eines Quadranten und schnitt seinen Hauptbogen hoch oben. — Meiner Meinung nach waren die diese Extrabögen erzeugenden Sonnenstrahlen an einer nach Norden abgedachten Wattenfläche reflectiert worden, da eine solche ein nach Süden, also vom Beobachter aus nach links, verschobenes Sonnenbild liefert. Die von mir vorausgesetzte Neigung dieser Wattenfläche würde also der Richtung nach mit der vorwiegenden Abdachung des ganzen Jadebusens übereinstimmen und die allerdings ziemlich beträchtliche Grösse von etwa  $10^\circ$  erreichen. — Es ist kaum nöthig zu erwähnen, dass sich auch die Bildung von mehr als zwei Extrabögen durch Reflexion an der nur zum Theil ebenen Wattenfläche erklären lässt, und diese Extrabögen können möglicherweise alle gegen ihre normale Lage verschoben sein.

Hiernach wird sich das Gewicht eines Einwandes erheblich reducieren, welcher gegen die aufgestellte Erklärung der Extrabögen erhoben werden kann. Nimmt man nämlich die spiegelnde Ebene als nahezu horizontal an, so wird sich mit der sinkenden Sonne auch das Bild derselben der reflectierenden Fläche immer mehr nähern, so dass sich der Abstand der beiden Sonnen rasch vermindert. Die Folge davon wird sein, dass jeder Hauptbogen und der zu ihm gehörige Extrabogen sich gegenseitig näher rücken, und zwar nimmt der Scheitelabstand derselben um  $2^\circ$  ab in derselben Zeit, in welcher sich die Sonnenhöhe um  $1^\circ$  verringert. Nun ist der Extrabogen in Rodenkirchen 10 Minuten lang beobachtet worden; in dieser Zeit sank die Sonne um etwa  $2^\circ$  (in  $5,4$  Min. um  $1^\circ$ ), mithin kamen der Haupt- und der Extrabogen einander um  $4^\circ$  näher, und da die Verschiebung des Extrabogens in dem Ringflächenstück zwischen Haupt- und Nebenbogen, also in einem Raume von nicht ganz  $8\frac{1}{2}^\circ$  Breite, erfolgte; da ferner der Extrabogen selbst von diesem Raum eine Breite von c.  $2\frac{1}{4}^\circ$  eingenommen haben wird: so hätte meiner Meinung nach den Beobachtern die Lagenveränderung des Extrabogens nicht entgehen können, wenn sie wirklich den soeben berechneten Betrag erreichte. Aber an keinem Orte ist etwas Derartiges mit Sicherheit bemerkt worden. Ich bin deshalb geneigt anzunehmen, dass sich das Spiegelbild der Sonne viel langsamer als die Sonne selbst bewegt habe. Möglicherweise sind nämlich die reflectierenden Flächen jene wenn auch sehr schwach convexen Wattenbänke gewesen, die sich meist von Süden nach Norden in der Jade hinstrecken. Spiegelnden Cylinderabschnitten vergleichbar geben sie auch bei abnehmender Sonnenhöhe allerdings ziemlich stationäre Sonnenbilder.

Aus dieser Annahme folgt nun aber durchaus nicht, dass der Extrabogen als fest zwischen Haupt- und Nebenbogen liegend erscheinen müsse; da sich vielmehr die beiden letzteren mit der Geschwindigkeit der Sonne aufwärts bewegen, so wird sich der Hauptbogen dem Extrabogen in 10 Minuten um etwa  $2^\circ$  nähern. Fig. 5 und 6 stellen die Erscheinungen dar, die

demnach die Regenbögen zu Rodenkirchen im Anfang und zu Ende der Beobachtung möglicherweise darboten. Der Abstand des Mittelpunkts der reflectierten Sonne unter dem Horizonte ist in beiden Figuren gleich  $3^{\circ}$ , die Höhe der wirklichen Sonne in Fig. 5 zu  $3\frac{1}{2}^{\circ}$ , in Fig. 6 zu  $1\frac{1}{2}^{\circ}$  (also 20, beziehungsweise 9 Minuten vor Sonnenuntergang entsprechend) angenommen. Bei der Dauer und Allmählichkeit des Ueberganges der Erscheinung Fig. 5 in die von Fig. 6 kann ich mir sehr wohl vorstellen, dass die meisten Beobachter die Verschiebung des Extrabogens nicht bemerkten, wenn sie dergleichen nicht von vorne herein erwarteten. Die Zeichnung beseitigt zugleich das Ueberraschende, welches auf den ersten Blick darin liegt, dass für einen Beobachter in Rodenkirchen, also nicht weit von der Weser, ein aus dem mindestens  $1\frac{1}{2}$  Meilen entfernten Jadebusen herrührender Reflex die Veranlassung zur Bildung eines bis zum Horizonte reichenden Extrabogens gegeben habe. Die Beobachter haben ohne Zweifel an der Stelle, wo der Haupt- und der Extrabogen sich zum Theil deckten, diesen in jenen hinein fortgesetzt gedacht. Beiläufig sei hier bemerkt, dass, wenn auch die etwas geringere Breite des Sonnenbildes einer jener schwach gekrümmten Cylinderflächen eigentlich einen entsprechend schmaleren Extrabogen hervorbringen müsste, dies wieder dadurch ausgeglichen wird, dass die Strahlen jedes solchen Sonnenbildes divergieren. Denn ein Punkt, der homogenes Licht aussendet, wird, wenn seine Strahlen eine Regenwand parallel treffen, eine Lichtlinie, wenn sie aber divergent sind, ein Lichtband in dieselbe zeichnen. Es ergibt sich dies aus einer einfachen geometrischen Betrachtung.

Wenn auch leider niemand so glücklich gewesen ist, von demselben Orte aus einen Extrabogen verschiedene Stellungen durchlaufen zu sehen, so sind wir doch einigermassen dafür entschädigt durch die in Sengwarden-Altendeich gemachte Beobachtung, die zwischen 5 und 6 Uhr fiel und bei welcher die Sonnenhöhe  $16^{\circ}$  betrug, so dass die Erscheinung eine ganz andere wie in Butjadingen war. Auch die verschiedenen Bilder, die die Regenbögen gegen 6 und gegen 7 Uhr in Seefeld darboten, verdienen hier hervorgehoben zu werden. Einen ähnlichen Fall, nämlich des Auftretens der Erscheinung in verschiedenen Phasen, habe ich in der Literatur vergebens gesucht. Ueberhaupt bieten die mir vorliegenden Beobachtungen des Eigenthümlichen so viel, dass ich es mir nicht versagen kann, dasselbe im Folgenden zusammenzustellen.

Erstens liegen die zahlreichen Beobachtungsorte auf einem sehr grossen Areale; von Rodenkirchen beträgt die directe Entfernung nach Burhave gegen 3, nach Sengwarden-Altendeich über 4 Meilen.

Zweitens befand sich einer dieser Orte zwischen der licht-reflectierenden Fläche und der Sonne.

Drittens ist die Erscheinung in zwei wesentlich verschiedenen Phasen und ausserdem an einem Orte zu verschiedenen Zeiten mit ungleicher Lage der Extrabögen wahrgenommen worden.



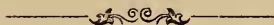
Endlich viertens waren die Lichtstrahlen nicht von einem Wasserspiegel, sondern von Wattenflächen zurückgeworfen.

So fest ich auch davon überzeugt bin, dass die in Rede stehenden Extrabögen ihre Entstehung Reflexionen in der Jade verdanken, so verdient doch schliesslich noch hervorgehoben zu werden, dass auch die Grenzfläche zweier verschieden erwärmten Luftschichten die Sonnenstrahlen reflectieren und dadurch Veranlassung zur Bildung von Extrabögen geben kann. Emsmann hat einmal eine solche Luftspiegelung beobachtet<sup>1)</sup>, bei welcher sich zwei klare Sonnen vertikal über einander zeigten, und er konnte nicht unterscheiden, welche von beiden die wirkliche und welche der Reflex war. Wenn während dieser allerdings seltenen Erscheinung zugleich die Bedingungen für das Zustandekommen eines Regenbogens erfüllt gewesen wären, so hätten sich diesem sicherlich ein oder mehrere Extrabögen zugesellt. Aehnliche Constellationen sind ohne Zweifel schon dagewesen, und es haben sich Extrabögen gezeigt, ohne dass gerade für die Beobachter die gespiegelte Sonne sichtbar zu sein brauchte. Denn die Bildung von Extrabögen neben den gewöhnlichen Regenbögen ist lediglich an die Bedingung geknüpft, dass die Regenwand gleichzeitig von den Strahlen zweier starken Lichtquellen getroffen wird. Ich bin weit entfernt davon, zur Erklärung der mir vorliegenden Beobachtungen die Annahme einer Luftspiegelung zu machen. Erst dann, wenn sich etwa in Zukunft einmal westlich von der Jade gegen Sonnenuntergang ein vollständiger Extrabogen zeigen sollte, wird es an der Zeit sein, die Betretung dieses Weges zu versuchen; bis dahin dürfte es bei der oben aufgestellten Erklärung bleiben.

Bremen, 16. November 1871.

---

<sup>1)</sup> Pogg. Ann. Bd. 98 S. 642.



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen](#)

Jahr/Year: 1871-1872

Band/Volume: [3](#)

Autor(en)/Author(s): Schneider Gustav

Artikel/Article: [Ueber Beobachtungen aussergewöhnlicher Regenbögen 5-13](#)