

Die Seeleuchten.

Von

MAX JÜLLIG,

Assistent an der technischen Hochschule in Wien.

Vortrag, gehalten am 16. November 1881.

Mit einer Karte und zehn Holzschnitten.

Die erste Kunde, die wir haben von einem Zeichen, das vom Festlande hinausgeschickt wurde in das nächtliche Wogengebraus, um irrenden Schiffern als Pfadfinder zu dienen, ist uns durch den uralten, ewig jungen Homer geworden.

Wie wenn draussen im Meer der Glanz herleuchtet den Schiffern
Von aufloderndem Feuer, das hoch auf Bergen entflammt,
Brennt in einsamer Hürd'; indess mit Gewalt sie der Sturmwind
Durch fischwimmelnde Fluthen entfernt von den Freunden hinträgt,
So von Achilles' Schild auch leuchtet Glanz in den Aether.¹⁾

War es wirklich eine Seeleuchte, von der der blinde Sänger sein Bild entlehnte, so war sie doch so primitiver Art, dass ihr Nutzeffect höchstens ein zufälliger sein konnte; und wie lohnend ist es, diesem ersten Beispiele entgegenzuhalten, was der Mensch im Laufe der Jahrhunderte ersann, um den Fahrzeugen, welche die Schätze der Continente herüber und hinüber bringen, den Weg zum sicheren Port zu weisen.

Sind erst die Oceane durchmessen, dann glaubt der Unkundige sich und das Schiff, das ihn trägt, geborgen.

¹⁾ Ilias, XIX. G., V. 375.

Die wahre Gefahr beginnt aber erst mehr oder minder nahe der Küste mit ihren Klippen, mit ihren Untiefen.

Dieser Gefahr zu begegnen, sehen wir den Menscheng Geist in der historischen Zeit unablässig thätig.

Die berühmteste Hafenleuchte des Alterthums ist jene von Alexandria — eines der sieben Weltwunder. Strabo beschreibt uns dieselbe als einen mächtigen, achtstöckigen Marmorbau, der von Ptolemäus Lagi begonnen, von seinem Nachfolger Ptolemäus Philadelphus um 250 v. Ch. vollendet wurde.

Schlanke Säulen stützten die einzelnen, mit prachtvollen Gallerien umgebenen Etagen, und auf der Plattform brannte ein mächtiges Feuer, dessen Lichtintensität, nach den überschwänglichen Berichten der alten Fabulirer, selbst jene mächtiger Seeleuchten heutiger Zeit überragt haben würde.

Die Fundamente ruhten auf den Felsufern der Insel Pharos, deren Name in den romanischen Sprachen mit dem Begriffe „Leuchthurm“ identisch geworden ist.

Nach Suetonius diente die Leuchte von Alexandria als Muster für jene, welche Kaiser Claudius (41—54 n. Chr.) in Ostia, dem Seehafen Roms, erbauen liess.

Denis von Byzanz berichtet uns von einem ähnlichen Gebäude an der Mündung des Chrysorrhoeas im thracischen Bosphorus, und mit Entrüstung lesen wir von den Schandthaten der Uferbewohner, die an den gefährlichsten Punkten der Küste Leuchtfeuer errichteten, um die Seefahrer zu täuschen und dann an den armen Schiffbrüchigen schonungsloses Strandrecht zu üben.

Die weltbeherrschenden Römer, deren Strassenbau auch noch von der heutigen Technik angestaunt wird, haben uns zahlreiche Denkmale maritimer Bauthätigkeit hinterlassen. So finden sich an den Küsten Frankreichs und Englands ab und zu die Ruinen von Leuchtthürmen, und die alte Seewarte von Boulogne soll bis ins 17. Jahrhundert in Thätigkeit gewesen sein, — so sagen uns wenigstens die illustrierten Aufzeichnungen des Benedictinermönches Montfaucon. Auch an der gegenüberliegenden englischen Küste zeigt man bei Dover ähnliche Ruinen aus cäsarischer Zeit.

Die so kindliche Methode, Feuerzeichen durch die freie Verbrennung von Holz, Kohle oder Torf zu geben, finden wir noch in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts, und erst im Jahre 1781 begann man in Frankreich Oellampen mit Reflectoren anzuwenden.

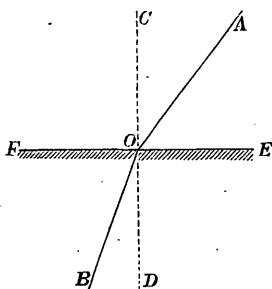
Einen bedeutenden Fortschritt bildete — um 1791 — die Einführung der Argand'schen Lampe mit doppeltem Luftzug — wir sehen dieselbe heute noch in den Rundbrennern unserer Tischlampen — auf dem Leuchthurm von Cordouan in der Mündung der Gironde.

Dreissig Jahre später brachte der berühmte französische Physiker Fresnel seine dioptrischen und katioptrischen Ringlinsen zur Anwendung, und wir wollen, um die Einrichtung derselben näher kennen zu lernen, einen kleinen Ausflug in das Gebiet der theoretischen Optik unternehmen.

Ein Lichtstrahl pflanzt sich geradlinig nur in einem vollständig homogenen Medium fort. Stösst der Strahl

aber auf eine in ihrer materiellen Beschaffenheit verschiedene Schicht, so bemerken wir eine Ablenkung von der ursprünglichen Fortpflanzungsrichtung; wir sagen, der Strahl wird gebrochen (Fig. 1). Der Lichtstrahl AO

Fig. 1.



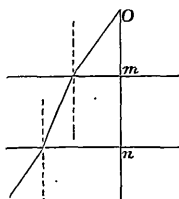
trifft im Punkte O die Oberfläche eines durchsichtigen Körpers und findet seine Fortsetzung in der Geraden OB . Errichten wir im Punkte O eine auf der ebenen Trennungsfläche EF senkrechte gerade Linie — das Einfallslot — so heisst der Winkel COA Einfalls-, der Winkel

DOB Brechungswinkel. In den von uns zu betrachtenden Beispielen fallen die Ebenen dieser beiden Winkel zusammen, und nur bei gewissen krystallinischen Körpern, z. B. beim Kalkspath, findet eine Ausnahme von dieser Regel statt.

Beim Uebergange des Lichtes von einem dünneren Medium in ein dichteres gleicher Art ist der Einfallswinkel grösser als der Brechungswinkel, und wir sagen, das Licht wurde zum Einfallslot gebrochen. Diese Voraussetzung ist z. B. in Fig. 1 gemacht worden. Die obere Schichte könnte Luft von gewöhnlicher Dichte, die untere comprimirt Luft sein; oder der Lichtstrahl AO (Fig. 1) entsteht in atmosphärischer Luft und wird an der ebenen Oberfläche eines Glas- oder Wasserkörpers gebrochen.

Tritt hingegen ein Lichtstrahl aus einem dichteren Medium in ein dünneres, so ist die Sache umgekehrt. Der Einfallswinkel ist dann kleiner als der Brechungswinkel und man nennt dies Brechung vom Einfallslot. So wird z. B. ein Lichtstrahl bei seinem Eintritte in eine planparallele Glasplatte zum Einfallslot, bei seinem Austritte vom Einfallslot gebrochen (Fig. 2).

Fig. 2.

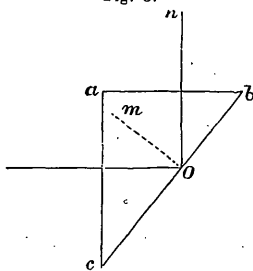


Nur in einem einzigen speciellen Falle findet gar keine Ablenkung des Lichtstrahles statt, nämlich dann, wenn er senkrecht auf die Trennungsfläche auffällt. So wird z. B. der Lichtstrahl om ungebrochen die Glasplatte passiren.

Nahe verwandt mit den Erscheinungen der Brechung sind jene der Totalreflexion.

Tritt ein Lichtstrahl durch die Ebene ab (Fig. 3) in ein Glasprisma ein, so ist eine Brechung an der Fläche bc nicht immer möglich. Ziehen wir wieder durch den Punkt o das Einfallslot om , so ergibt das Experiment, dass nur dann Licht durch die Fläche bc austritt, wenn der Einfallswinkel mon eine gewisse Grenze nicht überschreitet. Für Krystallglas, ist dieser Grenzwinkel bei-läufig 41 Grad. Alle Lichtstrahlen, die unter einem

Fig. 3.



grösseren Einfallswinkel von innen auf die Prismenfläche $b c$ fallen, werden nicht gebrochen, sondern gerade wie von einem ausserordentlich vollkommenen ebenen Spiegel reflectirt. Dies ist das Phänomen der Totalreflexion, deren interessante Anwendungen im Leuchtthurmwesen wir bald kennen lernen werden.

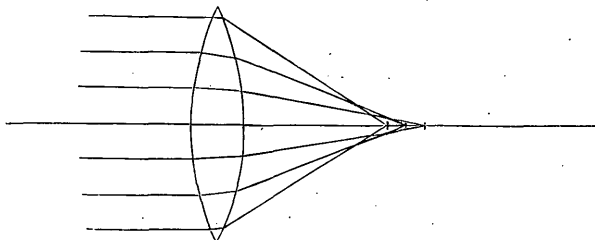
Gehen wir nun zur Betrachtung der optischen Linsen über (Fig. 4). Es sind homogene Glaskörper, die von zwei Kugelflächen begrenzt werden. Verbindet man die Krümmungsmittelpunkte dieser Kugelflächen durch eine gerade Linie, so erhält man die Achse der Linse. Fallen Lichtstrahlen parallel zu dieser Achse auf die Oberfläche der Linse, so werden sie nach den eben entwickelten Gesetzen gebrochen und vereinigen sich nahezu in einem Punkte der Linsenachse, dem Brennpunkte oder Focus.

Linsen dieser Art heissen Convex- oder Sammellinsen, zum Unterschiede von den Concav- oder Zerstreuungslinsen, deren die heutige Jugend leider nur zu häufig zur Paralysirung der Kurzsichtigkeit bedarf.

Fig. 4 zeigt den Gang der Lichtstrahlen durch eine Convexlinse, und wir sehen, dass sich die gebrochenen Strahlen thatsächlich nicht in einem Punkte vereinigen, sondern eine eigenthümliche Curve — die sogenannte kaustische Linie — umhüllen. Diese Erscheinung ist unter dem Namen der sphärischen Abweichung bekannt; es ist aber möglich, die letztere durch zweckmässige Wahl der Krümmungshalbmesser der Linsenoberfläche auf ein Minimum zu reduciren.

Eine in vielen Hinsichten ganz vorzügliche Specialität sind die sogenannten planconvexen Linsen, welche einerseits durch eine Ebene, andererseits von einer

Fig. 4.



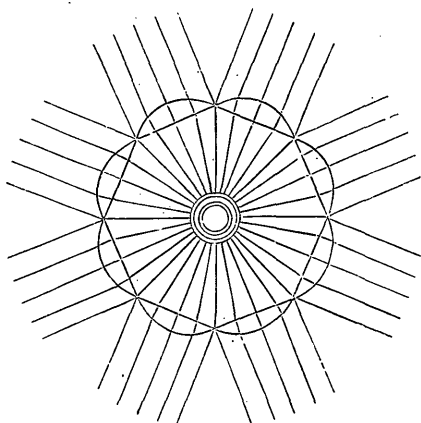
Kugelfläche begrenzt sind. Auf den Leuchtthürmen stehen fast ausschliesslich nur Linsen dieser Art in Verwendung, und ich werde nicht versäumen, die Vortheile derselben hervorzuheben.

Die Einrichtung der Seeleuchten der Jetztzeit, wie wir sie Fresnel verdanken, ist in Kurzem folgende: Eine Lampe mit entsprechend grosser Leuchtkraft, z. B. ein Argandbrenner mit mehreren concentrischen Dochten, ist von einem prismatischen Gehäuse umgeben, in dessen Seitenflächen grosse Sammellinsen eingefügt sind. Die Brennpunkte dieser Linsen müssen mit dem Centrum der Lichtquelle zusammenfallen. Fig. 5 zeigt den idealen Querschnitt einer solchen Lampe mit achteckigem Gehäuse.

Die von der Lichtquelle nach allen Seiten gleichmässig sich ausbreitenden Strahlen werden in acht horizontale Parallelstrahlenbündel verwandelt und so der

beleuchtete Raum zwar verkleinert, die Lichtintensität des erhellten Theiles hingegen ganz ausserordentlich gesteigert. Ueberdies ist die ganze Linsencombination um eine verticale Achse drehbar und wird durch ein Uhrwerk während der Beleuchtungszeit in continuirlicher Rotation erhalten. Kommt der Secfahrer in den Bereich eines solchen Leuchtfeuers, so sieht er dasselbe ab und

Fig. 5.



zu aufblitzen und verschwinden, je nachdem ein Lichtstrahlenbündel oder ein Schattenraum vorbeizieht.

Die Zeit zwischen den einzelnen Lichtblitzen dient zur Individualisirung der Seeleuchten. Die langsam rotirenden Laternen entsenden ihre Blitze mit Intervallen von vier zu vier Minuten. Hingegen giebt es auch Leuchten, bei denen diese Zeit bis auf wenige Secunden herabsinkt. Die im Leuchtthurmwesen bahnbrechenden

Franzosen gebrauchen für so rasch blitzende Lampen die Ausdrücke *feu scintillant* und *feu clignotant*, das heisst: funkelndes oder blinzendes Feuer.

Jeder Schiffscapitän besitzt nun ein genaues Verzeichniss aller an der von ihm zu befahrenden Küste vorhandenen Lichtsignale und kann in zweifelhaften Fällen aus der Art derselben auf die Lage schliessen, in welcher sich sein Fahrzeug befindet.

Bei der grossen Zahl von Leuchttürmen, die heute die Küsten der Continente umsäumen, ist eine ausserordentliche Mannigfaltigkeit der Signaltypen unumgänglich nothwendig.

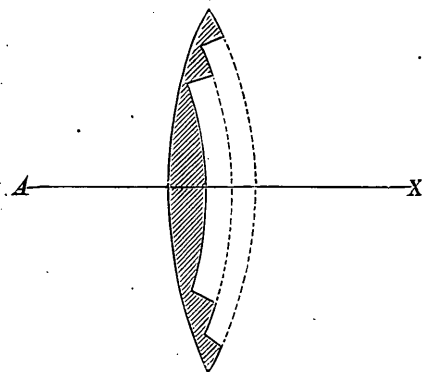
So unterscheidet man die Blitzlichter an der verschiedenen Grösse des Zeitintervalls zwischen je zwei Blitzen. Einen anderen Typus erhalten wir durch Nebeneinanderstellung zweier Leuchttürme; es ist das Doppellicht. Auch farbiges Licht wird vielfach verwendet, und zwar fast ausschliesslich rothes und grünes:

Den kostbarsten Bestandtheil einer Seeleuchte bilden unbedingt die grossen Linsen und Prismenreflectoren¹⁾. Schon Buffon dachte an die Herstellung mächtiger Linsen und schlug vor, ihr Gewicht und ihre Dicke durch treppenförmige Gestaltung der einen Oberfläche zu vermindern, wie dies Fig. 6 zeigt.

1) Swoboda, Oberrealschuldirektor. Berechnung und Construction der bei Seeleuchten in Anwendung kommenden Prismenreflectoren.

Wir finden hier in der Mitte den centralen Theil einer gewöhnlichen Linse, der von mehreren Ringen umgeben ist.

Fig. 6.



Letztere sind Bestandtheile von Linsen gleicher Brennweite, aber grösserer Dicke.

Brewster construirte ähnliche Linsen, die aber aus einzelnen zusammengefügtten Ringen bestanden. Diese Ringe, sowie der centrale Theil, waren wieder aus mehreren Stücken gebildet, die einzeln gegossen und geschliffen wurden. Man erzielte dadurch einerseits einen geringeren Preis, andererseits war es möglich, die verschiedenen Ringe derart zu dimensioniren, dass die sphärische Abweichung fast vollständig vermieden wurde. Wie früher bemerkt, vereinigen sich die Randstrahlen in einem Punkte, der näher an der Linse liegt als der Vereinigungspunkt der Centralstrahlen (Fig. 4). Benützt

man aber den Rand einer Linse gar nicht und ersetzt ihn durch einen Ring, der einer Linse mit etwas grösseren Krümmungshalbmessern angehört, so gelingt es leicht, die Centralstrahlen mit jenen vom Rande in einem Punkte zu vereinigen. Umgekehrt werden dann auch alle vom Focus — Brennpunkt — eines solchen Linsensystems ausgehenden Lichtstrahlen in ein zur Linsenachse paralleles Bündel verwandelt.

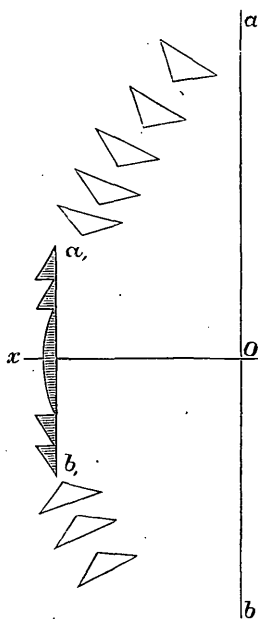
Bei der geringen Dicke der abgestuften Linse muss deren Gewicht viel kleiner ausfallen als das einer gewöhnlichen Linse von gleichem Durchmesser und eben so grosser Brennweite. Ausserdem ist die Dicke der vom Lichte zu durchdringenden Glasmasse vermindert, was mit einer nicht unbedeutenden Lichtersparniss verbunden ist, da eine Glasschicht umsomehr Licht absorbirt, je dicker sie ist.

Ohne von Brewsters Arbeiten Kenntniss zu haben, befasste sich auch Fresnel mit Studien über die zonenweise geschliffenen Ringlinsen und empfahl dieselben im Jahre 1819 der französischen Seeleuchtencommission als Ersatz für die Reflectoren. Um die Zusammenstellung der einzelnen Bestandtheile zu erleichtern, wählte Fresnel die planconvexe Form. Der schraffierte Theil *a*, *b*, der Fig. 7 zeigt uns eine solche Linse im Querschnitt.

Durch die Anwendung der planconvexen Linse wurde eine bedeutende Vereinfachung der Montirungsarbeiten erzielt, da es bei dieser Anordnung genügt, die einzelnen Bestandtheile der Linse auf einer ebenen Unterlage auszubreiten und zu fixiren.

Jedoch die Glasfabrikation und Linsenschleiferei damaliger Zeit standen im Vergleiche mit der heutigen Technik noch auf sehr niedriger Stufe. Man konnte nur kleine Glasstücke rein, ohne Blasen und Schlieren erhalten und die sphärische

Fig. 7.



Oberfläche musste aus freier Hand durch Abschleifen des Glases in einer Kugelschale erzeugt werden.

Mit der Anfertigung einer Probelinse wurde der Optiker Soleil betraut. Die erste Linse, die aus Soleils Etablissement hervorging, bestand bei einem Durchmesser von nur 35Cm. aus 33Stücken, die mit ihren planen Seitenflächen auf eine Spiegelplatte aufgekittet wurden. Die einzelnen Ringe waren aber nicht kreisrund, sondern poly-

gonal aus kleinen prismenähnlichen Stücken mit einer angeschliffenen Kugelfläche zusammengefügt.

Die befriedigenden Resultate, welche man mit diesem Brennglase erzielte, liessen eine Ausführung in grösserem Masstabe wünschenswerth erscheinen, und

Soleil erhielt den Auftrag, acht Linsen mit quadratischer Begrenzung von 76 Cm. Seitenlänge zu verfertigen. Man beabsichtigte mit denselben eine achtstrahlige Lampe auf dem Thurme von Cordouan zu armiren. Jede Linse war aus 100 Stücken zusammengekittet, die sich aber nur an den Rändern berührten, ohne einer gemeinsamen stützenden Spiegelplatte zu bedürfen.

Am 13. April 1821 stellte Fresnel mit einer dieser Linsen öffentlich Versuche an.

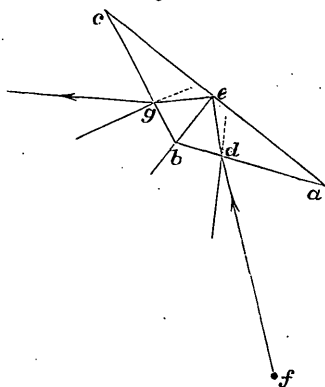
Auf der Plattform der Pariser Sternwarte brannten drei Lampen von gleicher Leuchtkraft. Zwei derselben waren mit Hohlspiegeln, die dritte mit einer Ringlinse armirt, und die Beobachter befanden sich auf dem Mont Martre, um die Lichteffecte mit einander zu vergleichen. Die Versuche ergaben ein für die Fresnel'sche Linse ausserordentlich günstiges Resultat, indem die mit derselben erzielte Lichtintensität — fast genau der von Fresnel durch Rechnung ermittelten entsprechend — jene der Reflectorlampen um ein Bedeutendes übertraf. Bald gelang es auch, die Anzahl der Bestandtheile einer Linse zu reduciren und ganze Ringe in einem Stück zu giessen und zu schleifen.

Mit Hilfe der Ringlinsen ist es möglich, einen Lichtkegel von beiläufig 80 Grad Oeffnungsweite in ein Parallelstrahlenbündel zu verwandeln und über den Horizont hinzuwerfen. Indess werden hiedurch immerhin nur drei Fünftel der von der Lampe ausgesendeten Strahlen nutzbar gemacht, während die übrigen für die eigentliche Meeresbeleuchtung verloren gehen.

Ein Theil erhellt die nächste Umgebung des Leuchthurmes, während der andere gegen den Himmel ausstrahlt. Um auch diese Lichtstrahlen einzufangen, bediente sich Fresnel zuerst vieler kleiner Planspiegel in jalousieenartiger Anordnung, ersetzte sie aber bald durch die sogenannten katadioptrischen Ringe. Es sind dies gekrümmte dreiseitige Prismen, Rotationskörper, deren Achse mit jener der Ringlinse zusammenfällt. Bei ihnen tritt an die Stelle der gewöhnlichen Reflexion des Lichtes die Totalreflexion.

Fig. 7 zeigt den Schnitt durch eine aus dioptrischen und katadioptrischen Elementen combinirte Ringlinse, und in Fig. 8 sehen wir den Schnitt eines

Fig. 8.



katadioptrischen

Ringes im grösseren Massstabe. Ein von der Lichtquelle f ausgehender Strahl trifft die Fläche ab des Prismas im Punkte d , wird dann zum Einfallslot gebrochen und stösst im Punkte e auf die nächste Pris-

menfläche. Hier ist der Einfallswinkel grösser als jener Grenzwinkel, bei welchem gerade noch ein Austreten des Strahles möglich ist, und es erfolgt Totalreflexion. Der Strahl setzt nun seinen Weg im Innern des Prismas

bis zum Punkte g fort, wird dann vom Einfallslloth gebrochen und tritt in horizontaler Richtung aus.

Mit Hilfe dieser Prismen gelingt es, fast alle Strahlen in die gewünschte Richtung zu werfen, und die Lichtintensität eines so erzeugten Blitzes übertrifft jene der unbewaffneten Flamme um mehr als das Hundertfache.

Ausser den Lampen mit intermittirendem Lichte gebraucht man auch vielfach solche mit constanter Lichtintensität — die sogenannten fixen Feuer — *feu fix*.

Dieselben erfordern die Verwendung ganz eigenthümlicher Linsen, die mit den Cylinderlinsen verwandt sind. Eine Cylinderlinse ist ein homogener Glaskörper, der entweder von zwei Cylinderflächen oder von einer Ebene und einem Cylindermantel begrenzt wird. Die letztere Form bildet ein Analogon zur planconvexen Linse.

Könnte man eine Cylinderlinse wie weiches Wachs kreisförmig biegen, ohne dabei ihren Querschnitt zu verändern, so erhielten wir ein Element der Beleuchtungslinsen für fixes Licht. Man kann sehr breite Cylinderlinsen ganz nach den nämlichen Grundsätzen verfertigen, die wir bei den Ringlinsen kennen gelernt haben. Man setzt sie nämlich aus dioptrischen und katadioptrischen Elementen zusammen. Der Querschnitt bleibt der nämliche wie bei Fig. 7 Seite 14. Lässt man diesen Querschnitt um eine verticale Achse $a b$ (Fig. 7) rotiren, so erhält man einen Rotationskörper, der, in Glas ausgeführt, als Linse für Leuchtthürme mit fixem Lichte dient.

In einem solchen Linsensysteme werden die Lichtstrahlen nicht in Parallelstrahlenbüschel verwandelt,

sondern die nach allen Richtungen des Raumes ausgehenden Strahlen werden gezwungen, einen Kegelmantel zu bilden, der die Meeresoberfläche tangirt.

Bekanntlich ist der Meeresspiegel nicht eben. Er bildet eine mächtige abgeplattete Sphäre — ein Rotationsellipsoid, dessen Durchmesser von Pol zu Pol gemessen nahezu um $\frac{1}{300}$ kleiner ist als der Durchmesser des Aequators. Bei der bedeutenden Länge des Erdhalbmessers — sie beträgt in runder Zahl 6367 Kilometer — ist es jedoch begreiflich, dass man die Krümmung eines kleinen Flüssigkeitsspiegels absolut nicht zu bemerken im Stande ist; doch ist die Erdkrümmung gross genug, um schon auf wenige Meilen von der Küste sich zu einem Hindernisse aufzuthürmen, welches dem Schiffer die Wahrnehmung der Seeleuchte unmöglich macht, sofern nicht das warnende Licht hoch in die Lüfte erhoben wird.

Fig. 9.

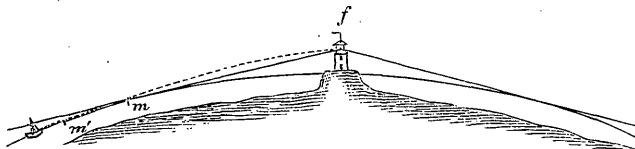


Fig. 9 zeigt eine Seeleuchte auf einer Felseninsel im offenem Meere — nehmen wir an, es sei der Thurm auf der dalmatinischen Insel Pelagosa. ¹⁾ Von den Lichtstrahlen, die das Leuchtfeuer aussendet, betrachten wir jene, die gerade den Meeresspiegel berühren. Sie sind es, die dem Schiffer auf die grösste Entfernung ent-

¹⁾ Vergl. die beigelegte Karte.

gegenkommen. Würden wir die Lichtquelle noch höher setzen, so rücte auch der Tangirungspunkt m der Lichtstrahlen auf der Meeresoberfläche hinaus, somit hängt die *porté géographique*, so sagen die Franzosen, oder die geodätische Sehweite, wie ich übersetzen würde, nur von der Höhe der Lampe über dem Meeresspiegel ab, und es lässt sich zwischen dieser Höhe und der Entfernung, in welcher die Lichtstrahlen den Meeresspiegel tangiren, mit Hilfe geometrischer Betrachtungen eine sehr einfache Näherungsformel ableiten. Dieselbe lautet:

$$s = 2 \cdot 1 \sqrt{h}$$

s ist die geodätische Sehweite in Seemeilen, deren vier auf eine geographische Meile gehen,¹⁾ und h die Seehöhe des Linsensystems in Metern. Da ich nicht voraussetzen kann, dass alle Mitglieder meines verehrten Auditoriums mit der Zeichensprache der Algebra vertraut sind, werde ich es versuchen, an einigen Beispielen die Bedeutung dieser Formel zu erläutern. Eine Seeleuchte, die sich nur 1 M. über das Niveau des Meeres erhebt, würde auf eine Distanz von 2·1 Seemeilen vom Meeresspiegel aus sichtbar sein. Um die Sehweite zu verdoppeln müsste man aber die Höhe vervierfachen, und für eine dreimal so grosse Sehweite brauchte man schon die neunfache Höhe. Im Allgemeinen ist also die geodätische Tragweite dem Quadrate der Seehöhe der Leuchte direct proportional.

1) 1 Seemeile = 1852·0103 Meter. 1 Grad = 60 Seemeilen.

Auf Pelagosa liegt der Focus des Linsensystems 109·5 M. über dem Meeresspiegel, was einer Tragweite von 26 Seemeilen entspricht. Eine andere, von der Firma Kraft auf der Felseninsel Cazza in 94 M. Höhe aufgestellte Lampe leuchtet bis auf 24 Seemeilen.¹⁾ Der Phanal von Lissa, dessen Strahlengloriole gewiss nicht so ephemer sein wird als jene der Sonne von Austerlitz, leuchtet aus einer Höhe von 30·2 M. auf 17 Seemeilen, das sind in runder Zahl 4 geographische Meilen. Uebrigens ist die geodätische Sehweite, die Entfernung des Tangirungspunktes m vom Thurme noch nicht die grösste Distanz, aus welcher eine Leuchte gesehen werden kann. Wir müssen nämlich vom Beobachter voraussetzen, dass sich sein Auge nicht im Meeresspiegel, sondern in einer oft ziemlich bedeutenden Höhe über demselben befindet. So wird der Ausluger im Mastkorbe eines Hochbordschiffes, den wir uns in einer Höhe von 20 M. über dem Meere denken, schon aus einer um 7 Seemeilen grösseren Distanz die Seeleuchte erblicken, als die Insassen eines niederen Kahnes. Eine weitere Vergrösserung der Sehweite danken wir der sogenannten terrestrischen Refraction.

Man ist gewohnt, die Fortpflanzung des Lichtes in der Luft unbedingt für geradlinig zu halten. Dies ist aber, wie schon früher erwähnt, nur dann streng richtig, wenn die Lichtstrahlen ein vollkommen homogenes Mittel durchdringen.

¹⁾ Vergl. auch Seite 27 und 28. Fig. 10 und die Küstenkarte.

Die Atmosphäre ist aber keineswegs überall von gleicher Beschaffenheit. Je höher wir steigen, desto dünner wird die Luft, und ein empfindliches Barometer zeigt dies schon beim Uebertragen aus einem Stockwerk in das nächst höhere deutlich an. Passirt nun ein Lichtstrahl die Atmosphäre in einer gegen die Horizontale geneigten Richtung, so durchdringt er der Reihe nach Luftschichten verschiedener Dichte und wird jedesmal beim Uebergang von einer dünneren Luftschicht in eine dichtere zum Einfallslöth gebrochen.

So erklärt es sich, dass die von einem Leuchtfeuer auf die Meeresoberfläche gesendeten Lichtstrahlen nicht gerade Linien, sondern flache Bogen sind, die ihre hohle Seite nach abwärts kehren — eine Thatsache, die unter dem Namen der „terrestrischen Refraction“ bekannt ist. Wir müssen demnach in Fig. 9 noch eine kleine Correctur anbringen und die Linie $f m$ nicht gerade, sondern nach obengekrümmt darstellen (siehe die punktirte Linie), wodurch der Punkt m noch eine grössere Entfernung vom Fusse der Seeleuchte gewinnt (m'). Die geodätische Tragweite giebt uns ein Maass für die nöthige Lichtintensität der Lampe. Die Leuchtkraft muss derart bemessen sein, dass die Lichtstrahlen gerade noch mit der nöthigen Schärfe den Horizontkreis im Meere beleuchten. Ist die Intensität grösser, so geht Licht unnütz verloren; ist sie kleiner, so würde die Lampe nur für einen niedrigeren Thurm passen; demnach wären die Kosten für einen Theil des Thurmbaues vergeudet. Eine vernünftige Oekonomie erfordert also immer eine

genaue Vergleichung der geodätischen und optischen Tragweite.

Es würde nicht schwer sein, diesen Anforderungen nachzukommen, wenn die Luft fortwährend denselben Grad von Durchsichtigkeit beibehielte. Das ist aber keineswegs der Fall. Bald klar und durchsichtig, bald von dichten Nebeln erfüllt, ist die Atmosphäre über dem Meeresspiegel eines von den vielen Elementen, die durch die Unberechenbarkeit ihrer Veränderungen der Schifffahrt die schwersten Hindernisse bereiten. Meist sind die Lampen auf Leuchtthürmen nur für eine ganz bestimmte Lichtstärke construiert. Es sind Rundbrenner mit einem oder mehreren concentrischen Dochten.

Die Lampen 1., 2., 3., 4., 5. Ordnung sind mit

5 4 3 2 1

concentrischen Dochten ausgerüstet.

Zur Messung der Lichtstärke dient als Einheit in Frankreich der Carcelbrenner (*bec de Carcel*). Es ist dies eine Lampe mit cylindrischem Dochte von 30 Mm. Durchmesser, welche bei einer Flammenhöhe von 40 Mm. 42 Gramm Rüböl pro Stunde verbraucht. ¹⁾ In Deutschland nimmt man als Lichteinheit die 50 Mm. hohe Flamme einer Paraffinkerze von 20 Mm. Durchmesser (Normalkerze). Binnen Kurzem wird auch die elektrische Meeresbeleuchtung eine hervorragende Rolle spielen und Frankreich gebührt das Verdienst, auch in dieser Hinsicht bahnbrechend den übrigen Staaten des Conti-

¹⁾ 1 bec de Carcel = 7.6 Normal-Kerzenflammen.

nents vorausgecilt zu sein. Schon lange beschäftigt man sich daselbst mit Studien über elektrische Küstenbeleuchtung — und mit bestem Erfolg.

Seit dem Jahre 1865 sind auf dem Cap de la Hève, nächst dem Havre, zwei elektrische Seeleuchten im Gebrauch, deren Function bis heute keine Störung erlitten hat. Diese Thürme waren früher mit Oel beleuchtet, wobei man sich mit einer Lichtintensität von 630 bec de Carcel begnügte. Heute aber bringt man die Leuchtkraft mit Hilfe des elektrischen Lichtes auf 5000 Carcelbrenner. Für ein Auge, das sich in der Entfernung von beiläufig 80 Cm. einem so mächtigen elektrischen Lichte gegenüber befindet, ist der Eindruck desselben ebenso unerträglich als directes Sonnenlicht.

Von grosser Wichtigkeit ist auch die eigenthümlich weisse Farbe des elektrischen Lichtes, die kaum eine Verwechslung mit anderem Lichte, z. B. jenem grosser Schadenfeuer zulässt.

Aus grösserer Entfernung sieht man die beiden Seeleuchten von Havre gleich zwei mächtigen Sternen über dem Meereshorizont emporsteigen — einem neugeschaffenen Sternbilde ähnlich, mit dessen Glanz sich keines der Uebrigen zu messen vermag. Als ich sie selbst in einer Nacht des letzten Sommers erblickte, da musste ich denken, dass diese Dioskuren heute zur Wahrheit machen, was Griechen und Römer vor zwei Jahrtausenden ahnungsvoll glaubten:

„Denn jedes Schiff zieht glücklich
 Durch Sturm und Graus dahin,
 Dem ob den Segeln leuchtend
 Das Zwillingspaar erschien“. 1)

Ausser den beiden Thürmen von Havre finden wir noch einen dritten am Cap Gris-Nez, zwischen Calais und Boulogne. Auch der berühmte Thurm von Cordouan und jener auf der Insel Planier, 8 Seemeilen südwestlich von Marseille, werden sich bald des elektrischen Lichtes erfreuen.²⁾ Das sind übrigens nur kleine Anfänge. Der General-Inspector der französischen Seeleuchten, Allard, hat kürzlich ein Programm ausgearbeitet, demgemäss an den Küsten Frankreichs im Ganzen 46 Leuchthürme mit elektrischen Lampen auszurüsten sind. Dieselben bilden gewissermassen die Ecken eines grossen Polygons, das die ganze Seeküste umfasst.

England bringt die Anzahl seiner Seeleuchten mit elektrischem Lichte in der nächsten Zeit auf volle sechzig.

Für die Erhellung des österreichischen Küstenstriches wurde schon im Jahre 1875 ein Project ausgearbeitet, das heute zum grössten Theil ausgeführt ist. Leider musste aus Sparsamkeitsrücksichten von der Verwendung des elektrischen Lichtes Umgang genommen werden. Die am Schlusse dieses Schriftchens eingefügte

1) Macaulay, Lays of ancient Rome. Deutsch von Wilhelm Norden.

2) Seit 30. November 1881 ist auf dem Leuchthurme der Insel Planier elektrisches Licht im Gebrauche.

Karte der österreichischen Küste zeigt uns 17 Kreise, die die äusserste Sichtbarkeitsgrenze für die betreffenden, im Mittelpunkte dieser Kreise befindlichen Seeleuchten angeben. Die Gesamtzahl aller österreichischen Leuchten beträgt aber heute schon 167, und es konnten in diese Karte nur die grössten und möglichst weit vom Lande entfernten Leuchten aufgenommen werden.

Soll eine Küste vollkommen gesichert sein, so müssen sich alle diese Kreise noch auf der Meeresoberfläche schneiden oder wenigstens berühren, so dass sich ein Schiff der Küste niemals nähern kann, ohne mindestens in einen dieser beleuchteten Kreise einzutreten, eine Bedingung, der hier vollkommen entsprechen ist.

Bis jetzt haben wir die einfachen und doppelten fixen Lichter, die Blitzlampen und die farbigen Lichter kennen gelernt. Ein neues Signal erhalten wir aus der Combination des fixen Lichtes mit weissen und gefärbten Blitzen.

Sie sehen hier ein Linsensystem für Fixlicht, das mir von dem Erzeuger, Herrn Kraft, in liebenswürdigster Weise zur Verfügung gestellt wurde, und es freut mich umso mehr, Ihnen diesen Apparat vorführen zu können, als er für Oesterreich eine kleine volkswirtschaftliche Errungenschaft bedeutet. Bis zum Jahre 1875 waren nämlich die Franzosen die einzigen Erzeuger von Seeleuchten auf dem ganzen europäischen Continente. Auf Anregung der k. k. Seebehörde hat nun die Firma „Kraft & Sohn“ die Erzeugung von Seeleuchten

übernommen und hiedurch auch der österreichischen Glasindustrie ein neues Absatzgebiet eröffnet.

Ich werde die Lampe anzünden und Sie sehen an der Wand einen ziemlich breiten Lichtstreif erscheinen.

Verfolgen Sie nun den Effect, wenn ich vor das Linsensystem eine verticale Cylinderlinse halte. Sie sehen, dass der Lichtstreif an der Wand an zwei Stellen verschwindet. Zwischen diesen verfinsterten Räumen sehen wir aber eine besonders kräftig beleuchtete Stelle. Die Cylinderlinse hat uns die fächerförmig in einer Horizontalebene ausgebreiteten Lichtstrahlen gesammelt und auf eine kleine Fläche concentrirt. Wir haben somit auch hier ein Blitzlicht, nur mit dem Unterschiede, dass wir dasselbe mittels zweier Systeme von Cylinderlinsen erzeugt haben, während wir früher nur eine einzige Linse in Anwendung brachten. Bewegen wir nun die Cylinderlinse, so verändert das Blitzlicht ebenfalls seine Lage und ein Beobachter wird aus grösserer Entfernung zuerst das fixe Licht, sodann eine Verfinsterung, dann einen Blitz und nach nochmaliger Verfinsterung wieder das fixe Licht wahrnehmen.

Wollte man z. B. ein Fixlicht in Intervallen von 20 Secunden durch Blitze unterbrechen, so bedürfte man hiezu ein rotirendes Gestell mit drei Cylinderlinsen in gleichen Winkelabständen von je 120 Graden, das eine einmalige Umdrehung in einer Minute vollführt.

Die gebräuchlichen rothen und grünen Blitze werden durch gefärbte Cylinderlinsen erzeugt. Stellen wir endlich mehrere verticale Cylinderlinsen dicht neben ein-

ander auf, so verschwindet das Fixlicht vollständig und wir erhalten ausschliesslich Blitzlichter.

Derartige Leuchten konnte man in der diesjährigen Elektrizitätsausstellung zu Paris functioniren sehen. So befand sich z. B. im Mittelpunkte des Ausstellungspalastes ein Leuchtthurm mit elektrischem Lichte, der in gleichen Perioden je drei weisse und einen rothen Blitz aussendete.

Für die elektrische Küstenbeleuchtung Frankreichs sind nebst diesem Typus noch mehrere andere raschblitzende Signalformen in Aussicht genommen.

Man kann sie in zwei Gruppen eintheilen: 1. Leuchten mit ausschliesslich weissem Blitzlichte und 2. solche, bei denen die Signale aus rothen und weissen Blitzen zusammengesetzt sind.

Durch die Anwendung von zweierlei Farben und verschiedenen Zeitintervallen ist es möglich, die Zahl der von einander streng unterschiedenen Signaltypen ins Unbegrenzte zu vermehren, gerade so wie es dem genialen Morse gelungen ist, aus Punkten und Strichen ein ganzes Alphabet zu construiren.

Macht man die Cylinderlinsen nicht so hoch als das ganze Fixlicht-Linsensystem, so werden nicht alle von demselben ausgehenden Lichtstrahlen in Parallelstrahlenbündel gesammelt, und der Beobachter am Meere sieht dann ein Blitzlicht, das nie vollkommen verlöscht und dessen Lichtintensität nur periodisch veränderlich ist. Eine derartige Einrichtung besitzt die Seeleuchte auf der dalmatinischen Insel Cazza (Fig. 10).

Das Fixlicht-Linsensystem *b a e* ist von vielen verticalen Cylinderlinsen *a b* umgeben, die in einem gemeinsamen Gestell eingefügt sind. Letzteres ist auf sechs Rollen (*c*) drehbar, und wird durch ein Uhrwerk *d* in Rotation versetzt.

Sehr nahe verwandt mit den eben beschriebenen Apparaten, sind die neuerfundene Fluthanzeiger, die schon gewissermassen den Uebergang zur optischen Telegraphie bilden.

Sie sind bestimmt, den in der Nähe eines Hafens befindlichen Schiffen die Höhe des Meeresspiegels über dem Grunde des Hafens anzuzeigen.

Viele Hafenanlagen bestehen nämlich aus einem Vorhafen, dessen Niveau mit jenem des offenen Meeres steigt und sinkt, und mehreren durch Schleusenthore abgesperrten Bassins. Erreicht das Meer seinen niedrigsten Stand, so wird oft der Vorhafen so seicht, dass ein Einlaufen unmöglich ist. Steigt das Meer, so hebt sich auch der Wasserspiegel im Hafen und die unterschiedlichen Höhen desselben werden durch sogenannte Fluthsignale den aussen harrenden Fahrzeugen mitgetheilt. Diese Signale werden bei Tag in der Regel durch das Aufziehen von Körben an hohen Masten gegeben. Bei Nacht hat man oft auf eine Fluthsignalisirung ganz verzichtet, oder diese Körbe durch Laternen ersetzt; heute aber erreicht man diesen Zweck viel sicherer durch die Anwendung drehbarer Linsensysteme. Man umgiebt ein Fixlicht, wie Sie es hier sehen, mit einem drehbaren Gestelle, das drei grüne und mehrere rothe Linsen trägt.

Diese Linsen müssen an Charnieren befestigt sein und lassen sich wie Thüren auf- und zuklappen. Die Drehung geschieht hiebei um eine verticale Achse. Beträgt die Fluthhöhe nicht mehr als 2 M., so sind alle Linsen aufgeklappt und wenden ihre schmale Seite der Lichtquelle zu.

Die letztere wird beim Passiren einer aufgeklappten Linse nur auf sehr kurze Zeit verdeckt und bildet für den Beobachter zur See ein einfaches Fixlicht. Für jeden Viertelmeter Erhebung wird nun eine grüne, für jeden ganzen Meter eine rothe Linse zugeklappt, so dass z. B. bei einer Steighöhe von $1\frac{3}{4}$ M. über das ursprüngliche Niveau eine rothe und drei grüne Blitze die Continuität des Fixlichtes unterbrechen.

Zum Schutze gegen schädliche Witterungseinflüsse umgibt man die kostbaren Beleuchtungslinsen mit einem Glasgehäuse — gross genug, dass darin auch der Leuchthurmwart die Instandhaltung der Lampe besorgen kann.

Manch kindlich Gemüth mag vielleicht den Hüter des Leuchthurmes beneiden um die Freude, tagtäglich wieder den Anblick des Meeres zu geniessen, das ja — wie selbst alte, am Strande ergraute Fischer sagen — immer schön ist. Doch schon ein dauernder Aufenthalt von wenigen Wochen würde den enthusiastischen Bewunderer des Meeres mit den Entbehrungen und Trübsalen bekannt machen, die unsere braven Seeleuchtenwarte jahraus jahrein zu ertragen haben.

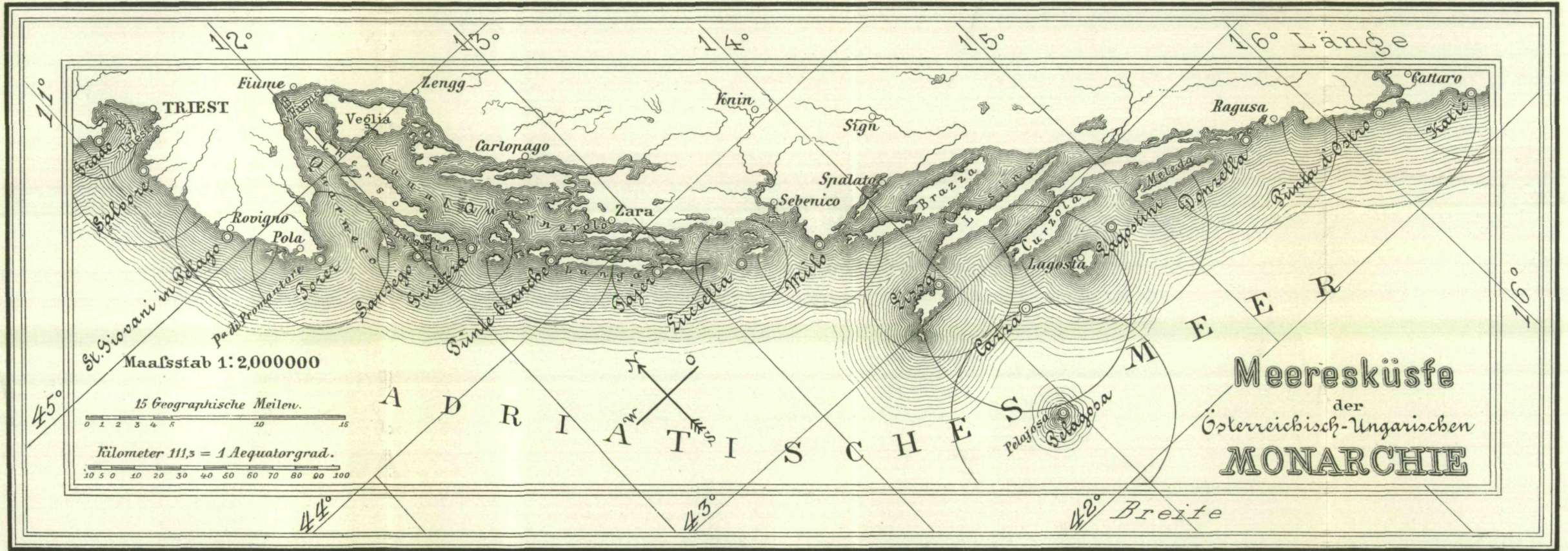
Es sind Einsiedler ganz eigenthümlicher Art, deren Leben sich oft weit beschaulicher gestaltet als dasjenige

eines Eremiten in seiner Klause. Allerdings entfaltet sich das grossartigste Naturschauspiel immer wieder vor ihren Blicken, aber wie einfach ist es doch gegen das frische Leben der Natur im Walde! Ein Trost nur bleibt dem Wächter auf der sturmumsausten Höhe: eine treue Gefährtin, die die Arbeit mit ihm theilt und im Nachwachen mit ihm abwechselt.

Oft ist der Seeleuchtenwart, wenn Unwetter herrscht, monatelang völlig abgeschlossen von jedem Verkehr mit der übrigen Welt. Er muss sich für ein Vierteljahr im Vorhinein verpflegen, und es ist vorgekommen, dass der isolirte Thurm sich keinerlei Hilfe vom Festlande erbitten konnte, obschon Todesfälle oder gar eine Vermehrung der kleinen Familie solche dringend geheischt hätten. Gleichgiltig muss dieser Wächter auf hoher Zinne die Lichtlein der den Hafen suchenden Schiffe unter sich ziehen sehen, gleichgiltig muss ihn die einzige Erscheinung des Lebens lassen, die ihm, dem Abgeschiedenen, da oben in stiller Nacht wird, wenn Schaaren von kleinen Wandervögeln, von dem trügerischen Lichte angezogen, oft zu Tausenden in wenigen Stunden, die Köpfchen an dem festen Gehäuse zerschellen. Das elektrische Licht wird die Anziehungskraft der Seeleuchten auf diese armen Thiere nur erhöhen — dem Menschen aber und seinen Zwecken bringt es eine früher ungeahnte Förderung auch auf diesem Gebiete.

Ist mit der Anwendung der Elektrizität nun auch schon der letzte Schritt gethan in der Unterstützung, welche das Festland dem Wager auf dem Meere bringen

kann? Gewiss nicht. Und Sie, meine verehrten Zuhörer, werden mir beistimmen, wenn ich sage, dass auch in dieser Richtung ein Stillstand unmöglich ist, dass auch für das Signalwesen von der Küste hinaus in die hohe See der immer rege menschliche Geist stets neue Kreise ziehen werde.



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: 1882

Band/Volume: [22](#)

Autor(en)/Author(s): Jüllig Max

Artikel/Article: [Die Seeleuchten. 1-31](#)