

E. Schiffahrtsbehelfe.

I. Schiffahrtsbehelfe an Bord.

Die nautischen Instrumente dienen zur Bestimmung des Schiffsweges und Schiffsortes auf See, ferner der Wassertiefen, der Strömung und Witterung. Am wichtigsten ist der *Kompaß* zur Bestimmung des Schiffskurses. Die Kompaßrose, die eine oder mehrere Magnetnadeln trägt, schwebt auf einer Pinne des Kompaßkessels, der in kardanischer Aufhängung auf einer Säule gelagert ist. Ruhige und genaue Einstellung der Rose ist wichtig bei den Schifferschütterungen im Seegang; deshalb bevorzugt man *Schwimmkompass*, bei denen die Rose im Kessel schwimmt und nur ganz geringen Druck auf die Pinne übt, oder man benutzt Trockenkompass mit ganz leichten Seidenfädenrosen. Zur Bestimmung des Schiffsortes nach Landpeilungen tragen die Brückenkompasse Peilvorrichtungen mit drehbarem Doppelvisier. Beim *Kreiselkompaß* ersetzt ein Gyroskop (schnell rotierender Kreisel) die Magnetnadel. Die Schiffsgeschwindigkeit wird mit dem gewöhnlichen *Log* oder dem *Patentlog* gemessen; letzteres (Fig. 1201) schleppt eine kleine Propellerschraube im Wasser nach, deren Umdrehungen auf ein Zählwerk übertragen werden. Zur astronomischen Ortsbestimmung auf See dient der *Sextant*, ein Winkelmesser mit einem festen und einem drehbaren Spiegel; beim Kreiselsextanten wird die unsichtbare *Kimm* (d. h. der Horizont) durch ein Gyroskop ersetzt. Die geographische Länge auf See wird durch Vergleich der beobachteten Ortszeit mit einem *Chronometer* gefunden, einer sehr fein gearbeiteten Schiffsuhr, die die Zeit des Nullmeridians zeigt. Die

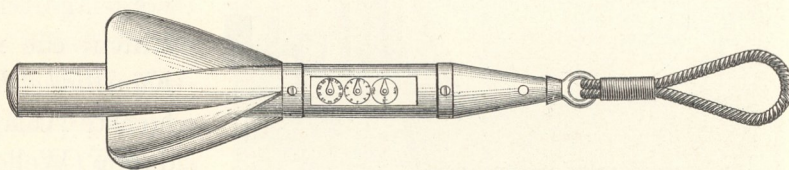


Fig. 1201. Patentlog.

Wassertiefe mißt man mit dem *Handlot* (Bleigewicht mit gemarkter Leine), dem *Tieflot* oder der *Lotmaschine* von Thomson (verbessert von Hechelmann und Bamberg); der *Tiefenmelder*, ein mitgeschlepptes, unter Wasser schneidendes Scherbrett, zeigt an, wann das Schiff die Wassertiefe, auf die der Melder eingestellt ist, erreicht hat. Zur Wetterbeobachtung auf See dienen Barometer, Thermometer und Anemometer. *Seekarten*, auf denen alle gefährlichen Untiefen genau verzeichnet sind, ermöglichen die Schiffsführung in Küstengewässern. Die Seekarten stellen je nach Bedarf in größerem oder kleinerem Maßstab Küstenstrecken dar, auf denen der Strand, Inseln, Klippen, Riffe, Bänke, ferner Meerestiefen, Strömungen, Gezeiten, Leuchtfeuer, Landmarken und Seezeichen genau eingetragen sind. Küstenkarten werden im Maßstab 1:200 000 und mehr, Hafenpläne im Maßstab 1:5000 und mehr gefertigt. Küsten- oder Seehandbücher geben wichtige Anweisungen für die Schiffsführung.

Zum *Signalisieren* auf See dienen bei Tage farbige Signalflaggen mit Buchstabenbedeutung; die Zusammenstellungen sind im „Internationalen Signalbuch“ erklärt. Wenn die Farben der Flaggen nicht mehr zu erkennen sind, gibt man Fernsignale mit großen schwarzen Bällen, Kegeln und Trommeln. Aus geringer Entfernung macht man Winksignale mit Winkflaggen. Nachts werden Signale mit verschiedenfarbigen Signallichtern oder mit elektrischen Signalapparaten, bengalischen Flammen und Signarlaketen gemacht; Winksignale nach dem Morsesystem werden mit Nachtwinkern, zwei weißen Laternen, gegeben. Bei Nebel werden Luftschallsignale mit Glocke, Handnebelhorn, Dampfnebelhorn, Dampfsirene und Dampfpeife gemacht. Die *Unterwasserschallsignale* werden von Feuerschiffen mit im Wasser hängenden, durch Preßluft betriebenen Glocken gegeben; als Schallempfänger führen alle großen Handels- und Kriegsschiffe an jeder Seite des Bugs im Wasser an der Bordwand befestigte Mikrophone, mit denen die Richtung des Schalles genau bestimmt werden kann. Außerdem sind alle großen Passagierdampfer und die meisten Kriegsschiffe als Funkentelegraphenstationen eingerichtet, zum Verkehr untereinander und mit Landstationen.

Nach der Seestraßenordnung zur Verhütung von Zusammenstößen müssen alle Seeschiffe nachts bestimmte *Schiffslichter* führen, und zwar eine grüne Seitenlaterne (Buglaterne) am

Steuerbordbug, eine rote am Backbordbug, Dampfer in Fahrt ein weißes Topplicht (Dampferlaterne) am Fockmast, Schleppdampfer zwei oder drei Topplichter. Dampfer dürfen als Richtlicht ein zweites weißes Licht höher als das Topplicht und hinter diesem führen, das mit dem Topplicht die Kursrichtung zeigt. Segler in Fahrt führen nur die Seitenlaternen. Manövrierunfähige Schiffe führen zwei rote Laternen übereinander. Ein Schiff, das von einem anderen eingeholt wird, trägt am Heck eine weiße Hecklaterne oder ein Flackerfeuer. Fischerfahrzeuge haben besondere *Fischerlichter*, Lotsenfahrzeuge ein *Lotsenlicht*. Verankerte Schiffe zeigen eine weiße *Ankerlaterne* und, wenn sie länger als 45 m sind, am Heck eine zweite weiße. Kabeldampfer zeigen drei Lichter (rot, weiß, rot) untereinander.

II. Schifffahrtsbehelfe' am Lande und auf See.

Häfen. Dem Zwecke der Handelsschifffahrt entsprechend, Fahrgäste und Güter von einem Ort zum anderen über See oder auf Flüssen zu verschiffen, sind Schutzplätze für Schiffe erforderlich, wo sie gegen Stürme, Seegang, Eisgang und Strom geschützt liegen können, um zu laden oder zu löschen. In einem brauchbaren Hafen müssen Schiffe bequem ankern und laden, sich mit allen Betriebsmitteln versehen und Reparaturen vornehmen können. *Natürliche Häfen* sind Meeresbuchten mit engen Einfahrten oder Buchten mit vorgelagerten Inseln oder mit Landzungen oder Riffen; die meisten liegen aber in Flußmündungen. *Künstliche Häfen* sind sehr verschieden; die einfachste Anlage besteht aus einem steinernen Schutzdamm (Wellenbrecher), der die Bucht gegen Seegang schützt. Viele künstliche Häfen haben mehrere *Hafendämme (Molen)* mit abgerundeten *Hafenköpfen*, die zwischen sich eine Einfahrt freilassen; auch viele Fluß-

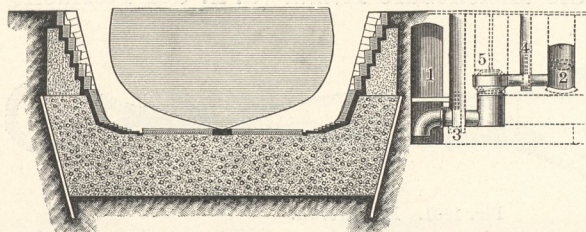


Fig. 1202. Trockendock in Bremerhaven (Querschnitt; 1 Wassersammler, 2 Abflußkanal, 3, 4 Schieber, 5 Kreiselumpfen).

mündungen und Einfahrten in Binnenseen haben solche künstliche *Hafeneinfahrt*. Da für schnelles Laden und Löschen der Schiffe unmittelbares Anlegen am Lande, an *Bollwerken* oder steinernen *Kaianlagen*, nötig ist, werden jetzt alle wichtigen Häfen damit versehen; um viel Kaiplatz zu schaffen, hat man in allen großen See- und Flußhäfen mit Eisgang *künstliche Hafenbecken* aus dem Lande ausgegraben, die die größten Schiffe aufnehmen. Solche Hafenbecken sind stets *offen* in allen Häfen, wo Ebbe und Flut nur gering ist, aber durch Schleusen *geschlossen* (Dockhäfen) und nur zur Hochwasserzeit geöffnet, wo der Flutwechsel groß ist. Geschlossene Hafenbecken haben oft noch einen offenen *Vorhafen* oder ein *Halbtidebecken* oder *Schleusenbecken*, in das die Schiffe schon bei halber Fluthöhe gelangen. Kleine offene Häfen, die bei Niedrigwasser trocken fallen, nennt man *Flut-* oder *Tidehäfen*; *Flotthäfen* haben stets genügende Wassertiefe.

Nach dem Gebrauchszweck unterscheidet man: 1. *Handelshäfen* mit Einrichtungen zum schnellen Laden und Löschen sowie zur Verschiffung von Reisenden, Pferden, Vieh usw.; Warenspeicher, Bahngleise (Hafenbahnen), Krane müssen reichlich vorhanden sein, ebenso Werften und Docks für Reparatur und Reinigung. Viele Handelshäfen haben Silospeicher für Getreide, Petroleumbehälter, Gefrierhäuser für Fleisch und Fische, Kohlen- und Erzschütten und anderes. Nach der Hauptverfrachtung unterscheidet man auch *Kohlenhäfen*, *Reishäfen*, *Erzhäfen*, *Fruchthäfen*, *Getreidehäfen* und andere. *Freihäfen* sind Handelshäfen mit großen zollfreien Niederlagen. 2. *Fischereihäfen* für Hochseefischereibetrieb gewähren Fischerfahrzeugen Schutz und Gelegenheit, ihren Fang schnell ins Binnenland zu versenden. 3. *Kriegshäfen* dienen als Flottenstützpunkte; sie müssen möglichst gegen Beschießung vom Meer gesichert sein, alle Einrichtungen zum Bau und zur Ausrüstung von Kriegsschiffen haben (Werften mit Docks, Kohlen- und Munitionslager, Lazarette, Pumpen- und Schleppdampfer), mit starken Küstenbefestigungen, Minenlagern, Torpedosperren usw. zur Küstenverteidigung und starker Besatzung und Werftarbeitern versehen sein. 4. *Nothäfen* sind geschützte Häfen, die von Schiffen in Seenot angelaufen werden. 5. *Orderhäfen* werden nur angelaufen, um

Anweisungen des Reeders abzuwarten. 6. *Quarantänehäfen* für seucheverdächtige Schiffe während der Quarantäne haben Lazarette und Desinfektionseinrichtungen. 7. *Umschlagshäfen* dienen zur Umladung von Gütern, z. B. von Flußfahrzeugen auf Seeschiffe. 8. *Heimats-* (oder *Register-*) *Häfen* sind solche, wo ein Schiff „zu Hause“ und ins Schiffsregister eingetragen ist.

Docks sind zum Ausbessern und Reinigen des Schiffsbodens dienende besondere Anlagen in den Häfen. Die *Trockendocks* oder *Grabendocks* (Fig. 1202) sind große ausgeschachtete Gruben oder Becken am Rande eines Hafens mit ausgemauerten oder hölzernen Wänden. Große Trocken-

docks werden bis zu 300 m lang, 30 m breit und mehr als 10 m tief gebaut. Die *Docksohle* entspricht dem Tiefgang des größten Schiffes, das im Dock Platz hat. Das *Dockhaupt*, die Dockeinfahrt vom Hafen her, wird hinter dem Schiff mit Schleusentoren (Dockschleuse) oder Senkkasten (Gleitpontons, Caissons) geschlossen; dann wird das Dock durch Pumpwerke ausgepumpt, während das „trockenfallende“ Schiff im Dock mit *Dockstützen* abgestützt wird, sobald sein Kiel auf den Stapelklötzen der Docksohle ruht (Fig. 1203). *Schwimmdocks* (Fig. 1204) sind schwimmende, große eiserne Doppelböden aus vielen wasserdichten Kasten (Zellen) mit zwei hohlen Längswänden. Um das Schiff aufzunehmen, wird das Schwimmdock versenkt, nach Aufnahme werden die Dockzellen durch Dampfpumpen ausgepumpt. Solche Schwimmdocks, zum Teil bis 30000 t Tragfähigkeit, werden benutzt, wo die Anlage von Trockendocks zu schwierig und teuer ist. Man baut auch Schwimmdocks mit nur einer Seitenwand,

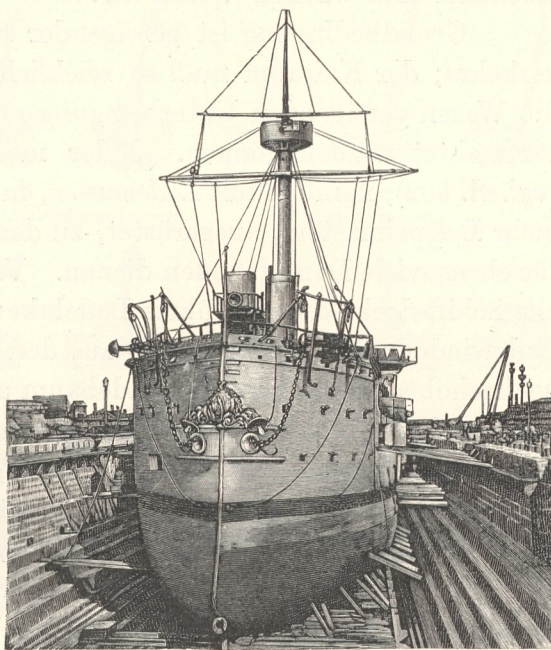


Fig. 1203. Panzerschiff im Trockendock.

stützt dafür die andere Wand nach dem Lande zu ab oder gibt ihr Gegengewichte. Solche Schwimmdocks kann man als *Absetzdocks* einrichten, um Schiffe auf *Rostdocks* (Pfahlrosten) am Land abzusetzen. Der Boden des Absetzdocks besteht aus vielen parallelen Kasten, die kammartig zwischen die Lücken der Pfahlroste eingreifen. *Hydraulische Docks* heben den Senkkasten, worauf das Schiff gebracht wird, mit hydraulischen Pressen hoch. Das *Schraubendock* hebt kleine Schiffe zwischen zwei Pfahlreihen mit Ketten und Schrauben.

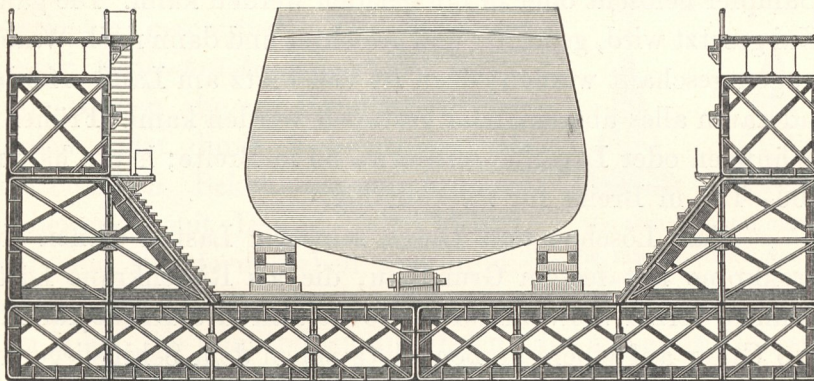


Fig. 1204. Schwimmdock der Kieler Werft.

Meist sind mit den Dockanlagen noch *Schiffswerften* verbunden, Anstalten zum Bauen, Ausrüsten, Aufbewahren und Aus-

bessern von Schiffen. Jede moderne Werft hat Schiffbau- und Maschinenbauwerkstätten, Kesselschmieden, Bauhellinge, Patentaufschleppen für kleinere Fahrzeuge und mancherlei Betriebe zur Herstellung der Schiffsausrüstung usw.

Der heutige *Hafenbetrieb* erfordert für schnelles Löschen und Laden der See- und Flußschiffe sehr mannigfache Einrichtungen, die zumeist dem Verkehrsbedürfnis der einzelnen Häfen angepaßt sind; sie sind verschieden, je nachdem der Hafen in gleicher Weise oder mehr oder weniger für Ein- oder Ausfuhr bestimmt ist; ferner ob er nur Stapel- und Umschlagsplatz für die Warendurchfuhr ist, oder ob am Orte selbst die zu verschiffenden Güter erzeugt oder die von See einkommenden Güter verbraucht werden; ferner ob die Warendurchfuhr mit der Bahn, mit

Küsten- oder Fluß- und Kanalschifffahrt oder mit anderen Verkehrsmitteln (z. B. im Karawanenverkehr afrikanischer Häfen) erfolgt; schließlich, ob der Warenverkehr sich auf einzelne Massengüter (z. B. Kohle, Getreide, Baumwolle usw.), auf Rohstoffe oder Fabrikate und gemischte Waren aller Art oder auf lebendes Vieh erstreckt, oder ob Auswanderer oder Kajütsfahrgäste hauptsächlich den Hafenverkehr ausmachen. Schließlich sind auch die Witterungsverhältnisse am Orte für die Hafeneinrichtungen nicht ohne Einfluß; z. B. gehören zu den Lösch- und Ladeeinrichtungen in regenreichen und kalten Häfen mehr Schuppen und besser gebaute Lagerräume als in Häfen mit trockener und warmer Witterung.

Grundbedingung ist genügender Kairaum für die Abfertigung der Schiffe und des Bahnverkehrs; der Kairaum muß so reichlich sein, daß die Schiffe längsseit des Kais liegen können, die Waren genügenden Unterbringungsraum finden und sofort oder später mit der Bahn weiter verfrachtet werden können. Jeder moderne Handelsdampfer ist mit *Lösch- und Ladegeschirr* (vgl. S. 502), nämlich mit *Lademasten*, meist 2—3 (bei Erz- und Kohlendampfern zuweilen 6 und mehr Doppelmasten), ausgerüstet, zu deren Takelung je 3—4 Ladebäume gehören, die als Krane für ebensoviele Dampfwinden dienen. Vor und hinter jedem Lademast befindet sich eine durch alle Schiffsdecke durchgeführte Ladeluke; jede Ladeluke wird von 2—4 Winden bedient. Mit den Ladewinden wird das Stückgut aus den Laderäumen durch die Luken bis zur Höhe der Reling hochgehoben; dann wird der Ladebaum ausgeschwungen, so daß die Ladung außerhalb der Bordwand auf eine schräge Ladebrücke gesetzt und auf den Kai hinabgeschoben werden kann. Wird in Leichter gelöscht, so wird das Stückgut mit der Schiffswinde an Reibhölzern außerhalb der Bordwand entlang in den längsseit befestigten Leichter hinabgelassen. Dieses Löschen und Laden nur mit Schiffsmitteln ist überall üblich, wo der Hafen selbst keine Einrichtungen dafür besitzt.

Bei den Riesenfrachtdampfern der Jetztzeit muß die Liegezeit im Hafen für Löschen und Laden durch besondere Einrichtungen möglichst abgekürzt werden. Deshalb dient bei ihnen das eigene Ladegerät nur dazu, die Ladung schnell aus den tiefen Laderäumen emporzuheben oder sie in diese hineinzulassen; die in Höhe der Reling gehobenen Lasten werden dann von zahlreichen Kranen auf dem Kai abgenommen, durch Schwenken des Krans nach Land bis auf die Rampen der Lagerschuppen oder auch sofort in die Räume der Lagerhäuser befördert. Es gibt Einrichtungen, mit denen so während einer Tagesarbeit bis zu 3000 t Warengewicht aus einem Dampfer gelöscht oder in ihn geladen werden kann. Die ganze Ladung muß, während sie auf den Kai gesetzt wird, geordnet und gesichtet und dann nach Warengruppen in die Schuppen oder Bahnwagen geschafft werden; dazu ist viel Platz am Land erforderlich, weil dort nicht wie im Schiffsladeraum alles übereinander gestapelt werden kann. Früher rechnete man für die Kaianlagen mit Schuppen oder Lagerhäusern etwa 50 m Breite; heute hält man in Häfen mit lebhaftem Verkehr 100—150 m Breite für zweckmäßig.

Zum Löschen und Laden schwerer Lasten dienen elektrische, hydraulische oder Dampf-drehkrane mit festem Grundbau, die als Riesenkrane Lasten bis zu 200 000 kg (200 t) heben können, ferner Schwimmkrane sowie fahrbare Krane für kleinere Leistungen (vgl. S. 231—235). Wo Güter auf einem großen Platz neben dem Schiffsliegeplatz aufgestapelt werden müssen, verwendet man fahrbare elektrische *Drehkranladebrücken* oder *Laufkatzenladebrücken*, bei Kohle, Erzen, Sand usw. auch mit Selbstgreiferbetrieb. Auch elektrische Hängebahnen finden Verwendung.

Für Massengüter sind in großen Seehäfen besondere Förderwerke angelegt. Die ältesten Förderwerke für Getreideladung sind die *Elevatoren*, Paternosterwerke in geschlossenem Gehäuse mit Stahlband oder Ketten ohne Ende, worauf die Schöpfeimer befestigt sind. Die vom Elevator gehobene Ladung fällt entweder in ein schräges Abflußrohr nach unten oder wird durch Fördergurte auf Tragrollen oder Propellerrinnen wagerecht weiter gefördert bis in das Lagerhaus (*Silospeicher*). Zum Laden und Löschen von Schiffen mit Getreide dienen auch schwimmende Elevatoren verschiedener Systeme. Die großen Silospeicher in Rosario (am Paraná in Argentinien) fassen 30 000 cbm Getreide; zum Anfüllen der Silozellen dienen Elevatoren und Förderrinnen; die Seeschiffe werden mit vier Förderrinnen vom Silo aus beladen, und zwar mit etwa 200 t

stündlich. In neuester Zeit werden auch in Seehäfen *Propellerrinnen* verwendet, eine Art von Förderrinnen, die aus einem auf Rollen gelagerten oder an Pendeln aufgehängten Trog bestehen, der sich mit gleichförmig beschleunigter Bewegung vorwärts, und mit rasch und plötzlich einsetzender Verzögerung zurückbewegt, so daß sein Antrieb der Wurfschaufelbewegung entspricht. Diese Rinne ist sehr leistungsfähig zum Fördern von Erzen, Kohle und Steinen, ermöglicht auch automatisches Fördern vom Lagerplatz zum Verbrauchsplatz. Zur Förderung harter Stoffe, wie Erze, Schotter oder Zementklinker, dient eine Abart der Propellerrinne, die *Gitterrinne*.

Das Löschen und Laden von Petroleum-tankdampfern geschieht mit Rohrleitungen, zu- meist aus Eisen, nur zwischen Kai und Schiff aus biegsamen Spiraldrahtrohren mit Kautschuk; Saugpumpen an Bord saugen das Petroleum in die Schiffstanks. Beim Entladen wird das Petroleum von Pumpen am Land aus den Schiffen gesaugt und in großen Petroleumtanks gesammelt. Wegen der Feuergefährlichkeit sind in allen großen Seehäfen die Hafenbecken für Petroleumschiffe abgesondert von dem übrigen Hafen angelegt.

Die schnelle Ergänzung des Kohlenvor- rates der Dampfer erfordert in allen See- und Flußhäfen besondere Einrichtungen. Die *Bekohlun*g verankerter Schiffe im Hafen oder auf einer Reede, die gegen Seegang genügend ge- schützt ist, geschieht durch Leichterfahrzeuge (Kohlenprähme), die an beiden Schiffsseiten längsseit befestigt werden. In den Leichtern sind die Kohlen entweder unverpackt und

werden dann von Kohlenarbeitern in flache Körbe geschaufelt und von Hand zu Hand auf Gestellen an Bord in die Bunkerlöcher gefördert. Oder die Kohlen werden schon am Land in Säcke verpackt in die Leichter geladen, dann mit *Kohlenwippen* an den Ladebäumen der Schiffe sackweise an Bord geheißt, oft mit Dampfwinchen, und auf dem Ober- deck in die Ladetrichter der Bunkerlöcher geschüttet. Die *Bekohlun*g von Schiffen, die am Kai oder an einer Kohlenbrücke festgemacht haben, geschieht in einfachster Art ebenfalls in Säcken, die auf Handkarren über Landungsstege an Deck gefahren werden, oder durch Kohlenträger mit Weidenkörben. In Häfen mit neuzeitlichen Bekohlunseinrichtungen sind *Kohlenschütten* erbaut, deren Hebewerke, mit Dampf- oder elektri- schem Betrieb, die Kohlenwagen auf eine Plattform heben und in die Schütte kippen. Die Schütte reicht bis zum Trichter der Schiffsbunker.

Um Schiffe aus Kohlenlagern zu laden, die unmittelbar am Hafen oder auf einer Kohlen- brücke angelegt sind, benutzt man fahrbare elektrische Drehkrane, die auf vier Schienen über dem Kohlenlager laufen und automatische Ladeschalen haben. Die Ladeschalen (*Selbstgreifer*) werden aufgeklappt auf die Kohle herabgelassen, senken sich in die lockere Masse und schließen sich beim Anheben nach Art der Greifbagger. Durch Schwenken des Krans wird die Ladeschale zum Schiff ge- bracht. Statt des über dem Kohlenlager laufenden Krans, der seinen Dampfkessel und Elektromotor mit sich schleppen muß, baut man häufig Förderanlagen als Drahtseilbahnen mit Selbstgreifern.

Seezeichen. Um den Schiffen in den oft engen und gefährlichen Küstengewässern das sichere Fahrwasser zu bezeichnen, dienen nach Form und Farbe verschiedene Tonnen, Baken und Leuchttürme als *Seezeichen*. Die *Tonnen* sind mit Toppzeichen (Bällen, Kegeln, Besen, Fähnchen) zur Unterscheidung versehen (Fig. 1205—1217). Einzelne von ihnen an besonders gefährlichen Stellen sind als *Heultonnen* oder *Glockentonnen* (Fig. 1218 u. 1219) eingerichtet; die automatische

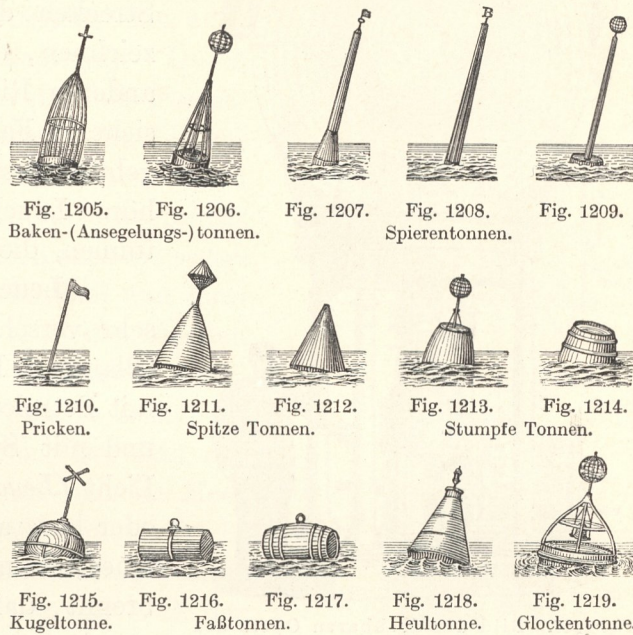


Fig. 1205—1219. Verschiedene Formen von Seezeichen.

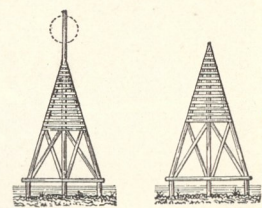


Fig. 1220. Fig. 1221. Baken (Steuerbord und Backbord).

Heulpfeife oder die Glocke wird durch leichte schwankende Bewegung der im Seegang schwimmenden Tonnen zum Ertönen gebracht, was besonders im Nebel wichtig ist. *Baken* (Fig. 1220 und 1221) sind hölzerne oder eiserne Gerüste verschiedener Form, die am Rande des Fahrwassers, auf Bänken und Klippen errichtet werden.

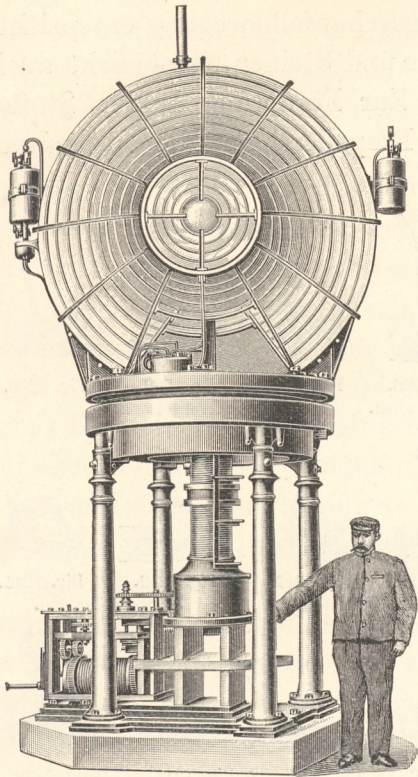


Fig. 1222. Bild der drehbaren Optik des Fettgas-Glühlichtfeuers (Blinkfeuer), System Pintsch (Leuchtturmfeuer).

5 Sekunden einen Blitz von etwa $\frac{1}{13}$ Sekunde Dauer zeigt) befindet sich auf der Landspitze Penmarch, südlich von Brest, 50 m über höchster Flut, Lichtstärke 10 Millionen Kerzen, sichtbar

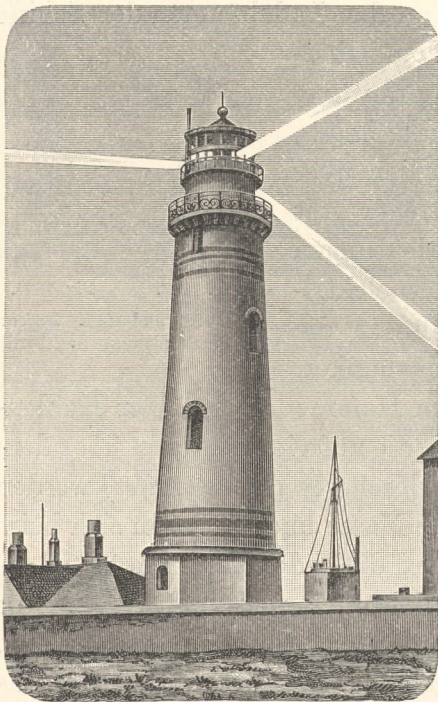


Fig. 1223. Leuchtturm von Helgoland mit elektrischem Drehfeuer (Blitzfeuer).

Die *Küstenbeleuchtung* dient nicht zur Erhellung der Fahrstraße, sondern lediglich dazu, bestimmte Punkte oder Strecken des Küstengebietes auch nachts genau zu kennzeichnen, damit das Schiff mit Hilfe von Peilungen und anderen Richtungsbestimmungen nach den Leuchtfeuern im sicheren Fahrwasser und frei von den Untiefen in seiner Umgebung gesteuert werden kann. Zur Küstenbeleuchtung gehören Leuchttürme, Leuchtbaken, Feuerschiffe und Leuchttonnen, die sämtlich auch bei Tage als Seezeichen dienen.

Leuchttürme. Auf den auch der äußeren Form nach sehr verschiedenartigen *Leuchttürmen* wird mit Argandschen Öllampen, Drummondschem oder Magnesiumlicht, jetzt meist mit Petroleum, Fettgas, Leuchtgas oder elektrischem Licht, und mit Spiegel- oder Linsensystemen ein weit sichtbares Licht (*Leuchtfeuer*) erzeugt, das gleichmäßig als festes Feuer oder kurz aufleuchtend als Dreh-, Blick-, Blitz- oder Blinkfeuer, Funkelfeuer oder farbenwechselnd als Wechselfeuer brennt, damit die verschiedenen Leuchtfeuer einer Küstenstrecke zu unterscheiden sind. Das mächtigste Leuchtfeuer (elektrisches Blitzfeuer, mit drehbarer Doppeloptik, das alle

5 Sekunden einen Blitz von etwa $\frac{1}{13}$ Sekunde Dauer zeigt) befindet sich auf der Landspitze Penmarch, südlich von Brest, 50 m über höchster Flut, Lichtstärke 10 Millionen Kerzen, sichtbar auf 100 km. Fig. 1222 zeigt ein Blinkfeuer von Julius Pintsch in Berlin mit zwei dioptrischen Scheinwerferlinsen von 2,2 m Durchmesser; die *Optik* wird durch ein Uhrwerk auf einer auf Quecksilber schwimmenden Drehscheibe gedreht und zeigt alle 5 Sekunden einen Blitz von 0,2 Sekunden Dauer und 40 km Sichtweite. Das Auersche Gasglühlicht des Leuchtfeuers wird mit Pintschschem Preßgas gespeist. Das Blitzfeuer von Helgoland (Fig. 1223) besteht aus drei auf einer Drehscheibe kreisenden elektrischen Scheinwerfern mit Glasparabolspiegeln. Die meisten Leuchtfeuer verwenden, um die Lichtstrahlen parallel der Horizontalfläche ausstrahlen zu lassen, das *Fresnelsche Linsensystem*, bei dem eine kreisförmige Mittellinse von mehreren ringförmigen Gürtel- oder Zonenlinsen umgeben ist. Die Optik (Laterne mit Linsensystem) eines festen Feuers (*Festfeuer*, rings um den Horizont gleichmäßig leuchtend) besteht (Fig. 1224) aus einem linsenförmigen Gürtel, in dessen Innern im Brennpunkte der Ringlinse die Laterne mit elektrischer oder Fettgasglühlichtflamme brennt; über und unter dem Linsenkörper bewirken prismatische Ringe, daß jeder Lichtstrahl der Flamme horizontal austreten muß.

In der heutigen Leuchtfeuerteknik werden meist kurz aufleuchtende und weit sichtbare *Blitzfeuer* hergestellt, deren Optik schnell drehbar ist (*Drehfeuer*), um das Strahlenbündel des Leuchtfeuers dem Beobachter nur einen Augenblick

($\frac{1}{20}$ bis 2 Sekunden Lichtdauer gilt als *Blitz*, mehr als 2 Sekunden bei längerer Verdunkelung als *Blink*) zu zeigen und dann verschwinden zu lassen. Solches Strahlenbündel liefert die Optik von Fig. 1222. Dabei sind zwei solcher Linsensysteme senkrecht angeordnet (das zweite auf der Rückseite des auf Fig. 1222 sichtbaren), in der Mitte die Linse, umgeben von Prismenringen in schildförmiger Anordnung. Wenn solche Optik langsam gedreht wird, ergibt sie ein *Funkelfeuer*, d. h. ein Leuchtfeuer, das langsam bis zur größten Lichtstärke aufleuchtet und dann wieder schwächer wird. Statt der dioptrischen Linsensysteme verwendet man auch katoptrische Spiegel (meist parabolische Hohlspiegel). Durch Drehung der Spiegel um die Lampe kann man ebenfalls *Funkel-* und *Blinkfeuer* erzeugen. Zuweilen werden innerhalb des Linsensystems eines Festfeuers durch Uhrwerk auf und nieder klappende Blenden angebracht (Ottersche Blenden), wodurch man die *unterbrochenen Feuer*, abwechselnd hell und dunkel, erhält. Schaltet man statt der Blenden farbige (rote oder grüne) Glasscheiben ein, so erhält man *Wechselfeuer*, die in Zwischenräumen die Farbe wechseln. Der Bau der Leuchttürme, die häufig auf weit ins Meer vorgeschobenen Plätzen, auf Riffen, Trieb sand usw., errichtet werden müssen, gestaltet sich oft sehr schwierig. Dies war z. B. der Fall bei dem Rotersandleuchtturm (Fig. 1225) vor der Wesermündung, ungefähr in der Mitte zwischen Bremerhaven und Helgoland.

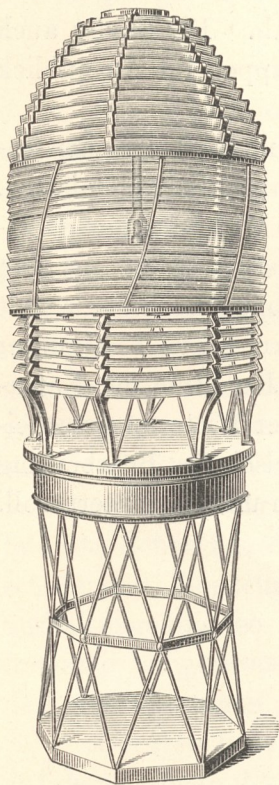


Fig. 1224. Optik eines Leuchtturms mit Festfeuer.

Leuchtbaken sind kleine Leuchttürme, mit Leuchtfeuern ausgerüstete Gestelle; *Leuchttonnen* sind Ersatz für Leuchtbaken an Stellen, wo der Bau von Baken zu schwierig ist. *Elektrische* Leuchttonnen werden durch Kabel von Land aus angezündet; *Fettgasleuchttonnen*, deren Schwimmkörper von 5—10 cbm Rauminhalt alle 1—5 Monate mit Fettgas gefüllt werden, brennen Tag und Nacht, erlöschen auch bei heftigem Seegang nicht. Im Laternengehäuse befinden sich Fresnelsche Linsen als Leuchtverstärker. Nach Bedarf wird das Leuchtfeuer durch einen Druckapparat in Zwischenräumen verdunkelt (unterbrochenes Feuer).

Feuerschiffe sind sehr kräftig gebaute Fahrzeuge, meist ohne Maschine, selten mit Hilfsmaschine, neuerdings auch ohne Takelung, nur mit turmähnlichem Mast, auf dem ein Fettgasleuchtfeuer mit Linsenapparat befestigt ist. Die Feuerschiffe werden vor Küstenbänken und in Flußmündungen als Seezeichen stark und dauernd verankert, sind meist mit Besatzung und Rettungsgerät versehen, auch als Signal- und Telegraphenstellen, Sturmwarnungs- und Eismeldestellen eingerichtet. Die meisten Feuerschiffe sind rot gestrichen, haben einen Signalmast mit roten Korbbällen als Tagmarke, und geben Nebelsignale mit Horn, Sirene oder Knallraketen; in den nordwesteuropäischen und amerikanischen Gewässern sind die wichtigsten Feuerschiffe mit Unterwassersignalglocken und Funkentelegraphie ausgerüstet.

Der Bau der Leuchttürme, die häufig auf weit ins Meer vorgeschobenen Plätzen, auf Riffen, Trieb sand usw., errichtet werden müssen, gestaltet sich oft sehr schwierig. Dies war z. B. der Fall bei dem Rotersandleuchtturm (Fig. 1225) vor der Wesermündung, ungefähr in der Mitte zwischen Bremerhaven und Helgoland.

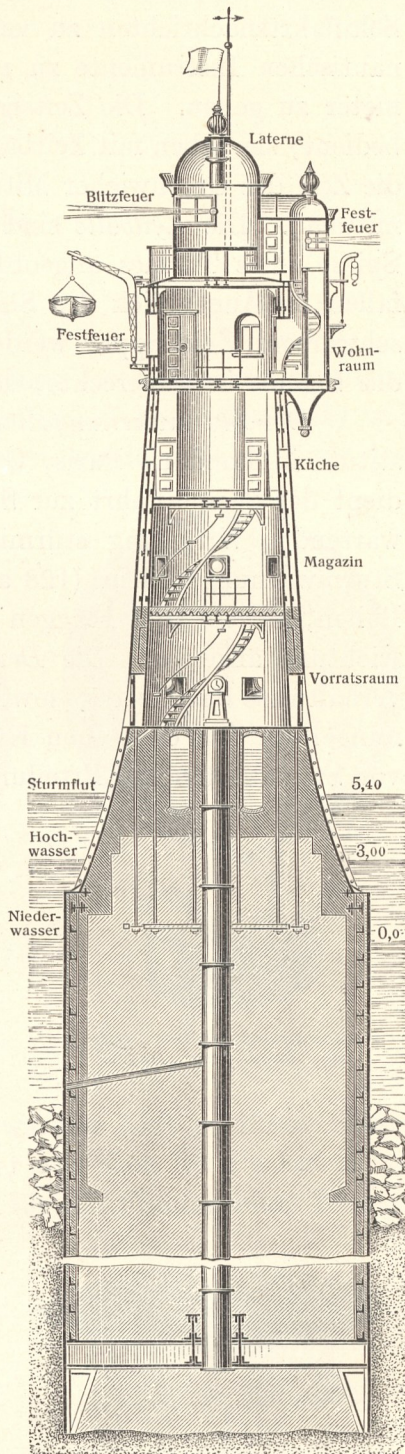


Fig. 1225. Leuchtturm auf Rotersand (Vertikalschnitt).

Signalstellen zur Abgabe von Nebelsignalen mit Sirenen, durch Dampf oder Preßluft betrieben, ferner zur Warnung vor Sturm und Eisgang sind auf vielen Leuchttürmen, wie auch an Hafeneinfahrten usw. eingerichtet. Diese Stellen übernehmen häufig auch die Anmeldung ankommender Schiffe und die Beförderung von Depeschen durch Signale oder drahtlose Telegraphie an bestimmte Schiffe. In den Seehäfen befinden sich Einrichtungen aller Art, die Schiffe mit Schiffahrtsnachrichten zu versehen, ihre Seekarten und Seehandbücher zu berichtigen, ihre nautischen Instrumente zu prüfen, und ihnen *Zeitsignale* zur Berichtigung der Schiffschronometer zu geben. Die Zeitsignalstellen werden von Sternwarten oder nautischen Observatorien bedient; sie geben mit Zeitball oder Zeitklappen ein auf Zehntelsekunde genaues Zeitsignal, meist die Zeit des Greenwicher Mittags (in Deutschland 1 Uhr nachmittags, in Rußland 2 Uhr nachmittags). Die *Zeitbälle* sind leichte schwarze Ballonkörper, die an einem Fallgerüst auf der Spitze eines Turmes angeordnet sind. Kurz vor der Signalzeit werden sie hochgezogen und fallen im Augenblick des Signals, durch elektrischen Kontakt gelöst, herab. Die (meist auch schwarzen) *Zeitklappen* werden vor dem Signal senkrecht gestellt und klappen im Augenblick des Signals in wagerechte, daher unsichtbare Lage zurück.

Der *Sturmwarnungsdienst* der Deutschen Seewarte in Hamburg, der meteorologischen Institute in London, Paris, Genua, St. Petersburg, Madrid, Manila, Neuyork, Schanghai usw. dient der Seeschiffahrt zur Sicherung. Wenn nach der aus den täglichen Wetterkarten zu erwartenden Witterung stürmisches Wetter an der Küste vorausszusehen ist, werden auf den Sturmwarnungsstellen (128 an den deutschen Küsten) weithin sichtbare optische Signale mit Bällen, Kegeln und Flaggen aufgehißt, die das Herankommen eines Sturmes aus bestimmter Richtung anzeigen. Die *Deutsche Seewarte* ist ein Reichsinstitut, das die Kenntnis der Naturverhältnisse des Meeres, soweit sie für die Seeschiffahrt wichtig ist, und der Witterungserscheinungen an den deutschen Küsten fördern und durch Anleitungen für Segelschiffe, Bearbeitung von Stromkarten und Erteilung von Sturmwarnungen den Seeverkehr sichern und erleichtern soll.
