ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN.

№ 137.

Ueber die von Herrn *F. R. Hafslers*, zur Vermessung der Küste der vereinigten Staaten ergriffenen
Maafsregeln.

Von Herrn Professor und Ritter *Bessel*.

Herr *Hafslers* in Philadelphia wurde im Jahre 1807 von der Regierung der vereinigten Staaten aufgefordert, einen Plan einzureichen, nach welchem die Küsten des ganzen Landes vermessen werden könnten; dieses geschah in einem Schreiben des Herrn *Gallatin*, welches große Einsicht in die Natur einer solchen Operation beweiset und woraus man ersieht, daß hier von einer sehr ausgedehnten und sowohl den Forderungen der Geographie, als denen der Schifffahrt genügenden Unternehmung die Rede war. In Folge dieses Plans reiste Herr *Hafslers* nach England, um dort die nöthigen Hülfsmittel verfertigen zu lassen; es wurde wirklich ein sehr vollständiger Apparat zusammengebracht, meistens aus Instrumenten bestehend, welche nach Herrn *Hafslers* eigenen Ideen construirt worden sind, und im Jahre 1816 fing die Operation selbst an. Sie scheint bald darauf unterbrochen zu sein, und demnach die beabsichtigten Resultate nicht gegeben zu haben. Allein Herr *Hafslers* beschreibt seine Maafsregeln, in einer, aus den *American Philosophical Transactions* besonders abgedruckten Schrift, welche so viele neue Ansichten über Instrumente enthält, daß ich glaube, den Lesern der Astr. Nachr. keine unwillkommene Mittheilung zu machen, wenn ich aus dieser Schrift, welche vermuthlich in Deutschland wenig bekannt geworden ist, einiges aushebe. Man wird darin Herrn *Hafslers* als einen Mann erkennen, der lieber selbst denkt als Andere nachahmt, und dessen Maafsregeln daher immer etwas Eigenthümliches besitzen. Es ist zu bedauern, daß Umstände vorhanden gewesen sind, welche ihn an der Ausführung des Werks gehindert haben; nach dem Inhalte der Schrift zu urtheilen, würde nicht nur eine vollständige Erreichung des Zwecks, sondern auch mancher, ähnlichen Unternehmungen nützliche Wink, zu erwarten gewesen sein.

Es sollten, nach *Hafslers* Vorschläge, zwei Sternwarten eingerichtet werden, in Washington und in Neu-Orleans. Diese sollten nicht allein für die Vermessungen berechnet sein, sondern auch allgemeinere astronomische Zwecke erfüllen.

Von der Sternwarte in Washington ist der vollständige, mir sehr zweckmäßig scheinender Plan gegeben; er empfiehlt sich durch genaue Berücksichtigung alles dessen, was die Sicherheit der Beobachtungen erfordert; es wird dabei keine der Maafsregeln vermist, welche man auch diesseits des Meeres, bei der Einrichtung der neueren Sternwarten, beobachtet hat. Selbst in den speciellen Einrichtungen stimmt diese Sternwarte mit der neuesten in Deutschland, mit der Altonaer, oft überein. Die Instrumente sind ein Mittagsfernrohr von 5 Fuß, von *Troughton*, eine Uhr von *Hardy* und ein 18zölliger Repetitionskreis; später sollten noch ein Zenithsector, ein Meridiankreis u. a. hinzugefügt werden. Ich kann das Gebäude nicht im Einzelnen beschreiben, aber ich erwähne, daß es mit einem Graben umgeben werden sollte, in der Absicht äußere Erschütterungen von Wägen etc. besser abzuhalten; die Pfeiler der Instrumente sollten auf einer 6 Fuß dicken Grundlage von Mauerwerk, in einem 5 Fuß tiefen Keller stehen, und demnach durch den, mit ihnen nicht zusammenhängenden Fußboden hindurchgehen.

Die Axe des Mittagsfernrohrs ist 33 Zoll lang, also *Reichenbach's* Ansicht entsprechend, welcher die langen Axen nicht für vortheilhaft erkannte; die Cylinder sind von Glockenmetall, nach der Manier der Englischen Künstler. Die Lager sind nicht zwischen den Pfeilern befestigt, sondern auf denselben; es ist nämlich eine starke Metallplatte auf der Mitte jedes Pfeilers fest angeschraubt, auf dieser sind die Stücke, in welchen die (rechtwinkligen) Y's sich befinden, in der Richtung des Meridians, durch Schrauben beweglich, wodurch man die Berichtigung des Azimuths erhält; die gewöhnliche Schraube für die Höhe fehlt, und es ist, zur Berichtigung derselben, dem Stücke worauf das Y ist, die Form eines Brückenbogens gegeben, dessen Mitte durch eine Schraube unterstützt wird, durch deren höhere oder tiefere Stellung, das Y sich erhöht oder erniedrigt, indem dadurch eine verschiedene Spannung des Metalls hervorgebracht wird, welcher es, vermöge seiner Federkraft,

nachgiebt. Dieses Mittel scheint vollständige Festigkeit hervorbringen zu müssen; es setzt aber voraus, daß die Pfeiler Anfangs sehr nahe gleiche Höhe haben, und daß auch später keine erhebliche Senkung vorkommt. Die Balancirung wird, 5 Zoll von den Enden der Axe, durch Federn hervorgebracht, welche Rollen unter die Axe drücken; dieses ist die Einrichtung der *Reichenbachschen* Meridiankreise, mit dem Unterschiede, daß der Druck der Rollen, bei diesen, durch Hebel und Gewichte hervorgebracht wird. Bei der *Hafslerschen* Einrichtung nimmt die Balancirung dieselbe Stelle der Pfeiler ein, welche bei der gewöhnlichen Einrichtung von den Lagern eingenommen wird. Auch diese Aenderung scheint mir zweckmäßig zu sein; ob sie aber auch bei sehr schweren Instrumenten angewandt werden kann, muß erst versucht werden. Die beiden Kegel der Axe werden nicht durch einen Cubus, sondern durch eine Kugelzone, deren Durchmesser = 9 Zoll ist, vereinigt, an welche auch beide Hälften des Fernrohrs angeschraubt sind, diese Einrichtung ist der größeren Stabilität wegen getroffen.

Von den übrigen Instrumenten des Herrn *Hafslers* wird sich, ohne Zeichnung, keine deutliche Beschreibung geben lassen; doch werde ich einige Eigenthümlichkeiten derselben andeuten können. Der zweifelhafte Theodolit, nicht zum Repetiren eingerichtet, scheint mir eine vorzüglich gute Construction zu besitzen. Von einem sechseckigen Centralstücke gehen 6 horizontale Arme aus, Kegel welche an der Basis 3 Zoll, und an ihrem Ende $2\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser haben; auf diesen Kegeln ist der horizontale Kreis von 2 Fuß Durchmesser, befestigt. Drei der Kegel sind länger als bis zum äußeren Rande des Kreises und enthalten in ihrem hervorstehenden Ende die Fußschrauben; mit diesen steht das Instrument auf drei Kegeln von Messing, welche auf dem hölzernen Tische befestigt sind; zwischen dem Tische und den 6 kegelförmigen Rädern ist Raum für das Versicherungsfernrohr, welches ganz die Einrichtung eines Mittagsfernrohrs hat und eben so auf Y's liegt, welche unter dem Kreise an einem gegenüberstehenden Paare der Rädern befestigt sind. Dieses Fernrohr hat keine Seitenbewegung, sondern die Fäden im Brennpunkte werden, durch eine Schraube, auf den Gegenstand gebracht, welchen man zur Verification des ungeänderten Standes des Instruments, während der Dauer der Beobachtung, anwenden will. In dem sechseckigen Centralstücke befindet sich die verticale Axe von 11 Zoll Länge und 2 Zoll Durchmesser; auf derselben ist eine Trommel von 9 Zoll Durchmesser und $5\frac{1}{2}$ Zoll Höhe befestigt, auf deren oberen Oberfläche zwei Säulen stehen, welche die Y's für das Fernrohr tragen. Dieses ist ein

vollkommenes Passageninstrument und die Säulen sind hoch genug um es auch nach dem Scheitelpunkte richten zu können. Die Azimuthwinkel werden durch Drehung des Instruments um seine verticale Axe beobachtet, aber abgelesen werden sie durch drei Mikroskope, welche sich an eben so vielen, von der Trommel ausgehenden, conischen Armen befinden, und deren jedes eine Mikrometerschraube hat. Die Erleuchtung geschieht durch die Axe, deren eines Ende durchbohrt ist; das andere hat einen Höhenkreis von 6 Zoll. Die Axe ist 12 Zoll lang, also länger als die Entfernung der beiden Säulen; ihre Lager sind daher an schräg aufwärts gehenden Metallstücken. Sie haben dieselbe Art der Höhenberichtigung, welche bei dem Mittagsfernrohr beschrieben worden ist. — Was die Beobachtungen mit diesem Instrumente anbelangt, so bemerkt *Hafslers* mit Recht, daß die Excentricität, durch drei gleichweit voneinander entfernte Ablesungen, eben so gut aufgehoben wird, als durch zwei, oder vier u. s. w.; er macht auch aufmerksam darauf, daß, wenn die verticale Axe nicht senkrecht auf der Ebene des getheilten Kreises stehen sollte, daraus kein Fehler der gemessenen Winkel entsteht, wenn man das Instrument dreimal umsetzt, d. i. mit einer Fußschraube dahin wo vorher die zweite war, dann dahin wo die dritte war. Diese drei Beobachtungen, jede nach einer halben Drehung des Instruments wiederholt, geben ein Mittel, welches von der Excentricität, der schiefen Stellung des Kreises gegen die Axe, und einer Ungleichheit der Höhen der Lager, frei ist und überdies auf 12 verschiedenen Theilstrichen beruht. — Dieser zweifelhafte Theodolit wird mit Recht, als das Hauptinstrument für die Vermessung, angesehen. Zu anderem Behufe werden noch Wiederholungs-Theodoliten von 12 Zoll, Wiederholungskreise von 18 Zoll, wiederholende Reflexionskreise von 10 Zoll, kleine Theodoliten, Boussolen, Meßtische u. s. w. angewandt. Den meisten von diesen Instrumenten hat Herr *Hafslers* eigenthümliche Constructionen gegeben, allein es würde zu weitläufig, vielleicht auch ohne Abbildungen unverständlich werden, wenn ich sie hier beschreiben wollte.

Als Signale wandte Herr *Hafslers* abgestumpfte Kegel von weißem Blech an, 19 Zoll hoch und unten 17, oben 14 Zoll weit; diese wurden auf 8 Fuß hohen Stangen aufgestellt und leisteten die besten Dienste. In Entfernungen von 40 (Engl.) Meilen zeigten sie sich, wenn die Sonne so stand, daß ihre Strahlen nach dem Beobachter reflectirt wurden (welches eine hinlänglich lange Zeit dauerte), wie ein leuchtender Punkt; in kleineren Entfernungen war ihr Licht so lebhaft, daß man oft ein dunkles Glas anwenden mußte. Hier ist dasselbe Princip angewandt, welches bei

den *Gaussischen* Heliotropen so ausgezeichnete Wirkung hervorbringt. Allein der Vortheil welchen beide Anwendungen gewähren, ist sehr ungleich, indem der *Hafslersche* Kegel meistens kein Sonnenlicht nach dem Beobachter reflectirt, während das Heliotrop ununterbrochen in diesem Zustande erhalten wird. Wenn der Kegelwinkel durch $2m$ bezeichnet wird, so ist der Cosinus der halben Azimutal-Entfernung der Sonne vom Signale, wenn Licht reflectirt werden soll, gleich dem Sinus der halben Sonnenhöhe, dividirt durch den Sinus von m ; dieses würde nur während eines Moments stattfinden, wenn die Sonne keine Scheibe hätte, und, allgemein zu reden, würde das eine Signal unsichtbar sein, während das andere sichtbar ist; allein da m , bei den von *Hafslers* angewandten Kegeln, klein ist und nur $4^{\circ}38'$ beträgt, und für die Sonnenhöhe, wegen der Größe der Scheibe, zwei Grenzen gesetzt werden können, welche um $32'$ voneinander entfernt sind; so erlangt die Azimutal-Entfernung, für jede Sonnenhöhe welche überall noch Licht in horizontaler Richtung zurückwirft, beträchtlich weite Grenzen. Dennoch können beide Signale, welche man zur Messung eines Winkels anwenden muß, nur selten zugleich, durch reflectirtes Sonnenlicht sichtbar geworden sein. Es scheint daher, daß der Gebrauch solcher Signale mehr für einzelne Fälle, als allgemein empfohlen werden kann; doch sagt Herr *Hafslers*, daß sie, auch ohne Sonnenlicht zu reflectiren, gute Dienste leisteten und weit sichtbar waren.

Herr *Hafslers* hat auch seine Mittel zur Vergleichung der verschiedenen Normalmaße angegeben, und die Resultate der wirklichen Anwendung derselben mitgeteilt. Wir gewinnen dadurch eine neue Vergleichung des Französischen und Englischen Maßes, welche ich näher anführen werde. Es waren drei Exemplare des Meters vorhanden; das eine, von Eisen, gehörte zu denen, welche die Commission des Poids et mesures, im J. 1799, als authentisch erkannte und unter die auswärtigen Commissarien verteilte; die beiden anderen, von Eisen und Messing, sind von *Lenoir* gemacht, aber nicht unmittelbar mit dem Originale verglichen, weshalb sie keine Ansprüche zu haben scheinen, zum Resultate gezogen zu werden. Diese Meter wurden mit einer Scale von *Troughton* verglichen, welche 82 Engl. Zoll lang, und auf Silber in Zehntel-Zolle geteilt ist, auch den mikroskopischen Apparat zur Abnahme des Maßes besitzt. Statt der, bei der Vergleichung eines Maßes à bout, mit einem à traits, sonst gebrauchten Anlegestücke, auf welchen, nahe am Rande, Striche gezogen sind (deren Entfernungen man mit den Mikroskopen mißt, wenn man die Anlegestücke zusammengeschoben hat), wandte Herr *Hafslers* die

Endflächen unmittelbar an; er verfertigte zu diesem Ende die Anlegestücke genau von gleicher Dicke mit den Metern, und erhielt, durch das Zusammenschieben beider, eine Linie, welche sich wie ein Theilstrich ausnahm. Im Mittel aus verschiedenen Versuchen, welche auf 32° Fahrh. reducirt worden sind, unter Annahme der Ausdehnungen des Eisens und Messings, so wie sie Herr *Hafslers* aus eigenen Versuchen bestimmt hat, nämlich (vom Eispunkte zum Siedepunkte)

Eisen 0,0012534363

Messing 0,0018916254

ergab sich die Länge des Meters = 39,381022708 Zollen der Scale, welche, da die Normaltemperatur des englischen Maßes = 62° F. ist, die Länge eines Meters in Engl. Zollen

$$= \frac{39,381022708}{1,0003152709} = 39,36861$$

ergeben. Die beiden anderen Exemplare des Meters gehen weniger (0,001 Zoll), allein diese wurden sowohl mit der *Troughtonschen* Scale in America, als mit der von diesem Künstler selbst benutzten, in London verglichen und hatten, auf beiden gemessen, sehr nahe gleiche Längen, woraus man schließen kann, daß beide Engl. Scalen nahe übereinstimmen. Demnach ist, nach Herrn *Hafslers* Vergleichung 1 Meter = 39,36861 Engl. Zolle; nach der Vergleichung zweier anderen Exemplare, von *Kater* = 39,37079; nach dem 3ten Theile der Base du Systeme métrique S. 469, war das Meter von Platina = 39,382755, das, von Eisen = 39,382649, beide auf der auf den Eispunkt reducirten Engl. Scale des Hrn. *Pictet* gemessen, im Mittel = 39,3827; welches, nach der *Bordaschen* Ausdehnung des Messings (0,001783, wodurch die Pariser Versuche, von der Temperatur = $12^{\circ}.75$ C. in welcher sie gemacht sind, auf den Eispunkt reducirt wurden) 39,37100 ergibt. Die beiden letzten Vergleichen stimmen nahe überein, und ihr Unterschied liegt ganz in den Grenzen der Unsicherheit der thermometrischen Einwirkung; das *Hafslersche*, authentische Meter scheint aber wirklich kürzer zu sein, obgleich man es, durch andre Annahmen der Ausdehnbarkeit der Metalle, näher an die anderen bringen könnte. Dieses scheint mir aber nicht erlaubt zu sein, wenn es darauf ankommt, anzugeben, was für Resultate verschiedene Beobachter gefunden haben; denn die Bestimmung der Ausdehnbarkeit ist eben so wesentlich als die Vergleichung selbst, weshalb jeder Beobachter für die von ihm angewandte verantwortlich bleiben muß. Ich glaube, daß man vorzüglich untersuchen sollte, ob zwei chemisch gleiche Metalle, stets dieselbe Ausdehnung haben, und ob eine kleine chemische Verschiedenheit merklichen Einfluß darauf erhält; dieses ist

leicht, vergleichungsweise mit der Bestimmung der absoluten Ausdehnung selbst. Nur nach einer vorangegangenen Untersuchung dieser Art kann man wissen, ob die Resultate zweier Beobachter, für dasselbe Metall, übereinstimmen müssen, oder ob es wirklich nöthig ist, die Ausdehnung für jedes andere Metallstück neu zu untersuchen. Ich fürchte, daß, ohne diese Untersuchung, die Vergleichen er Mafse stets etwas zweifelhaft bleiben werden.

Unter den verschiedenen Exemplaren der Toise, welche Herr *Hafslers* mit der englischen Scale verglich, scheint das von *Lenoir* verfertigte, und von den Herren *Bouvard* und *Arago* verificirte, als das authentische angenommen werden zu müssen. Wenn beide Mafse in der Temperatur des Eispunkts sind, so mißt diese Toise 76.74192710 Zolle der Scale; also bei der Normaltemperatur beider

$$= 76,74192710 \cdot \frac{1,0002036834}{1,0003152709} = 76,73336 \text{ Engl. Z.}$$

Da das Mètre = 443,296 Lin. der Toise ist (Base etc. T.III. P. 433), so ist das Verhältniß des Engl. Fusses zum Französischen, nach Herrn *Hafslers* Vergleichung

$$\text{des Mètres} = \frac{39,36861 \cdot 12}{443,296} = 1,0657063$$

$$\text{der Toise} = \frac{76,73336}{72} \dots = 1,0657411$$

Nach Herrn *Kater* ist dasselbe = 1,0657652. Es scheint daher, daß die verschiedenen Exemplare der Mètre nicht immer übereinstimmen. Herr *Hafslers* leitet, aus verschiedenen Vergleichungen, den Werth des Mètres in Theilen der Toise ab. Allein dieses ist, wie ich glaube, nicht erlaubt; denn das Verhältniß beider ist durch ein Gesetz bestimmt, wodurch also das Mètre seine wahre Definition erhalten und die frühere, daß es der 10000000^{te} Theil des Erdquadranten sein solle, verloren hat. Stimmen vorhandene Exemplare beider Mafse nicht damit überein, so zeigt das nur, daß das Gesetz bei diesen Exemplaren nicht genau erfüllt worden ist. Da es schwerer ist, 443,296 Lin. der Toise auf einen anderen Metallstab zu übertragen, als die ganze Länge derselben, so ist die Vergleichung eines Mètres ein unvortheilhafter Umweg, so lange man noch die Toise selbst eben so gut erhalten kann, als man sie bei der Verfertigung der Etalons des Mètres besaß.

Der Apparat den Herr *Hafslers* zur Messung der Grundlinien einrichten liefs, weicht von allen mir bekannten wesentlich ab, weshalb ich ihn etwas näher angeben werde. Die Enden seiner Stange sind nicht Ebenen, sondern geschnitten, so daß sie von oben gesehen, die Form $\frac{1}{2}$ haben;

daran wird ein Spinnenfaden ausgespannt, welcher daher das Ende der Stange bezeichnet. Ueber jedem Ende wird ein zusammengesetztes Mikroskop aufgestellt, welches auf einem besonderen Fußgestelle steht, und demnach seinen Ort nicht verändert, wenn die Stange bewegt, oder ganz weggenommen wird; wenn dieses Mikroskop auf den Spinnenfaden gerichtet ist, so ist damit der Ort des Endes der Stange bezeichnet, und man kann sie nun wegnehmen, und mit dem anderen Ende dahin legen, wo vorher das erste war, welches man durch das, in der Zwischenzeit ungeändert gebliebene Mikroskop erkennt. Das Mikroskop hat folgende Einrichtung: sein Objectiv besteht aus zwei halben Linsen von verschiedener Brennweite, deren eine, im Brennpunkte ein Bild von dem Spinnenfaden macht, die andere ein Bild von einer entfernten, mit dem Mikroskope verbundenen Elfenbeinplatte, auf welcher ein Paar, sich kreuzweis durchschneidende Linien gezogen sind; es läßt sich erhöhen und erniedrigen, auch, durch Schrauben, in der Direction der Basis, verschieben. Bei dem Gebrauche wird das nahe richtig aufgestellte Mikroskop, zuerst in diejenige Höhe gebracht, in welcher der Spinnenfaden deutlich erscheint, dann wird es verschoben, bis derselbe den Kreuzlinien auf der Elfenbeinplatte entspricht; nun wird die Stange um ihre Länge weiter gelegt, ihr Ende, durch den Mechanismus der Stange, in die gehörige Höhe gebracht, und sie soweit verschoben, daß der Spinnenfaden an ihrem anderen Ende, wieder dem Kreuze auf der Elfenbeinplatte entspricht. — Solcher mikroskopischen Einrichtungen sind drei vorhanden, wovon die letzte immer stehen bleibt, um im Falle eines Fehlers, die Arbeit von ihr neu anfangen zu können. Die Stange selbst besteht aus 4 Stücken, jedes von 2 Mètre Länge, welche durch Schraubenklammern zusammengehalten werden. Die Neigung gegen den Horizont wird etwa so wie bei *Delambres* Grundlinie gemessen. Wenn die Arbeit durch die Nacht unterbrochen wird, so bleiben die letzte Lage und die Mikroskope ungeändert stehen, bis zum Morgen. Die Einrichtung des Kastens, wherein die Stange verschlossen ist, der Mechanismus der Bewegung etc. erscheinen mir sehr zweckmäfsig.

Aus dem Wenigen was ich angeführt habe, kann man schon beurtheilen, daß Herrn *Hafslers* Schrift die Aufmerksamkeit Derer verdient, welche an den mechanischen, den Astronomen und Geodäten nothwendigen Einrichtungen, Interesse nehmen. Es ist zu bedauern, daß ein so vollständiger Apparat, wie der in Amerika vorhandene, nicht zur Anwendung seines Urhebers gekommen ist.

Bessel.