die Polarisation des ersten Regenbogens eine vollständige, sein.

Für die Bogen höherer (m ter) Ordnung gelten in ähnlicher Weise die Gleichungen:

$$\frac{\sin(i-r)}{\sin(i+r)} = \frac{m}{m+2} \quad \text{und} \quad \frac{\operatorname{tg}(i-r)}{\operatorname{tg}(i+r)} = \frac{n^2-m-1}{n^2+m+1}.$$

Für jeden derselben lässt sich daher ein dem obigen analoger Satz aussprechen. —

Bei sämtlichen Bogen besitzen die wirksamen Strahlen das Maximum der Polarisation; in den anderen Ablenkungsrichtungen kommen nämlich immer zwei Strahlen zusammen, deren Polarisation zusammengenommen geringer ist als diejenige des wirksamen Strahls.

Bei einem Prisma entspricht dem Minimum der Ablenkung auch das Minimum der Polarisation. Das Licht der Halo's, welche durch Brechung in Eisprismen entstanden sind, zeigt sich daher nur schwach polarisirt; nach Billet's Rechnung (a. a. O.) beträgt das Verhältniss des polarisirten Lichtes zur Gesammtlichtmenge bei dem Halo von 22° nur 0.0365, bei demjenigen von 46° aber 0.162. Während beim Regenbogen die Polarisationsebene radial gerichtet ist, hat sie bei den Halo's die tangentielle Lage, was durch Beobachtungen von Brewster¹⁾ und Bravais²⁾ bestätigt worden ist.

X. Zur Geschichte der Erfindung des Aräometers; von E. Gerland.

Das älteste Aräometer ist das mit constantem Gewichte und gleichförmiger Scala. Man hat, wohl auf Musschen-

1) Sillim. J. (2) X. 499.

2) Inst. Nr. 852. p. 140.

broek's Autorität hin, lange Zeit seine Erfindung der unglücklichen Hypatia zugeschrieben, die 415 n. Chr. von den Christen in Alexandria getödtet wurde. Die Stelle bei Musschenbroek lautet: „Hygrometrum¹⁾ sub fine quarti seculi dicitur inventum a Hypatia, Theonis filia, ut ex Sinesii Cyrenaici Epistola XV colligitur.“ Dieser Brief aber, welchen Synesius, Bischof von Ptolemais, an seine Lehrerin Hypatia schrieb, führt so wenig auf die Behauptung Musschenbroek's, dass vielmehr die gerade entgegengesetzte daraus zu entnehmen ist. Dieses ist sein Wortlaut: „Οὕτω²⁾ πᾶνν πέπραγα πονήρως, ὥστε ὑδροσκοπίου μοι δεῖ· ἐπίταξον αὐτὸ χαλκευθῆναι τε καὶ συνωνηθῆναι. Σωλὴν ἐστὶ κυλινδρικός, αὐλοῦ καὶ σχῆμα καὶ μέγεθος ἔχων· οὗτος ἐπὶ τινος εὐθείας δέχεται τὰς κατατομὰς, αἷς τῶν ὑδάτων τὴν ῥοπὴν ἐξετάζομεν. Ἐπιπωματίζει γὰρ αὐτὸν ἐκ θατέρου κῶνος κατὰ θέσιν ἴσῃν ἐγκείμενος, ὡς εἶναι κοινὴν βᾶσιν ἀμφοῖν τοῦ κῶνου τε καὶ τοῦ σωλῆνος. Αὐτὸ δὲ τοῦτό ἐστι τὸ Βαρύλλιον. Ὅταν οὖν εἰς ὕδωρ καθῆς τὸν αὐλόν, ὀρθὸς ἐστήξει καὶ παρέξει σοι τὰς κατατομὰς ἀριθμῆιν· αἱ δὲ τῆς ῥοπῆς εἰσὶ γνωρίσματα.“ Petav, der 1640 die Schriften des Synesius herausgab, wollte dies auf den Chorobates des Vitruv, eine Nivellirwage deuten, obwohl Constantin bereits 70 Jahre vorher die Stelle richtig verstanden hatte. Fermat aber erklärte kurz nach dem Erscheinen von Petav's Ausgabe das Hydroskopium für das Aräometer und überzeugte auch Petav leicht von der Richtigkeit seiner Ansicht. Es kann in der That keinen Augenblick zweifelhaft sein, dass Synesius das Aräometer meint und wir werden später zu untersuchen haben, ob diese Beschreibung die älteste des Instrumentes ist, die uns das Alterthum überliefert hat. Musschenbroek aber und die, welche mit ihm die Hy-

1) Musschenbroek, *Introductio ad philosophiam naturalem*, Lugd. Bat. MDCCLVII. p. 522.

2) Joh. Christ. Wolfius, *Mulierum Graecarum Fragmenta et Elogia*. Göttingen MDCCXXXIX. p. 74, cf. Beckmann, *Beyträge zur Geschichte der Erfindungen*. Leipzig 1795. IV. p. 249 ff.

patia für die Erfinderin des Aräometers halten, müssen den 15. Brief des Synesius gar nicht gelesen haben, sonst hätten sie diese Ansicht nicht aufstellen können.

In neuerer Zeit hat man wohl einstimmig Archimedes für den Erfinder des Aräometers erklärt. Muncke¹⁾ hält es für ausgemacht, „dass Archimedes ein gut construirtes Aräometer von Blech mit einer in Grade getheilten Scala erfand oder mindestens gebrauchte.“ Poggendorff sagt im biographisch-literarischen Handwörterbuch²⁾ unter Hypatia, dass die Erfindung der Senkwage dem Archimedes angehöre, und im Handwörterbuch der Chemie:³⁾ „Gewöhnlich wird Hypatia . . . als die Erfinderin derselben (Aräometer von bestimmtem Gewicht mit gleichförmiger Scala) genannt; es ist indessen erwiesen, dass schon Archimedes . . . dieselben gebraucht hat.“ Marbach⁴⁾ schliesst sich der Ansicht Muncke's an, Dove⁵⁾ sagt noch bestimmter: Die Aräometer „sind in ihrer Form fast genau noch der Beschreibung entsprechend, welche sie nach Rhemnius Fannius Palaemon (de Ponderibus et Mensuris) von Archimedes erhalten.“ Diese übereinstimmende Ansicht gründet sich, wie die Citate ergeben, auf eine Arbeit Salverte's,⁶⁾ die unter dem Titel: Wer hat das Aräometer erfunden? in Gilbert's Annalen aus den Annales de Chimie hinübergeworfen ist. Darin wird aus Vers 104 bis 121 des erwähnten Gedichtes von Rhemnius Fannius, der unter Tiber, Caligula und Claudius gelebt habe, zu beweisen gesucht, dass das Aräometer bereits 300 Jahre vor Hypatia bekannt gewesen sei, da die angeführte Stelle

1) Gehler's physikalisches Wörterbuch. I. p. 350.

2) Poggendorff, biographisch-literarisches Handwörterbuch. I. p. 1166.

3) Handwörterbuch der reinen und angewandten Chemie, begr. von Liebig, Poggendorff und Wöhler, 2. Aufl. red. von Fehling. II. p. 174.

4) Marbach, physikalisches Lexikon. 2. Aufl. 1850. I. p. 273.

5) Dove, Maass und Messen. 2. Aufl. p. 160.

6) Ann. d. Ch. An 6. XXVII. p. 113. Gilbert's Annalen. VI. p. 123. 1800.

eine mit grosser Genauigkeit ausgeführte Beschreibung desselben enthält. „Es ist daher¹⁾“, fährt Salverte dann fort, „nicht wohl zu begreifen, wie Synesius, Zeitgenosse und Freund dieser Griechen, ihr die Erfindung habe zuschreiben können. Aber noch mehr, drei Zeilen nach jener Beschreibung fährt Rhemnius Fannius fort:

Nunc aliud partum ingenio trademus eodem,

und nun erzählt er die Art, wie Archimed die Menge des Goldes in König Hiero's Krone durch eine hydrostatische Probe fand. Das Aräometer scheint also eine der vielen Erfindungen Archimed's zu sein.“

Diese Hypothese Salverte's tritt uns dann bald genug als Thatsache entgegen und doch lässt sie eine genaue Betrachtung des erwähnten Gedichtes ganz und gar nicht haltbar erscheinen. Die dem angeführten vorhergehenden 123 Verse enthalten die genaue Beschreibung der römischen Gewichte, der Flüssigkeitsmaasse und des Aräometers in drei Abschnitten, die in Wernsdorf's²⁾ Ausgabe mit besonderen Ueberschriften haben versehen werden können, ebenso der vierte Abschnitt, der mit dem citirten Verse beginnt. In diesen Versen wird aber weder Archimedes noch irgend eine andere Person genannt. Dies hätte aber doch mit ersterem der Fall sein müssen, wenn die von Salverte beliebte Deutung des ingenio eodem auf den berühmten Erfinder annehmbar sein sollte. Statt dessen wird desselben zuerst im Vers 127 ohne Nennung seines Namens als Syracosius magister Erwähnung gethan. Sprachlich sowohl, als auch dem Sinne nach ist es mithin ganz unstatthaft, ingenio eodem persönlich nehmen zu wollen, es ist vielmehr generell aufzufassen und würde etwa mit „geistige Bestrebungen“ zu übersetzen sein. Aus dieser Stelle folgt also durchaus nicht, dass Archimedes das Aräometer erfunden hat. Da er nun in seinen Schriften

1) a. a. O. p. 127.

2) Wernsdorf, Poetae latini minores, Altenburg 1786.

den Apparat ganz und gar nicht erwähnt, da ferner keiner der Schriftsteller des Alterthums ihn als Erfinder nennt, da endlich das Aräometer unmöglich vor seinen Arbeiten erfunden sein kann, so wird man annehmen müssen, dass dasselbe eine spätere Erfindung ist.

Ist nun das Gedicht *de Ponderibus et Mensuris* wirklich von Rhemnius Fannius, so muss das Aräometer zu dessen Lebzeiten, also spätestens zur Zeit des Kaisers Nero, in welche Bähr¹⁾ den Rhemnius setzt, bekannt gewesen sein. Nun ist es aber keineswegs ausgemacht, ob das Gedicht diesen Grammatiker zum Verfasser hat. Die *Codices*²⁾ geben dasselbe entweder ohne Angabe des Dichters oder schreiben es dem Grammatiker Priscianus zu, welcher von 468 bis 562 oder 575³⁾ in Constantinopel lebte und dessen Gedichten es sich meist angefügt findet; in einem findet sich das Gedicht dem Priscian zugeschrieben mit dem Zusatz: *ex opere Rufini vel Faviniani* und anstatt Faviniani hat ein anderer Favini. Zwei *Codices* schreiben das Gedicht dem Remus Favinus zu. Die venetianischen Ausgaben des 15. Jahrhunderts nennen keinen Verfasser, die erste Leipziger Ausgabe von 1494 den Remus Favinus und erst die zweite Leipziger Ausgabe von 1515 den oben genannten Rhemnius Fannius Palaemon. Dieser ist mithin keineswegs gut beglaubigt und Wernsdorf hat — über seine Gründe ist seine Arbeit nachzusehen — bereits 1786 zu zeigen gesucht, wie der Name erst spät dem Gedichte zugefügt ist. Die That- sache, die Salverte für Rhemnius Urheberschaft des Gedichtes anführt, dass die Eleganz und Richtigkeit namentlich von Vers 2—5 und 98—101 des Gedichtes einen Verfasser

1) Bähr, Geschichte der römischen Literatur. 3. Aufl. I. Carlsruhe 1844.

2) Endlicher, Prisciani Grammatici de Laude imperatoris Anastasii et de Ponderibus et Mensuris Carmina. Vindobonae 1828. p. XVI.

3) Bähr a. a. O.

4) Wernsdorf a. a. O. p. 237.

aus der Zeit der guten Latinität verrathe und alle Zweifel über die Echtheit des Gedichtes hebe, wird durch andere sicher von Priscian herrührende Gedichte, namentlich seine *Periegesis* und sein Lobgedicht auf den Kaiser Anastasius ihrer Beweiskraft beraubt¹⁾ und wollte man auch mit Endlicher die Möglichkeit zugeben, dass wie die *Periegesis* einem Werke des Dionysius, so das Gedicht *de Ponderibus et Mensuris* einem älteren des Rhemnius Fannius nachgebildet ist, so würde dadurch Salverte's Beweis, der sich ja gerade auf die nach dieser Annahme dem Priscian angehörige Form stützt, durchaus nicht gekräftigt, und dass diese Annahme wenig begründet ist, haben wir gesehen. Die neueren Herausgeber des Gedichtes (Endlicher 1828, Orelli 1833, G. E. Weber 1835, H. Meyer)²⁾ haben es denn auch alle dem Priscian zugeschrieben.

Es ist nun aber, was Beckmann³⁾ zuerst hervor gehoben und ausgeführt, möglich, auch auf andere Art über die Frage nach dem Verfasser jenes Gedichtes zu entscheiden und gleichzeitig das Alter des Aräometers so genau, wie dies überhaupt gehen möchte, zu bestimmen. Ist nämlich das Gedicht *de Ponderibus et Mensuris* von Rhemnius verfasst, das Aräometer also in der Mitte des 1. Jahrhunderts bereits bekannt gewesen, so wird man erwarten dürfen, es bei Schriftstellern des 2. und 3. Jahrhunderts und namentlich bei denen, die auf die Frage des specifischen Gewichtes der Flüssigkeiten eingehen, wenigstens erwähnt zu finden. Dies ist indessen nicht der Fall. So sagt Seneca:⁴⁾ „*Quamcunque vis re mexpende et contra aquam statue, dummodo utriusque par sit modus: si aqua gravior est levio rem, quam ipsa est, feret, et tanto*

1) Bähr a. a. O. I. p. 293.

2) Engelmann, *Bibliotheca scriptorum classicorum et graecorum et latinorum*, 7. Aufl. 1858, p. 594.

3) Beckmann, *Beyträge zur Geschichte der Erfindungen*. Leipzig 1795. IV. p. 265.

4) Senecae Philos. Nat. Quaest. Lib. III. C. 25. Opera ad opt. ed. coll. Stud. Soc. Bipontinae III. p. 250.

supra se extollet, quanto erit levior: graviora descendent. At si aquae et ejus rei quam contra pensabis par pondus erit; nec pessum ibit, nec exstabit, sed aequabitur aquae: et natabit quidem sed paene mersa, ac nulla eminens parte. Hoc est cur quaedam tigna supra aquam, paene tota efferantur: quaedam ad medium submersa sint, quaedam ad aequilibrium aequae descendant.“ Man wird wohl behaupten dürfen, dass Seneca hier das Aräometer gewiss angeführt hätte, wenn er es gekannt hätte, und ebenso, dass er es gekannt hätte, wenn sein Zeitgenosse Rhemnius es bereits so ausführlich beschreiben konnte. Das letztere gilt auch von Plinius¹⁾ dem Aelteren, dessen Worte: „Quidam statera judicant de salubritate frustrante diligentia, quando perrarum est, ut levior sit aliqua.“ Zu dem hier verurtheilten Zwecke benutzt Synesius bereits die Senkwage, Plinius hätte sich wohl weniger gering-schätzig ausgedrückt, hätte er sie gekannt. Ja, es liegt dadurch die Vermuthung nahe, dass das Bedürfniss über die Heilsamkeit des Wassers zu urtheilen zur Erfindung des Aräometers führte. Vor das 3. Jahrhundert kann man diese aber doch nicht setzen, da Galen,²⁾ der um 200 n. Chr. starb, das Instrument noch nicht kennt. Derselbe gibt als ein neu erfundenes Mittel die Güte einer Salzlauge zu prüfen an, ein Ei hineinzuworfen und zu sehen, ob dasselbe schwimmt: „ἀλλὰ καὶ μέτρον ἤδη τι πεποιήνται τοῦ τὴν ἄλμην εὐκρατον ὑπάρχειν εἰς τὰς ταριχεύσεις, εἰ φαίνοιτο κατ’ αὐτὴν ἐπιπλεόν ὥον, ὥς ἔτι γε καταφερομένου καὶ μήπω περὶ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς ἄλμης ἐννηχομένου μᾶλλον ὕδατόδης ἐστὶ καὶ γλυκεῖα.“ Nahe genug war man damit der Erfindung des Aräometers.

Aus allen diesen Gründen ist demnach die Beschreibung des Synesius als die älteste des Aräometers, welche

1) Plini Secundi nat. hist. Libri 37. Rec. Sillig. Lib. 31. C. 23. IV. p. 437.

2) Γαλήνου περὶ κράσεως καὶ δυνάμεως τῶν ἀπλῶν φαρμάκων. Bibl. A. Opera omnia. Ed. Kühn. Vol. XI. p. 691.

uns überliefert ist, anzusehen und es wird also die Zeit seiner Erfindung nicht früher, als in das 3. oder 4. Jahrhundert zu setzen sein. Die Ausführlichkeit, mit der Synesius der gelehrten Hypatia den Apparat zu beschreiben für nöthig findet, scheint dafür zu sprechen, dass damals der Apparat noch nicht sehr bekannt war und dürfte man mit grösserer Wahrscheinlichkeit somit annehmen, dass er aus dem 4. Jahrhundert n. Chr. stammt. Dass er zuerst als in der Heilkunde gebräuchlicher Apparat zur Bestimmung der Güte des Trinkwassers diene, wozu man ihn nach Desaguiliers¹⁾ Zeugniss noch bis in das 18. Jahrhundert benutzte, möchte für unsere oben geäusserte Ansicht sprechen.

Somit gelangen wir zu dem Resultate: die verbreitete Ansicht, dass Archimedes das Aräometer erfunden habe, ist durch nichts beglaubigt; wahrscheinlich ist es im 4. Jahrhundert n. Chr. und zwar zunächst zu medicinischen Zwecken zuerst construirt.

Cassel, im März 1877.

XI. Die Bedeutung der Rhomboëder- und Prismenflächen am Quarz; von H. Baumhauer.

Bekanntlich gibt es zweierlei Quarzkrystalle²⁾:

- 1) rechte; diese zeigen vornehmlich $+R$, $-R$ und ∞R , ferner $\frac{2P^2}{4}$ nur rechts von $+R$, positive Trapezoëder unter $+R$ nur rechts, daneben seltener und untergeordnet negative Trapezoëder unter $-R$, diese aber nur links;

1) Desaguiliers. A course of Experimental Philosophy, in der holländischen Uebersetzung: De Natuurkunde uit ondervindingen opgemaakt. Amsterdam MDCCXXXVI. 2. Deel. p. 225.

2) S. P. Groth, physikalische Krystallographie. p. 300.