

Résultats obtenus dans l'emploi des locomotives compound sur les chemins de fer secondaires

Autor(en): **Mallet, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Die Eisenbahn = Le chemin de fer**

Band (Jahr): **12/13 (1880)**

Heft 25

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-8653>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

INHALT: Résultats obtenus dans l'emploi des Locomotives Compound sur les chemins de fer secondaires, par A. Mallet, Ingénieur à Paris. (Fin.) — Zum Eisenbahnunfall auf der Brücke der Verbindungsbahn in Basel. Mit Zeichnungen. — Aneroide und Aneroidaufnahmen. Von Ingenieur H. Steinach in Cöln. — Ueber die Katastervermessungen Berns aus älterer und neuerer Zeit. Von Fr. Brönnimann, Stadtgeometer in Bern. (Schluss.) — Ueber den Schutz des geistigen Eigenthums. — Der erste Kehrtunnel der Gotthardbahn ist durchgeschlagen! — Revue: Eine merkwürdige Locomotive; Eine neue Schraubenverfertigungsmaschine. — Miscellanea: Eine internationale allgemeine Prüfung von Tauwerk; Patent- und Musterschutz-Ausstellung in Frankfurt a/M.; Die Kreuzblumen des Cölners Doms. — Vereinsnachrichten: Stellenvermittlung.

Abonnements-Einladung.

Mit dem Jahre 1881 beginnt die „Eisenbahn“ ihren XIV. Band. Damit keine Verspätung in den Zusendungen entstehe, bitten wir um rechtzeitige Erneuerung der Abonnemente.

Die Redaction wird es sich angelegen sein lassen, die „Eisenbahn“ auch fürderhin immer mehr zu einer anregenden, die Gebiete des gesammten Bau- und Verkehrswesens möglichst umfassenden Wochenschrift zu gestalten. Sie hat sich zu diesem Zwecke neben den bereits vorhandenen, bewährten Mitarbeitern eine Anzahl neuer Kräfte gesichert. Indem sie den rein fachwissenschaftlichen Fragen stets ihr Hauptaugenmerk zuwenden wird, soll dadurch die Besprechung und Beleuchtung der wichtigen beruflichen Tagesfragen, welche die gesammte Technikerschaft bewegen, nicht ausser Acht gelassen bleiben.

Die „Eisenbahn“ wird in Folge bezüglicher Vereinsbeschlüsse auch im neuen Jahre Organ des Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Vereins und der Gesellschaft ehemaliger Studirender des eidg. Polytechnikums bleiben. Die ihr hiedurch gesicherte grosse Verbreitung in den massgebenden technischen Kreisen der Schweiz und des Auslandes macht sie zu einem geeigneten Publicationsmittel.

Neue Abonnemente auf die „Eisenbahn“ nehmen entgegen alle Postämter der Schweiz, Deutschlands, Oesterreichs und Frankreichs, ferner sämtliche Buchhandlungen, sowie auch die Herren **Orell Füssli & Co. in Zürich** zum Preise von:

Fr. 20. — für die Schweiz und pro

„ 25. — = M. 20 = fl. 10 ö. W. für das Ausland } Jahrg.

Mitglieder des Schweiz. Ingenieur- und Architekten-Vereins und der Gesellschaft ehemaliger Studirender des eidg. Polytechnikums geniessen das Vorrecht des auf Fr. 16. — für die Schweiz und Fr. 18. — für das Ausland reducirten Abonnementspreises, sofern sie ihre Abonnementserklärung einsenden an den

Herausgeber der „Eisenbahn“:

A. Waldner, Ingenieur
385 Claridenstrasse — Zürich.

Résultats obtenus dans l'emploi des Locomotives Compound sur les chemins de fer secondaires,

par A. Mallet, Ingénieur, à Paris.

(Fin.)

Nature du service.

Nous allons dire quelques mots sur la nature du service que font les machines.

Le trajet s'exécute en un quart d'heure, en admettant une minute d'arrêt à la station intermédiaire d'Anglet, ce qui est le minimum, attendu que c'est là que s'effectue le croisement des trains et que souvent l'un doit attendre l'autre, on arrive à une vitesse moyenne de marche de 33 km à l'heure.

En hiver, sauf les dimanches et jours de marché, il n'y a qu'un train qui fait la navette, partant aux heures d'une station et aux demi-heures de l'autre.

Mais en été et les dimanches et jours de marché en hiver, il y a entre certaines heures, double train partant simultanément deux fois par heure des stations extrêmes et se croisant à la station intermédiaire.

En 1879 il a été fait 14 910 trains, ce qui donne une moyenne journalière de 40 trains pour toute l'année, le plus grand nombre a été de 56 et le plus petit de 32.

En hiver, sauf les jours de fête et de marché, on n'a que deux voitures par train, en été, il y en a toujours quatre et

exceptionnellement six. On est donc plutôt au-dessous qu'au-dessus de la vérité en supposant que le train moyen est de trois voitures.

Parcours effectué.

Le parcours total kilométrique effectué en 1879, a été de 119 280 km, il avait été en 1878 de 124 416, c'est une moyenne de 121 850 km. La ligne ayant été ouverte le 2 juin 1877, on avait donc fait au 2 juin 1880, environ 365 500 km, en ajoutant 40 000 km pour les mois de juin, juillet, août et la moitié de septembre, on trouve au 15 septembre 1880 un parcours total de 405 500 km effectué en service, si on tient compte des parcours effectués avant l'ouverture, en travaux, traction en location, etc., on arrive à trouver que les locomotives du chemin de fer de Biarritz ont effectué, à la date indiquée ci-dessus, un parcours total de 412 000 km, ce qui ferait une moyenne de 103 000 km pour les quatre, mais la dernière étant relativement peu employée, on peut dire que les trois premières ont fait en moyenne 120 000 km chacune.

Résultats de l'exploitation en 1879.

Nous allons donner les résultats de la traction pour l'exercice 1879:

Nombre de trains	14 910
„ „ kilomètres	119 280
„ „ voyageurs transportés	556 221
„ „ moyen de voyageurs par train	37
Parcours kilométrique moyen de chaque machine	29 820
Dépense totale de combustibles	420 000 kg
„ par kilomètre en poids	3,52 „
„ „ „ argent	fr. 0,0912

Dépense de combustible.

La dépense de combustible a donc été en 1879 de 3,52 kg de charbon de Cardiff par kilomètre, tout compris, allumage, stationnement, réserve, etc. On trouvera assurément ce chiffre fort réduit surtout si on considère que les machines ont beaucoup plus de temps de stationnement que de temps de marche puisque deux machines sont en feu pendant 16 heures pour faire en moyenne 40 trains représentant une durée de marche de 10 heures, soit 32 contre 10.

Nous montrerons plus loin que cette dépense est en réalité très faible par rapport au travail produit.

Dépenses de traction.

Nous allons tout d'abord donner le détail des dépenses de traction, on verra que ces machines font un service très économique et que la faible dépense de combustible n'est pas compensée par l'entretien.

Dépense de traction pour 1879:

	totale	par kilomètre
Personnel	fr. 8 474. 64	fr. 0,0711
Combustible	„ 10 874. 83	„ 0,0912
Graissage, eau, etc.	„ 5 978. 27	„ 0,0501
Entretien des machines	„ 9 312. 70	„ 0,0781
Entretien des voitures	„ 4 079. 85	„ 0,0342
Total	fr. 38 720. 29	fr. 0,3247

On doit reconnaître que ce chiffre de trente-deux centimes et demi pour les dépenses de traction avec des machines de 19 t en service, est extrêmement réduit.

Nous allons faire voir que les machines utilisent très bien le combustible, en recherchant quelle est la dépense par cheval et par heure, ce qui est le criterium pour toute machine à vapeur, quelle que soit sa destination, et, ce qui nous permettra de trouver quelle serait la dépense kilométrique pour les mêmes machines, dans d'autres conditions et pour d'autres machines.

Travail développé par les machines.

Cherchons d'abord le travail effectué:

Le poids du train se compose de trois voitures, 37 voyageurs et la machine, celle-ci pèse, avec moitié des approvisionnements 18 500 kg pour le premier type et 23 000 kg pour le second, nous admettrons 19 000 kg, le premier type faisant beaucoup plus de parcours que le second.

Trois voitures	27 000 kg
37 voyageurs et bagages	2 800 „
Machine	19 000 „
Poids du train moyen	48 800 kg

La résistance en palier sera calculée par la formule de l'Est qui, pour une surface transversale de 11 mètres carrés et une vitesse moyenne de 33 km à l'heure donne :

$$R = 1,80 + 0,08 \times 33 + \frac{0,009 \times 11 \times 33^2}{48,8} = 6,68 \text{ kg.}$$

Nous appliquerons ce coefficient au train total, voitures et machine, et comme sur les pentes supérieures à celle qui correspond à la résistance en palier, il n'y a pas d'effort à exercer, nous ne ferons porter le coefficient de 6,68 kg que sur la longueur qui reste, déduction faite de ces pentes, soit 0,63 du parcours.

Pour les rampes on a trouvé un effort moyen de 4,67 kg.

Pour les courbes on admettra, pour le rayon moyen de 400 m une résistance de 2,7 kg sur l'ensemble du train, ce qui, pour le parcours total donne $0,42 \times 2 = 0,84 \text{ kg.}$

L'effort pour la mise en mouvement du train à chaque départ de station calculé par l'expression $\frac{p \cdot v}{29}$ et compté seulement pour deux tiers, donne, rapporté au parcours total, une moyenne de 0,691 kg.

On a donc :	Résistance en palier corrigée	4,21 kg
	Rampes	4,67 „
	Courbes	0,84 „
	Mise en mouvement	0,69 „
	Total	10,41 kg.

L'effort de traction net est de $48,8 \times 10,41 = 508 \text{ kg}$ et le travail $508 \times 9,17 = 4658$ kilogrammètres ou 62 chevaux nets.

Pour avoir la dépense de combustible par cheval il faut défalquer de la consommation totale le quantum relatif à l'allumage et aux stationnements. Ce quantum est, d'après les chiffres de la Compagnie, de 140 kg par jour pour deux machines (en été il faut compter trois machines et 200 kg) c'est donc pour 320 km 0,440 kg par kilomètre à déduire de 3,52, reste 3,08, soit pour une heure à raison de 33 km, 101,64 ce qui correspond à une dépense de charbon par cheval net et par heure de 1,64 kg.

Dépense par cheval et par heure.

En admettant 12 pour cent pour les résistances du mécanisme, la dépense ressortirait par cheval brut sur les pistons ou cheval indiqué à 1,44 kg.

On va voir que cette dépense peut encore être réduite.

Elle représente la moyenne de toute l'année 1879.

Si nous prenons deux mois d'été où la puissance des machines est mieux utilisée, nous trouvons :

Août 1879	13 008 km	3,812 kg par kilomètre
Septembre „	13 066 „	3,945 „

Pendant ces deux mois, les trains ont tous comporté quatre voitures et le nombre moyen de voyageurs a été de 64 par train.

On trouve ainsi un poids moyen de train de 59 800 kg donnant lieu à un effort de traction de 622 kg et à un travail net de 76 chevaux. La dépense moyenne kilométrique est de 3 878 kg, les 200 kg à défalquer portant sur 427 km de parcours moyen journalier donnent 0,470 kg, reste donc 3,408 kg soit par heure 112,53 kg, ce qui donne par cheval net 1,49 kg et par cheval brut ou indiqué 1,33 kg.

Il faut d'ailleurs remarquer que le travail développé dans certains cas est bien supérieur. Ainsi un train de quatre voitures complètement chargé, ce qui arrive pendant plusieurs heures consécutives le dimanche, pèse 80 t¹⁾ et la machine pour la remonte sur rampe de 15 millièmes, exerce un effort de traction

de 1840 kg et à la vitesse de 25 km, donne 180 chevaux. Il nous paraît donc absolument établi que la consommation de combustible des locomotives du chemin de fer de Biarritz est comprise entre 1,5 et 1,6 kg par cheval net ou effectif et par heure; on ne contestera pas que ce résultat, pour des machines de dimensions modérées, est extrêmement favorable. Des machines analogues comme puissance, mais du système ordinaire ne dépenseraient pas moins de 2¹/₄ kg à 2¹/₂ kg. On peut en citer de nombreux exemples. Les résultats donnés plus haut concordent d'ailleurs parfaitement avec ceux qui ont été obtenus de machines demi-fixes ou locomobiles à fonctionnement Compound, sans condensation construites récemment en Angleterre et en France.

Nous ferons, de plus, remarquer que les tubes de ces machines n'ont que 2,40 m de longueur et que, par conséquent, il y a une infériorité de ce chef au point de vue de l'utilisation de la chaleur. La perte de ce côté compense l'avantage résultant de la qualité du combustible employé (Cardiff), de sorte qu'on peut admettre que la production de vapeur est la même dans ces machines que dans les autres, l'avantage obtenu provient donc entièrement de l'utilisation de la vapeur.

Dépense de combustible par kilomètre des locomotives Compound dans diverses hypothèses.

Nous terminerons cette note en indiquant quelle serait, par kilomètre, la dépense de combustible dans divers cas analogues.

¹⁰ Pour une machine du type 1 du chemin de fer de Biarritz, traînant un train de la composition et du modèle ci-dessus, soit trois grandes voitures à impériale, à la vitesse de 33 km, mais sur un profil ne représentant que la moitié des rampes de la ligne de Biarritz, la résistance totale par tonne étant de 8,5 kg, on aura un effort de traction de 410 kg et un travail de 50 chevaux; à raison de 1,65 kg par cheval, c'est une dépense à l'heure de 82,5 kg, soit 2,5 kg par kilomètre, en ajoutant 0,400 kg à 0,500 kg pour l'allumage et les stationnements, on arriverait à une dépense de 2,9 à 3,0 kg par kilomètre, ceci montre, par parenthèse, l'influence du profil sur la consommation.

²⁰ Une machine Compound à 2 essieux accouplés de 12 t, traînant trois voitures ordinaires, pesant en moyenne 8 t chaque, sur un profil peu accidenté, donnant une résistance de 7 kg par tonne, vitesse 25 km à l'heure.

On a un train de 36 t, un effort de traction de 252 kg et un travail de 24 chevaux. A raison de 1,80 kg par cheval, c'est 43,2 kg à l'heure ou 1,73 kg par cheval; si on compte de 300 à 500 g pour allumage etc. suivant le parcours journalier, la dépense kilométrique sera de 2 à 2,20 kg.

³⁰ Une voiture-machine pesant 20 t, en charge sur un profil correspondant à un effort moyen de 8,5 kg par tonne, donne lieu à un effort de traction de 170 kg et à la vitesse moyenne de 33 km à l'heure, à un travail de 20,8 chevaux, à raison de 1,80 kg par cheval, la dépense horaire est de 37,5 kg et la dépense kilométrique de 1,15 kg, en ajoutant de 300 à 500 g, la dépense kilométrique totale, ressort de 1,45 à 1,65 kg.

⁴⁰ Une machine de tramway pesant 7 t et remorquant deux voitures pesant ensemble le même poids, soit un poids total de 14 t et fonctionnant sur une voie et un profil représentant une résistance moyenne de 12 kg par tonne, à la vitesse de 18 km à l'heure, développerait un travail moyen de 11,2 chevaux. Elle dépenserait à l'heure $1,85 \times 11,2 = 21 \text{ kg}$ de combustible ou 1,15 kg par kilomètre; en ajoutant de 300 à 500 g, la dépense kilométrique totale ressortirait de 1,45 à 1,65 kg.

Ces exemples rapprochés des consommations constatées pour les machines ordinaires font voir que le système Compound permet de réaliser une économie considérable qui ne saurait être moindre de 25 à 30 pour cent et qui pour les petites machines peut s'élever plus haut.

Toutes les données sur lesquelles nous avons basé nos calculs, sont tirées des comptes rendus officiels de la Compagnie du chemin de fer de Bayonne, Anglet, Biarritz et notamment du rapport du Conseil d'Administration à l'assemblée générale du 15 mars 1880.

Nous ne saurions terminer sans rappeler que l'économie en argent n'est pas le seul avantage de l'épargne faite sur la dépense de combustible, il en résulte également une réduction dans

¹⁾ Le 8 Septembre 1878, jour de la fête de Biarritz, on a transporté 12 300 voyageurs au moyen de 62 trains, la moyenne serait donc de 198 voyageurs par train, mais si on remarque que la grande affluence a eu lieu à certaines heures de la journée et qu'à ces heures, les trains de retour étaient à peu près vides, on voit que la moyenne des trains chargés comprenait plus du double du nombre indiqué; en fait il y a eu plusieurs trains de 600 et 700 voyageurs.

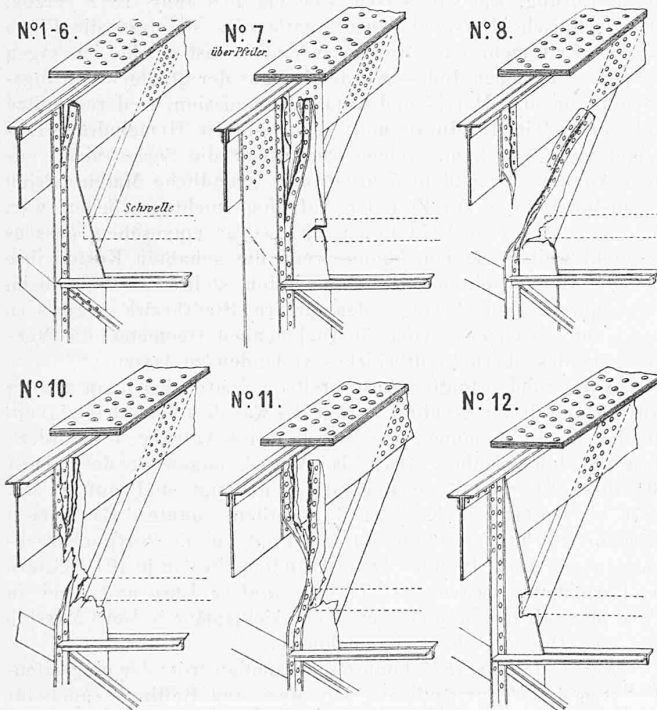
le poids des approvisionnements en eau et en charbon ou la possibilité de faire plus de chemin avec les mêmes approvisionnements, ainsi qu'une réduction appréciable dans le poids des caisses à eau, des chaudières, etc.

Des opposants à l'emploi du système Compound, dans les locomotives, ont cru pouvoir avancer que la question manquait d'intérêt parce qu'on n'a pas à transporter le combustible à de grandes distances, comme on le fait sur les navires de mer à longs parcours, mais si ce n'est pas le charbon qu'on a à transporter, c'est l'eau, dont le poids représente 7 à 8 fois celui du charbon.

Le seul fait de la réduction de la consommation d'eau suffirait à faire adopter, dans certains cas, le fonctionnement Compound, n'eût-il pas d'autres avantages.

Zum Eisenbahnunfall auf der Brücke der Verbindungsbahn in Basel.

Als Nachtrag zu der in Nr. 22 unserer Zeitschrift enthaltenen Berichterstattung über die auf der Verbindungsbahn in Basel stattgehabte Zugsentgleisung lassen wir hier einige Skizzen von Beschädigungen folgen, welche die Querträger der Brücke durch



die Entgleisung erlitten hatten. Wir verdanken die betreffenden Zeichnungen der Gefälligkeit der Herren Ingenieure Spiess und Jecly in Basel. Letzterer hat die ursprünglich durch Herrn Ingenieur Spiess dem Zürcherischen Ingenieur- und Architekten-Verein vorgelegten interessanten Skizzen theils vervollständigt theils neu aufgenommen; er schreibt uns darüber was folgt:

„Aus den Zeichnungen sind die verschiedenen Phasen der Beschädigungen deutlich zu erkennen, welche die von der Locomotive vorgeschobenen Querschwellen verursacht haben. Bei 1—6 war die Locomotive noch nicht durchgebrochen und die Querträger sind nur oben beschädigt. Nr. 7 zeigt schon Beschädigungen durch die vorgeschobenen Schwellen. Ebenso die folgenden 8, 10, 11. Bei 12 wurde durch die Schwelle nur ein Stück herausgeschlagen.

Eine eigenthümlich abgescherte Niete fand sich bei einem der Träger; es war der Nietkopf circa 1 mm über dem Blech (an der breitesten Stelle) abgeschlagen.

Das zum Bau der Brücke verwendete Eisenmaterial schien überall ganz ausgezeichnet zu sein (das Eisenwerk war vom Creuzot geliefert worden).

Aneroide und Aneroidaufnahmen.

Von Ingenieur H. Steinach in Cöln.

Neuerdings sind von Seiten der Rheinischen Bahn wiederholt Aneroidaufnahmen in grösserer Ausdehnung fertig gestellt worden, deren Resultate, früheren Aufnahmen gegenüber gestellt, einen entschiedenen Fortschritt erkennen lassen. Als Grad der erreichten Genauigkeit kann angegeben werden, dass 80% der aufgenommenen Punkte eine Fehlergrenze von $\pm 1 m$ nicht überschreiten, wobei nicht ausgeschlossen ist, dass bei weiteren gemachten Erfahrungen die Anzahl der unsicheren Punkte noch zu verringern und die allgemeine Genauigkeit der Resultate noch zu erhöhen sei.

Diese erhöhte Sicherheit der Aufnahme ist wesentlich den vervollkommenen Aneroidbarometern mit Micrometerschraube (System Goldschmid) von Hottinger & Cie. in Zürich, der Anwendung eines selbstregistrirenden Barometers (derselben Firma) für die Standbeobachtungen und endlich der graphischen Berechnung und Ausgleichung der Instrumentangaben zuzuschreiben.

Bei Beobachtung der Veränderung des Luftdruckes während längeren Zeitintervallen, wie es grössere Aufnahmen benöthigen, erhellt sofort, dass nur eine solche Aufnahme- resp. Cotirungsmethode befriedigende Resultate liefern kann, welche die einzelnen barometrisch bestimmten Punkte auf einen festen, ebenfalls barometrisch bestimmten Horizont bezieht, d. h. bei welcher die Aenderung des Luftdruckes für die Dauer der Aufnahme sorgfältig beobachtet und aufgezeichnet wird.

Nachfolgende Tabelle gibt für jeden Tag im Monat Juli 1880 die grösste, in einer Viertelstunde beobachtete Aenderung des Luftdruckes in Metern Höhenunterschied ausgedrückt:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Tage	
2,0	1,5	3,0	3,0	4,0	1,5	2,5	1,2	3,0	1,5	2,0	1,5	2,7	2,2	3,0	Aenderung	
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Tage
0,6	0,5	0,3	0,2	0,3	0,4	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,4	0,5	0,5	1,0	0,2	Aendg.

Die mittlere Maximaländerung für $\frac{1}{4}$ Stunde beträgt demnach 1,4 m = rund 0,14 mm Quecksilber.

Berücksichtigt man dabei, dass die angeführten Schwankungen auch im Laufe eines und desselben Tages vorkommen, so ergibt sich, dass auf die Aenderung des Luftdruckes, also auf die Standablesung nicht *genug* Sorgfalt verwendet werden kann. Während diese früher von einem Beobachter alle Viertelstunden an einem gewöhnlichen Aneroid gemacht wurden, gelangte bei den in Rede stehenden Aufnahmen ein selbstregistrirendes Barometer (Barograph) zur Anwendung, dessen Vorzug nicht nur in der Billigkeit, sondern auch und hauptsächlich in der fast absoluten Verlässlichkeit seiner Angaben begründet ist.

Auf die Beschreibung des Apparates einzugehen ist hier nicht der Platz, es mag auf eine demnächst in der hannoverschen Zeitschrift erscheinenden Aufsatz über Aneroide und Aneroidaufnahmen verwiesen werden, woselbst auch die bei den Aufnahmen von mir angewandte graphische Methode der Berechnung näher beschrieben ist.

Der Hauptantheil an der Genauigkeit barometrischer Aufnahmen fällt vorerst den Feldinstrumenten zu.

Unterzieht man die einzelnen im Gebrauche befindlichen Instrumente einem Vergleiche, so müssen, abgesehen von der Theorie der Construction, welche bei den Instrumenten nach Reitz vielleicht die vollkommenste ist, die Aneroidbarometer mit Micrometerschraube (System Goldschmid) als die vorzüglichsten bezeichnet werden.¹⁾

Bekanntlich hat jedes Aneroid drei Correctionen, die seine Angaben auf die auf 0° bezogenen Angaben eines Quecksilberbarometers reduciren, von deren Grösse und Gleichmässigkeit die Genauigkeit der Bestimmungen wesentlich abhängig erscheinen; es sind dies die Temperatur-, Scalen- und Standcorrectionen.

Die Temperaturcorrection, wegen Aenderung der Instrumentablesung durch Aenderung der Temperatur des Instrumentes, deren Grösse bei den Instrumenten Naudet, Reitz und älteren

¹⁾ Ueber die Instrumente von Reitz kann hier kein Urtheil abgegeben werden, da die zwei Instrumente, die bei den Aufnahmen Verwendung finden sollten, wegen mangelhafter Construction der Details ausser Dienst gesetzt werden mussten.