

Zeitschrift:	Die Eisenbahn = Le chemin de fer
Herausgeber:	A. Waldner
Band:	12/13 (1880)
Heft:	10
Artikel:	Wärmegrad, bei welchem in den Comstockgruben (Nevada) gearbeitet wird
Autor:	Stapff, F.M.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-8607

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 08.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

sicht zu erhalten. Es wurden daher nebst den schon beim alten Gebäude bestehenden Terrassen gegen Süden noch solche gegen Osten, mit Aussicht auf die Stadt Zürich, angebracht.

Das Gebäude besteht zum Theil aus Erdgeschoss und erstem Stock, zum Theil nur aus dem Erdgeschoss (grosser Saal). Der grosse Saal hat Raum für 180 Personen; die beiden Gallerien gegen Süden vor demselben fassen 150 und die Rotunde 60 Personen. Im ersten Stock befinden sich in der Partie gegen Osten ein kleinerer Saal für 55 Personen und zwei Zimmer für den Wirth, nebst Gallerien gegen Süden und Osten mit Raum für 65 Personen.

Das Ganze wurde in einfacher Holzarchitectur ausgeführt. Ohne die schon vom alten Gebäude noch vorhandenen Keller- und Fundamentmauern belauften sich die Baukosten auf circa 95 000 Franken.

Wärmegrad, bei welchem in den Comstockgruben (Nevada) gearbeitet wird.

Von Dr. F. M. Staff, Ingenieur-Geolog der Gotthardbahn.

In einer Untersuchung über den Temperaturgrad, welcher unterirdischen Arbeiten ein Ziel setzt (*Revue universelle des mines etc.*, 1879 u. 1880; Archiv für Anatomie und Physiologie von His, Braune und E. du Bois-Reymond, 1879) erwähnte ich, ohne damals Näheres mittheilen zu können, dass die hohe Temperatur in den Silbergruben Nevada's deren tieferes Eindringen hindere. Inzwischen ist es mir gegückt, authentische Nachrichten über die Verhältnisse dieser Gruben zu erhalten, welche ich im Folgenden resümire; nicht nur weil sie die oben mitgetheilte Notiz berichtigten, sondern namentlich weil sie den einzigen praktisch erprobten Weg zeigen, Grubenarbeit bei Temperaturen von 42—47°, ausnahmsweise sogar bei 56° zu ermöglichen!

Der Generaldirector der Stolberger Actiengesellschaft, Herr E. Landsberg, hat die grosse Gefälligkeit gehabt, mir einschlägige Notizen in „*The Engineering and Mining Journal*“ zu bezeichnen, sowie einen Artikel in der „Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen in Preussen“. Da ich inzwischen durch die zuvorkommende Güte des Hrn. John A. Church, E. M., Ph. Dr., New-York, in den Besitz von dessen Prachtwerk : „*The Comstock Lode, its Formation and History*“, New-York, 1879; sowie einer Brochure desselben : „*The Heat of the Comstock-Lode*“, 1880, gekommen bin und ausserdem Hrn. Church werthvolle briefliche Mittheilungen über den gleichen Gegenstand verdanke, so halte ich mich im Folgenden ausschliesslich an diesen scharfen Beobachter, welcher nach Baron von Richthofen, King, R. Raymond die Geologie der Comstockgruben gründlichst studirt hat. Eine Notiz über die Temperaturverhältnisse dieser Gruben findet sich auch in *Revue universelle etc.*, 1879, Heft pr. Nov., Dec.

Die Comstockgruben liegen unter etwa 390 n. Br., 1500 bis 1600 m ü. M.;¹⁾ auf einem unebenen Plateau, welches von 400 bis 800 m höheren Bergketten durchzogen ist und ein sehr trockenes Clima besitzt. Aus einer Reihe Gesteinstemperaturbeobachtungen im Formanschacht habe ich berechnet, dass die Bodentemperatur an der Oberfläche 9,5° betragen dürfte und die mittlere jährliche Lufttemperatur (bei diesem Schacht) 8,2°.

Das Erzrevier umfasst ungefähr $8 \times 8^{2/3} \text{ km}$; davon nehmen die 29 Comstockgruben einen NNE. gerichteten Streifen von etwa 6,9 km Länge und höchstens 1 km Breite ein. Sie werden seit 1859 bearbeitet und haben in 19 Jahren 300 à 350 Millionen \$ güldisches Silber geliefert. Rechnet man hiezu den Manipulationsabgang, so wurden etwa 1895 Millionen metr. Tonnen Erz mit einem Mittelgehalt von 45 % gefördert und verhüttet. Das Quantum der gleichzeitig geförderten tauben Berge ist aber viel grösser. Die Gruben haben während dieser Zeit 600 m Tiefe erreicht; einige viel mehr. Die Anzahl der gleichzeitig in den Gruben beschäftigten Arbeiter beträgt etwa 900. Diese hinsichtlich des Ausbruches enormen Leistungen schreibt Hr. Church

¹⁾ Anm. Hier und im Folgenden sind alle englischen Maasse in metrische umgerechnet; die nach Fahrenheit angegebenen Temperaturen in solche nach Celsius.

hohen Arbeitslöhnen, energischer Verwaltung und möglichst ausgedehnter Anwendung von Maschinen zu.²⁾

Die Comstocklagerstätten setzen in Eruptivgesteinen auf, welche nach Baron von Richthofen der jüngsten Tertiärzeit angehören und mitunter gekohlte Pflanzenüberreste umschließen. Die aufeinander folgenden Eruptionen lieferten Diorit, Propylit (mit diesem gemeinsamen Namen bezeichnet Hr. Church verschiedene Porphyarten), Andesit, Trachyt, Basalt. Von vielen Unregelmässigkeiten abgesehen, welche zum Theil darin begründet scheinen, dass die Producte vorgehender Eruptionen vor der Ueberdeckung mit neuen Lavaströmen erodirt wurden und dass während der vulkanischen Thätigkeit Hebungen, Verwerfungen und Faltungen stattfanden, — nimmt der Diorit den westlichen Theil des Grubendistrictes ein, der Trachyt den östlichen; zwischen beiden liegt der Propylit mit zahlreichen Andesitgängen. Die meisten dieser Feldspatgesteine sind im Bereich gewisser Verklüftungszonen trocken zersetzt. Die caolinisierten Gesteinspartien erschweren den Bergbau, da sie auch bei Abwesenheit fliessenden Wassers, aus der feuchten Lust Wasser anziehen, dadurch ihr Volumen vergrossern („blähen“) und den Einbau derangiren. Deshalb sind die meisten Gruberräume in den höheren Horizonten schon wieder verbrochen und unzugänglich.

Die eigentlichen Erzlagerstätten liegen in Propylit, nahe der Dioritgrenze, zur Seite langer, schmaler Andesitgänge. Sie sind an sehr unregelmässige Quarzlinsen gebunden, welche bald in einfacher, bald in mehrfacher Reihe im grossen Ganzen N16E. streichen und 30 à 60° östlich einfallen.

Wenn der Quarz auch überall geringe Mengen oder Spuren von edlen Metallen führt, so ist er doch nur an wenigen Stellen abbauwürdig. Die abbauwürdigen Quarzonen („bonanzas“) sind ganz unregelmässig vertheilt, geformt und gerichtet; man zählt ihrer 16.

Etwas 9/10 des aufgeschlossenen Gebirges sind trocken, so trocken, dass nicht einmal Bergschweiss sichtbar wird. Es liegen aber zwischen ganz trockenen, soliden Gesteinsstreifen einzelne zerriessene und verklüftete, von höchstens 30 à 90 m Mächtigkeit, aus denen sich bedeutende Wassermassen in die Gruben ergossen haben (s. g. „Waterbonanzas“³⁾). Einige dieser Zufüsse sind fast constant geblieben (*Ophirmine*); die meisten aber haben im Verlauf der Zeit sehr abgenommen, d. h. sie entstammten aufgespeicherten Wasservorräthen, welche durch die atmosphärischen Niederschläge nicht ebenso rasch wieder ergänzt werden, als sie sich in die Gruben entleeren. Das Niederschlagsgebiet der Comstockgruben muss sehr gross sein, um bei dem trockenen Clima solche Wassermassen liefern zu können, wie sie dem Sutrotunnel entfliessen und aus den Savage and Hale- und Norcrossgruben gepumpt werden.

²⁾ Anm. Die Schachte werden jährlich gewöhnlich 46 m abgeteuft (*New-Jacket* in 28 Monaten 686 m, ohne forcirte Arbeit und trotz mancherlei Schwierigkeiten). Man erzielt aber, wenn erforderlich, täglich 90 à 150 cm Schachtabteufen, und 90 à 240 cm Ortsfortschritt, durch Anwendung von Burleigh- und Ingwersollmaschinen. Wenn diese Längenfortschritte gegen die im Tunnelbau erreichten gering scheinen, der mag nicht vergessen, dass die Herstellung von Communicationen beim Tunnelbau Zweck, beim Bergbau dagegen nur Mittel zum Zweck (Abbau der Erzmittel) ist, und dass in den engeren Gallerien der Comstockgruben die gewöhnliche Tiefe der Maschinenbohrlöcher 76 à 100 cm, der Hauptbohrlöcher nur 25 à 76 cm beträgt.

³⁾ Anm. Vor vier Jahren wurden die Savage and Hale- und Norcrossgruben von Wässern aus 670 m Sohle ersäuft, welche bis zur 533 m Sohle, 137 m hoch, aufgingen. Neue Pumpen, welche monatlich 48 233 m³ Wasser hoben, wurden sofort in beiden Gruben eingebaut, vermochten aber bis December 1878 die Wässer nur bis 15 m unter der 610 m Sohle zu bewältigen (62 m tief). In dieser Höhe standen sie (trotz allen Pumpens) noch im März 1879. Man hofft Hülfe vom Sutrotunnel, welcher in der 500 m Sohle der Savagegrube einkommt. Da das ausgepumpte Wasser nicht jenes Quantum erreicht, welches noch heute, in gleicher Zeit, dem Südportal des Gotthardtunnels entfliesst, so kann man aus diesem Beispiel erschien, was es sagen will, tiefe Schächte durch wasserreiches Gebirge zu treiben. Dem 6 245 m langen Sutrotunnel entfloß täglich 6 029 m³ Wasser, also 70 l per Secunde — kaum 1/3 des Abflusses aus dem Gotthardtunnel, Südseite. Sein Maximum erreichte der Abfluss aus dem Sutrotunnel im October 1876, nämlich mehr als 19 293 m³ täglich (223 l per Secunde); etwas weniger als gegenwärtig im Mittel aus dem Südportal des Gotthardtunnels fliessst.

Während seines kurzen Bestehens hat der *Comstockbergbau* schon drei Entwickelungsphasen durchgemacht. Von 1859 bis 1862 betrieb man Raubbau an der Oberfläche durch Gräbereien, flache Schächte, kurze Stollen. Zwischen 1862 und 1865 folgte man den Lagerstätten mit Schächten bis zu 150 à 180 m Tiefe. 1864 wurde der erste Richtschacht (*Bonnershaft; Gould and Curry*) soweit im Hangenden der Erzlagerstätte angesetzt, dass er dieselbe erst in 305 m Tiefe aufschloss; von da ab folgte der Schacht donläufig der Lagerstätte. Seitdem ist diese Methode ausschliesslich angewendet: man teuft im Hangenden (Ostseite) der Lagerstätten Richtschächte ab, welche dieselben in 300 à 600 m Tiefe treffen und dann ihrem Einfallen folgen. Gegenwärtig sind 20 Schächte von mehr als 600 m Tiefe im Betrieb, welche zur Förderung, Wasserhaltung, Ventilation dienen, und ausserdem der nur für *Ventilation bestimme Belcherschacht*. Da auch diese Schachtreihe für den tieferen Abbau bald unzureichend sein wird, so hat man 1878 begonnen, 945 m östlich vom jetzigen Richtschacht der *Overmangrube* den *Formanschacht* abzuteufen, in der Erwartung, mit demselben in 1372 m Seigertiefe die Erzlagerstätte aufzumachen!

Die unregelmässige Erzvertheilung hat ebenso unregelmässigen Abbau zu Folge. Von den Schächten aus werden Strecken getrieben zur Aufsuchung, Untersuchung und Vorbereitung des Abbaues, sowie zur Wetterführung. Die streichenden Hauptstrecken liegen in den verschiedenen Gruben gegenwärtig fast in gleichen Horizonten: in fündigem Quarz ungefähr $30\frac{1}{2}$ m untereinander, in unfündigem $91\frac{1}{2}$ m. Sie bilden eine fast zusammenhängende, $5\frac{1}{2}$ km lange Gallerie zwischen *Utahgrube* im Süden und *Caledoniagrube* im Norden. Da die mittlere Entfernung der einzelnen Schächte von einander ca. 327 m beträgt, so werden auch die (nicht durchgeschlagenen) Strecken selten länger, in den meisten Fällen aber sind sie viel kürzer.⁴⁾ Dies ist ein für Beurtheilung der Arbeitsmöglichkeit bei hoher Temperatur sehr wesentlicher Punkt. Von den Hauptstrecken werden Querschläge in den Quarz getrieben, so nahe an einander, dass man hoffen darf, keine Erzmittel unaufgeschlossen zu übergeben. Ihre grösste Länge mag 200 m betragen. Ueber den eigentlichen Abbau theilt mein Gewährsmann nichts mit; nach den Charten zu schliessen ist es *Seitenstrossenbau* oder *Etagenbau* (von unten nach oben) in den mächtigen stockförmigen Erzmitteln; *Strossenbau* (von oben nach unten) und *Firstenbau* (von unten nach oben) in den gangförmigen von geringerer Mächtigkeit.

Die in den *Comstockgruben* herrschende Temperatur ist eine ungewöhnliche Erscheinung, mit welcher die Tiefe der Gruben nur zum Theile zu schaffen hat. Um zu ermitteln, nach welchem Gesetz die Wärme in dortiger Gegend mit der Tiefe zunimmt, unter normaleren Verhältnissen als sie die Erzlagerstätten mit ihrem zersetzen Nebengestein bieten, habe ich die Gesteinstemperaturbeobachtungen des Hrn. *Charles Forman* in dem schon erwähnten *Formanschacht* dem Calcul zu Grunde gelegt. Dieser Schacht steht nicht nur $1\frac{1}{2}$ km abseits von den gegenwärtigen Gruben im unfündigem Nebengestein, sondern die Temperaturbeobachtungen des Hrn. *Forman* scheinen auch die besten aus dem *Comstockrevier* und können wissenschaftlich verwerthet werden. Er fand: 100 engl. Fuss unter Oberfläche die Gesteinstemperatur $50^{\circ}2^{\circ}$ F.

200	"	"	"	55
300	"	"	"	62
400	"	"	"	60
500	"	"	"	68
600	"	"	"	$71\frac{1}{2}$
700	"	"	"	$74\frac{3}{4}$
800	"	"	"	$76\frac{1}{2}$
900	"	"	"	78
1000	"	"	"	$81\frac{1}{2}$

Aus diesen Zahlen finde ich als mittlere Bodentemperatur der Oberfläche $49,1^{\circ}$ F. = $9,5^{\circ}$ C., und als Wärmezunahmegradien t $3,395^{\circ}$ F. per 100 engl. Fuss Tiefe = $6,189^{\circ}$ C. per 100 m; so dass sich die Gesteinstemperatur eines 0 à 1000 Fuss (305 m) unter Oberfläche belegenen Punktes allgemein setzen lässt:

⁴⁾ Anm. Es ist hier nicht von den unter ganz gewöhnlichen Verhältnissen nach den Gruben getriebenen Stollen die Rede, welche zum Theile beträchtliche Längen erreichen.

$T = 49,1 + 0,03395 h$; T in Graden Fahrenheit, h in engl. Fussen oder:

$T = 9,5 + 0,06189 h$; T in Graden Celsius, h in Metern.

Die Wärmezunahme nach der Tiefe ist also dreimal so gross als die mittlere in der Profillinie des *Gotthardtunnels* ($0,02068$ per Meter), aber nicht viel kleiner als die grösste Zunahme, welche in demselben unter der *Andermatt* Ebene zwischen 2500 und 2600 m v. N. P. statthatte, nämlich $0,05393$ per Meter.

Auf Grund der zahlreichen von Hrn. *Church* mitgetheilten Temperaturbeobachtungen habe ich folgende Tabelle zusammengestellt, welche die Wärmevertheilung in den *Comstockgruben* leicht übersehen lässt. Einige wenige der mitgetheilten Ziffern konnten, als evident unrechtig, nicht mit in Rechnung genommen werden, z. B. s. g. Gesteinstemperaturen, welche dadurch ermittelt sind, dass Thermometer ohne Abschluss in jahrealte, 30 à 45 cm. tiefe Bohrlöcher, oder wohl gar frei auf das Gestein gelegt und abgelesen wurden. Auf diese Weise konnte man nur die ungefähre Temperatur der umgebenden Luft finden, welche aber im Mittel $8\frac{1}{2}^{\circ}$ niedriger ist, als die Gesteinstemperatur. Die Temperaturen der in geschlossenen Leitungen zugeführten Luft sind gleichfalls ausgeschlossen.

h Tiefe unter Ober- fläche Meter	Mittlere Gesteinstemperatur C			Lufttemperatur welcher gearbeitet wird	Differenz derselben mit Gesteinstemperat-	Anmerkungen
	Beobachtet	Berechnet nach $T = 9,5 + 0,06189 h$	Differenz zwis- chen Beob- achtung und Rechnung			
213—						
274	37,8	24,6	13,2	40,0	+ 2,2	* Für 731—814 fehlen Lufttemperaturbeobachtungen. Ich habe als solche (in Klammer) die betreff. Gesteinstemperaturen $-12,1$ eingeführt, weil zwischen 503 und 579 und 610 à 671 die mittlere Lufttemperatur $12,1$ niedriger ist, als die mittlere Gesteinstemperatur.
305—						
396	40,0	31,9	8,1	34,1	— 5,9	
427—						
488	43,5	37,2	6,3	34,8	— 8,7	
503—						
579	49,5	43,0	6,5	37,4	— 12,1	
610—						
671	58,8	51,0	7,8	46,7	— 12,1	
731—						
756	65,7	56,0	9,7	53,6*	— 12,1	
814	68,3	59,9	8,4	56,2	— 12,1	
				8,6	8,4	

Es ergibt sich aus dieser Zusammenstellung, dass auch in *Comstock* die Wärme im Ganzen mit der Tiefe zunimmt, wenn auch sehr unregelmässig (und mit vielen Abweichungen, die aus Mittelzahlen nicht ersichtlich sind). Ferner, dass das Gestein der *Comstockgruben* überhaupt $8,6^{\circ}$ wärmer ist, als das unfündige Gestein des *Formanschachtes*. Die Einzeldifferenzen schwanken zwischen 0,9 und $23,1^{\circ}$ und sind *localen Wärmeherd*en zuzuschreiben, in welchen selbst bei geringeren Tiefen Temperaturen bis $53,3^{\circ}$ vorkommen (östl. Querschlag der *Choller-Potosi* 1100' unter Oberfläche 128° F.), während die zwischenliegenden Gesteinszonen verhältnismässig *kalt* sind, und mitunter Temperaturen besitzen wie in gleicher Tiefe der *Formanschacht*. Im neuen Schacht des *Yellow-Jacket* wurde z. B. in 1600' (488 m) Tiefe die Gesteinstemperatur 105° F. ($40,6^{\circ}$ C.) beobachtet. Dieser Tiefe würde aber im *Formanschacht* die Gesteinstemperatur $39,7^{\circ}$ entsprechen. Es kommen sogar Beobachtungen vor, welche *niedrigere* Gesteinstemperaturen als die aus den Beobachtungen in *Forman* abgeleiteten (*Yellow-Jacket* in 1732° 94° F.; ditto in 2000° 104° F.; ditto in 2200° 120° F.), doch habe ich dieselben aus oben angegebenen Gründen ausgeschlossen.

Hr. *Church* schreibt die locale Hitze der Kaolinisirung des Feldspathes zu und meint, dass die dabei entwickelten Gase einzelne Gesteinsstreifen durchziehen und erwärmen; dessgleichen das durch solche Streifen rinnende Wasser.

Für die Möglichkeit des Arbeitsbetriebes ist das Vorhandensein kalter Stellen in der Nähe von heissen vom grössten Gewicht.

Die Differenz zwischen Lufttemperaturen und Gesteinstemperaturen nehmen mit zunehmender Tiefe und Wärme zu. Dies entspricht dem Zustand im *Gotthardtunnel* (vor dem Durch-

schlag), wo die Arbeitstemperatur vor Ort, trotz höherer Gesteinstemperatur, auch niedriger war als in den Erweiterungen rückwärts mit älterem Gestein. Es ist leicht begreiflich, dass die möglichst direct zu den wärmsten Arbeitstellen geführte frische Luft daselbst und auf ihrem Rückweg wärmer wird als das Gestein, mit dem sie endlich in Berührung kommt. Dessenhalb scheint es auch nicht widersinnig, dass die Luft zwischen 213 und 274 m um $2,2^{\circ}$ wärmer ist, als das Gestein, zwischen 610 und 671 dagegen $12,1^{\circ}$ kälter; denn sie kommt frisch nach 671 und erwärmt zurück nach 213 m.

Es lag mir besonders daran, aus dem vorliegenden Material zu ermitteln, bei welchem Temperaturgrad (der Luft) die Arbeit unmöglich wird. Die höchsten von Hrn. Church angeführten Ziffern sind $65,5^{\circ}$ innerhalb, und $56,7^{\circ}$ außerhalb eines Verständnisses des östl. Querschlages, 610 m unter Oberfläche, der Crown-Pointgrube, welcher wegen zu hoher Temperatur eingestellt und verspriegelt wurde. In der Imperialmine starben vier Leute an Hitze („from this cause alone“). Die höchsten in dieser Grube notirten Temperaturen sind $41,1^{\circ}$ für Luft (nördl. Strecke 651 m unter Oberfläche); $50,5^{\circ}$ für Wasser (ibid. 610 m u. O.); $60,5^{\circ}$ für Gestein (731 m u. O.). In einem Haspelschacht auf der 1900' (579 m) Sohle von Gould and Curry verloren drei Leute ihr Leben: „According to testimony their death was due to heat alone and not to bad air.“ Temperaturangabe fehlt; in der Savagegrube sind auf gleichem Horizont gemessen: Gestein $54,4^{\circ}$; Wasser $67,8^{\circ}$; Luft $33,3$ à $41,1$, im Mittel $37,1^{\circ}$.

Nach vorstehenden Ziffern wurde die Grenze der Arbeitsmöglichkeit, allerdings unter ungünstigeren Verhältnissen als sie in den Comstockgruben Regel sind, mit $65,5$ à $56,7^{\circ}$; $41,1^{\circ}$; $41,1^{\circ}$, oder rund 48° , erreicht.

(Schluss folgt.)

Schweizerische Basismessung.

Am 27. August wurde die unter der Leitung des spanischen Generals Ibanez vorgenommene Basismessung auf der Strasse von Aarberg nach Siselen vollendet. Diese Messung verdient in mehr als einer Hinsicht das Interesse der Fachmänner. Erstens hinsichtlich der bei allen früheren Basismessungsmethoden nie erreichten überraschenden Genauigkeit, zweitens mit Rücksicht auf die ausserordentlich kurze Zeit, innert welcher diese Präzisionsmessung vollendet wurde. Die zur Verwendung kommenden Instrumente sind von General Ibanez zum Theil erfunden, zum Theil vervollkommen worden. Das Princip der Messung besteht darin, dass entgegen den früheren Methoden (z. B. bei der Bessel'schen- und der kleinen Speyerer-Basis) anstatt mehrerer Messlatten, die aneinander gelegt und deren Zwischenräumen durch den Messkeil bestimmt wurden, nur eine einzige Messlatte zur Verwendung kam. Diese Messlatte ist vier Meter lang, sie hat einen L-förmigen Querschnitt und ist mit äusserster Sorgfalt aus ganz homogenem Schmiedeisen hergestellt. In die Latte sind in gleichen Zwischenräumen vier Thermometer eingelassen, deren Eintheilung die jeweilige Temperatur des Eisens bis auf $1/10$ Grad genau abzulesen gestattet. Auf der Mitte der Latte ist ein Niveau mit Gradbogen angebracht, dessen Nonius Neigungswinkel von 10 Sekunden angibt. Die Messlatte ruht auf zwei festen Unterlagsgestellen, welche eine grobe und feine Bewegung in der Richtung der drei rechteckigen Raumkoordinaten zulassen. Die obere Fläche der senkrechten Rippe der Messlatte ist derart eingetheilt, dass von halbem zu halbem Meter eine quadratische Silberplatte eingelassen, auf welcher ein feiner Strich eingeritzt ist. Die Messung selbst wurde nun wie folgt vorgenommen: Nachdem von General Ibanez selbst die bereits erwähnte schnurgerade und ziemlich horizontale Strasse als Operationslinie ausersehen worden war, wurden auf derselben mit gewöhnlichen hölzernen Messstangen eine Länge von 2400 m abgemessen und die Endpunkte der Linie sorgfältig versichert. Die eiserne Präzisionsmesslatte wurde nun mit ihrem einen Ende senkrecht über dem Fixpunkt eingestellt und in die Linie einvisiert. Ueber dem andern Ende der Latte wurde ein Microscop, das ebenfalls eine grobe und feine Bewegung in der Richtung der drei rechteckigen Raumkoordinaten

zulässt, so eingestellt, dass der feine Strich auf der Silberplatte am Lattenende genau in's Fadenkreuz zu liegen kam, dann wurde die Latte weggenommen, der Anfang derselben unter das Microscop gebracht, das Ende in die Linie einvisiert, über denselben ein zweites Microscop eingestellt, dann die Latte wieder weggenommen, einvisiert und so fortgefahren, bis bei je 100 Lattenlängen (400 m) ein Zwischenpunkt und schliesslich das Ende der Basis erreicht war. Da selbstverständlich weder die Zwischenpunkte noch das Basisende genau mit dem Lattenende zusammenfielen, so wurden die Entferungen dieser Punkte vom Lattenende mittelst eines feinen an die Latte angeschraubten, genau eingetheilten messenden Maßstabes abgemessen.

Bei jeder Lattenlage wurden die Temperaturen an den vier Thermometern, sowie die Neigungswinkel am Niveau durch besondere Beobachter abgelesen, in speciell für diesen Zweck eingerichtete Hefte eingetragen, welche dann jenach Legung von fünfzig Lattenlängen in das in Aarberg stationirte Rechnungsbureau eingesandt wurden, woselbst eine Anzahl tüchtiger Rechner in kurzer Zeit die Temperaturcorrectionen und die Reduction auf den Horizont für die fünfzig Lattenlängen bestimmte. Dies ist im Allgemeinen das Verfahren, nach welchem die Basis in Aarburg gemessen wurde. Es könnte zwar noch Manches beigefügt werden, was wir aber lieber einer competenteren Berichterstattung anheimgestellt lassen wollen, so z. B. dass die Linie, welche mit der Latte abgemessen wurde, nicht identisch mit der Richtungslinie war, sondern in einem Abstand von ungefähr 20 cm parallel mit derselben lief etc. etc.

Die Basis wurde von General Ibanez und seinen Ingenieuren zweimal abgemessen und zwar innert des kurzen Zeitraumes von sechs Tagen. Der mittlere Fehler zwischen den beiden Messungen betrug etwas mehr als ein Millimeter, also ungefähr

1
2 400 000.

Nachher wurde die gleiche Linie von dem schweizerischen Genie-Corps unter Oberst Dumurs Leitung ein drittes Mal abgemessen und zwar mit annähernd ebenso genauem Resultat. Es muss anerkennend hervorgehoben werden, dass General Ibanez im Namen der spanischen Regierung der Schweiz seine ausgezeichneten Präzisionsinstrumente zur Verfügung gelassen hat, um mit denselben im nächsten Jahr zwei neue Basismessungen im Tessin und im Rheintal vornehmennen und den Anschluss an die europäische Gradmessung vollenden zu können. Den Anschluss an das schweizerische Dreiecksnetz besorgt Herr Professor Dr. C. Koppe. Nicht geringere Anerkennung gebührt General Ibanez dafür, dass er die ersten Messungen mit seinem trefflich eingeschulten Personal selbst geleitet und dadurch den schweizerischen Ingenieuren Gelegenheit geboten hat, sich sowohl mit der Methode der Messung, als auch mit der Handhabung der Instrumente und Apparate bekannt zu machen. Ohne die freundschaftliche Zuvorkommenheit Spaniens wäre es der schweizerischen Eidgenossenschaft bei dem geringfügigen Budget, das für solche Zwecke vorhanden ist, niemals möglich geworden, so schöne und genaue Vermessungen vorzunehmen.

An unsere Leser.

Wegen Raumangesten mussten zurückgelegt und auf die nächste Nummer verschoben werden: Die Zusammenstellung der Einnahmen schweizerischer Eisenbahnen im Juli und Januar bis Juli. — Ein Bericht über die Excursion nach der Javroz-Brücke. — Das Protocoll der Sitzung der schweizerischen Section der internationalen Commission für den Schutz des industriellen Eigenthums. — Revue. — Miscellanea.

Redaction: A. WALDNER,
Claridenstrasse Nr. 385, Zürich.

* * *