

Berg- und Hüttenwesen.

Verantwortliche Redacteurs:

Hans Höfer,

C. v. Ernst,

o. ö. Professor, d. z. Director der k. k. Bergakademie in Leoben.

k. k. Oberbergrath, Bergwerksprod.-Verschl.-Director in Wien.

Unter besonderer Mitwirkung der Herren: Joseph von Ehrenwerth, a. o. k. k. Bergakademie-Professor in Leoben, Joseph Hrabák, d. z. Director der k. k. Bergakademie in Příbram, Adalbert Káš, k. k. a. o. Professor an der k. k. Bergakademie in Příbram, Franz Kupelwieser, k. k. Oberbergrath und o. ö. Bergakademie-Professor in Leoben, Johann Lhotsky, k. k. Sectionsrath im k. k. Ackerbau-Ministerium, Johann Mayer, Oberingenieur der a. pr. Ferdinands-Nordbahn in Mährisch-Ostrau, Franz Pošepný, k. k. Bergrath und o. ö. Bergakademie-Professor in Příbram und Franz Rochelt, o. ö. k. k. Bergakademie-Professor in Leoben.

Manz'sche k. k. Hof-Verlags- und Universitäts-Buchhandlung in Wien, Kohlmarkt 7.

Diese Zeitschrift erscheint wöchentlich einen bis zwei Bogen stark und mit jährlich mindestens zwanzig artistischen Beilagen. Pränumerationspreis jährlich mit franco Postversendung für Oesterreich-Ungarn 12 fl. ö. W., halbjährig 6 fl., für Deutschland 24 Mark, resp. 12 Mark. — Reclamationen, wenn unversiegelt, portofrei, können nur 14 Tage nach Expedition der jeweiligen Nummer berücksichtigt werden.

INHALT: Prähistorische Gold- und Steingrubenbau-Werkzeuge aus Dacien. — Zur Theorie der Knickungsfestigkeit. — Die Resultate der schwedischen Montanindustrie im Jahre 1886. — Die Cannelkohle. (Fortsetzung.) — Metall- und Kohlenmarkt im Monate August 1888. — Notizen. — Literatur. — Ankündigungen.

Prähistorische Gold- und Steingrubenbau-Werkzeuge aus Dacien.

Von Gabriel Téglás, Realschul-Director in Déva.

(Hiezu Tafel XVI.)

Vor einigen Jahrzehnten würde es eine viel erfolgreichere Arbeit gewesen sein, diese Werkzeuge einem ernstesten Studium zu unterwerfen, da in den Fünfziger-Jahren der ehrw. Pfarrer von Hammersdorf (Szent-Evzébetalva), Michael Ackner *), bei den Beamten von Körösbánya, Offenbánya und Verespatak eine schöne Collection solcher Werkzeuge antraf. Doch er erwähnt dieser Gegenstände nur und auch mündlich versuchte er nur einen Mörser zu beschreiben, dessen römischer Ursprung aber auch deshalb zweifelhaft ist, weil die Eisengiesserei ja neueren Ursprungs ist und man im Alterthum nur mit der Bronze in ähnlicher Weise zu verfahren verstand.

Die von ihm gesehenen Gegenstände scheinen aber verschollen zu sein, da ich im Bruckentalischen Museum, welches seine Sammlung erbt, sowie im Klausenburger Museum, welches aus der Goldgegend viele schöne Geschenke erhielt, nichts davon vorfand.

Diese traurige Erfahrung war mir ein Wink und spornte mich an, die in dem Museum des „Archäologischen Vereines“ des Hunyader Comitats zu Déva befindlichen Fundobjecte, sowie die vom Prof. Carl Herepey bei Kis-Bánya (Torda-Aranyoser Comitát) und von Karács bei Körösbánya gesammelten Werkzeuge einer Untersuchung zu unterziehen und sie vorläufig wenigstens zu beschreiben.

Was den Goldbergbau anbetrifft, so können wir den der Römer von jenem des Mittelalters kaum unterscheiden, denn in der Benützung des Schlägels und des Eisens, sowie in der Gewinnungsmethode mittelst Feuers unterscheiden sich die Arbeiten der späteren Zeit kaum von jenen der Römer.

Es ist natürlich, dass die Römer die unter ihrem Namen erwähnten Goldbergwerke in so kurzer Zeit kaum ausbeuten konnten, und dass sie schon vor Trajan begonnene Bergwerke vorfanden.

Ich verfare also mit dem Namen der Römer sehr vorsichtig und benütze ihn nur dort, wo ich dies durch sichere Daten oder Artefacten bewiesen finde. Eben deswegen muss ich den folgenden Werkzeugen grosse Wichtigkeit beilegen, weil sie, allen Zweifel ausschliessend, von den Römern herstammen.

A. Goldgruben-Bergwerkszeuge.

a) Kis-Bánya (Torda-Aranyoser Comitát).

Prof. Carl Herepey sammelte seine Werkzeuge grösstentheils bei Kis-Bánya. Diese Gegenstände sind gegenwärtig im Besitze des Nagy-Enyeder Collegiums. Es sind folgende:

I. Ein Spitzhammer, ziemlich verrostet, doch ist seine Bestimmung klar zu ersehen. Das Stielloch ist noch ersichtlich. Das flache Ende des Hammers wurde zum Schlagen benützt, während das spitze Ende als Meissel diente, indem man mit einem Schlägel auf das flache Ende dieses Hammers schlug. Der Hammer ist

*) „Die römischen Alterthümer und deutschen Burgen in Siebenbürgen.“ Michael Ackner. Wien 1857, pag. 14.

11 cm hoch, bei der Spitze 45 mm breit. Die Spitze ist abgebrochen. (Tafel XVI, Nr. 1.)

II. Der zweite Gegenstand ist auch ein Hammer mit beschädigter Spitze. Er ist 11,5 cm lang und diente zu demselben Zwecke wie obgenannter. (Nr. 2.)

III. Der dritte Gegenstand ist ein Bruchstück der zwei ersteren und 9 cm lang. (Nr. 3.)

Ihr Fundort ist eine römische Arbeitsstelle. Da ich noch keine Gelegenheit hatte, diese Fundstelle zu besuchen, behalte ich mir vor, über deren Verhältnisse und Topographie ein anderes Mal zu sprechen.

b) Karács (Hunyader Comitát).

IV. In dem vierten Werkzeuge finden wir wieder ein Bruchstück des vorigen. (Nr. 4.) Es stammt von Karács, wo die Römer einen ausgebreiteten Gold-Bergbau betrieben, über den ich der kgl. ungar. Akademie im Jahre 1883 („Archäologische Berichte“, 1885, 1. Heft) eine Abhandlung vorlegte, in welcher ich von drei Statuen referirte. Bergbau-Denkmale dieses Fundortes habe ich im vorigen Jahrgange der „Oesterr. Ztschr. f. Berg- und Hüttenwesen“, Seite 282, beschrieben.

In all diesen Werkzeugen ragt der Archetypus der Bergbauwerkzeuge hervor. Die auf Befehl Napoleon III. bewerkstelligten Ausgrabungen bei Khorsabad (Ninive's Ruinen), die Victor Place ausführte, brachten eine reiche Sammlung eiserner Werkzeuge an's Tageslicht. In dieser Sammlung finden wir besonders zwei Werkzeuge, die den oben erwähnten sehr ähnlich sind und deren eines ich unter Nr. 6 vorstelle.

In dem Champollion'schen Prachtwerke *) finden wir auf Seite CLXXXIII einen Steinmetz, der in einer Hand ein Werkzeug hält, das gleichfalls an unsere Werkzeuge erinnert. Die Form dieses Werkzeuges erhielt sich also Jahrtausende hindurch.

V. Das fünfte Werkzeug ist ein Diorit-Schlägel, der eine Länge von 0,09 m hat und in dessen Mitte wir einen Einschnitt finden, in welchem man den gespalteten Stiel befestigen konnte. (Nr. 5.)

Ein ähnliches Stück fand Dr. M. Much bei Bischofshofen (Salzburg) in den ausgeworfenen Steinhaufen der Mitterberger Kupfergrube. **) Er fand unter Anderem einen 0,21 m langen, 0,05 m breiten und 0,1 m dicken Dioritklumpen von 3,73 kg Gewicht und mit einem ähnlichen Einschnitte. Seiner Ansicht nach benutzte man diesen Klumpen zur Zerstückelung der herausgeführten Erzgesteine, sowie auch als Bergwerkshammer. Diesen Bergwerkshammer (Schlägel) finden wir auch in dem Werke Blümner's „Ueber die Technologie der Griechen und Römer“, wo in dem Relief, welches die Verfertigung des Argoschiffes darstellt, der Zimmermann ein ähnliches Werkzeug in der Hand hält, nur erscheint dieses im durchbohrten Zustande. Auf einem

*) Monuments de l'Egypte et de la Nubie. A sous la Direction de Champollion le Jeune etc. publiés sous les auspices de M. Guizot et de M. Thiers. Paris 1835.

**) Das vorgeschichtliche Kupferbergwerk auf dem Mitterberg bei Bischofshofen. Dr. M. Much, Wien 1879.

lateranischen Reliefe finden wir einen cylinderartigen Schlägel und auf der Trajan-Säule hält ein Steinmetz einen viereckigen Schlägel. Die Benützung ähnlicher Steinklumpen bei Bergwerken erwähnt Baron Sacken bei Werfen (Salzathal). Die Steinmetzer der Pyramiden benützten diese Steinklumpen, indem sie mit denselben auf die Meissel schlugen.

B. Eisenbergwerkszeuge.

a) Telek (Hunyader Comitát).

Das an archäologischen Funden so gesegnete Comitát bereicherte die Collection der Bergwerksobjecte mit den bis jetzt vollständigsten Werkzeugen.

In dem Csernathale, unweit Hunyad, finden wir schon die Spuren des uralten Eisenbergbaues, die in den Gruben von Telek und Gálos ihre Fortsetzung finden.

Telek liegt gleichfalls am Ufer der Cserna; am rechten wie am linken Ufer findet der Forscher reiche Ausbeute.

Die Sorgfalt des Herrn Grubendirectors Carl Bauholzer rettete diesen interessanten Fund, welchen er dem „Archäologischen Vereine“ des Hunyader Comitáts schenkte und der sich gegenwärtig im Museum dieses Vereines befindet.

Der ganze Fund besteht aus vier verschiedenartigen Werkzeugen, die aber zu einer Bergwerksausrüstung gehörten. Das Interesse des Fundes erhöht der Umstand, dass die Werkzeuge an einer und derselben Stelle gefunden wurden; denn bei einzelnen Funden ist das Verhältniss des Werkzeuges zum Gebrauche schwerer zu bestimmen.

I. Betrachten wir nur den 9,5 cm langen und 2 cm breiten eisernen Meissel, welcher den oben erwähnten Werkzeugen ähnlich ist. (Nr. 7.) Mit diesem Werkzeuge erweiterte der Bergmann das Bohrloch noch heute. Es ist ein 0,24 kg schweres Werkzeug, welches man sehr leicht handhaben kann. Ein ähnliches Instrument erwähnt in dem oben citirten Werke auch Blümner, welches sich in der römischen Abtheilung des Züricher Museums befindet.

II. Der zweite Gegenstand ist ein Bergwerkshammer von 2 kg Gewicht. (Nr. 8.) Die Höhe beläuft sich auf 0,22 m. Der obere Theil des Hammers ist 0,05 m breit, das Loch 0,03 m hoch und 0,018 m breit. Die abgestumpfte Spitze zeugt von häufigem Gebrauch, der obere Theil aber, an dem die Spuren des Daraufschlagens ersichtlich sind, dass der Hammer auch zum Spalten des Gesteines gebraucht wurde; es ist demnach die Keilhaue des deutschen Bergmannes. Ein ähnliches Stück fand der berühmte Salzburg (am Rhein). Von der Seite betrachtet, erscheint dieses Werkzeug halbmondförmig gekrümmt. (Nr. 8.)

III. Das dritte Stück ist ein 0,23 m langes, 0,27 kg schweres Stemmeisen. Ein ähnliches Stück sehen wir auch auf dem CLXIV. Atlas des Champollion'schen Werkes in der Hand eines Steinmetz, ebenso wiederholt sich die Gestalt dieses Stemmeisens auch bei römischen

und griechischen Funden, sowie auf Reliefs und Vasen. (Nr. 9.)

IV. Das vierte Stück ist eine Bergmannshaue (Bergkratzer), dessen Höhe $0,18\text{ m}$, die obere Fläche $0,04\text{ m}$, das Loch $0,035\text{ m}$ breit und $0,02\text{ m}$ hoch und die Kante $0,05\text{ m}$. Von der Seite betrachtet, ist die Spitze ein wenig auf die Seite gekrümmt, aber in der Mitte noch immer $0,025\text{ m}$ dick. Die Oberfläche ist verrostet. (Nr. 10.)

Ich finde es erwähnenswerth, dass bei den oben citirten Ausgrabungen Victor Place's (bei Ninive) ein ähnliches Werkzeug gefunden wurde.

b) Gyalár (Hunyadmesze).

Dem bedeutendsten Nebenflusse der Cserna, dem Runkbach folgend, sind wir in einer Stunde in Godas-dian und von dort bald in Gyalár. Das berühmte ärarische Eisen von Hunyad wird aus dem Gesteine der Gyalárer Grube gewonnen und trifft man während der Arbeit oft auf uralte Aushöhlungen.

Carl Filt sch, kgl. ungar. Bergrath und Oberdirector des Hunyader Eisenwerkes, schenkte dem Dévaer Museum aus den neueren Funden drei Stücke. (Nr. 11 u. 15.)

I. und II. Zwei sogenannte Bergkratzer. Diese sind schwächer als die von Telek. Die Länge dieser Bergkratzer ist $0,245\text{ m}$, die obere Fläche $0,03\text{ m}$ und die Kante $0,07\text{ m}$ breit; gegen die Kante verschmälert sie sich. Sie waren wohl zum Gebrauche weniger geeignet als jene von Telek; ihr Gewicht beträgt $0,96\text{ kg}$. (Nr. 11 u. 15.)

III. Ein Bergmannshammer, in dessen Besitz ich im Jahre 1884 gelangte. Die Höhe dieses 3 kg schweren Werkzeuges ist $0,30\text{ m}$, die Breite des Stieloches $0,07\text{ m}$, das Loch selbst ist $0,028\text{ m}$ breit und $0,04\text{ m}$ hoch. Während die zwei ersten beisammen liegend gefunden wurden, rührt das dritte Stück aus einer anderen Grube. (Nr. 12.)

Die gesammten Eisenbergwerkzeuge sind aus leichtem, gehämmertem Eisen verfertigt; an ihren Oberflächen finden wir gewöhnlich eine papierdünne Rostschichte, welche bei der geringsten Berührung sich löst und eine mit Rostpunkten bestreute Oberfläche enthüllt.

Telek und Gyalár zeigen unzählige Spuren des römischen Bergbaues, doch finden wir leider aus diesen Gegenden weder gezeichnete Ziegel, noch Inschriften oder andere, die römische Industrie beweisende Artikel; wir hegen aber die Hoffnung, dass die Zukunft diese Lücke ausfüllen wird.

Eine in Apulum (Gyulafehérvár) gefundene Inschrift*) bezieht sich zwar auf das Eisenwerk, doch der auf diese Stelle bezügliche Theil fehlt auch aus dieser Inschrift, und so kann ich die Ansicht des berühmten Archäologen Carl Goos, der diese Inschrift**) mit Gyalár in Ver-

*) Corpus Inscript. latin. III Bd. 1128. Gefunden im Jahre 1840.

**) Untersuchungen über die Innerverhältnisse des trajanischen Daciens von Carl Goos. „Archiv des Vereines für siebenbürgische Landeskunde.“ Neue Folge. XII. Band, 1. Heft, 1874, pag. 159.

bindung bringt, nicht theilen. Seine Ansicht scheint Carl Goos aus jener Bemerkung Mommsen's geschöpft zu haben, dass der siebenbürgische Eisenbergbau besonders bei Gyalár zwischen Déva und Hátszeg blühte.

C. Werkzeuge aus einer römischen Steingrube bei Déva.

Die römischen Eroberer benützten neben den edlen Metallen mit ausnehmend grossem Fleisse auch die zum Bemeisseln und Bauen geeigneten Gesteine. Im Comitatus Hunyad allein fand ich fünf solche Stellen, von wo die Militärcolonien der Römer ihren Steinbedarf bezogen. Zwei von diesen zeigen noch die Spuren des Baues, die anderen drei sind aber auch unzweifelhaft von den Römern benützt worden. Eine solche Stelle ist auch der bei Déva befindliche Augit-Andesit-Berggrücken, von wo aus man den Stein nach dem bei Vezzel (Micum) befindlichen Castrum führte und ihn dort zum Häuserbau, zur Meisselarbeit, sowie zum Altarbau verwendete. Von dem Steinbergbau spreche ich diesmal nicht weiter, ich erwähne nur, dass vor Kurzem in der Bezsangrube zwei schöne Bergwerkzeuge gefunden worden sind, die als Geschenk des Herrn Dr. Josef Spanyolik gegenwärtig sich in dem Dévaer Museum befinden.

I. Ein zweispitziger Bergwerkshammer, welcher die Höhe von $0,33\text{ m}$ und eine Dicke bei dem Stielloch von $0,05\text{ m}$ hat, während die Breite des Stieloches 15 mm und das Gewicht $3,12\text{ kg}$ beträgt. Dieses Werkzeug war besonders zur Roharbeit sehr geeignet. (Nr. 13.)

II. Ein hammerartiges Werkzeug. Länge $0,23\text{ m}$, Kantebreite $0,045\text{ m}$, Breite an der oberen Spitze $0,055$. Aehnliche Werkzeuge finden wir bei A. Quiquerez aus dem Jura und in dem Werke von Ludwig Beck. Dies Werkzeug ist ausschliesslich zum Steinbergbau benützt worden, was besonders die stumpfe Spitze bezeugt, die zur Roharbeit und zum Glätten sehr geeignet ist. (Nr. 14.)

Beide Werkzeuge klingen sehr gut und sind besser erhalten wie alle oben erwähnten. Die Oxydation ist auf ihrer Oberfläche kaum zu bemerken, welcher Umstand theils der auf ihrer Oberfläche bemerkbaren Fettkruste, theils der Wasserableitungsfähigkeit des Trachitgesteines zu verdanken ist. Die Oberfläche, besonders aber die der Abwetzung ausgesetzte Spitze, zeigt Spuren der Verstahlung.

Zu meinem Bedauern kann ich ein drittes, eben daselbst gefundenes, aber leider verloren gegangenes Werkzeug, nach der mündlichen Beschreibung nicht reconstituiren. Es scheint aber ein Bergwerkshammer gewesen zu sein, ähnlich jenem aus Kupfer, der im neuen Museum zu Budapest aufbewahrt ist.

Dies sind die Resultate meiner bisherigen Studien. Ich bin überzeugt, dass zum ausführlichen Studium des alten Bergbaues auch diese Daten werthvoll sein werden. Es wäre nur zu wünschen, dass mehr Personen der Sammlung

dieser Gegenstände Zeit und Geld widmen möchten, damit dies werthvolle Material nicht — wie bis jetzt — eine Beute der Vergangenheit werde. Bei grösserem Inter-

esse und vermehrtem Eifer der Grubenämter würden die Fragen der Archäologen von Tag zu Tag mehr Licht gewinnen.

Zur Theorie der Knickungsfestigkeit.

Im Anschlusse an die in Nr. 34 vorigen Jahrg. dieser Zeitschrift gebrachte Notiz über die von Professor Bauschinger ausgeführten Knickungsversuche mit Profileisen für Brückenbauzwecke erlauben wir uns auf eine, von Prof. Tetmajer in der „Schweizerischen Bauzeitung“, Bd. X, veröffentlichte vortreffliche, die Theorie der Knickungsfestigkeit betreffende Arbeit aufmerksam zu machen.

In dem eidgenössischen Festigkeitsinstitute wurden Knickungsversuche mit Stäben aus schmiedbarem Eisen (Schweis- und Flusseisen) durchgeführt, wobei die Probekörper in Form von Rundstäben verwendet wurden, letzteres aus dem Grunde, um ein Versuchsmaterial zu haben, welches möglichst homogen und frei von schädlichen Einflüssen der Fabrikation ist und welches demzufolge das Gesetz der Aenderung der Festigkeitsverhältnisse bei variirender Länge der Stäbe um so präciser wahrnehmen lässt. Im Ganzen wurden 7 verschiedene Rundeisen, bis zu 5cm Stärke, zu den Versuchen verwendet. Das Verhältniss der Länge der Stäbe zu dem Trägheitshalbmesser des Querschnittes variierte zwischen 4 und 250. Insgesamt wurden 60 Probekörper untersucht, wovon die Hälfte auf Schweisseisen, die andere Hälfte auf Flusseisen entfiel.

Die erste Reihe der Versuche umfasst die Feststellung der Elasticitäts- und Festigkeitsverhältnisse der beiden Materiale für Druck. Es wurde insbesondere beabsichtigt, an Cylindern, deren Höhe gleich war dem Querschnittsdurchmesser, den Cohäsionswiderstand gegen Druck festzustellen. Da bei diesem Versuchsmaterial ein eigentlicher Bruch nicht zu erreichen war, indem die Probekörper selbst bei einer Druckbeanspruchung von 12 bis 18t pro cm² ohne Trennung ihrer Theile bloss deformirt (ausgebaucht) wurden, konnte die im gewöhnlichen Sinne verstandene Druckfestigkeit nicht bestimmt werden.

Durch diese und durch weitere Versuche wurde indessen constatirt, dass die specifische Beanspruchung, bei welcher eine locale Stauchung eintritt, selbst bei Stäben mit verschiedenen Längenverhältnissen, ziemlich constant bleibt. Prof. Tetmajer bezeichnet diese Beanspruchung als die „Quetschgrenze“ oder „Stauchgrenze“. Da nach Ueberschreitung dieser Festigkeitsgrenze die Probekörper ihre Tragfähigkeit verlieren, bringt Professor Tetmajer bei Materialien, bei welchen das Zerdrücken durch Ausbauchen oder überhaupt durch seitliches Ausbreiten des Versuchsstückes ohne eigentliche Trennung erfolgt, diese leicht fixirbare Grenzfestigkeit (Festigkeit an der Quetschgrenze) in Rechnung.

Die bezüglichen Untersuchungen haben folgende Durchschnittsergebnisse geliefert:

	Flusseisen	Schweisseisen
Elasticitätsmodul . . .	2175,0	1956,0t pro cm ²
Elasticitätsgrenze . . .	2,21	1,60t „ „
Quetschgrenze . . .	2,65	2,35t „ „

Für Zugbeanspruchung ergab sich nach einer grösseren Versuchsreihe für die beiden untersuchten Materiale im Mittel:

	Flusseisen	Schweisseisen
Elasticitätsmodul . . .	2144,0	1987,0t pro cm ²
Elasticitätsgrenze . . .	1,98	1,49t „ „
Streckgrenze . . .	2,88	2,42t „ „
Zugfestigkeit . . .	4,34	3,78t „ „
Dehnung pro 10cm . . .	32,6	21,2% ₀
Contraction . . .	63,8	28,7% ₀

Es beträgt sonach:

Streckgrenze	0,66	0,64
Zugfestigkeit		
Quetschgrenze	0,61	0,62.
Zugfestigkeit		

Trotzdem die mechanischen Eigenschaften des Flusseisens und des Schweisseisens ziemlich verschieden waren, ergibt sich doch für beide die verhältnissmässige Festigkeit, sowohl an der Streck-, als auch an der Quetschgrenze nicht viel von einander verschieden.

Die Resultate der Knickungsproben, wobei die Stäbe zwischen Spitzenkörnern lagen (beide Enden sind frei beweglich), wurden dazu benützt, einerseits die Uebereinstimmung der Euler'schen (theoretischen) Formel mit den Versuchsergebnissen zu controliren, andererseits die Schwarz-Rankine'sche (empirische) Formel zu rectificiren. Erstere kann geschrieben werden:

$$\sigma_k = \frac{\alpha E}{n} \left(\frac{k}{l} \right)^2;$$

letztere lautet:

$$\sigma_k = \frac{\sigma_d}{1 + \eta \left(\frac{l}{k} \right)^2}.$$

In den Formeln bezeichnet:

- σ_k die zulässige spec. Inanspruchnahme auf Knickungsfestigkeit;
- σ_d die zulässige spec. Inanspruchnahme auf Druckfestigkeit;
- E den Elasticitätsmodul;
- l die Stablänge;
- k den Trägheitshalbmesser (es ist $k^2 = \frac{\text{kleinstes Trägheitsmoment}}{\text{Querschnittsfläche}}$);
- α einen Coëff., welcher von der Art der Lagerung des Stabes abhängt, für Spitzenlagerung ist insbesondere $\alpha = \pi^2 = 9,87$;
- η einen Erfahrungscoëff. (Knickungscoëff.);
- n den gewünschten Sicherheitsgrad.

Unter Zugrundelegung der erst angeführten Versuchsergebnisse ergibt sich für Spitzenlagerung

nach der Euler'schen Formel (bei $n = 1$)
 die spec. Knickungs-
 spannung $\left\{ \begin{array}{l} \text{für Flusseisen} \\ = 21\,467,3 \left(\frac{k}{l}\right)^2; \\ \text{für Schmiedeseisen} \\ = 19\,305,7 \left(\frac{k}{l}\right)^2 t \text{ pro } cm^2; \end{array} \right.$

nach der Schwarz-Rankine'schen Formel
 (bei $\sigma_a =$ Festigkeit an der Quetschgrenze)
 die spec. Knickungs-
 spannung $\left\{ \begin{array}{l} \text{für Flusseisen} \\ = \frac{2,65}{1 + \eta \left(\frac{l}{k}\right)^2}; \\ \text{für Schmiedeseisen} \\ = \frac{2,35}{1 + \eta \left(\frac{l}{k}\right)^2} t \text{ pro } cm^2. \end{array} \right.$

Die Euler'sche Formel ergab, wie bei Professor Bauschinger's Versuchen, innerhalb der Elasticitätsgrenze befriedigende Uebereinstimmung mit den Versuchsergebnissen. Die Schwarz-Rankine'sche Formel hat Prof. Tetmajer dadurch mit den Versuchsergebnissen und somit auch mit der Euler'schen Formel in eine sehr gute Uebereinstimmung gebracht, dass er den Coëff. η , nicht wie bisher üblich, für ein bestimmtes Material constant annahm, sondern dass er η auf Grund seiner Versuchsergebnisse von dem Verhältnisse $\frac{l}{k}$ abhängig

gemacht hat, mit der Beziehung

$$\eta = \frac{1}{10\,000} \sqrt{0,008\,67 \left(\frac{l}{k}\right) - 0,693\,6}$$
 geltend für Stäbe aus schmiedbarem Eisen bei beweglicher Lagerung. Diese Beziehung liefert für $\frac{l}{k} = 80$ den Coëff. $\eta = 0$, womit $\sigma_k = \sigma_a$, d. h. bei diesem Verhältnisse der Stablänge zum Trägheitsradius tritt eine Knickungsgefahr nicht mehr auf, und es sind demzufolge Stäbe aus schmiedbarem Eisen bei beweglicher Lagerung, wenn $\frac{l}{k} \leq 80$ einfach auf Druckfestigkeit zu rechnen.

Die so rectificirte Schwarz-Rankine'sche Knickungsformel liefert durchschnittlich eine ebenso gute, bei verhältnissmässig kleinen Längen eine etwas bessere Uebereinstimmung der Rechnungsergebnisse mit den Versuchsergebnissen, als die Euler'sche Formel.

In der letzten Zeit hat Prof. Tetmajer Knickungsversuche mit Bauhölzern ausgeführt, und auch für diese den Coëff. η der corrigirten Schwarz-Rankine'schen Knickungsformel bestimmt.

Nach diesen Versuchen („Schweizer. Bauzeitung“, Bd. XI) kann für die weiter unten angeführten Holzarten für alle Fälle der Praxis hinreichend genau gesetzt werden

$$\eta = \frac{1}{10\,000} \sqrt{0,05 \left(\frac{l}{k}\right) - 0,80}.$$

Diesfalls wird $\eta = 0$ (Knickungsbeanspruchung = Druckbeanspruchung) bei dem Werthe des Verhältnisses $\frac{l}{k} = 16$.

Die Druckfestigkeit des Versuchsmateriales betrug im Durchschnitt:

beim Lärchenholz	0,324t pro cm^2
„ Föhrenholz	0,312t „ „
„ Rothtannenholz	0,283t „ „
„ Weisstannenholz	0,288t „ „

Es kann sonach für Spitzenlagerung bei Lärchen- und Föhrenholz

$$\sigma_k = \frac{0,318}{1 + \eta \left(\frac{l}{k}\right)^2} t \text{ pro } cm^2;$$

bei Roth- und Weisstannenholz

$$\sigma_k = \frac{0,285}{1 + \eta \left(\frac{l}{k}\right)^2} t \text{ pro } cm^2$$

gesetzt werden. Der Coëff. η ist hiebei nach der vorangesetzten Formel, in Bezug auf das Verhältniss $\frac{l}{k}$, zu bewerthen.

Die nach diesen Formeln berechneten Knickungsspannungen stimmen mit den durch die Versuche bestimmten in allen Fällen sehr gut überein. K ä s s.

Die Resultate der schwedischen Montanindustrie im Jahre 1886.

Nach amtlichen Quellen von Dr. Leo.

	Ctr	oder	g		Ctr	oder	g
Eisenerze, Berg-	20 409 975,5	oder	8 675 790	Kupfererze	491 265,71	„	208 787,90
„ See- und Moor-	115 281,7	„	49 000	Kupfer	12 419,13	„	5 278,10
Roheisen, excl. Gusswaaren		„		Nickelerze	12 110,00	„	5 146,75
erster Schmelzung	10 297 821,3	„	4 376 570	Nickelstein	580,85	„	246,00
Gusswaaren erster Schmel-		„		Messing	6 450,74	„	2 741,50
zung	111 068,63	„	47 200	Kupferschmiedewaaren . .	6 003,1550	„	2 551,30
Gusswaaren zweiter Schmel-		„		Gusswaaren aus anderem		„	
zung	386 165,51	„	163 120	Metall als Eisen	507,07	„	242,30
Stangeneisen	5 578 530,46	„	2 370 875	Blei	4 640,33	„	1 972,20
Stahl	1 840 401,99	„	78 217	Zinkerze (Blende)	1 166 172,53	„	495 623,30
Eisen- und Stahlmanufacte		„		Kobalterze	3 857,68	„	1 639,50
Golderze	20 610,00	„	8 759,25		Pfund	kg	
Silber- und Bleierze	350 833,18	„	149 104,00	Kobalterze, aufbereitete .	680,00	„	289,0
		„			Ctr	g	
Gold	158,4198	„	67,3404	Kobaltoxyd	84,69	„	36,00
Silber	4562,3299	„	1 939,3096	Manganerze	169 204,12	„	71 912,70
		„		Braunstein, pulverisirt . .	1 000,00	„	425,00

G. Téglas: Römische Bergwerksgeräte aus Dacien.

