4318

Das Gefälle der Holzriesen

und Untersuchungen über die gleitende Reibung auf denselben.

Von

Karl Petraschek,[1])

Forst-, Bau- und Betriebs-Ingenieur der Innerberger Hauptgewerkschaft.

(Mit Tafel XVII und XVIII.)

Die Riese zählte früher noch mehr zu den verbreitetsten Bringungsanstalten wie heute. Es gab nicht selten solche von stundenlanger Erstreckung. Dies hatte seinen Grund darin, dass einstens mehr Holz im Walde verfaulte, als sich lohnend absetzen liess; wog ja der Werth des gewonnenen Materiales die Arbeitskosten kaum auf. Es war also belanglos, wenn das Liefergebäude und die Lieferweise viel Holz beanspruchte, genug dass eine Arbeitsersparung damit erzielt wurde. Dieser Anforderung entspricht kaum etwas besser als die Riese, indem sowohl ihr Bau als ihre Benützung nur wenig Arbeitskraft benöthigt, überdies auf ihr grosse Holzmengen in kurzer Zeit abgebracht werden können.

Heute treffen wir die Riese in den Gebirgsforsten immerhin noch häufig, aber bei weitem nicht mehr ausschliesslich herrschend. Das Holz ist weniger und damit kostbarer geworden, deshalb eine sorgsamere Gebahrung geboten. Der Bedarf überwiegt den Vorrath, ein Verhältniss das im langsamen aber stetigen Steigen begriffen. Eben so stetig klimmt auch der Holzpreis in die Höhe und hat das stockende Holz nicht nur überhaupt, sondern sogar bedeutenden Werth. Je mehr demnach heutzutage eine Lieferweise Holz verbraucht, desto unökonomischer erscheint sie. In dieser Hinsicht ist die Riese arg im Nachtheile, was nothwendigerweise zu ihrem Aufgeben und der Einführung holzgenügsamerer Bringungsmittel führte. Verursachen auch letztere mehr Arbeitsaufwand, so ist dieser doch gegenüber dem Gewinne an erspartem Holze überraschend gering. Sehr ungünstig fiel auch in die Wagschale, dass die Riese die Abbringung des schwächeren und unförmlichen Holzes nicht zulässt und dadurch die Ertragsamkeit der Gebirgswälder am meisten beeinträchtigt. Endlich verführt die Riese leicht zur Hast in der Ausnutzung der Wälder, welche die Bodenkraft mindert und die Nachzucht ungemein erschwert. Da die Riese nur wenige, höchstens sieben Jahre ausdauert, so suchte man ihre Anlage möglichst auszunutzen, und

[1]) Herr Petraschek wurde im Sinne des §. 5 unseres Statutes für die Vornahme einzelner Versuche und Untersuchungen gewonnen. v. Seckendorff.

schlägerte grosse Flächen in ununterbrochener Jahresfolge. Es wäre aber zu weit gegangen, das einzig und allein der Riese zuzuschieben. Jede Bringungsanstalt rentirt um so besser, je mehr auf derselben geliefert wird; und so bestimmt gar oft die Gier nach augenblicklichem Vortheil auch bei einer Weganlage, gesunder Wirthschaft entgegen zu handeln.

Mag es nach dem Vorausgegangenen vielleicht ungerechtfertigt scheinen, über die Riese noch viel Worte zu verlieren; wird es nicht als verspätet dünken, Untersuchungen zum Zwecke ihrer rationellen Anlage zu machen? Mit nichten!

Das schöne Bild von der kaum zu befriedigenden Holznachfrage und dem grossen Holzwerthe lächelt noch lange nicht überall. So sieht es in den Hochbergen theilweise recht traurig aus. Dort wo Märkte und Städte sich ausbreiten, grosse Industrien bestehen, deren Lebensnerv Holz und Holzkohle ist, wo der Bergbau blüht, oder gute Wasserstrassen den Absatz in holzarme Gegenden vermitteln, dort wird sich wohl eine Lieferweise lohnen, die zwar grössere Anlagekosten erheischt, jedoch dauerhaft ist, eine sorgfältige Benutzung und Bewirthschaftung der Forste ermöglicht. Selbst da wird der Kreis nicht weit gezogen werden können. Mit der Erhebung und Entfernung von diesen Mittelpunkten, sinkt aber nicht nur der Geldwerth des Holzes auffallend, sondern wachsen auch die Schwierigkeiten der Bringung unglaublich und zwingen wieder zu der alle Terrainhindernisse leicht bewältigenden Riese. Wenn also schon in der Nähe grosser Verbrauchsorte sich auch der Riese bedient werden muss, ist sie noch viel weniger in abgelegenen Gebirgsgegenden mit dünner Bevölkerung, und mangelnder Fuhrkraft entbehrlich und ersetzbar. In solchen Lagen und Gegenden wird die Riese noch lange, vielleicht immer das einfachste und billigste Bringungsmittel bleiben. Der rationelle Wirth muss mit Rücksicht auf die pflegliche Behandlung der Wälder stets nur den rechnenden Griffel entscheiden lassen!

In Anbetracht alles dessen wird es heute noch am Platze sein, für die so wichtige Gefällsbestimmung der Riese eine strengere Unterlage zu suchen als die gemeine Erfahrung und der nivellirende Scharfblick eines Holzmeisters gibt; umsomehr, als diese schätzenswerthen Eigenschaften nur Wenige besitzen, was letzteres denn auch der Grund ist, weshalb man bei näherer Prüfung viel mehr fehlerhafte als gut angelegte Riesen findet.

Eine Riese mit zu geringem Gefälle verlangsamt das Abriesen, erschwert die rechtzeitige Abstellung des Holzes an die schliesslichen Verbrauchsorte, kann sie sogar verhindern, wodurch für den Waldbesitzer arge Verlegenheiten und selbst bedeutende Verluste erwachsen. Ist hingegen die Riese zu stark geneigt, so zersplittert sich viel Holz, was wiederum den Ertrag mindert.

Rieswerke schlecht in letzterer Beziehung sind häufiger zu finden; sie entspringen viel weniger mangelnder Tüchtigkeit als viel mehr dem Eigennutze. Denn da die Ablieferung des Holzes gewöhnlich um einen festen Klafterpreis verdingt wird, so ist für die Arbeiter jeder Zeitgewinn auch Geldgewinn. Dies verleitet sie, die Riese nach der kürzesten Falllinie zu bauen, damit sich das Holz leicht und schnell zu Thal fördern lasse. Um den Holzverlust sind sie nicht bekümmert, weil die Lohnsberechnung nach der Klafterzahl im Schlage erfolgt und erfolgen muss.

Wohl soll in einem geordneten Forsthaushalte die Art und Weise der vorzunehmenden Holzbringung, sowie die Anlage der erforderlichen Bringungswerke nicht der Willkür der Arbeiter überlassen, sondern von dem Forstbeamten genau bestimmt werden; allein zu letzterem gehören praktische und wissenschaftliche Kenntnisse, die leider jedesmal, als die Riese in Frage kommt, nicht immer angetroffen werden, indem die Erwerbung genügender Erfahrung Jahre dauernde Betheiligung und Beobachtung verlangt, und die Wissenschaft bisher nicht herangezogen werden konnte, weil sie in dieser Richtung noch nicht genug ausgebildet ist.

Zunächst gebührt Professor Breymann das Verdienst im XIX. Bande der österreichischen Monatschrift für Forstwesen die wissenschaftliche Bestimmung der zweckentsprechenden Neigung der Riesen angeregt zu haben. Die Anwendung der dort aufgestellten Reibungscoefficienten muss jedoch als gewagt bezeichnet werden, weil sie, worauf nicht aufmerksam gemacht wurde, den Versuchen Morin's entnommen sind, die unter Umständen, welche ganz andere sind, als jene so beim Holzriesen auftreten, ermittelt wurden.

Auf giltige Reibungscoefficienten kommt aber das Meiste an. Man berücksichtige, dass der Reibungswiderstand gewissermassen durch die Grösse des Neigungswinkels der Riese bedingt wird, so zwar, dass die dem Holze ertheilte Bewegung eine beschleunigte oder verzögerte wird, je nachdem der Neigungswinkel gross oder klein ist. Es lässt sich daher auch ein Neigungswinkel denken, bei welchem die ertheilte Bewegung gleichförmig bleibt. Man heisst diesen Winkel den Reibungswinkel der Bewegung, seine trigonometrische Tangente den Reibungscoefficienten der Bewegung.

Um also die Fortsetzung der Bewegung des Holzes gleichförmig zu erhalten, müssen wir der Riese eine Neigung gleich dem Reibungswinkel geben.

Die wechselnde Bodenneigung zwingt jedoch diese vortheilhafteste Fallrichtung mehr oder weniger aufzugeben und die Riese ebenfalls mit wechselndem Gefälle anzulegen.

Kann ein stärkeres Fallen nicht umgangen werden, so fragt es sich, auf welche Länge das möglich ist, ohne dass sich die Geschwindigkeit des Holzes schädlich steigere. Beginnt das Holz erst die Bewegung, so ist die statthafte Länge

$$s = \frac{v^2}{2g\,(\sin \alpha - f \cos \alpha)}$$

bringt es aber schon eine gewisse Geschwindigkeit c mit, dann ist

$$s = \frac{v^2 - c^2}{2g\,(\sin \alpha - f \cos \alpha)}$$

und bedeutet in beiden Gleichungen v die Endgeschwindigkeit, g die Acceleration (Beschleunigung) der Schwere = 9·81 Meter, α den Neigungswinkel der Riese und f den Reibungscoefficienten.

Die Geschwindigkeit, bei der ein guter Gang der Riesung und der geringste Holzverlust gesichert erscheint, wurde von mir vielfach beobachtet und beträgt für

Scheite und Dreilinge[1]	9—12
Klötze[2] und Stämme	3— 5

Meter in der Secunde.

Um nach vorausgegangener starker Neigung das heftigere Gleiten des Holzes zu vermindern, bekommt die Riese eine horizontale und selbst ansteigende Lage. Verlangt man dass das Holz in die darauf folgende Fallrichtung noch mit einer gewissen Geschwindigkeit V eintrete, so berechnet sich die zu gebende horizontale Länge aus:

$$s = \frac{c^2 - V^2}{2gf}$$

und die schiefe Länge aus:

$$s = \frac{c^2 - V^2}{2gf \cos \alpha_1}$$

wenn c die Anfangsgeschwindigkeit und α_1 den Steigungswinkel bezeichnet.

---

[1]) Dreiling: Rundholz von 2 Meter Länge.

[2]) Klotz (Bloch): Rundholz von 3—8 Meter Länge.

Diese Ausdrücke gelten auch für das Ende der Riese, wo das Holz nur mehr eine ganz geringe Geschwindigkeit haben soll, gerade so viel, um noch Auslaufen zu können.

Manchmal zwingen jedoch die Terrainverhältnisse, dem Endfache der Riese eine solche Stellung zu geben, dass das Holz noch mehr oder weniger weit geworfen wird. Aus der gegebenen Wurfweite w und der berechneten Geschwindigkeit c, mit welcher das Holz beim Wurffache (der Nase) ankommt, findet man den Elevationswinkel des Wurffaches aus:

$$sin\, 2\, \varepsilon = \frac{g\, w}{c^2} = \frac{9{\cdot}81\, w}{c^2}.$$

Der Luftwiderstand wurde im letzteren Falle unberücksichtigt gelassen, weil er wegen der geringen Wurfgeschwindigkeit gegenüber der bedeutenden Dichtheit des Holzes sehr klein ist, und in den früheren Fällen ist er in den Reibungscoefficienten mit enthalten, was die Ermittlung derselben bedingt.

Wollte man schliesslich die Endgeschwindigkeit kennen lernen, mit der das Holz eine durchaus gleichgeneigte Riese von s Meter Länge durcheilt, so dient hierfür die Formel:

$$v = \sqrt{2 g\, s\, (sin\, \alpha - f\, cos\, \alpha)} = 4{\cdot}429 \sqrt{s\, (sin\, \alpha - f\, cos\, \alpha)}.$$

Die Ermittlung der für alle diese Berechnungen nothwendigen Coefficienten der gleitenden Reibung, erfolgte von mir derart, dass beobachtet wurde, in welcher Zeit t das Holz mit der Anfangsgeschwindigkeit 0 über eine unter dem Winkel α geneigte Riesenstrecke von s Meter Länge herabgleitet, nachdem bekanntlich

$$f = tg\, \alpha - \frac{2 s}{g\, t^2\, cos\, \alpha}$$

ist.

Die diesbezüglichen Versuche führten zu den folgenden Ergebnissen:

Trockenriese.

Stämme

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich	1	1	18	2	6	2	4	20	6	mal
Reibungscoefficient:	0·48	0·44	0·43	0·40	0·38	0·37	0·36	0·35	0·34	

Klötze

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich	1	15	4	25	4	10		mal
Reibungscoefficient:	0·43	0·40	0·39	0·38	0·37	0·36	0·34	

Dreilinge

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich	1	1	11	22	3	5	2	14	1	mal
Reibungscoefficient:	0·45	0·43	0·42	0·40	0·37	0·36	0·35	0·32	0·31	

Harte Scheiter

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich	1	5	3	12	4	3	7	4	1	mal
Reibungscoefficient:	0·45	0·42	0·41	0·40	0·39	0·38	0·37	0·36	0·31	

Weiche Scheiter

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich	6	4	2	17	3	3	1	4	mal
Reibungscoefficient:	0·51	0·48	0·45	0·44	0·41	0·40	0·37	0·36	

Nassriese.

Stämme

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich	1	2	10	24	3	5	1	1	2	2	10	mal
Reibungscoefficient:	0·25	0·19	0·17	0·15	0·14	0·12	0·11	0·09	0·08	0·07	0·06	

Klötze

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich	1		12	3	18	6	3	2	3	11	mal
Reibungscoefficient:	0·31	0·23	0·21	0·19	0·18	0·17	0·16	0·10	0·09	0·07	

Dreilinge

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich	16	29	4	1	1	3	6	19	1	mal
Reibungscoefficient:	0·22	0·21	0·19	0·18	0·17	0·16	0·13	0·11	0·10	

Harte Scheiter

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich	2	13	4	2	1	23	4	7	21	2	1	mal
Reibungscoefficient:	0·31	0·30	0·29	0·28	0·26	0·25	0·24	0·23	0·22	0·20	0·17	

Weiche Scheiter

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich	1	1	7	3	15	12	1	mal
Reibungscoefficient:	0·36	0·35	0·34	0·33	0·31	0·30	0·28	

Schneeriese.

Stämme

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich	1		9	3	17	2	1	6	mal
Reibungscoefficient:	0·22	0·18	0·15	0·14	0·12	0·11	0·10	0·09	

Klötze

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich	1	1	4	22	2	1	1	7	1	mal
Reibungscoefficient:	0·21	0·18	0·17	0·14	0·13	0·12	0·09	0·08	0·07	

Dreilinge

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich	1	8	3	14	4	6	11	2	1	mal
Reibungscoefficient:	0·23	0·19	0·17	0·15	0·14	0·13	0·12	0·09	0·06	

Harte Scheiter

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich	1	1	4	9	1	1	2	1	mal
Reibungscoefficient:	0·24	0·18	0·17	0·15	0·13	0·12	0·11	0·08	

Weiche Scheiter

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich	3	8	1	3	4	1	mal
Reibungscoefficient:	0·24	0·22	0·20	0·19	0·16	0·13	

Eisriese.

Stämme

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich	12	28	15	21	4	mal
Reibungscoefficient:	0·05	0·04	0·03	0·02	0·01	

Klötze

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich	18	26	11	20	3	2	mal
Reibungscoefficient:	0·10	0·08	0·05	0·04	0·02	0·01	

Dreilinge

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich	3	14	31	26	5	1	mal
Reibungscoefficient:	0·14	0·12	0·10	0·09	0·06	0·02	

Harte Scheiter

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich	5	4	16	1	8	2	1	2	mal
Reibungscoefficient:	0·14	0·13	0·12	0·11	0·10	0·06	0·04	0·03	

Weiche Scheiter

Der nachstehende Reibungscoefficient wiederholte sich	14	22	17	22	1	3	3	mal
Reibungscoefficient:	0·19	0·16	0·15	0·14	0·13	0·12	0·09	

Lassen wir die Extreme, welche zufälligen, nicht direct wahrnehmbaren Ursachen entsprungen sein dürften, unberücksichtigt, so erhalten wir eine Uebersicht der in der Praxis vorzüglich brauchbaren Reibungscoefficienten der gleitenden Bewegung beim Holzriesen.

	Zahl der Beobachtungen	Reibungscoefficienten der Bewegung		Reibungswinkel der Bewegung	
		Grenzen	Mittel	Grenzen	Mittel
Trockenriese.					
Stämme	60	0·34 — 0·43	0·35	18° 47′ — 23° 16′	19° 18′
Klötze	60	0·36 — 0·40	0·38	19° 47′ — 21° 48′	20° 48′
Dreilinge .	60	0·32 — 0·42	0·40	17° 44′ — 22° 46′	21° 48′
Harte Scheiter	40	0·37 — 0·42	0·40	20° 18′ — 22° 46′	21° 48′
Weiche Scheiter	40	0·36 — 0·51	0·44	19° 47′ — 27° 1′	23° 45′
Nassriese.					
Stämme	60	0·06 — 0·17	0·15	3° 26′ — 9° 38′	8° 32′
Klötze	60	0·07 — 0·21	0·18	4° 0′ — 11° 51′	10° 13′
Dreilinge .	80	0·11 — 0·22	0·21	6° 16′ — 12° 24′	11° 52′
Harte Scheiter	80	0·22 — 0·30	0·25	12° 24′ — 16° 42′	14° 3′
Weiche Scheiter	40	0·30 — 0·34	0·31	16° 42′ — 18° 47′	17° 14′
Schneeriese.					
Stämme	40	0·09 — 0·15	0·12	5° 8′ — 8° 32′	6° 51′
Klötze	40	0·08 — 0·17	0·14	4° 35′ — 9° 38′	7° 59′
Dreilinge .	50	0·12 — 0·19	0·15	6° 51′ — 10° 45′	8° 32′
Harte Scheiter	20	0·11 — 0·17	0·15	6° 16′ — 9° 38′	8° 32′
Weiche Scheiter	20	0·16 — 0·24	0·22	9° 5′ — 13° 30′	12° 25′
Eisriese.					
Stämme	80	0·02 — 0·05	0·04	1° 9′ — 2° 52′	2° 17′
Klötze	80	0·04 — 0·10	0·08	2° 17′ — 5° 43′	4° 35′
Dreilinge .	80	0·09 — 0·12	0·10	5° 8′ — 6° 51′	5° 43′
Harte Scheiter	40	0·10 — 0·14	0·12	5° 43′ — 7° 59′	6° 51′
Weiche Scheiter	80	0·15 — 0·19	0·16	8° 32′ — 10° 45′	9° 6′

Diese praktischen Versuche zeigen, dass bei gleicher Neigung und gleicher Beschaffenheit der Riesen der nach obiger Formel bestimmte Reibungscoefficient mit der Grösse der erlangten Endgeschwindigkeit variirt. Darauf werde ich mir erlauben, gelegentlich später vorzunehmender Versuche (die hauptsächlich vom wissenschaftlichen Standpunkte interessiren, da sie die Unrichtigkeit eines vielfach angenommenen Gesetzes bestätigen) zurück zu kommen.

Vorläufig möchte ich nur derartige Versuche auch bei den Wegriesen empfehlen. Leider steht mir dieses vortreffliche Bringungsmittel auf meiner jetzigen Station nicht zur Verfügung.

Mit Hilfe der in den Tafeln XVII und XVIII niedergelegten Abaci [1]) kann man durch blosses Ablesen alle Berechnungen der früher aufgestellten Formeln, mit einer genügenden

[1]) Wenn die Geschwindigkeiten für die bezüglichen Holzgattungen an bestimmte Grenzen gebunden sind, so frägt es sich, wie lang soll eine Riese gemacht werden, damit bei einer bekannten Terrainneigung die Maximalgrenze der Geschwindigkeit nicht überschritten wird, und wir fanden Seite 123, dass diese Weglänge

$$s = \frac{v^2 - c^2}{2g\ (\sin\alpha - f\cos\alpha)}$$

ist. Hierin soll nun wo möglich v für Scheiter und Dreilinge nicht über 12 Meter, und für Klötze und Stämme nicht über 5 Meter wachsen. Es wird daher in obiger Gleichheit v eine constante Grösse sein und soll auch als eine solche in weiterer Betrachtung vorausgesetzt werden. Abnormen Fällen, in denen die Geschwindigkeit weit über diese Grenze steigt, kann auch leicht Rechnung getragen werden, sobald man für den ersteren Fall einen Abacus construirt hat, wie er im Weiteren besprochen werden soll.

Setzt man für $tg\,\alpha = \sigma$, so steht die Gleichheit

$$s = (v^2 - c^2)\ \frac{\sqrt{1+\sigma^2}}{2g\ (\sigma - f)}$$

hieraus ist

$$c^2 = v^2 - \frac{2g\,(\sigma - f)}{\sqrt{1+\sigma^2}} \cdot s$$

und wenn man $c^2 = C$, $v^2 = V$, ferner $2g\ \frac{\sigma - f}{\sqrt{1+\sigma^2}} = \Sigma$ setzt, wobei also Σ ein Function der Neigung σ ist,

so folgt weiter

$$C = -\Sigma\, s + V$$

und man entnimmt, dass für ein bestimmtes σ, also constantes Σ, C eine lineare Function von s ist. Denkt man sich nun Fig. 1, Tafel XVII s als Abscissen, C als Ordinaten auf ein rechtwinkeliges Coordinatensystem bezogen, so kann man für jedes bestimmte σ eine bestimmte Gerade $A\,C$ verzeichnen, welche für dieses σ den Zusammenhang zwischen s und $C = c^2$ darstellt. Untersuchen wir die letzte Gleichung weiter, so finden wir, dass sämmtliche Gerade durch einen Punkt C der Ordinatenachse gehen, welcher den Abstand $V = v^2$ vom Ursprung hat, um daher sämmtliche Gerade zu verzeichnen, erübrigt es uns noch ihren Abschnitt auf der Abscissenachse zu kennen, nennt man diese Strecke s_0, so folgt:

$$s_0 = \frac{V}{\Sigma} = \frac{v^2}{2g}\ \frac{\sqrt{1+\sigma^2}}{(\sigma - f)}$$

Nach dieser Gleichheit rechne man sich nun für einen bestimmten Fall die Grössen s_0 und zeichne dann den Strahlenbüschel ein. Hiebei ist zu achten, dass man manche Factoren wie $\frac{v^2}{2g}$, $\sqrt{1+\sigma^2}$ ein- für allemal für verschiedene Riesengattungen rechnen kann und bei einer systematisch angelegten Rechnung in der kürzesten Zeit die Werthe von s_0 erhält.

Denkt man sich nun auf der Ordinatenachse die Quadrate der Geschwindigkeiten aufgetragen, an jeder Stelle aber die Geschwindigkeit selbst hingeschrieben, so hat man das Ganze was zum Gebrauch der construirten Tafeln nöthig ist, geboten. Man wird in einem bestimmten Falle mit dem Argumente der Geschwindigkeit in die Ordinatenachse gehen, ist die Zahl selbst nicht dort, so kann sie leicht interpolirt werden, vom erhaltenen Punkt geht man horizontal in diejenige Gerade, welche der bekannten Steigung σ zukommt, und vom so erhaltenen Punkt in der Ordinate senkrecht herunter auf die Abscissenachse, wo man direct s in Metern ablesen kann.

Da für $\sigma = f$, $s_0 = \infty$ folgt, erhält man, wie es auch sein muss, für jedes c eine unendliche Riesenlänge, andererseits kann für $\sigma = f$ auf der ganzen Riese die Maximalgeschwindigkeit v beibehalten werden.

In den Fällen wo das c Argument so gross ist, dass sich die Linien des Strahlenbüschels schon undeutlich trennen, kann man mit einem aliquoten Theil der Geschwindigkeit in die Tabelle gehen, und hat dann bei dem n-ten Theil von

Annäherung verrichten, und dürften sie nicht wenig dazu beitragen die Anlage der Riesen nach wissenschaftlichen Grundsätzen zu fördern.

---

c die erhaltene Weglänge s' mit $\frac{v^2 - c^2}{v^2 - \frac{c^2}{n^2}}$ zu multipliciren, so dass der fragliche Weg $s = s' \frac{v^2 - c^2}{v^2 - \frac{c^2}{n^2}}$ ist.

Da nun in der Praxis auch Fälle vorkommen, wo die von uns als zweckmässig erkannten Maximalgeschwindigkeiten weitaus überschritten werden müssen, so frägt es sich, wie kann man mit Hilfe der gegebenen Tabellen solchen abnormen Fällen gerecht werden? Aus dem Werthe von s_0 entnimmt man, dass derselbe ebenso wie der Abschnitt auf der Ordinatenachse mit dem Quadrate der Maximalgeschwindigkeit wächst, es würden daher für ein und dieselbe Riese bei verschiedener Maximalgeschwindigkeit zwei verschiedene Leitstrahlenbüschel resultiren, deren entsprechende Strahlen (für dasselbe σ) parallel sind. Denkt man sich nun, was in den meisten Fällen zulässig sein wird, die neue in Rede stehende Maximalgeschwindigkeit als eine Vielfache von der bei der Tabelle vorausgesetzten, so dass Fig. 1

$$U D = n^2 v^2 = n^2 V = n^2 U C$$

und denkt man sich ferner noch die vorgelegte Geschwindigkeit w als das n-fache einer idealen Geschwindigkeit c, welcher aus der Tabelle die Riesenlänge $s = E F$ zukäme, so folgt für die fragliche Riesenlänge

$$S = G H = n^2 s = n^2 E F,$$

d. h. in allen jenen abnormen Fällen grosser Maximalgeschwindigkeit, stelle man diese als ein n-faches der Maximalgeschwindigkeit der vorhandenen Tabellen dar, gehe in diese mit dem n-ten Theil der gegebenen Geschwindigkeit w als Argument, so gibt die n^2-fache resultirende Riesenlänge, die der gegebenen Geschwindigkeit für die gegebene Maximalgeschwindigkeit zukommende Länge der Riese. Natürlich wird man, wie schon vorher angezogen wurde, die abnorme Maximalgeschwindigkeit so wählen oder modificiren, dass n eine für die Rechnung bequeme Zahl wird.

Es sei hier noch hingewiesen, dass für den Fall, als das Holz mit der Geschwindigkeit $c = 0$ *in das Riesenfach tritt, die einzelnen Strahlen des Büschels auf der Abscissenachse, direct die Riesenlängen abschneiden.*

Um eine graphische Bestimmung des Elevationswinkels ε zu ermöglichen sei der in der Tabelle XVIII eingeschlagene Weg hier angeführt.

Setzt man $\sin 2\varepsilon = y = \frac{g}{c^2} . w \;\ldots\; (a,$ welche Gleichung für ein constantes c zwischen y und w linear ist, worin ferner y stets gleich oder kleiner als die Einheit sein muss, d. h.

$$\frac{g}{c^2} . w \leqq 1 \quad \text{oder} \quad c^2 \geqq g w$$

Ist $w = 0$ so ist $y = 0$, weil ja dann auch kein Ausschleudern stattfindet. Ist $w = 1$ M. so ist

$$c \geqq \sqrt{9 \cdot 81} = 3 \cdot 1$$

d. h. die Geschwindigkeit, mit welcher das Holz ankommt, muss um ein Auswerfen zu ermöglichen grösser als 3 Meter sein, darum wurde die kleinste Geschwindigkeit mit 3·5 vorausgesetzt. Die für verschiedene Werthe von c durch Gleichung a gegebenen Linien gehen alle durch den Ursprung des Coordinatensystems und werden am leichtesten dadurch eingezeichnet, dass man sich für den Werth $y = 1$ die der Geschwindigkeit c entsprechende Maximalwurfweite

$$w = \frac{c^2}{g}$$

rechnet und aufträgt.

Geht man mit dem Argumente w in die Tafel, so gibt die Ordinate der Linie der bekannten Geschwindigkeit c die Grösse des $\sin 2\varepsilon$, den man dann auf der Ordinatenachse ablesen kann. Da es sich jedoch zweckmässig erweisen dürfte, statt dem $\sin 2\varepsilon$ die $tg\,\varepsilon$ zu kennen, so betrachte man weiter die Gleichheit

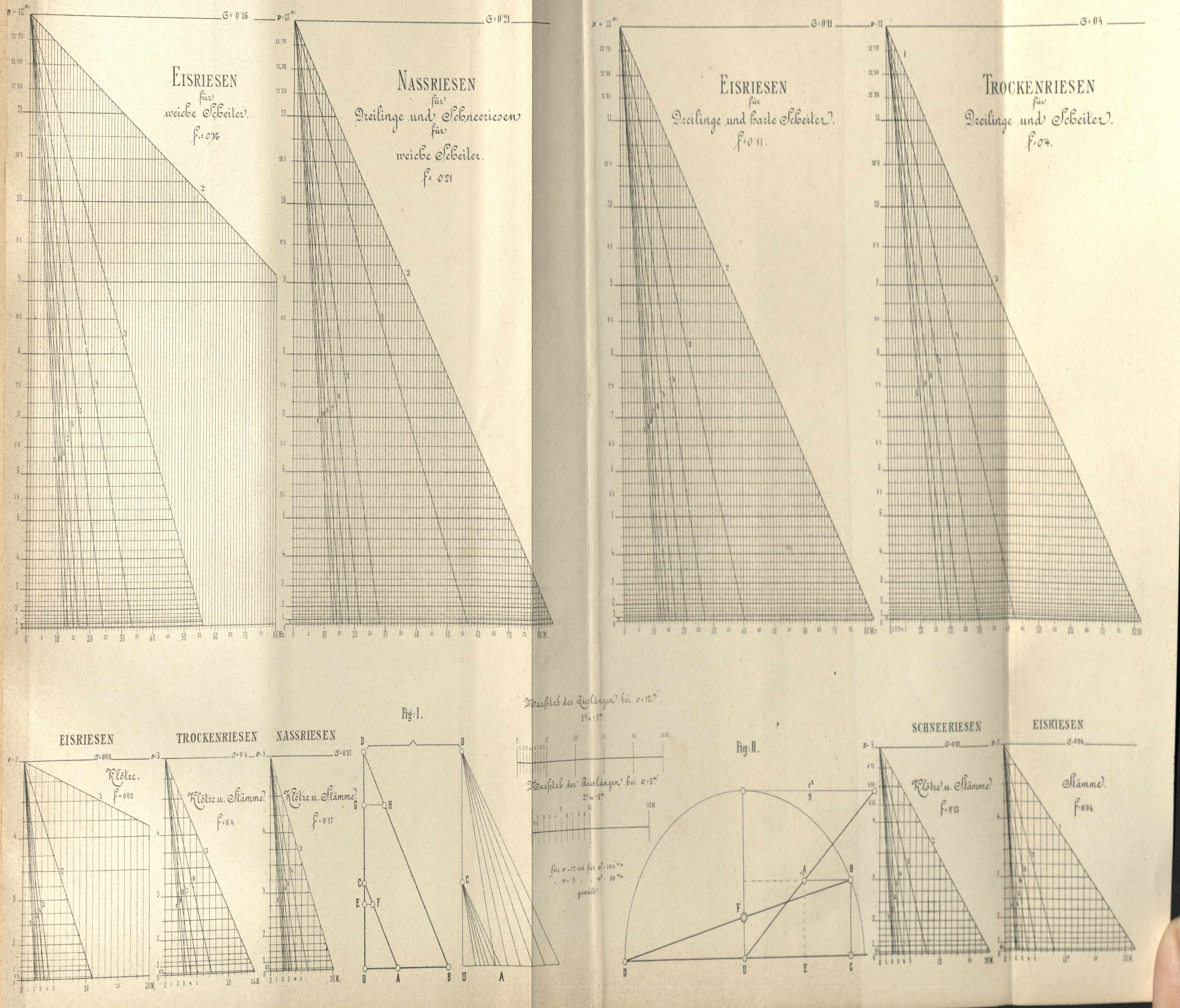
$$tg\,\varepsilon = \frac{\sin 2\varepsilon}{1 + \cos 2\varepsilon}$$

Construirt man nun Fig. 2 Tafel XVII, mit dem Radius $= 1$ einen Halbkreis und nimmt einen bestimmten Fall ins Auge, wo $w = UE$ ist, so folgt $\sin 2\varepsilon = AE = BC$, verbindet man ferner B mit D, so ist $UF = tg\,\varepsilon$.

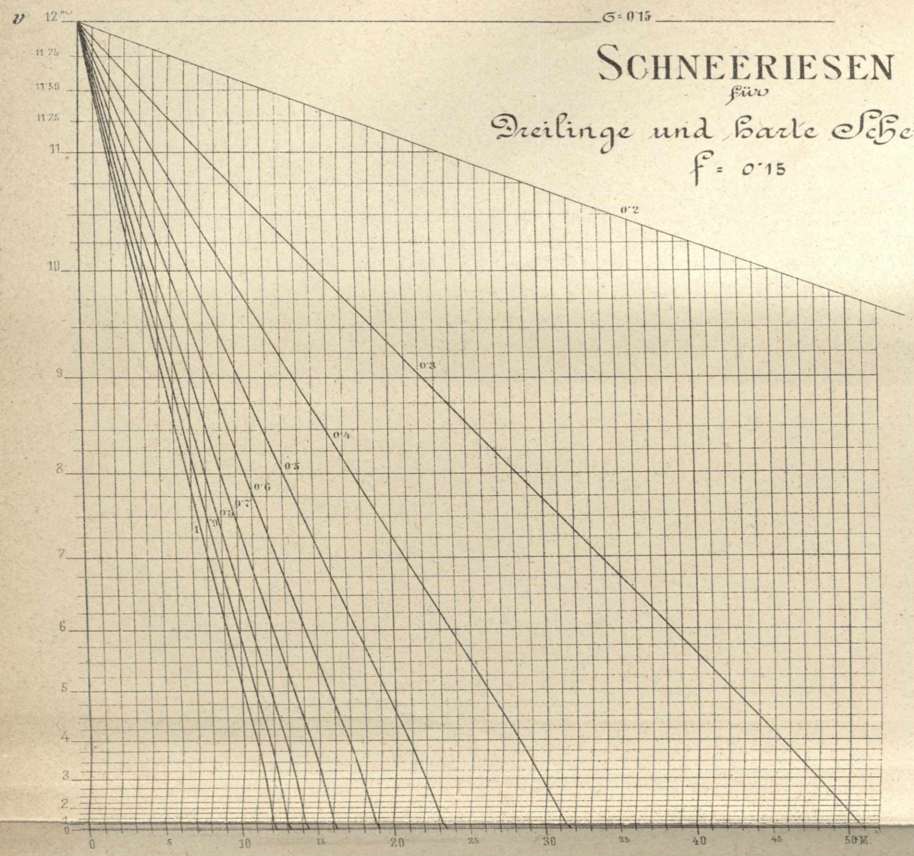
In jedem speciellen Falle ist diese Construction in der Tabelle leicht vorzunehmen, man braucht hiezu nur ein Lineal entsprechend anzulegen, ohne die die Figur störenden Linien zu zeichnen.

Exempel: Für eine Eisriese und Scheitertransport sei $c = 5$ M., $\sigma = 0 \cdot 8$, man entnimmt hiefür aus der Tabelle für „Eisriesen und Scheiter" für das Argument $c = 5$ die Riesenlänge $s = 11 \cdot 2$ M., durch Rechnung folgt $s = 11 \cdot 186$.

Exempel: Für die Wurfweite $w = 7$ M., die Geschwindigkeit $c = 10$ M., folgt für $\sin 2\varepsilon$ aus der Tabelle 0·685, durch Rechnung $\sin 2\varepsilon = 0 \cdot 6867$, für $tg\,\varepsilon$ gibt die Tabelle 0·397, die Rechnung 0·398. Die Genauigkeit der Tabellenweite ist trotzdem sich das feuchte Papier nach dem Drucke zusammenzieht, jedenfalls genügend gross.

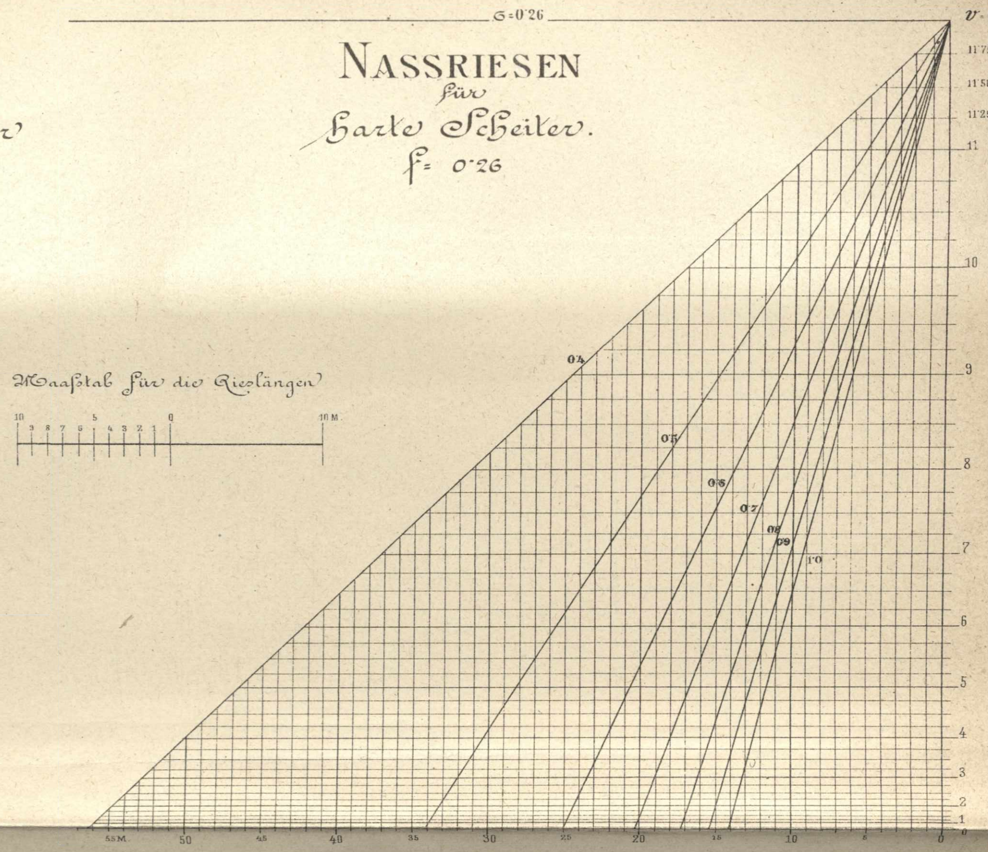

Eisriesen für weiche Scheiter. f = 0·16
Nassriesen für Dreilinge und Schneeriesen für weiche Scheiter. f = 0·21
Eisriesen für Dreilinge und harte Scheiter. f = 0·11
Trockenriesen für Dreilinge und Scheiter. f = 0·4
Eisriesen
Klötze. f = 0·08
Trockenriesen
Klötze u. Stämme. f = 0·4
Nassriesen
Klötze u. Stämme. f = 0·17
Fig: I.
Maaßstab der Rieslängen bei v = 12m
Maaßstab der Rieslängen bei v = 5m
Fig: II.
Schneeriesen
Klötze u. Stämme. f = 0·13
Eisriesen
Stämme. f = 0·04

Schneeriesen
für
Dreilinge und harte Scheiter
f = 0·15



Nassriesen
für
harte Scheiter.
f = 0·26

Maasstab für die Rieslängen



Abacus zur Bestimmung der Elevationswinkel.