Zeitschrift: Die Eisenbahn = Le chemin de fer

Herausgeber: A. Waldner

Band: 10/11 (1879)

Heft: 25

Artikel: Ueber die rationellste Form der Wildbachschaalen

Autor: Ganguillet, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-7689

Ueber die rationellste Form der Wildbachschaalen.

Die Beobachtungen, die ich seit mehreren Jahren an einigen Wildbachschaalen gemacht habe, bringen mich zur Ansicht, dass die Anschauung, von welcher bis dahin viele Ingenieure, beim Bau derselben, ausgegangen sind, nicht richtig sei.

Diese Ingenieure nehmen nämlich an, dass die rationellste Form des diesen Schaalen zu gebenden Profils diejenige sei, bei welcher die Geschwindigkeit des Wassers, nach der gewöhnlichen Formel

$$V = C\sqrt{\frac{a}{p}\,J}$$

ein Maximum wird. Sie geben desshalb ihren Schaalen ein Profil mit abgerundeter Sohle. Nach obigem Grundsatze ist zwar der Halbkreis die günstigste Form bei vollem Querschnitt. Der Halbkreisform wurde jedoch vielfach die Parabelform vorgezogen, indem behauptet wurde, dieselbe sei desshalb die zweckmässigste, weil in einem Schaalenprofil, in welchem der Hochwasserquerschnitt eine gleichseitige Parabel bildet (d. h. eine Parabel, wo die Tiefe gleich der halben Breite ist), die hydraulische Tiefe (der mittlere Radius) sich für die kleinen und die mittlern Wasserstände günstiger gestalte, als in einem Schaalenprofil, dessen Hochwasserquerschnitt einen Halbkreis bildet. Man scheint bei dieser Anschauung darauf Bedacht genommen zu haben, dass auch bei den, den grössten Theil des Jahres stattfindenden kleinern Wasserständen eine Geschiebführung vorkommen könne, zu deren Förderung eine Vermehrung der Geschwindigkeit des Wassers nöthig sei.

Ich nehme mir vor in Folgendem meine von obiger Anschauung abweichende Ansicht zu begründen.

Ich bekämpfe die runden Schaalen aus zweierlei Gründen. Die einen sind theoretische Betrachtungen, die andern aber — und das sind die maassgebendern — sind aus der Erfahrung genommene Thatsachen.

Betrachten wir zuerst die erstern:

Es werden namentlich dann an Wildbächen Schaalen angebracht, wenn es sich darum handelt, die vom Berge herunter kommenden Geschiebe über einen Schuttkegel zu führen, um sie in einem See oder in einem Fluss abzulagern. Man hat demnach bei Bestimmung ihres Querschnittes nicht nur auf den Abfluss des Wassers, sondern ganz besonders auch auf die Geschiebführung Rücksicht zu nehmen.

Entweder hat man es mit einem eigentlichen Muhrgang oder mit einem gewöhnlichen, Geschieb führenden Wildbach zu thun.

Im ersten Falle ist das Wasser so mit Schlamm gesättigt, dass es mit demselben eine breiartige, halbflüssige Masse bildet, die sich nach ähnlichen Gesetzen vorwärts bewegt wie das Wasser. Die grösseren Steine werden von dieser Masse nicht sowohl gestossen, als vielmehr getragen. Das abgeführte Quantum an Schlamm und Steinen bleibt dem abfliessenden Wasserquantum proportional, welches auch die Form der Schaale sei. Durch Formänderung des Profils kann nicht erzielt werden, dass bei der gleichen Wassermenge eine grössere Geschiebmasse abgeführt werde. Damit bei solchen Muhrgängen die Masse in Folge Stauungen nicht austreten könne, wird mehr auf ein grosses Schaalenprofil als auf eine besondere Form desselben zu sehen sein.

Im zweiten Falle bilden die Geschiebe eine von dem Wasser getrennte Masse, deren Vorwärtsschreiten einzig durch den Stoss des Wassers bewirkt wird. Ist die Stosskraft ungenügend um die Reibung, die diese Geschiebe durch ihr Gleiten oder Rollen auf der Sohle hervorbringen, zu überwinden, so lagern sich dieselben ab und das Wasser fliesst einfach über dieselben weg. Es ist demnach zur Vermeidung der Geschiebanhäufungen sehr wichtig, dass das Wasser soviel als möglich von seiner lebendigen Kraft an die Steine abgebe.

Die Stosskraft des Wassers ist dem Quadrat der Geschwindigkeit und zugleich auch der gestossenen Fläche proportional.

Ein isolirter Stein wird demnach in einer Schaale, bei deren Profilform die Geschwindigkeit des Wassers am grössten wird, auch am leichtesten abgeführt werden. Für eine Anhäufung von Steinen ist aber diess nur dann richtig, wenn die Gesammtfläche, welche die Geschiebmasse dem Stoss des Wassers bietet und die Reibungsverhältnisse sich nicht mit der Profilform verändern.

Es ist offenbar, dass wenn die Steine dicht an einander und auf einander liegen, sie dem Angriff des Wassers weniger Fläche darbieten, als wenn sie frei neben einander sind. Sie werden aber um so dichter in einander liegen, je kleiner die Sohlenfläche ist, auf welcher sie angehäuft sind, und es wird demnach die Stossfläche mit der Breite der Sohle wachsen. Bei massenhafter Geschiebführung wird nun die Gesammtschiebkraft des Wassers in einer Schaale nicht nur dem Quadrat der Geschwindigkeit des Wassers, sondern auch der Sohlenbreite proportional sein.

Wir haben indessen hier nicht sowohl die Schiebkraft, als vielmehr die mechanische Arbeit zu betrachten, welche durch dieselbe verrichtet wird, indem der Nutzeffect dieser Arbeit durch die in einer Secunde abgeführte Geschiebmasse repräsentirt wird.

Sobald die Reibungswiderstände überwunden sind und die Steine in Bewegung kommen, wird die Stosskraft nicht mehr vom Quadrat der Geschwindigkeit des Wassers, sondern vielmehr vom Quadrat der Differenz zwischen der Geschwindigkeit des Wassers und der Geschwindigkeit der Geschiebe abhängig sein. Bezeichnen wir

mit V die Geschwindigkeit des Wassers,
" U " " der Geschiebe
und " b " Sohlenbreite, so wird die Stosskraft, welche auf die in Bewegung gesetzte Geschiebmasse wirkt und durch welche die beständig sich erneuernden Widerstände überwunden werden, dem Ausdruck $(V-U)^2 b$ proportional sein und da der Weg, den dieselbe zurücklegt, U ist, so wird die mechanische Arbeit der Schiebkraft dem Ausdruck $b\,(V-U)^2\,U$ proportional werden. Die Geschwindigkeit U hängt zwar von vielen Factoren ab: von der Beschaffenheit der Geschiebe, d. h. von ihrer Grösse, ihrer Form und ihrem Gewicht, von dem Gefälle des Baches, von dem Rauheitsgrade der Sohle und ohne Zweifel auch von der Lage der Steine zu einander. Wir haben indess hier diese Factoren nicht näher zu berücksichtigen, indem sie für den gleichen Bach als constant angesehen werden können. Wir sehen aus obigem Ausdruck, dass die Arbeit sowohl mit der Geschwindigkeit U, als mit der Stosskraft $(V-U)^2$ wächst. Da aber der eine dieser Werthe abnimmt, wenn der andere zunimmt, so muss sie offenbar bei einem bestimmten Verhältniss zwischen V und U ein Maximum werden. Differenzirt man nun den Ausdruck $(V-U)^2 U$ in Bezug auf U und setzt den Differenzialquotienten $= 0$, so erhält man

$$(V-U)^2 - 2\,U\,(V-U) = 0,$$

woraus sich das Maximum von U

$$U = {}^1/_3 V \text{ ergibt.}$$

In diesem Fall verwandelt sich der obige Ausdruck

$$b\,(V-U)^2\,U$$

so, dass die mechanische Arbeit der Schiebkraft nunmehr dem Werth bV^3 proportional wird. Es ist somit, wenn das Maximum eintritt, die Geschiebführung proportional dem Product der Breite mit der dritten Potenz der Geschwindigkeit des Wassers. Wir haben aber, nach bekannter Wassergeschwindigkeitsformel

$$V^2 = C^2\,\frac{a}{p}\,J,$$

wenn C einen Coefficienten, a den Querschnitt des Wassers, p den benetzten Umfang und J das Gefäll bezeichnet.

Setzen wir diesen Werth von V^2 in bV^3, so erhalten wir

$$bV^3 = bVC^2 \frac{a}{p} J$$

in welchem Ausdruck aV die Wassermenge bedeutet, die wir mit M bezeichnen wollen. Wir haben somit

$$bV^3 = C^2 M J \frac{b}{p}$$

Da wo es sich nun um einen bestimmten Fall handelt, für welchen M, J und selbst C als constante Grössen angesehen werden können, haben wir also die Geschiebführung einfach dem Verhältniss $\frac{b}{p}$ proportional.

Dieses Verhältniss der Breite zum benetzten Umfang ist nun gerade nicht bei den Profilformen am grössten, für welche die Geschwindigkeit am grössten wird. Vergleichen wir z. B. ein halbes Sechseck mit einem Rechteck, dessen Basis zwei Mal so gross ist als die Höhe, so haben wir für das erstere

$$\frac{b}{p} = 1/3 \quad \text{und für das letztere} \quad \frac{b}{p} = 1/2.$$

Es kann also das gleiche Quantum Wasser, bei gleichem Gefälle, in einer rechteckigen Schaale, in welcher die Wassertiefe die Hälfte der Sohlenbreite ist, $1^1/_2$ Mal mehr Geschiebe abführen, als in einer Schaale, deren Profil ein halbes Sechseck bildet. Der Ausdruck $\frac{b}{p}$ wird beim Rechteck desto grösser, je grösser das Verhältniss der Sohlenbreite zur Tiefe ist. Man hat demnach nur bis zu einem gewissen Grade ein Interesse, ein Bachbett zu verschmälern. Es muss nämlich die Verschmälerung nur so weit gehen, dass die Wassertiefe des Querschnittes gross genug wird, um die erforderliche Geschwindigkeit zu erlangen, bei welcher die Geschiebführung ein Maximum wird. Bei starken Gefällen von 5 à 10 %, wie sie öfters an unsern Wildbächen vorkommen, wird das Wasser bereits bei einer mittlern Wassertiefe von 0,30 m eine solche Geschwindigkeit erlangen, dass Steine von 0,30 m Durchmesser ungefähr die gleiche Geschwindigkeit wie das Wasser annehmen.

Da die Geschwindigkeit, bei sonst gleichen Factoren, dem Werth $\sqrt{\frac{a}{p}}$ proportional ist, so kann man sofort einsehen, welchen geringen Einfluss die Form des Schaalenprofils auf die Geschwindigkeit des Wassers hat, wenn man die Werthe von $\sqrt{\frac{a}{p}}$ für verschiedene Profile von gleichem Querschnitt vergleicht.

Wenn für den Halbkreis $\sqrt{\frac{a}{p}} = 1$, so ist

für die gleichseitige Parabel id. $= \sqrt{0,95} = 0,975$

für das halbe Sechseck id. $= \sqrt{0,9526} = 0,976$

für das Rechteck dessen Höhe

$= 1/2$ Grundlinie id. $= \sqrt{0,885} = 0,941$

für das Rechteck dessen Höhe

$= 1/4$ Grundlinie id. $= \sqrt{0,837} = 0,915$

Erhalten wir z. B. für den halben Kreis eine Geschwindigkeit von 6 m, so werden wir für das Rechteck mit einer Höhe von blos $1/4$ der Basis, eine solche von 5,49 m haben. Also wenn schon die Anschauung richtig wäre, dass das Profil, welches die grösste Geschwindigkeit des Wassers gibt, das günstigste für die Geschiebführung sei, so wäre der Unterschied in der Geschwindigkeit hier so gering, dass es so viel als werthlos wäre, sich bei der Wahl der Profilform nach diesem Grundsatze zu richten.

Die andern aus der Praxis sich ergebenden Factoren, welche gegen die Anwendung von runden Profilen sprechen, wären demnach immerhin mehr zu berücksichtigen, als diese theoretische Vermehrung der Geschwindigkeit durch Anwendung einer abgerundeten Profilform.

Die Gründe, die man für die Annahme der Parabel geltend machen will, indem man sagt, dass bei derselben der mittlere Radius für mittlere und kleinere Wasserstände sich günstiger gestaltet, als bei andern Profilen, sind offenbar nicht stichhaltig, denn bei kleinen Wasserständen findet gar keine Geschiebführung statt und bei mittleren Wasserständen werden nur kleine oder höchstens vereinzelte grössere Geschiebe abgeführt, welche in einer glatten Schaale mit starkem Gefälle schon bei einer ganz geringen Wassertiefe in Bewegung kommen. Uebrigens, wenn schon einzelne Steine in der Schaale momentan liegen bleiben würden, so wäre diess mit gar keinem Nachtheil verbunden. Es ist offenbar nur dann von Wichtigkeit, dass das Geschiebführungsvermögen einer Schaale sein Maximum erreiche, wenn die Geschiebzufuhr am grössten ist, und diess kommt nur bei Hochwasserständen vor. Man hat desshalb, bei Anlage der Schaalen, nur diese letztern Wasserstände zu berücksichtigen, für welche in den meisten Fällen, selbst bei rechteckigem Profil, eine Wassertiefe von wenigstens 0,30 m vorhanden ist und das Wasser schon bei 5 % Gefälle eine mittlere Geschwindigkeit von ca. 6 m erhalten wird.

Ich habe nie eine grössere Geschwindigkeit an der Oberfläche des Wassers beobachtet als 7,8 m (in der Grünbachschaale in Merligen, bei einem Gefäll von 10 % und einer Wassertiefe von 0,30 m) und die grösste mir bekannte gemessene Geschwindigkeit ist die, welche *Bazin* in der *Rigole de décharge du réservoir de Grosbois*, bei einem Gefälle von 10 % und einer Wassertiefe von 0,255, gefunden hat, nämlich 6,43 m mittlere Geschwindigkeit und 9,16 m grösste Geschwindigkeit an der Oberfläche. Die grösste Geschwindigkeit, die das Wasser in einer Schaale annehmen kann, wird wahrscheinlich diese wenig übersteigen und ich glaube nicht fehl zu schlagen, wenn ich dieselbe, selbst in solchen Fällen, in welchen die gewöhnliche Formel viel grössere Werthe dafür angiebt, zu höchstens 10 m annehme. Diese Annahme stützt sich auf die Beobachtung, dass schon bei einer oberflächlichen Geschwindigkeit von 7 m bis 8 m das Wasser schäumend wird und in diesem Zustande gegen Acceleration einen so grossen Widerstand leistet, dass seine Geschwindigkeit nicht weiter zunimmt. Dies zeigt wiederum wie wenig man erwarten kann, dass durch Annahme einer besonderen Profilform die Geschwindigkeit des Wassers merklich erhöht werde.

Gestützt auf das Obige stelle ich den Satz auf, dass es in keiner Weise theoretisch gerechtfertigt sei, den Wildbachschaalen ein abgerundetes Profil zu geben.

Ich gehe nun zu den Gründen über, welche in praktischer Beziehung für meine Ansicht sprechen, dass die abgerundete Profilform für die geschiebführenden Bachschaalen unpassender ist, als die mit ebener Sohle.

Es sind hauptsächlich folgende:

Das Geschiebe leistet der Stosskraft des Wassers auf einer ebenen Sohle weniger Widerstand, als auf einer runden Fläche. Auf letzterer haben nämlich die Steine die Tendenz gegen die Mitte zu gehen und sich so gegenseitig einzuklemmen, dass sie sich nicht mehr unabhängig von einander bewegen können, sondern sich zu einer einzigen Masse vereinigen, die nicht rollen, sondern nur gleiten kann, während auf einer breiten ebenen Sohle die Steine mehr Platz haben, um sich frei neben einander zu bewegen, zudem der Stosskraft des Wassers mehr Angriffspunkte bieten und weniger Reibungswiderstände leisten. Diesem Umstand, dass die Steine sich so zu sagen einklemmen, schreibt z. B. Herr Bezirksingenieur Zürcher, die, in der nach Parabelform gebauten Lauelibachschaale bei der Hünegg häufig vorkommenden Stockungen zu.

Die Abnutzung der Steine in der Mitte der abgerundeten Schaalen ist sehr bedeutend. Dieselbe rührt zwar hauptsächlich von der Tendenz her, die die Steine haben, sich in der Mitte zu bewegen. Sie wird aber bedeutend durch den Constructionsmodus befördert. Zur Erleichterung der Arbeit wird nämlich der runde Theil der Schaalen gewölbartig gebaut, die Steine werden in Schichten versetzt, deren Längsfugen parallel mit der Schaalenaxe laufen und continuirlich sind. Indem nun die Geschiebe sich nach diesen continuirlichen Fugen bewegen, nützen sie in kurzer

Zeit die Kanten der Steine so ab, dass die Fugen bald breiter und in tiefe Furchen umgewandelt werden. Um diese Längenfurchen zu vermeiden, müssen die Sohlensteine in senkrecht auf die Schaalenaxe gerichteten Schichten versetzt werden, so dass die mit der Axe parallelen Fugen einer Schichte die der anderen Schichten kreuzen. Diese Anordnung ist aber nur in einer flachen oder wenigstens sehr schwach abgerundeten Sohle leicht durchführbar.

Eine grosse Abnutzung der Steine hat offenbar grosse Nachtheile zur Folge. Durch dieselbe verliert die Sohle ihre anfängliche Glätte und erhält einen solchen Rauheitsgrad, dass die Reibungswiderstände bedeutend vermehrt werden, und in Folge diess die Geschiebförderung und der Wasserabfluss mehr oder weniger gehemmt werden. Um diesem Uebelstande abzuhelfen werden dann häufige Erneuerungen der Sohlensteine nothwendig, und man bekommt einen sehr kostspieligen Unterhalt.

Schon im Bau begegnet man bei den runden Schaalen grössern Schwierigkeiten, als bei den andern. Um einen guten Boden zu erhalten, müssen die Steine gewölbartig bearbeitet, mithin nach unten verdickt und mit geschlossenen Fugen versetzt werden. Die Arbeit wird dadurch nicht nur schwieriger, sondern auch theurer. Ueberdiess wird diese gewölbartige Behandlung nur bei einer neuen Anlage möglich, bei Reparaturen, wo gewöhnlich nur die untern Steine zu ersetzen sind, ist sie dagegen nicht mehr ausführbar. In letzterm Falle müssen Steine von parallelepipedischer Form verwendet werden, die sich nur an der Kante berühren können. Der Nachtheil davon ist dann der, dass mit der Abnutzung die Fugen sich bedeutend erweitern, und diese Erweiterung zu grösseren Beschädigungen Veranlassung gibt.

Da diese Nachtheile durch gar keinen Vortheil compensirt sind, so scheinen sie mir einen hinlänglichen Grund zu bieten, die abgerundeten Schaalenprofile bei Wildbächen ganz aufzugeben und nur rechteckige oder trapezförmige Profile in Anwendung zu bringen.

Bern, den 7. Mai 1879.

E. Ganguillet, Ingenieur.

* * *

EINGABE

des Central-Comité's des schweiz. Ingenieur- u. Architectenvereins Namens dieses Vereins an das Tit. schweiz. Handelsdepartement

betreffend die

Einführung einheitlicher Abkürzungen für Maass- und Gewichtsbezeichnungen.

Hochgeachteter Herr Bundesrath!

Das von Ihnen vor längerer Zeit erlassene Circular betreff. die Einführung abgekürzter Maassbezeichnungen wurde von uns den verschiedenen Sectionen des schweizerischen Ingenieur- und Architectenvereins zur Meinungsäusserung mitgetheilt. Auf Grund der gewalteten Discussion beehren wir uns nun, Ihnen eine Uebersicht der laut gewordenen Ansichten nebst den Vorschlägen vorzulegen, zu denen wir durch diese Discussion gelangt sind.

Betreffend die *Wünschbarkeit und Zweckmässigkeit* der Einführung einheitlicher Abkürzungen, welche schon in den Schulen zu lehren wären, spricht sich die Mehrzahl der Sectionen in bejahendem Sinne aus, während Genf entschieden, Waadt mehr bedingt in verneinendem Sinne antworten. Man darf wohl annehmen, dass diese Ablehnungen mehr aus dem Gefühl entspringen, dass sich keine allgemein befriedigende Bezeichnung finden lasse, als dass bestimmte sachliche Gründe, die gegen eine einheitliche Bezeichnung sprechen würden, den Ausschlag gegeben hätten.

Nach Zusammenstellung der verschiedenen Vorschläge ist das Central-Comité zur Ueberzeugung gelangt, dass, *sofern man den beiden Sprachen die wünschbare Rücksicht trage*, eine einheitliche Bezeichnung gefunden werden könne, welche Alle befriedigen dürfte und sich ebensowohl den officiellen deutschen wie den gebräuchlichen französischen Abkürzungen anschliesst.

Es ist daher dem Handelsdepartement sein Vorgehen sehr zu verdanken und dasselbe zu ersuchen, unter Aufnahme der vom Vereine vorgeschlagenen Abkürzungen, in der angeregten Weise vorzugehen, nämlich die Anwendung dieser officiellen Abkürzungen zu möglichst allgemeinem Gebrauche, sowie zum Unterricht in den Schulen *zu empfehlen*. Man darf überzeugt sein, dass die Zweckmässigkeit der Sache an sich, in Verbindung mit dieser Empfehlung, hinreichen werde, den vorgeschlagenen Zeichen bald die allgemeine Anwendung zu sichern.

Hinsichtlich der *Bezeichnung der Einheiten* sind alle Antworten einig, dass solche durch den kleinen Anfangsbuchstaben zu geschehen habe, es sind diese Buchstaben:

m. Meter. a. Are. st. Ster. l. Liter. t. Tonne.
g. Gramm.

Hinsichtlich derselben ist keinerlei Missverständniss möglich, wesshalb es auch nicht nothwendig ist, Gramm durch gr. zu bezeichnen. Wohl Alle wären einverstanden, dass die Bezeichnung, st. Ster, weggelassen werden sollte, wenn solche nicht für die Forstwirthschaft unbedingt nothwendig sein dürfte.

Für *Bezeichnung der Vielfachen und Bruchtheile* bestehen mehrere Vorschläge; der eine geht dahin, die Vielfachen durch die grossen Anfangsbuchstaben, die Bruchtheile durch die kleinen Anfangsbuchstaben zu bezeichnen, es würde heissen:

K. Kilo. H. Hecto. D. Deca. d. Deci. c. Centi.
m. Milli.

Die Vermischung von grossen und kleinen Buchstaben macht sich aber im Druck unschön, in der Schrift schwierig und undeutlich.

Ein zweiter Vorschlag geht dahin, die Vielfachen durch den einfachen Anfangsbuchstaben, die Bruchtheile durch den Anfangsbuchstaben mit Bruchstrich zu bezeichnen. Diese Bezeichnung ist jedoch im Drucke weder schön noch zweckmässig.

Für diese beiden Vorschläge kann gegenüber der allgemeinen Annahme des kleinen Anfangsbuchstabens als Abkürzung bloss die Nothwendigkeit einer Unterscheidung von Deca und Deci angeführt werden.

Die Ansicht der grossen Mehrheit geht nun aber dahin, dass die Anzahl der Abkürzungen auf das zulässige Minimum beschränkt werden müsse, und dass zur Einführung einer Abkürzung für Deca durchaus kein Bedürfniss vorliege. In den seltenen Fällen, wo es sich um diese Zahl handelt, kann das Wort Deca ohne Schaden ausgeschrieben werden. Damit fällt jede Nothwendigkeit weg, von der grundsätzlichen Einführung des kleinen Anfangsbuchstabens als Abkürzung abzugehen.

Man darf also einfach annehmen:

Vor der Einheit stehend:

k. Kilo . . . . h. Hecto . . . . d. Deci . . . .
c. Centi . . . . m. Milli . . . .

Mehr Schwierigkeiten verursacht die *Bezeichnung der Flächen- und Körpermaasse.*

Für die *Schrift* findet die Bezeichnung durch Exponenten, $m.^2$ für die Flächen, $m.^3$ für die Körper jetzt schon ausgebreitete Anwendung und in den uns eingegangenen Antworten eben so *allgemeine* Zustimmung; wir sehen nicht ein, warum diese Bezeichnung für die *Schrift* nicht auch fernerhin nach Belieben als Abkürzung verwendet werden sollte. Wir sind überzeugt, dass auch in den untern Schulen die Bezeichnung der Fläche mit 2 Dimensionen durch 2 und des Körpers mit 3 Dimensionen durch 3 leicht verstanden wird.

Für den *Druck* dagegen ist die Exponentenbezeichnung bei über die Linie gesetzter Maassbezeichnung unzulässig, weil man dadurch in die dritte Linie hinaufreichen würde, x^{m^3}, was kaum zulässig ist.

Man müsste also den Exponenten mit der Einheit auf die gleiche Linie drucken: x^{m3}, was allerdings möglich, aber doch eine Abweichung von der systematischen Bezeichnung wäre.

Ueberdiess ist, wenn irgendwo so beim Druck, eine Uebereinstimmung mit den umgebenden grössern Ländern geboten und ist eine solche möglich durch Anwendung der Buchstaben q. Quadrat, *carré* (nach altem französischem Gebrauche ebenfalls mit q geschrieben), c. Cubik, *cube:*