

Ein verbessertes Grafikon zur hydraulischen Dimensionierung von Trapezprofilen aus dem kulturtechnischen Institut der ETH

Autor(en): **Trüeb, E.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie = Revue technique suisse des mensurations, du génie rural et de la photogrammétrie**

Band (Jahr): **47 (1949)**

Heft 1

PDF erstellt am: **06.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-206550>

Nutzungsbedingungen

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

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

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

Haftungsausschluss

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

dans le modèle. La polygonale de ces nadirs présente la forme irrégulière dont nous avons parlé plus haut.

On remarquera que, les mêmes erreurs se répétant de deux en deux couples stéréoscopiques, en joignant les sommets de rang pair (ou impair), on retrouve un polygone régulier, que nous appelons «polygone fondamentale». Les sommets intermédiaires présentent, par rapport à ce polygone, un écart h dont nous chercherons la valeur. (A suivre)

Ein verbessertes Grafikon zur hydraulischen Dimensionierung von Trapezprofilen aus dem kulturtechnischen Institut der ETH.

1. Grundsätzliche Erwägungen bei der Dimensionierung kulturtechnischer Gerinne.

Im Gegensatz zum Flußbau, wo das Sohlengefälle meist durch die topographischen Verhältnisse der Korrektionsstrecke vorbestimmt ist, kann bei der Projektierung kleinerer, kulturtechnischer Gerinne das Gefälle sehr oft in einem gewissen Bereich variiert werden (Einbau von Absturzbauwerken usw.), um damit die Geschiebeführung zu beeinflussen (Geschiebelosigkeit $d = \frac{q^{2/3} J}{a}$). Dieser Tatsache entsprechend, ist es zweckmäßig, bei der Dimensionierung graphische Tabellen zur Verfügung zu haben, die erlauben, die Berechnungsdaten für die verschiedensten Sohlengefälle zu bestimmen. Diesen Überlegungen entsprechend ist das vorliegende Grafikon als eine Neubearbeitung und Erweiterung des Grafikons nach Prof. C. Zwicky entstanden.

2. Grundlagen und Konstruktionsgedanken

Das vorliegende Grafikon wurde nach der heute allgemein gebräuchlichen Formel für den Normalabfluß $v = k \cdot R^{2/3} J^{1/2}$ (1) nach Strickler für das Böschungsverhältnis 1:1,5 (2) berechnet, das für kleinere Entwässerungskanäle sehr oft angewendet werden kann (steilere Böschungen sollen auch dort nicht gebaut werden, wo es die Bodeneigenschaften zuließen, da darnach getrachtet werden soll, daß die Böschungen noch gut abgemäht werden können).

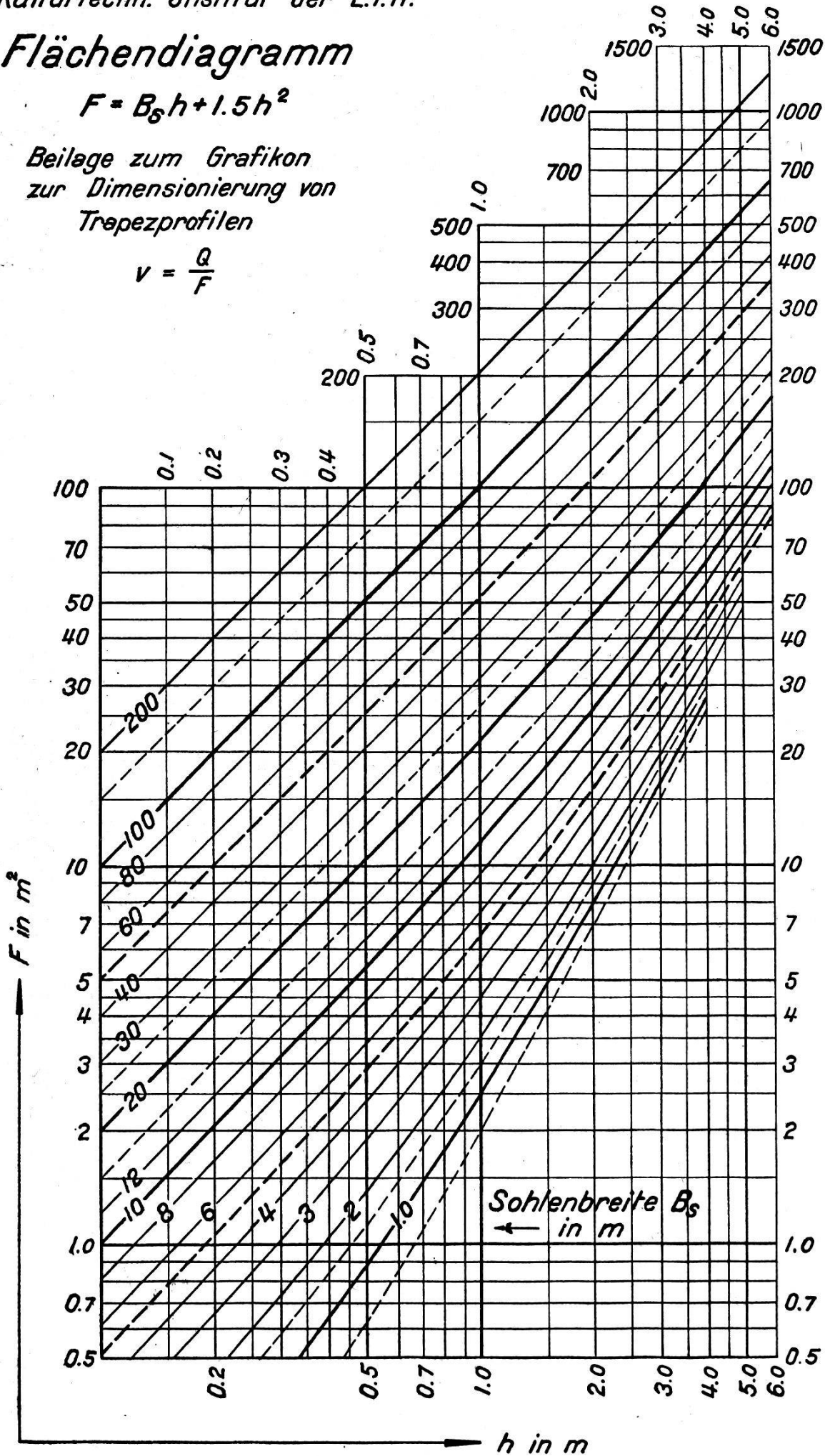
Bezeichnungen		Einheiten	Bezeichnungen		Einheiten
B_s	Sohlenbreite	m	k	Strickler'sche	
h	Wassertiefe	m		Gl. koeff.	$m^{1/3}/\text{sec}$
P	benetzter Umfang	m	J	Gefälle	dim. los
R	hydraulisch. Radius	m	v	Geschwindigkeit	m/sec
F	Fläche des ben. Querschnittes	m^2	Q	Wassermenge p. sec	m^3/sec

Flächendiagramm

$$F = B_s h + 1.5 h^2$$

Beilage zum Grafikon
zur Dimensionierung von
Trapezprofilen

$$v = \frac{Q}{F}$$



Aus (1) und (2) folgen die untenstehenden Beziehungen:

$$P = B_s + 2 \sqrt{3,25} \cdot h = B_s + \sqrt{13} \cdot h \quad (3)$$

$$F = B_s \cdot h + 1,5 h^2 = h (B_s + 1,5 h) \quad (4)$$

$$R = \frac{F}{P} = \frac{h (B_s + 1,5 h)}{B_s + \sqrt{13} h} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} Q = vF &= k \cdot R^{2/3} \cdot F \cdot J^{1/2} = k \left[\frac{h (B_s + 1,5 h)}{B_s + \sqrt{13} h} \right]^{2/3} \cdot [h (B_s + 1,5 h)] \cdot J^{1/2} \\ &= k \frac{[h (B_s + 1,5 h)]^{5/2} \cdot J^{1/2}}{(B_s + \sqrt{13} h)^{2/3}} \quad (6) \end{aligned}$$

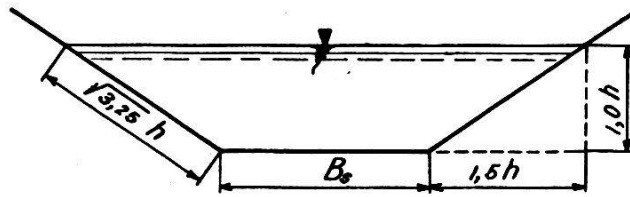


Fig. 1

Wie Gl. (6) zeigt, ist $Q = f(k, B_s, J, h)$ oder $h = \varphi(Q, k, B_s, J)$ (7). Die beiden Büschel auf der linken Seite des Grafikons sind die Darstellung der Funktion $h = \varphi(Q, k_0, B_s, J_0)$ in einem beidseitig logarithmisch geteilten Koordinatensystem, wobei das kleine Büschel für die Wassermengen $10 < Q < 500 \text{ m}^3/\text{sec}$, das große Büschel für $0,01 < Q < 10 \text{ m}^3/\text{sec}$ gültig ist. Da in einem ebenen Koordinatensystem nur eine Funktion von zwei Variablen dargestellt werden kann, müssen die übrigen als Parameter eingeführt werden. Die Auswahl dieser Parameter richtet sich nach denjenigen, die später leicht auf andere Art berücksichtigt werden können. Demgemäß wird die Sohlenbreite B_s gleich als Parameter eingeführt, während für die Variablen k und J vorläufig die Nullwerte $k_0 = 100$ und $J_0 = 0,1\text{‰}$ eingeführt werden. In diesem Sinne stellen diese Büschel ein Analogon zum Grafikon nach Prof. C. Zwicky dar.

Es gelingt uns also mit diesen Büscheln für die verschiedensten Sohlenbreiten B_s ($0,40 \div 20,00 \text{ m}$) die Wassertiefe h als Funktion der Wassermenge Q zu bestimmen unter Voraussetzung $k_0 = 100$ und $J_0 = 0,1\text{‰}$ ($0,0001$).

Fragen wir uns, welchen Einfluß die Reduktion des Gefälles von J_i auf J_0 und des k -Wertes von k_i auf k_0 auf die Wassermenge Q ausübt bei gleichbleibender Wassertiefe h (P , F und R bleiben dabei auch konstant), so folgt aus Gl. (6)

$$Q_i = k_i \cdot R^{2/3} \cdot F \cdot J_i^{1/2} \quad Q_0 = k_0 R^{2/3} F J_0^{1/2} \quad Q_0 = Q_i \frac{k_0}{k_i} \sqrt{\frac{J_0}{J_i}} \quad (8)$$

Damit ist die Reduktionsgleichung gefunden, die erlaubt, die bei beliebigen k - und J -Werten zum Abfluß gelangende Wassermenge auf die

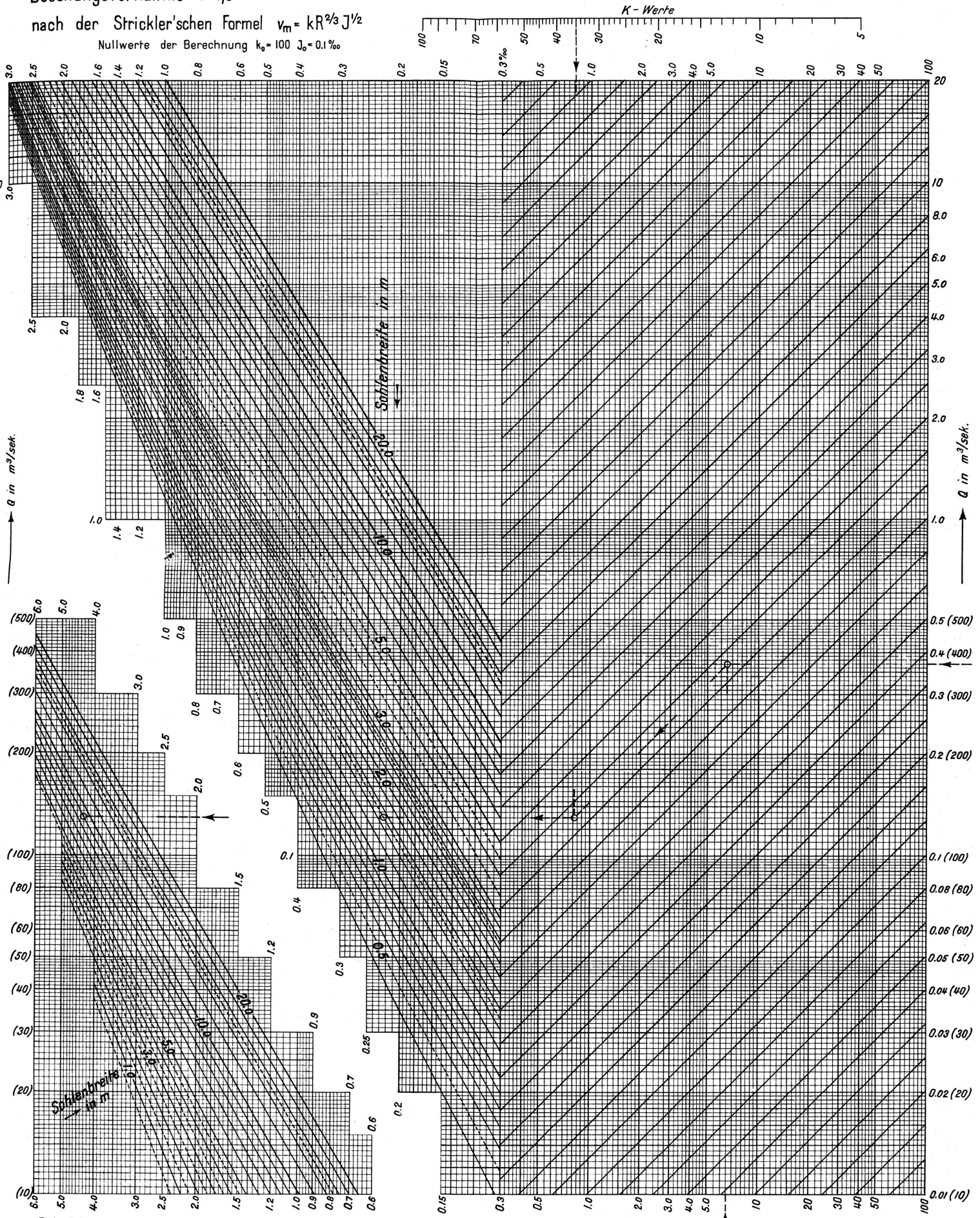
Grafikon zur Berechnung von Trapezprofilen

Bemerkung: Die eingeklammerten Werte von Q gelten für das Bündel links

Böschungsverhältnis 1:1,5

nach der Strickler'schen Formel $v_m = kR^{2/3} J^{1/2}$

Nullwerte der Berechnung $k_0 = 100$ $J_0 = 0.1\%$



Beispiele:

$B_s = 1.50\text{ m}$ $Q = 0.37\text{ m}^3/\text{s}$ $k = 35$ $J = 6.5\text{ ‰}$ $h \rightarrow 0.224\text{ m}$
 $B_s = 9.00\text{ m}$ $Q = 370\text{ m}^3/\text{s}$ $k = 35$ $J = 6.5\text{ ‰}$ $h \rightarrow 4.31\text{ m}$

Zürich, 15. Dez. 1947
E. Trüeb

Nullwerte des Grafikons umzurechnen. Diese Reduktion kann mit Hilfe der Funktionsleiter der k -Werte und der unter 45 fallenden „Reduktionsgeraden“ leicht graphisch erfolgen, was man leicht einsieht, wenn Gl. (8) logarithmiert wird.

$$\log Q_0 = \log Q_i + \log \frac{k_0}{k_i} + 0,5 \cdot \log \frac{J_0}{J_i}$$

oder

$$\log Q_0 = \log Q_i + \log \frac{k_0}{k_i} - 0,5 \cdot \log \frac{J_i}{J_0} \quad (8')$$

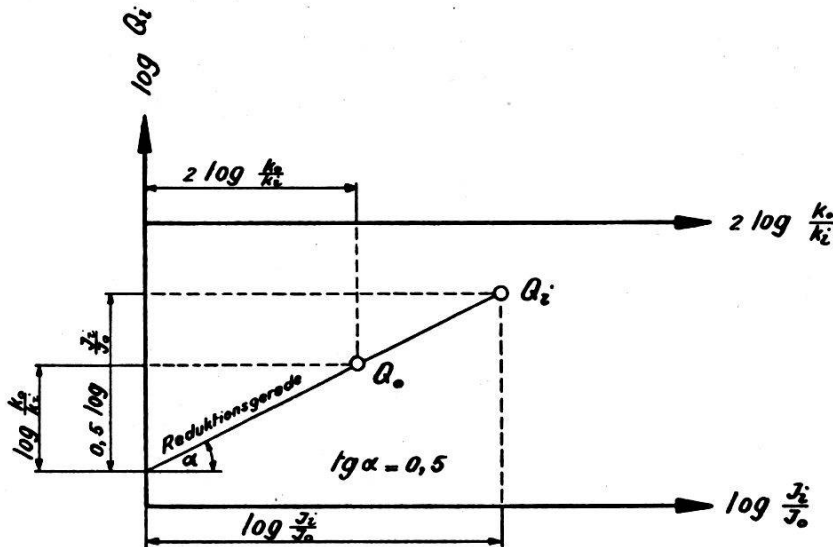


Fig. 2

Die graphische Interpretation von Gl. (8') ist aus Fig. 2 ersichtlich. Wegen Raummangels mußte aber im vorliegenden Grafikon die Einheit der $\log \frac{J_i}{J_0}$ nur zu 5 cm entgegen jener für $\log Q$ von 10 cm angenommen werden. Deshalb verlaufen dort die „Reduktionsgeraden“ unter 45°, während sie in Fig. 2 unter 26° 34' ($\text{tg } \alpha = 0,5$) verlaufen.

Betrachtet man noch einmal Fig. 2, so erkennt man leicht, daß die Reduktion von Q_i auf Q_0 am einfachsten erfolgt, wenn man vom Schnitt $\log Q_i / \log \frac{J_i}{J_0}$ eine Parallele zu den „Reduktionsgeraden“ zieht und diese

mit der Vertikalen durch den Punkt $2 \cdot \log \frac{k_0}{k_i}$ schneidet. Dieser Schnitt

liefert den Punkt $\log Q_0$. (Das Diagramm ist so gedacht, daß die Vertikale durch den k -Wert des jeweiligen Dimensionierungsfalles in Bleistift gezogen wird, während die Parallele zu den „Reduktionsgeraden“ leicht mit einem durchsichtigen Lineal markiert werden kann, ohne daß sie gezeichnet zu werden braucht.) Die Funktionsleiter $\log \frac{J_i}{J_0}$ ist mit J in ‰ auf

dem Grafikon bezeichnet, jene für $2 \cdot \log \frac{k_0}{k_i}$ mit der Bemerkung „*k*-Werte“.

Geht man mit dem so gefundenen Wert von $\log Q_0$ ins Büschel $h = (Q, B_s, k_0, J_0)$, so kann dort die Wassertiefe h abgelesen werden, die nach Gl. (8) auch den Werten Q_i, k_i, J_i entspricht. Damit ist gezeigt, daß auf sehr einfachem Weg die ganze Dimensionierungsberechnung graphisch gelöst werden kann, ohne jede numerische Zwischenrechnung. Auf dem Grafikon ist ein Beispiel eingetragen, das die Handhabung zeigt.

Die Erleichterung, die dieses Grafikon erlaubt, wird dann am offensichtlichsten, wenn ein Profil mit zusammengesetztem *k*-Wert vorliegt.

Es ist dann mit $k_m = \left(\frac{P_s + P_w}{\frac{P_s}{k_s^{3/2}} + \frac{P_w}{k_w^{3/2}}} \right)^{2/3}$ (9) zu rechnen (siehe Fig. 3), wobei

k_m wiederum eine Funktion der Wassertiefe h ist. Es müssen also zuerst für die verschiedensten *k*-Werte die Wassertiefen h ermittelt werden, um damit die jeweiligen *k*-Werte zu berechnen, wobei dieses Vorgehen solange zu wiederholen ist, bis der geschätzte *k*-Wert mit dem berechneten übereinstimmt.

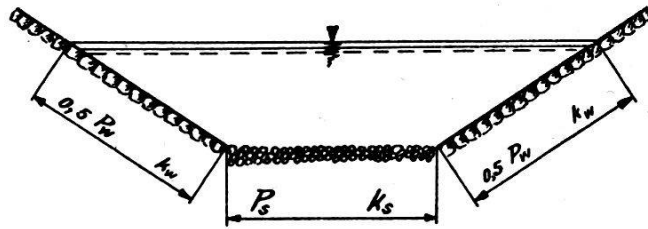


Fig 3

Zur Berechnung der Geschwindigkeit v ist ein Flächendiagramm $F = f(h)$ beigegeben, aus dem die der ermittelten Wassertiefe entsprechende Fläche abgelesen werden kann. Die Geschwindigkeit v wird nach der Beziehung $v = \frac{Q}{F}$ bestimmt.

Um die vorliegenden Berechnungen auch dem allgemeinen Wasserbau nutzbar zu machen, wurde eine Verkleinerung der Diagramme erstellt. Dabei wurde nur noch eine Auswahl der kleineren Sohlenbreiten berücksichtigt, dafür wurden darin auch einige größere Sohlenbreiten zusätzlich aufgenommen.

Für die Fälle, wo ein Böschungsverhältnis 1:1,5 nicht angewendet werden kann, ist ein Diagramm $h = f(Q, B_s, k_0, J_0)$ in Vorbereitung für verschiedene Böschungsverhältnisse, jedoch nur für eine Sohlenbreite $B_s = 1,00$ m. Um eine rasche Umrechnung auf beliebige Sohlenbreiten zu ermöglichen, wird eine Tabelle der Umrechnungsfaktoren $\lambda^{2/3}$ beigelegt. Zur Reduktion von Q_i auf Q_0 soll die Reduktionstafel des Grafikons mit dem Böschungsverhältnis 1:1,5 verwendet werden.

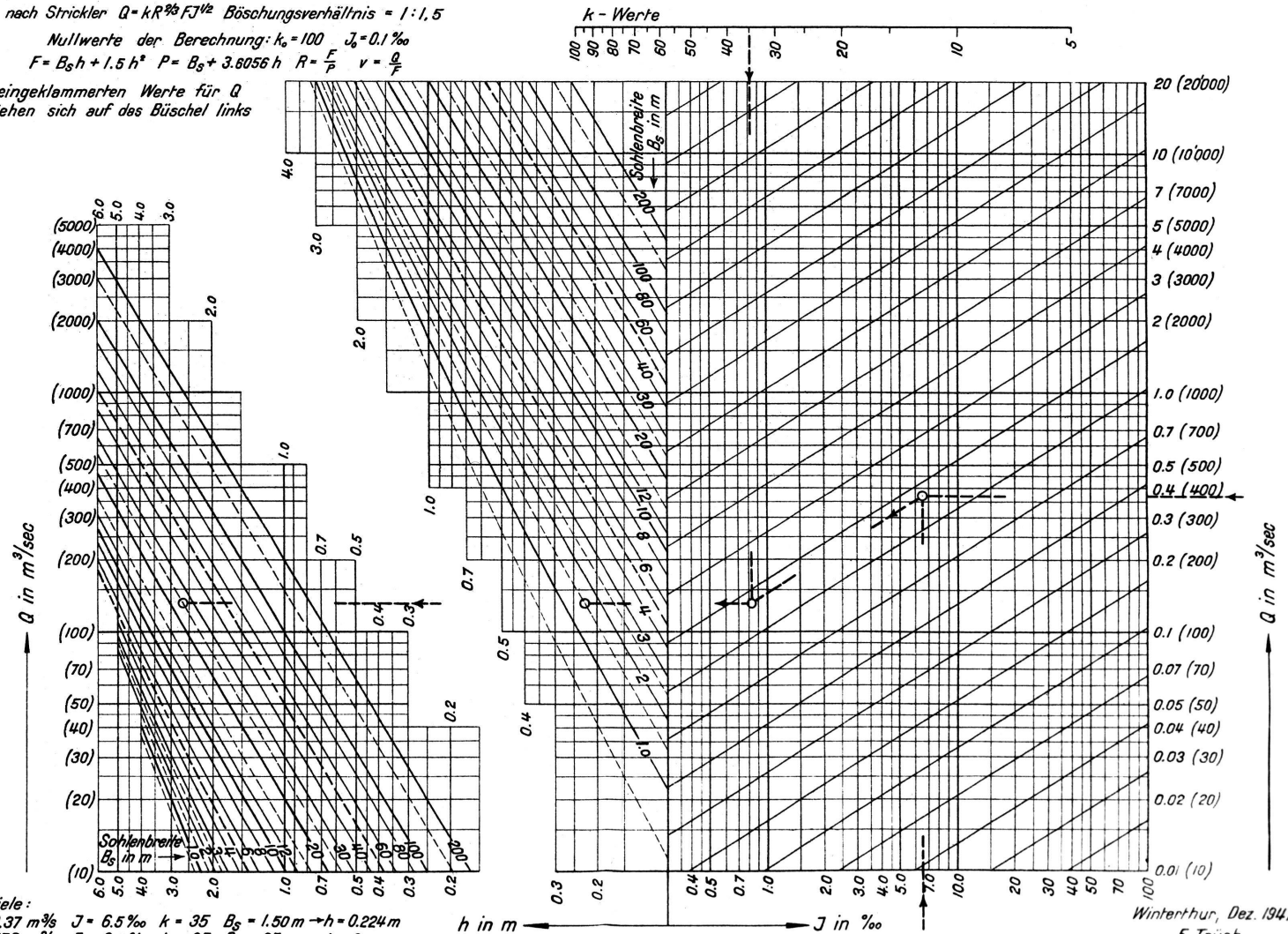
Grafik zur hydraulischen Dimensionierung von Trapezprofilen

nach Strickler $Q = kR^{2/3} F J^{1/2}$ Böschungsverhältnis = 1:1,5

Nullwerte der Berechnung: $k_s = 100$ $J_0 = 0.1 \text{ ‰}$

$$F = B_s h + 1.5 h^2 \quad P = B_s + 3.6056 h \quad R = \frac{F}{P} \quad v = \frac{Q}{F}$$

Die eingeklammerten Werte für Q beziehen sich auf das Bündel links



Beispiele:
 $Q = 0.37 \text{ m}^3/s \quad J = 6.5 \text{ ‰} \quad k = 35 \quad B_s = 1.50 \text{ m} \rightarrow h = 0.224 \text{ m}$
 $Q = 370 \text{ m}^3/s \quad J = 6.5 \text{ ‰} \quad k = 35 \quad B_s = 25.0 \text{ m} \rightarrow h = 2.65 \text{ m}$

Winterthur, Dez. 1947
 E. Trüeb

Flächendiagramm $F = B_s h + 1.5 h^2$

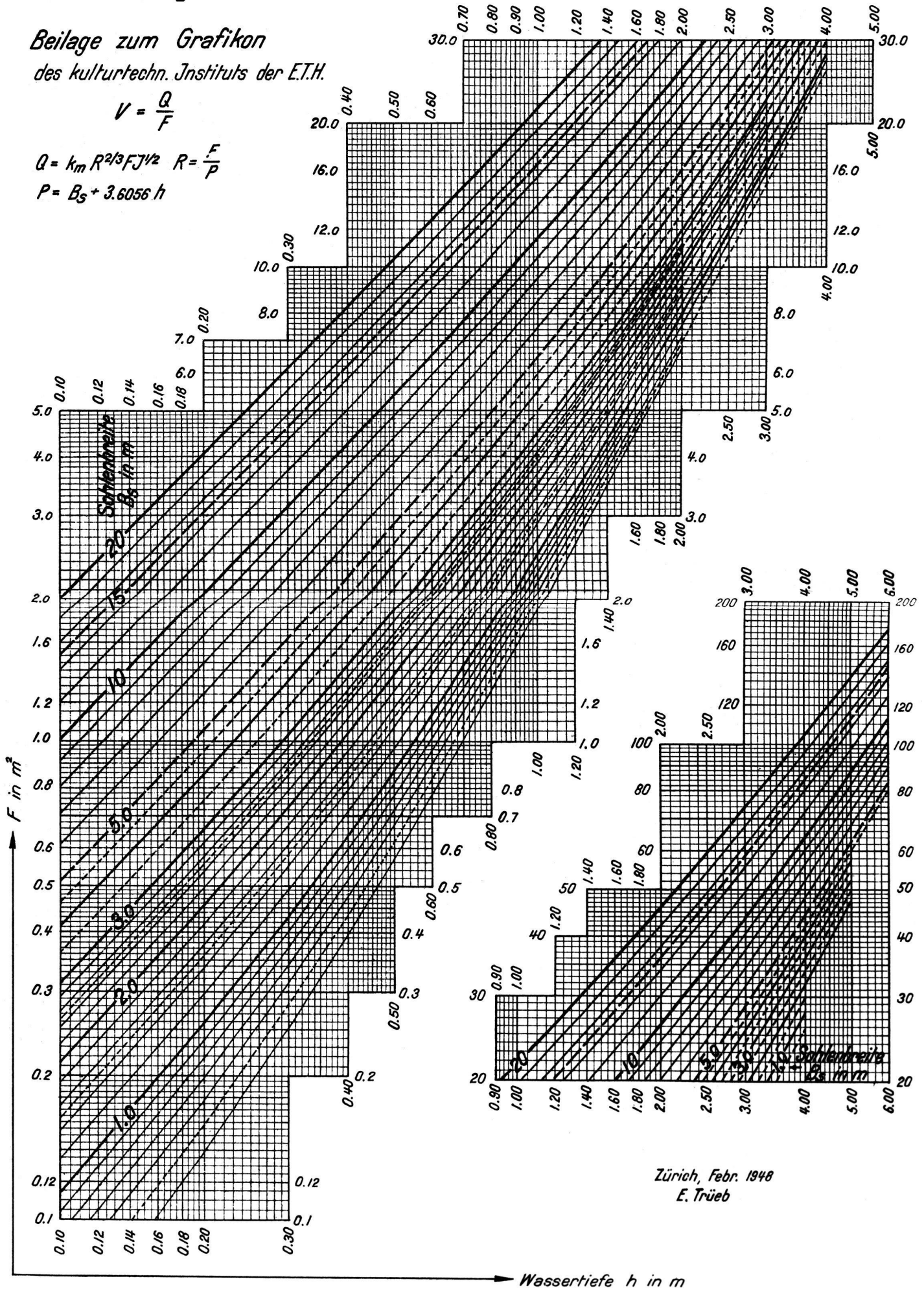
Beilage zum Grafikon

des kulturtechn. Instituts der E.T.H.

$$V = \frac{Q}{F}$$

$$Q = k_m R^{2/3} F J^{1/2} \quad R = \frac{F}{P}$$

$$P = B_s + 3.6056 h$$



Zürich, Febr. 1948
E. Trüeb

Um jedem Mißverständnis bei der mechanischen Handhabung des Grafikons vorzubeugen, sei abschließend kurz das eingetragene Beispiel besprochen. Gegeben sind: Böschungsverhältnis 1:1,5, $B_s = 1,50$ m, $Q_i = 0,370$ m³/sec, $k_i = 35$ m^{1/3}/sec und $J_i = 6,50/_{00}$. Gesucht ist die Wassertiefe h . Zuerst wird in der Reduktionstafel rechts der Schnitt $Q_i = 0,370/$ $J_i = 6,50/_{00}$ gesucht. Durch diesen Punkt wird eine Parallele zu den Reduktionsgeraden gezogen, die mit der Vertikalen durch $k_i = 35$ m^{1/3}/sec geschnitten wird. Wird durch diesen Punkt eine Horizontale gelegt, so kann in deren Schnitt mit der Kurve $h = f(Q, B_s, k_0, J_0)$ für $B_s = 1,50$ m die Wassertiefe h abgelesen werden. Wir finden damit das Resultat $h \sim 0,224$ m. (Für Wassermengen $Q_i > 10$ m³/sec gelten die Kurven der Wassertiefen des kleinen Büschels. Die mit dem kleinen Büschel korrespondierenden Wassermengen sind in Klammern gesetzt. Für die Wassermenge $Q_i = 370$ m³/sec und $B_s = 9,00$ m erhalten wir mit der gleichen Konstruktion wie oben im kleinen Büschel die entsprechende Wassertiefe $h \sim 4,31$ m.)

E. Trüeb

Der Hoheherrlichkeitsstein bei Giebenach

Auszug aus einer Veröffentlichung von Dr. H. Stohler im „Rauracher“.

Eine der wichtigsten Übergangsstellen vom österreichischen Fricktal ins eidgenössische Baselbiet befand sich am Violenbach zwischen Giebenach und Olsberg, wenige hundert Meter östlich der letzten Häuser von Giebenach. Als markantes Kennzeichen der Hoheitsgrenze stand dort ein mächtiger Herrlichkeitsstein (110 × 52 × 33 cm) in der Matte zwischen dem Bach und dem Sträßchen. Er trug auf der einen Seite das österreichische Wappen und auf der andern den Baselstab und ist jetzt hinter dem Regierungsgebäude zu Liestal aufgestellt. Der erste derartige Stein steht am Waldrand südlich des Hofes Sennweid bei Olsberg und ist mit 1744 datiert. Die wenigen datierten Steine stammen aus dem 17. und 18. Jahrhundert. Der älteste Stein ist aus dem Jahre 1619.

Im vorliegenden Falle handelte es sich um den südlichsten der vier Hoheherrlichkeitssteine, die den Teil des Giebenacher Bannes abgrenzten. Die Bewohner von Giebenach und Olsberg hatten freilich schon längst keine Kenntnis mehr von dem Vorhandensein dieses ehrwürdigen Grenzzeichens aus grauem rissigen Juragestein. Soweit sie zurückdenken konnten, stand an seiner Stelle ein schlanker roter Degerfelderstein mit dem Aargauerwappen und dem Baselstab. Erst als dieser Kantonsstein kürzlich durch einen gewaltigen Granitstein ersetzt wurde, feierte der damit zum Großvater aufgerückte alte Herrlichkeitsstein eine seltsame Auferstehung. Veranlassung dazu gab ein nicht minder merkwürdiger Zufall:

Im Winter 1946/47 parkierte ein Jagdpächter seinen schweren Camion zwischen Giebenach und Olsberg außerhalb des Sträßchens im hohen Schnee. Als er wieder wegfahren wollte, ließ sich das Gefährt nicht vom Fleck bringen. Erst der vereinten Kraft zweier Traktoren gelang es, den störrischen Benzinhengst in Bewegung zu setzen. Jetzt wurde offen-