

Der Abfluß über schmalkronige Wehre - kritische Betrachtungen- zum vollkommenen und zum unvollkommenen Überfall

1. Allgemeine Aussagen

Will man den Abfluß über eine Entlastungsanlage hydraulisch beschreiben, so muß es möglich sein, bei Kenntnis der Geometrie des Überfalles und des Gerinnes, sowie der im Ober- und im Unterwasser gemessenen Wasserstände diesen konkreten Bedingungen eine korrespondierende Entlastungsmenge zuzuordnen. Diese Überlegungen beziehen sich auf das gesamte mögliche Abflußspektrum vom Tauchstrahl über den Wellstrahl bis hin zum Überströmen, bzw. auf den vollkommenen und den unvollkommenen Überfall.

Grundsätzlich gelten diese Aussagen für jede Überfallform, also auch für das schmalkronige Wehr.



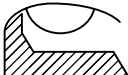

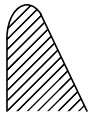

Shape of the crest		μ
	broad-crested weir	0,49-0,51
	broad-crested weir, chamfered	0,50-0,55
	drum gate: perfect round-crested weir	0,65-0,73
	sharp-crested weir with full aeration under the nappe	0,64
	round-crested weir with a slope on the downstream side	0,75
	round-crested weir with a slope on both sides	0,79

Abb. 1: μ Werte des vollkommenen Überfalls

Die Berechnung vollkommener und unvollkommener Überfälle erfolgt in der Bundesrepublik Deutschland üblicherweise nach den Beiwerten bzw. Kennlinien der Abbildungen 1 und 2. Der planende Bauingenieur, bzw. Wasserwirtschaftler geht von der

irrigen Annahme aus, daß die vorliegenden Abbildungen den praktischen Anforderungen genügen. Diese Annahme ist jedoch falsch, denn die abwassertypischen

- schmalkronigen bzw.
- rundkronigen

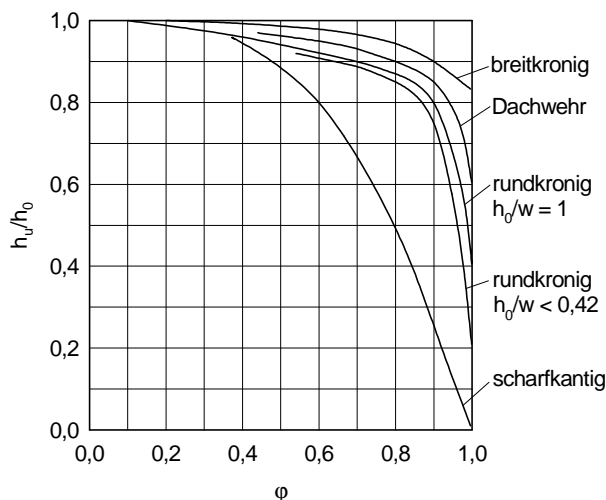


Abb. 2: Abminderungsfaktoren ϕ des unvollkommenen Überfalls für verschiedene Schwellenformen

Überfälle sind nicht enthalten. Bei der Häufigkeit mit der diese Anlagen auftreten ein bemerkenswertes Versäumnis. Es besteht somit die Notwendigkeit, die schmalkronigen Wehre aus der hydraulischen Anonymität zu entlassen. Berücksichtigt man noch die Empfehlungen in der A111 für alle Wehrformen, außer dem scharfkantigen Wehr mit einem konstanten Beiwert $\mu = 0,5$ zu arbeiten, so verstärkt sich die Notwendigkeit bessere, das tatsächliche Abflußgeschehen berücksichtigende dynamische Beiwerte zu verwenden.

2. Die Berechnung von Überfällen am Beispiel des schmalkronigen Überfalles

2.1 Grundlegende hydraulische Betrachtungen

In Abbildung 3 sind die geometrischen und hydromechanischen Verhältnisse für diesen Wehrtyp vorgestellt.

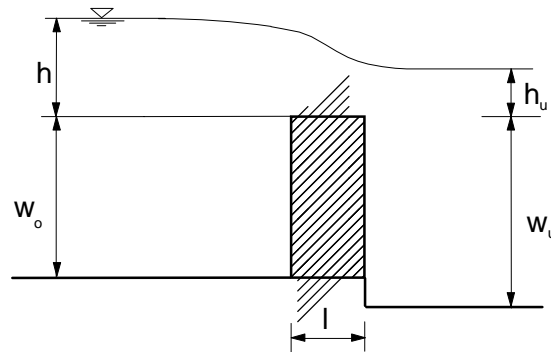


Abb.3: Der Abfluß über das schmalkronige Wehr

Im Einzelnen bedeuten:

- w_o - oberwasserseitige Wehrhöhe
- w_u - unterwasserseitige Wehrhöhe
- l - Wehrlänge
- h - Überfallhöhe im Oberwasser
- h_u - Überfallhöhe im Unterwasser

Die Überfallmenge soll mit der als Gleichung 1 ausgewiesenen Poleni-Beziehung berechnet werden.

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot \varphi \cdot \sqrt{2g} \cdot b \cdot h^{3/2} \quad (1)$$

Setzt man $C_h = \frac{2}{3} \sqrt{2g} \cdot \mu = 2,953 \cdot \mu$ (2)

dann folgt $Q = C_h \cdot \varphi \cdot b \cdot h^{3/2}$ (3)

Hier ist:

- b - Wehrbreite
- μ - dimensionsloser Überfallbeiwert für den vollkommenen Überfall
- C_h - Überfallbeiwert des vollkommenen Überfalles in $m^{1/3}/s$
- φ - Abminderungsfaktor für den unvollkommenen Überfall bei vollkommenem Überfall ist $\varphi = 1$

2.2 Betrachtungen zum vollkommenen Überfall

Schmalkronige Wehre stellen den hydraulisch Übergang zwischen scharfkantigen und breitkronigen Überfällen dar. Bei kleinen Überfallhöhen h stellen sich die zum

„breitkronigen Fließen“ gehörenden typischen Wasserspiegelverläufe mit den entsprechenden geringen Überfallbeiwerten ein.

Bei größeren Überfallhöhen kann dieser Überfall durch ein scharfkantiges Wehr beschrieben werden.

Dimensionsanalytisch ergibt sich die folgende Abhängigkeit

$$C_h = f\left(\frac{h}{w_0}; \frac{h}{l}\right) = 2,953 \cdot \mu_1 \cdot \mu_2 \quad (4)$$

μ_1 stellt den scharfkantigen Einfluß dar und wird durch die Rehbockformel ausgedrückt

$$\mu_1 = 0,6034 + 0,0813 \cdot \frac{h}{w_0} \quad (5)$$

μ_2 stellt den breitkronigen Einfluß dar. Diese Beziehung wurde vom Autor gefunden.

$$\mu_2 = 1 - 0,2 \cdot e^{-0,6 \left(\frac{h}{l}\right)^{3,06}} \quad (6)$$

Die Überfallmenge für den vollkommenen Überfall ergibt sich somit zu

$$Q = 2,953 \cdot \mu_1 \cdot \mu_2 \cdot b \cdot h^{3/2} \quad (7)$$

Der breitkronige Einfluß der durch μ_2 erfaßt wird, führt auf eine 20%ige Abflußverringern gegenüber dem scharfkantigen Wehr.

Wird der Einlaufbereich des schmalkronigen Wehres angefast bzw. angerundet, dann wird Gleichung 7 mit

- μ_3 bei der Fase und
- μ_4 bei der Rundung

multiplikativ verknüpft. Beides sind mathematisch formulierte Gleichungen analog der Beziehung für μ_2 .

2.3 Betrachtungen zum unvollkommenen Überfall

Da das schmalkronige Wehr in den Abbildungen 1 und 2 nicht enthalten ist, wird in der wasserwirtschaftlichen Praxis das scharfkantige Wehr als „Ersatzwehr“ verwendet. Ist der auftretende Fehler im Bereich des vollkommenen Überfalles schon nicht zu vernachlässigen, so kann er im Bereich des unvollkommenen Überfalles mehr als 100% betragen. Dies ist offensichtlich, da jedes schmalkronige Wehr in einem konkret festgelegten Überfallhöhenbereich wie ein breitkroniges Wehr wirkt. Der Beginn des unvollkommenen Überfalles liegt dann im folgenden $\frac{h_u}{h}$ - Intervall

$$0,80 < \frac{h_u}{h} < 0,87$$

Ein Vergleich mit der Kennlinie „scharfkantig“ von Abbildung 2 zeigt diesen Unterschied sehr deutlich.

Umfangreiche Versuchsreihen haben den gesamten Bereich vom scharfkantigen bis hin zum breitkronigen Wehr untersucht, wobei die Dimensionsanalyse drei verschiedene Interpretationsmöglichkeiten zuließ

$$\varphi = f\left(\frac{h_u}{h}; \frac{h}{h_u + w_u}\right) \quad (8)$$

$$\varphi = f\left(\frac{h_u}{h}; \frac{h_u}{h_u + w_u}\right) \quad (9)$$

$$\varphi = f\left(\frac{h_u}{h}; \frac{l}{h}\right) \quad (10)$$

Als sehr entscheidend muß die Einbeziehung von w_u in die Berechnungen angesehen werden, denn der unvollkommene Überfall wird im Wesentlichen durch die Bedingungen des Unterwassers gesteuert.

Die ermittelten Abhängigkeiten sollen einmal nach Gleichung 8 und zum anderen nach Gleichung 10 graphisch dargestellt werden, das mathematische Modell soll für Gleichung 8 angegeben werden.

$$\varphi = \exp^a \cdot \left[\arctan \left(C \cdot \left(\frac{1 - \frac{h_u}{h}}{\frac{h}{h_u + w_u}} \right) \right) \right]^b \quad (11)$$

a, b und c sind für die einzelnen $\frac{l}{w_0}$ - Intervalle Konstante. Graphisch dargestellt

erhält man für das Intervall $0,25 < \frac{l}{w_0} < 0,35$

die Abbildung 4.

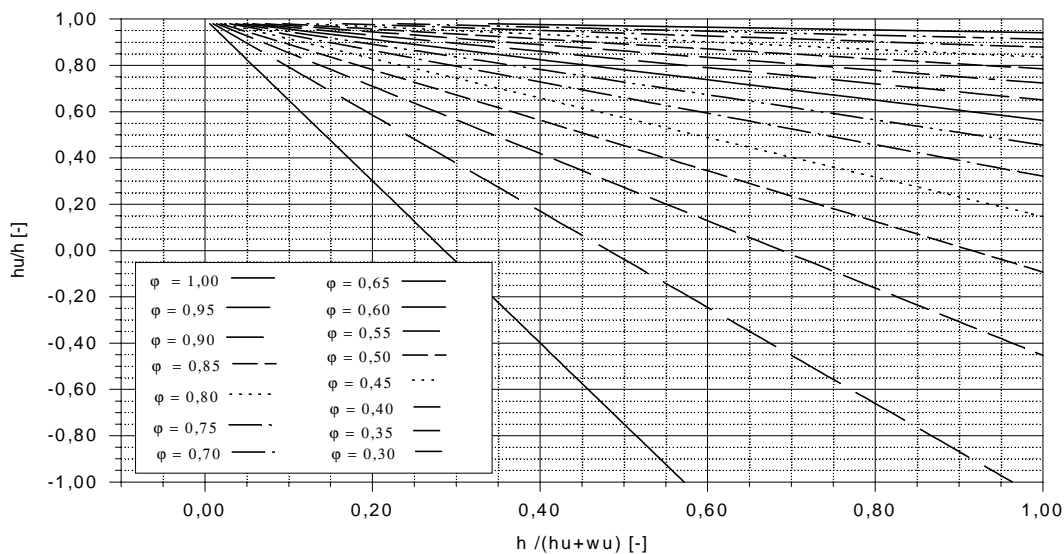


Abb. 4:
$$\varphi = f\left(\frac{h_u}{h}; \frac{h}{h_u + w_u}\right)$$

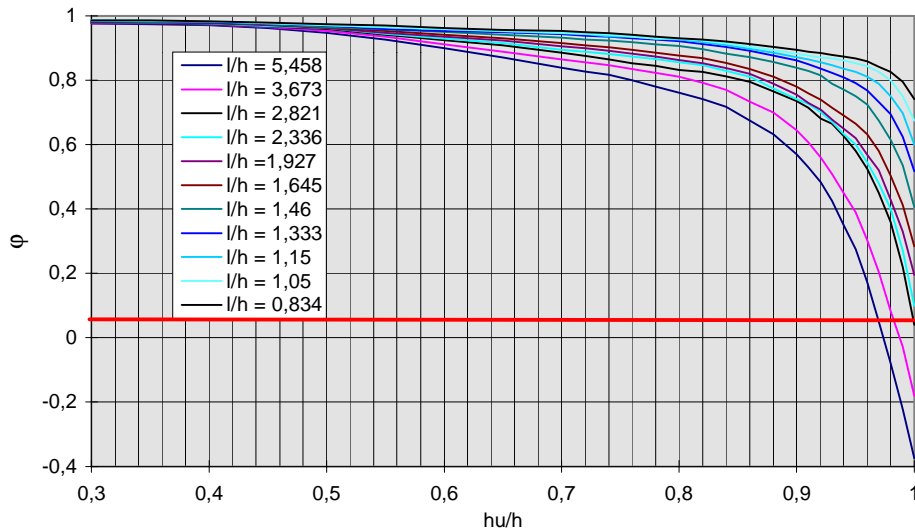


Abb. 5:
$$\varphi = f\left(\frac{h_u}{h}; \frac{l}{h}\right)$$

Für das gleiche Intervall soll Gleichung 10 dargestellt werden. Hier wird auf das mathematische Modell verzichtet. Insgesamt wurden 12 graphische Darstellungen, bedingt durch 4 verschiedene $\frac{l}{w_0}$ -Intervalle, erhalten.

Abbildung 5 zeigt sehr deutlich, daß jeder Überfallmenge Q respektive jedem l/h eine eigene φ - Kurve zugeordnet wird. Es ist somit nicht mehr akzeptabel den unvollkommenen Überfall für einen konkreten Wehrtyp durch eine Kurve, entsprechende Bild 2 zu beschreiben.

Mit Hilfe einer Software, in der neben dem schmalkronigen Wehr weitere 15 verschiedene Wehrtypen vorhanden sind, ist die Berechnung

- des vollkommenen Überfalles
- des unvollkommenen Überfalles
- des Schrägwehreinflusses
- des Tauchwandeinflusses

sehr schnell möglich.

Literatur:

- 1 Naudascher, E.: Hydraulik der Gerinne und Gerinnebauwerke, Springer-Verlag Wien, 1987
- 2 Chow, V. T.: Open-Channel Hydraulics, Mc Graw Hill, 1959
- 3 Peter: Kriterien zur realen Beurteilung bei der überfallhöhenabhängigen Entlastungsmesung
Korrespondenz Abwasser, Heft 5, 1994
- 4 Barthauer: Wehr for Windows
Firmenprospekt Barthauer Software GmbH, Braunschweig 1995
- 5 Peter Energie-Gleichung am breitkronigen Wehr,
WWT, Wasserbau, Heft 2, 1994