

PRODUKT-INFORMATION

Tragflügel-Messwehr
UFT-FluidWing

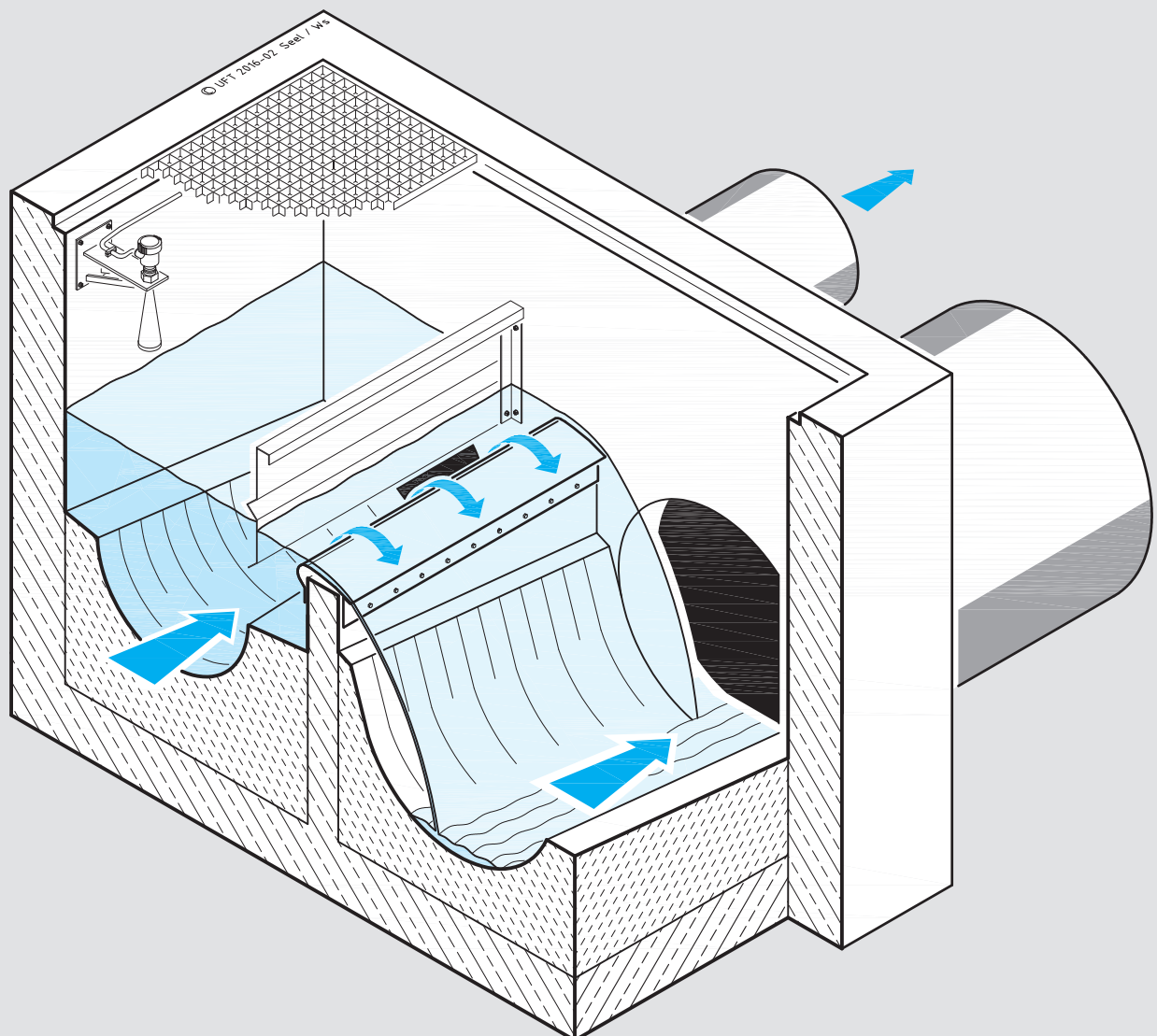
TFM
0184

HYDRO-MECHANIK

ELEKTROTECHNIK

SERVICE UND WARTUNG

WISSENSCHAFTLICHE DIENSTE



1 Verwendungszweck

Regenentlastungsanlagen an Regenüberlaufbecken, Regenklärbecken und Regenüberläufen sollen nach zahlreichen technischen Regeln, etwa nach DWA-A 166 und DWA-M 181, wie auch nach den Eigenkontrollverordnungen einiger Bundesländer mit Messvorrichtungen bestückt werden, um die Überlaufaktivität in die Gewässer zu messen und aufzuzeichnen. Diese Forderung wird zur Zeit in einigen Bundesländern forciert umgesetzt. Neben der Aufzeichnung der Überlaufdauer und -häufigkeit wird oft auch die Ermittlung des Überlaufvolumens in m^3/a gefordert.

In der Regel wird zur Messung der Überlaufaktivität die Entlastungsschwelle benutzt. Dazu wird im Oberwasser der Schwelle der Wasserstand gemessen, dann in eine Überfallhöhe umgewandelt und daraus der Abfluss bzw. das Abflussvolumen berechnet. Ein lang bekanntes Problem dabei ist es, dass der größte Teil des jährlichen Abflussvolumens mit sehr geringen Überlaufhöhen von nur wenigen Zentimetern oder gar Millimetern und entsprechend geringen Überlaufabflüssen

2 Aufbau

Das Messwehr besteht aus stabilem hochglänzendem präzisionsgebogenem Edelstahlblech, siehe **Bild 1**. Die Oberseite des Wehres ist in der Form eines Tragflügelprofils sanft geformt. Der Flügelbug mit großem Radius ragt deutlich über die Vorderkante der Beton-Wehrschwelle hinaus. Unebene oder raue Schwellenoberkanten werden einfach vom Messwehr überwölbt.

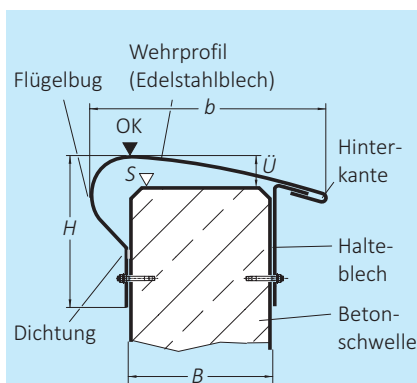


Bild 1: Aufbau des Tragflügel-Messwehres UFT-FluidWing

von vielleicht 10 l/s und weniger pro Meter Wehrlänge überläuft. Bei Starkregen sollen andererseits – wenn auch nur selten und für kurze Zeit – enorme Abflussspitzen bis zu 700 l/(s·m) sicher erfasst werden.

Um zu verhindern, dass Schwimmstoffe aus dem Abwasserkanalnetz entweichen, werden in der Regel vor den Überlaufschwelen Tauchwände angeordnet. Das ist eine weitere hydraulische Komplikation, denn die Tauchwände stören bei großen Abflüssen den Wasserstrom erheblich, speziell bei einer kompakten Konstruktion.

Die vorhandenen technischen Mittel zur Lösung der vorgenannten Probleme sind unzureichend. Das Arbeitsblatt DWA-A 111 (2010) erwähnt scharfkantige Wehre, die oft auch zur Ermittlung der Überlaufmengen verwendet werden. Diese sind identisch mit den Rehbockschen Messwehren aus dem Jahr 1929, die in der Norm ISO 1438 selbst bei Klarwasser für Überfallhöhen unter 30 mm nicht zugelassen sind. Es kommt zum unkontrollierbaren Ankleben oder Ablösen des Überfallstrahls auf der Wehrrückseite und damit zu einer Hysterese in der Abflusskurve.

Die Hinterkante des Wehrbleches ist zu einem Falz geclincht, in dem ein abgewinkeltes Halteblech die Wehrhinterkante sicher in der Höhe fixiert und Abweichungen der Wandstärke B ausgleicht. Das Wehrblech wird oberwasserseitig mit einer Gummidichtung abgedichtet.

Bei Bedarf kann das Messwehr mit einer Edelstahl-Tauchwand versehen werden. Diese hat einen Abstand A zur Schwellenvorderseite und eine Ein-

Dies bestätigten Versuche in unserem Laboratorium. Eine zuverlässige Belüftung der Strahlunterseite gelingt in der Praxis nicht. Bei Überfallhöhen unter 10 mm gibt es auch Probleme mit der Oberflächenspannung des Wassers. Das Wasser „bäumt“ sich vor der scharfen Wehrkante auf.

Um die Auswirkungen auf die Überfallhöhe vernachlässigen zu können, macht DWA-A 111 Mindestangaben zu Abstand und Eintauchtiefe einer Tauchwand. Diese sind aber in der Praxis oft schwer einzuhalten, weil es an Bodenfreiheit unter der Tauchwand fehlt oder der Abstand der Tauchwand zur Schwelle zu groß wird.

Wir haben in unserem hydraulischen Labor speziell für Regenentlastungen eine Kombination aus neuartigem Messwehr und Tauchwand entwickelt. Da kleine Überfallhöhen das jährliche Entlastungsvolumen prägen, kann man eine senkrechte Anströmung des Wehrs annehmen, insbesondere wenn eine Tauchwand davor steht.

Das Messwehr wurde ohne und mit Tauchwand vom Institut für Wasserbau der Universität Stuttgart im Maßstab 1:1 kalibriert (siehe **Bilder 5a - 5c**).

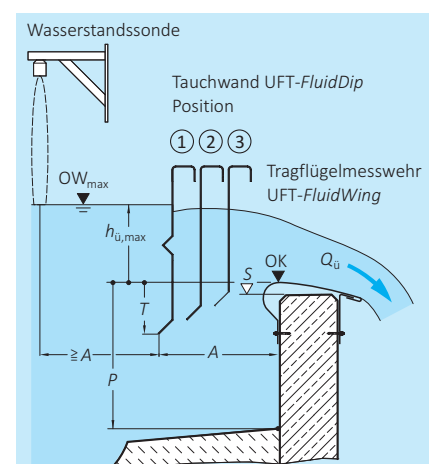


Bild 2: Anordnung des Tragflügel-Messwehres mit Tauchwand

tauchtiefe T unter der Wehroberkante (OK). Die oberwasserseitige Wehrhöhe P sollte nicht zu gering sein, weil sonst die Gefahr besteht, dass das Wehr sohlennah transportierte Sedimente (bed load) absaugt.

Die Tauchwand hat zur Minimierung der Druckverluste und Sauggeschwindigkeiten eine nach

Messwehr Typ	Wandstärke B in mm	Wehrbreite b in mm	Nennabfluss q_u in l/(s·m)
TFM 150	141- 159	243	240
TFM 200	188- 212	316	355
TFM 250	235- 265	389	485
TFM 300	282- 318	475	653
TFM 350	329- 371	548	809
TFM 400	376- 424	633	1005

Tabelle 1: Messwehrtypen mit Maßen und Nennabflüssen (ohne Tauchwand)

VORTEILE DES TRAGFLÜGEL-MESSWEHRS UFT-FluidWing

- » breitkroniges Messwehr mit Tragflügelprofil
- » sanfte, strömungsgünstige Form
- » hysteresehaftes hydraulisches Verhalten
- » keine Belüftung der Strahlunterseite erforderlich
- » hohe Messgenauigkeit bei kleinen Überfallhöhen
- » geringer Fließwiderstand bei großen Abflüssen
- » wahlweise mit und ohne Tauchwand einsetzbar
- » hydraulisches Bemessungsverfahren vorhanden
- » kalibriert durch ein unabhängiges Universitäts-Institut
- » leichte Montage, auch nachträglich
- » spätere Verstellmöglichkeit der Wehroberkante
- » Lieferung der vollständigen Messeinrichtung
- » Datenauswertung im Kundenservice
- » einfache Wartung

Oberwasser weisende Abkantung. Höhere Tauchwände haben zur Aussteifung eine oder mehrere Längssicken. Die Oberkante der Tauchwand ist U-förmig abgekantet. Die Befestigung der Tauchwand kann je nach Bauwerk auf verschiedene Weise vorgenommen werden (z. B. mit Befestigungswinkeln an der Seitenwand).

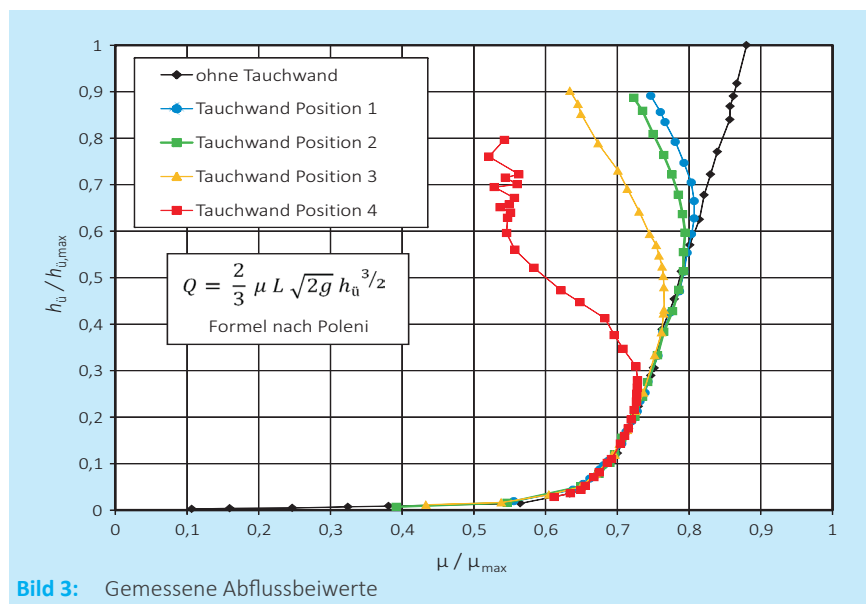
Das Tragflügel-Messwehr Typ TFM gibt es in sechs Standardgrößen, 150 bis 400, siehe **Tabelle 1**. Damit können die üblichen Schwellenbelastungen und Wehrschwelledicken B abgedeckt werden. Für die Anordnung von Tauchwänden gibt es drei Vorzugspositionen. Wenn nötig, können auch Zwischenmaße interpoliert werden.

3 Hydraulisches Verhalten

Das Tragflügelprofil wird so überströmt, dass der Strahl über die ganze Kontur aufliegt und sich erst an der Hinterkante ablöst. Es ist dadurch auch ohne Belüftung hysteresehaft.

Der Ablauf über den Wehrrücken beginnt bereits ab etwa 1 mm Aufstauhöhe $h_{\bar{u}}$, wobei sich oberflächenspannungsbedingt regelmäßig angeordnete „Wasserzöpfe“ bilden. Ab einer Aufstauhöhe von ca. 7 mm fließt durchgehend über den Wehrrücken ein Wasserfilm ab, der dann von der Wehrhinterkante als geschlossener Wasservorhang herabfällt, siehe **Bild 4 und 5a**. Die genaue Messung solcher kleiner Überlaufströme wäre mit einem scharfkantigen Wehr unmöglich. Auch bei ganz kleinen Überfallhöhen stellen sich reproduzierbare μ -Werte ein.

Bei großer hydraulischer Belastung ist das Tragflügelprofil sehr strömungsgünstig und kann große Abflüsse mit relativ kleinem Aufstau abführen. Sitzt die Tauchwand sehr nahe am Wehr, so gibt es Zusatzverluste, kenntlich in



geringer werdenden μ -Beiwerten in **Bild 3**. Das Abflussverhalten des Tragflügel-Messwehres ist unabhängig vom Rückstau von Unterwasser, solange der Rückstau unter der Wehrhinterkante bleibt.

Zur Vorauswahl einer Messwehr-Tauchwand-Kombination benötigt man die spezifische maximale Schwellenbelastung $q_{\bar{u},max}$ in $l/(s \cdot m)$ sowie die Wandstärke B der Wehrschwelle (**Tabelle 1**). Eine genaue hydraulische Berechnung fertigen wir gerne an.

4 Abflussmessung und Auswertung

Der Wasserstand wird mit einem Wasserstandssensor mindestens im Abstand A vor der Tauchwand gemessen, vgl. DWA-M 181. Wir liefern eine hydraulische Kennlinie in Form einer Tabelle $h_{\bar{u}} = f(Q_{\bar{u}})$ für das betreffende Projekt. Diese Daten können direkt in den Messverstärker vor Ort als Stützstellen für eine Umrechnung Wasserstand in Überfallstrom eingegeben

werden. Besser ist es, die Umrechnung der Rohdaten in Volumenströme und Abflussfrachten nachträglich, z. B. mit einem Tabellenkalkulations-Programm, vorzunehmen.

Unsere Elektroabteilung entwirft, fertigt, liefert und installiert Ihnen gerne die gesamte elektrotechnische Ausrüstung von der Messwerterfassung bis hin zu Fernwerkstationen.

5 Montage

Unsere Monteure setzen das Messprofil auf die bauseits vorbereitete Schwellenkante. Bauseits ist eine Höhenmarke mit einer Genauigkeit von ± 1 cm vorzugeben, auf die die Profiloberkante (OK) mit einem Laser auf ± 2 mm ausgerichtet wird. Wir prüfen nach Ende der Montage die Einhaltung der Form mit einer 1:1-Prüfschablone aus Edelstahl.

6 Service

Unsere wissenschaftliche Abteilung wertet auf Wunsch als Dienstleistung

die Messwerte aus und beurteilt die Ergebnisse im Vergleich zu bei uns inzwischen vorliegenden Hunderten von Messjahren. Bei Bedarf betreut unser Service die Gesamtanlage und fertigt die Jahresberichte im Sinne der Eigenkontrollverordnung an.



Bild 4: Überlaufereignis an einem Regenüberlaufbecken bei sehr kleiner Überfallhöhe. Über dem Wehrrücken fließt das Wasser in einem dünnen Film ab.

LITERATUR

Arbeitsblatt DWA-A 111 (2010): Hydraulische Dimensionierung und betrieblicher Leistungsnachweis von Anlagen zur Abfluss- und Wasserstandsbegrenzung in Entwässerungssystemen. Hennef : DWA.

Arbeitsblatt DWA-A 166 (2013): Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung. Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung. Hennef : DWA.

Merkblatt DWA-M 176 (2013): Hinweise zur konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung. Hennef : DWA.

Merkblatt DWA-M 181 (2011): Messung von Wasserstand und Durchfluss in Entwässerungssystemen. Hennef : DWA.

Norm ISO 1438-1 (2008): Wasserdurchflussmessung in offenen Gerinnen mittels Wehren und Venturikanälen. Teil 1: Dünnplattenwehre.

Institut für Wasserbau der Universität Stuttgart (2002): Kalibrierung eines Messwehres mit Tragflächenprofil und vorgeschalteter Tauchwand (unveröffentlicht).

Weiß, G., Schwinger, H. (2001): Messeinrichtungen an Regenüberlaufbecken, Praxisratgeber für Planung, Bau und Betrieb. München : Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft.

MUSTER-AUSSCHREIBUNGSTEXT

Pos.	Menge	Gegenstand								
1	x	<p>Tragflügel-Messwehr Bauart UFT-FluidWing Breitkroniges Messwehr mit Tragflügelprofil zur hysteresefreien und genauen Messung der Überlaufaktivität von Regenentlastungen aller Art ohne Belüftung der Strahlunterseite. Zur Montage auf eine bauseits vorbereitete Betonschwelle mit ebenen Wänden und grober Oberkante. Die Höhe der Messwehrrone ist bauseits mit einer Höhenmarke vorzugeben. Messwehrprofil aus hochglänzendem CNC-gebogenem Edelstahlblech in Teillängen mit Zwischenstücken. Befestigungsmittel ober- und unterwasserseitig mit Lochleisten oder Abdeckpratzen, Unterlegleisten in Edelstahl, Seitenschilde aus PE-HD bei Bedarf.</p> <table border="0"> <tr> <td>Bauart UFT-FluidWing</td> <td>Typ TFM ...</td> </tr> <tr> <td>Bemessungsabfluss Q:</td> <td>... l/s</td> </tr> <tr> <td>Maximalabfluss Q_{ü,max}:</td> <td>... l/s</td> </tr> <tr> <td>Gesamtlänge L des Messwehrs:</td> <td>... m</td> </tr> </table> <p>Lieferung des einbaufertigen Gerätes ab Werk einschließlich hydraulischer Bemessung, Datenblatt und Bedienungs- und Wartungsanleitung. Hydraulische Kennlinie mit Stützstellen „Überströmhöhe versus Überfallstrom $h_u = f(Q_{\ddot{u}})$“ für das Messwehr Bauart UFT-FluidWing ohne Tauchwand oder mit Tauchwand UFT-FluidDip.</p>	Bauart UFT-FluidWing	Typ TFM ...	Bemessungsabfluss Q:	... l/s	Maximalabfluss Q _{ü,max} :	... l/s	Gesamtlänge L des Messwehrs:	... m
Bauart UFT-FluidWing	Typ TFM ...									
Bemessungsabfluss Q:	... l/s									
Maximalabfluss Q _{ü,max} :	... l/s									
Gesamtlänge L des Messwehrs:	... m									
2	x	<p>Tauchwand Bauart UFT-FluidDip Strömungsgünstig abgewinkelte Konstruktion aus Edelstahlblech zur Rückhaltung von Schwimmstoffen an Überlaufschwelen. Zum Andübeln an die Bauwerksdecke oder -seitenwand. Tauchwandblech mit nach Oberwasser weisender unterer Abkantung, Versteifungs- und u-förmiger Oberkante, Anschlagwinkel, Halterungen und Befestigungsteile aus Edelstahl 1.4301.</p> <table border="0"> <tr> <td>Bauart UFT-FluidDip</td> <td>Typ TW</td> </tr> <tr> <td>Gesamtlänge:</td> <td>... mm</td> </tr> <tr> <td>Höhe:</td> <td>... mm</td> </tr> <tr> <td>Blechstärke:</td> <td>... mm</td> </tr> </table> <p>Lieferung des einbaufertigen Gerätes ab Werk.</p>	Bauart UFT-FluidDip	Typ TW	Gesamtlänge:	... mm	Höhe:	... mm	Blechstärke:	... mm
Bauart UFT-FluidDip	Typ TW									
Gesamtlänge:	... mm									
Höhe:	... mm									
Blechstärke:	... mm									

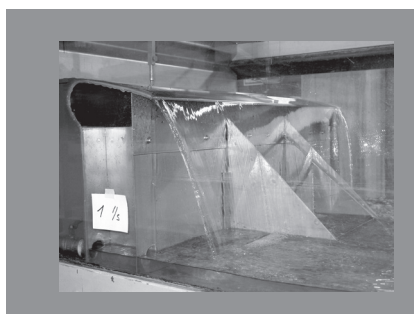


Bild 5a: Tragflügel-Messwehr Typ TFM 150 im Labor der Universität Stuttgart. Abfluss bei einer spezifischen Schwellenbelastung von nur 1 l/(s·m). Der Abflussstrahl ist bei der sehr geringen Aufstauhöhe von 7 mm bereits durchgehend und stetig.



Bild 5b: Abfluss bei einer spezifischen Schwellenbelastung von 30 l/(s·m). Links im Bild die Tauchwand.



Bild 5c: Abfluss bei einer spezifischen Schwellenbelastung von 100 l/(s·m)

WEITERE INFORMATIONEN

- » Produktinformation Tauchwand-Überlauf-Garnitur UFT-FluidDrop, TWG 0232
- » Dienstleistungsinformation Bewertung der Überlaufaktivität von Regenbecken UFT-FluidRank, URM 0923



Umwelt- und Fluid-Technik
 Dr. H. Brombach GmbH
 Steinstraße 7
 97980 Bad Mergentheim
 Germany - Allemagne
 Telefon: +49 7931 9710-0
 Telefax: +49 7931 9710-40
 E-Mail: uft@uft-brombach.de
 Internet: www.uft-brombach.de