

IKT-Warentest „Drosselorgane“

Vergleichende Untersuchungen von hydromechanischen
Drosseleinrichtungen an Regenbecken

- Auszug aus dem Forschungsbericht -



Auszug aus dem Forschungsprojekt:

Der vorliegende Berichtsauszug fasst die Ergebnisse des IKT-Warentests zusammen, der im Rahmen des Forschungsprojektes „*Vergleichende Untersuchungen von hydro-mechanischen Drossleinrichtungen an Regenbecken – IKT - Warentest „Drosselorgane“*“ (Aktenzeichen: 54.7.10.06-5285/16) umgesetzt wurde.

Fördermittelgeber:



Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
Schwannstraße 3
40476 Düsseldorf

Projektantragsteller/Auftraggeber:



Erftverband
Am Erftverband 6
50126 Bergheim

Auftragnehmer:



IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH
Exterbruch 1
45886 Gelsenkirchen

Bearbeitung:

Wissenschaftliche Leitung:	Prof. Dr.-Ing. habil. Bert Bosseler
IKT-Warentest-Leitung/-Bearbeitung:	Dipl.-Ing. (FH) Serdar Ulutaş, MBA
	Dipl.-Ing. Markus Gillar
	Marcel Goerke, M.Sc.
	Dipl.-Ing. (FH) Frank Bersuck
	Manuel Becker, B.Sc.
	Luisa Brandl, M.Sc.
	Stefan Bretz, B.Sc.
	Matthias Koch, B.Sc.
	Lukas Suer, B.Sc.
	Marco Bartel
	André Braun
	Lukas Göbe

Danksagung:

Wir danken den kommunalen Netzbetreibern für die finanzielle Unterstützung sowie deren Vertretern wie auch den Mitarbeitern der nordrhein-westfälischen Landesbehörden für die fachliche Begleitung dieses Projektes im Lenkungskreis:

Institution	Vertreter
Bezirksregierung Düsseldorf	Frau Rombach Frau Aschendorff
Emschergenossenschaft	Herr Petrak
Erftverband	Herr Baxpehler
Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV)	Frau Brehm
Niersverband	Frau Quarda
Ruhrverband	Herr Theis
Stadt Rheda-Wiedenbrück, Eigenbetrieb Abwasser	Herr Sudbrock
Technische Werke Burscheid AöR	Herr Grauvogel Frau Hainke Herr Stimbert
Wasserverband Eifel-Rur	Herr Pütz Herr Wirtz
Wirtschaftsbetriebe Duisburg AöR	Herr Bittger Frau Krogull
Wirtschaftsbetrieb Hagen – WBH (AöR)	Herr Kapust Herr Sander
Wupperverband	Herr Gerlach Herr Pütz

Darüber hinaus gilt unser Dank Prof. Dr.-Ing. Niemann und Dr.-Ing. Schmuck, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft der Universität Duisburg-Essen sowie weiteren Netzbetreibern für den Informationsaustausch und die Leistungen im Partnerprojekt „Sonderfragen der Hydraulik“, die durch das geförderte Vorhaben nicht abgedeckt waren:

Stadtentwässerung Frankfurt am Main	Herr Tiszeker
Technische Betriebe Velbert AöR	Herr Klingenberg Frau Sauerwein
Zweckverband Wasser und Abwasser Vogtland (ZWAV)	Herr Donath Herr Dressel

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 HINTERGRUND.....	1
2 KONZEPT DES IKT-WARENTESTS.....	1
3 BETEILIGTE NETZBETREIBER	3
4 AUFGABE	4
4.1 VERGABE DER LOSE	4
4.2 PRÜFPROGRAMM	7
4.3 VERSUCHSAUFBAU UND PRÜFMATERIALIEN.....	12
5 BEWERTUNGSSHEMA	22
5.1 ÜBERBLICK.....	22
5.2 SYSTEMPRÜFUNGEN	23
5.3 QUALITÄTSSICHERUNG.....	30
5.4 BAUSTELLENUNTERSUCHUNGEN	32
6 TESTERGEBNISSE DROSSELORGANE	32
6.1 TESTTABELLE IKT-WARENTEST „DROSSELORGANE“	32
6.2 SYSTEMPRÜFUNGEN	34
6.2.1 <i>Hydraulische Funktionsfähigkeit – Phase I mit 25 l/s</i>	35
6.2.2 <i>Hydraulische Funktionsfähigkeit – Phase II mit 10 l/s</i>	36
6.2.3 <i>Verlegesicherheit</i>	39
6.2.4 <i>Gesamtzustand nach Nutzungsende</i>	41
6.3 QUALITÄTSSICHERUNG.....	43
7 WARENTEST-PRÜFZEUGNISSE.....	45
7.1 HYDROSLIDE AUTOMATIKREGLER GIEHLMATIC	46
7.2 APA-SSD 200 TYP II	47
7.3 WAAGE-DROSSEL TYP II.....	48
7.4 TURBO-WIRBELDROSSEL TUR 3,3 DN 200.....	49
7.5 ALPHEUS-ABFLUSSBEGRENZER TYP AUTOMATIK	50
7.6 STRAHL-DROSSEL TYP I	51
8 FAZIT.....	52
9 LITERATUR	53

1 Hintergrund

Der vorliegende IKT-Warentest „Drosselorgane“ wurde im Rahmen des Forschungsvorhabens [1] erstellt. Der Forschungsbericht stellt detailliert dar:

- Einleitung, Veranlassung, Zielstellung und Vorgehensweise
- Drosseleinrichtungen – Stand von Wissenschaft und Technik
- Vergleichende Untersuchungen von hydromechanischen Drosselorganen – Warentest Drosselorgane
- Einzeluntersuchungen an Drosseleinrichtungen
- Hinweise und Empfehlungen zum Bau und Betrieb von Drosseleinrichtungen

Der vorliegende Auszug aus dem Forschungsbericht fasst die für den Warentest wesentlichen Hintergründe/ Ergebnisse zusammen.

2 Konzept des IKT-Warentests

Ziel der IKT-Warentests ist es, den Netzbetreibern zuverlässige und unabhängige Informationen über Eigenschaften von marktgängigen Produkten und Verfahren zu liefern. Angaben in Verfahrensbeschreibungen und Werbeinformationen der Anbieter über die vermeintliche Qualität ihrer Produkte werden durch den IKT-Warentest einer unabhängigen und neutralen Prüfung unterzogen.

Zentraler Aspekt ist die Eignung von Produkten unter langfristigen Betriebsbedingungen. Die Prüfung der Übereinstimmung mit dem technischen Regel- und Normenwerk steht daher nicht im Vordergrund, sondern es werden vor allem während des Betriebs auftretende Beanspruchungen untersucht, denen die Produkte in der Praxis jahrzehntelang ausgesetzt sind.

Die Gewährleistungsfrist für Produkte der Kanalisationstechnik beträgt heute maximal fünf Jahre. Dies ist verglichen mit den üblicherweise angestrebten Nutzungsdauern eine sehr kurze Zeitspanne. Von besonderem Nachteil für Auftraggeber sind Schäden, die erst nach Ablauf der fünfjährigen Gewährleistungsfrist auftreten. Ein Rückgriff auf den Anbieter ist nur in den seltensten Fällen möglich und zudem mit langwierigen rechtlichen Auseinandersetzungen verbunden. Hieraus resultiert ein erhebliches finanzielles Risiko für die Netzbetreiber, das durch die vergleichenden IKT-Warentests reduziert werden kann.

Bei den **Untersuchungen** im IKT-Warentest stehen die Einbauqualität der Produkte und Verfahren und deren Abminderung während des Betriebs im Vordergrund. Dies geschieht mit Blick darauf, dass der Einsatz von Produkten bzw. Verfahren auf der Baustelle bereits eine erhebliche Qualitätsminderung im Vergleich zu der 100%igen, geprüften Werks- oder Laborqualität verursachen kann. Abhängig vom Verfahren ist im Betrieb mehr oder weniger mit einer weiteren Qualitätsminderung zu rechnen (vgl. Bild 1).

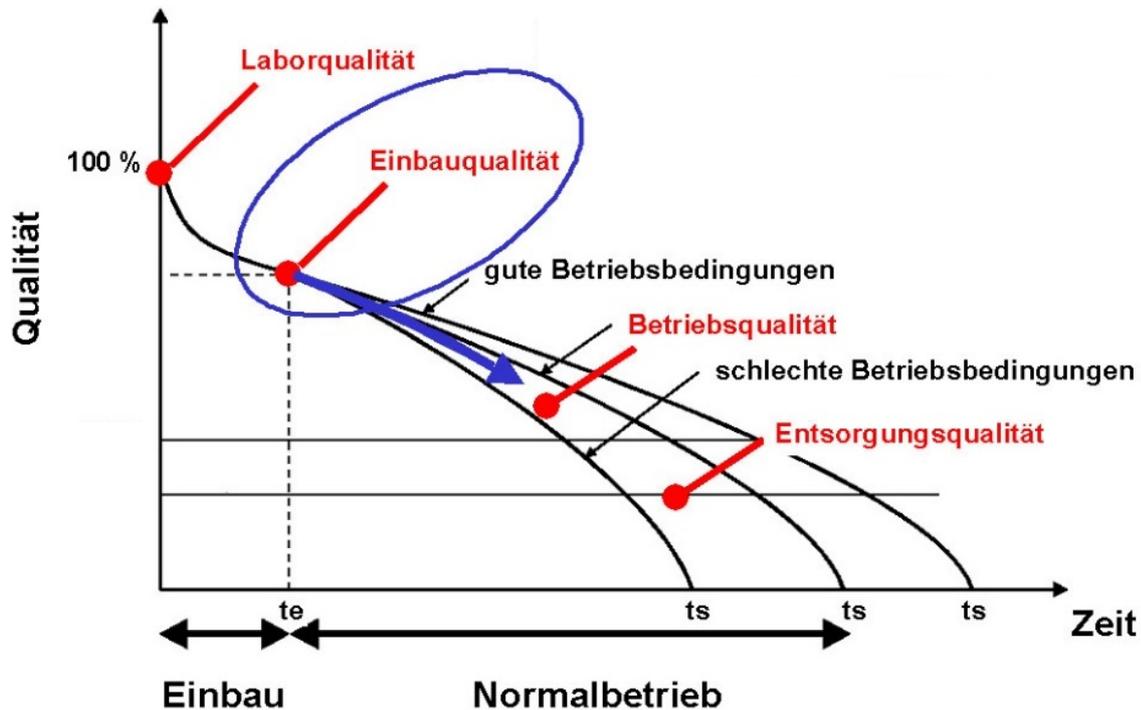


Bild 1 Untersuchungsschwerpunkt (blau) der IKT-Warentests

In diesem IKT-Warentest werden Drosselorgane insbesondere mit Blick auf ihre Leistungsfähigkeit vergleichend untersucht. Die beteiligten Netzbetreiber (vgl. Kap.3), der Versuchsaufbau, das Prüfprogramm und die Vergabe der Lose (vgl. Kap. 4), das Bewertungsschema (vgl. Kap. 5), die Testergebnisse (vgl. Kap. 6), die Warentest-Prüfzeugnisse (vgl. Kap. 7) und das Fazit (vgl. Kap. 8) werden in den folgenden Kapiteln dargestellt.

3 Beteiligte Netzbetreiber

Ein vergleichender IKT-Warentest wird stets durch eine Gruppe von Netzbetreibern begleitet, dem sogenannten Lenkungskreis. Dieser Lenkungskreis entscheidet in regelmäßigen Sitzungen über

- die Auswahl von Produkten bzw. Verfahren für die erste Testreihe
- die Bau- bzw. Instandhaltungsaufgabe für den Einsatz der Produkte bzw. Verfahren im Test
- die maßgeblichen Leistungsziele und Qualitätsanforderungen
- den Umfang und die Ausrichtung des Prüfprogramms
- den Informationsaustausch mit den Produkt- bzw. Verfahrensanbietern
- die Bewertung und die Veröffentlichung der Ergebnisse

An dem IKT-Warentest „Drossleinrichtungen an Regenbecken“ und an dem Partnerprojekt „Sonderfragen der Hydraulik“ waren folgende Netzbetreiber beteiligt:

- Emschergenossenschaft
- Erftverband
- Niersverband
- Ruhrverband
- Stadt Rheda-Wiedenbrück
- Stadtentwässerung Frankfurt am Main
- Technische Betriebe Velbert AöR
- Technische Werke Burscheid AöR
- Wasserverband Eifel-Rur
- Wirtschaftsbetriebe Duisburg AöR
- Wirtschaftsbetrieb Hagen – WBH (AöR)
- Wupperverband
- Zweckverband Wasser und Abwasser Vogtland

Die eigentliche Prüfung sowie die Dokumentation der Ergebnisse erfolgen durch das IKT als unabhängiges Institut. Das IKT ist im Rahmen der Prüfung insbesondere verantwortlich für die ingenieurtechnische Entwicklung und Umsetzung der Prüfaufbauten und des Prüfprogramms. Diesbezügliche Entscheidungen sowie insbesondere auch die Auswahl der Prüfobjekte (hier: Drosselorgane, vgl. Abschnitt 4.1) werden in unmittelbarer Abstimmung mit dem Lenkungskreis getroffen.

4 Aufgabe

4.1 Vergabe der Lose

In einem ersten Schritt wurde eine Marktrecherche durchgeführt, um einen Überblick über die Verfügbarkeit von Drosselorganen und deren Hersteller zu erlangen. Diese wurde anschließend den Lenkungskreismitgliedern zur Vervollständigung vorgelegt. Aus der Gesamtauswahl der auf dem deutschen Markt verfügbaren Drosselorgane (99 Stück) wurden in der Folge die hydromechanischen Drosselorgane herausgefiltert. Diese sind mit zusätzlichen Informationen der Hersteller im Anhang des Forschungsberichtes [1] zusammengefasst.

Für die Vergabe der Lose wurden insgesamt 28 hydromechanische Drosselorgane recherchiert. Die Liste der recherchierten hydromechanischen Drosselorgane wurde den Teilnehmern des Lenkungskreises vorgestellt. Es wurde seitens der Lenkungskreismitglieder grundsätzlich festgelegt, dass insgesamt sechs hydromechanische Drosselorgane mit beweglichen Teilen getestet werden. Es können zwei Produkte von einem Anbieter untersucht werden, wenn sich diese Drosselorgane bauartbedingt unterscheiden.

Passive Drosselorgane, d.h. ohne bewegliche Teile, werden nicht berücksichtigt.

Mittels eines gewichteten Votings wurde anschließend durch die Lenkungskreismitglieder folgende Rangliste der zu untersuchenden hydromechanischen Drosselorgane festgelegt. Dargestellt sind alle Produkte mit wenigstens einem Votingpunkt.

Tabelle 1: Rangliste der ge voteten Drosselorgane

Drosselorgane	Anbieter	Punkte
HydroSlide Standard	Steinhardt GmbH Wassertechnik, Taunusstein	33
Alpheus-Abflussbegrenzer Typ Standard	BIOGEST AG, Taunusstein	24
Strahl-Drossel Typ I	bgu-Umweltschutzanlagen GmbH, Bretzfeld	17
Waage-Drossel Typ II	bgu-Umweltschutzanlagen GmbH, Bretzfeld	15
Alpheus-Abflussbegrenzer Typ Automatik	BIOGEST AG, Taunusstein	14
HydroSlide Automatikregler Giehlmatic	Steinhardt GmbH Wassertechnik, Taunusstein	13
Kompakt-Abflussregler	bgu-Umweltschutzanlagen GmbH, Bretzfeld	10
Abflussregler RW	bgu-Umweltschutzanlagen GmbH, Bretzfeld	6
APA-SSD	APA Abwassertechnik GmbH, Pfedelbach-Windischenbach	5

HydroSlide Combi	Steinhardt GmbH Wassertechnik, Taunusstein	5
HydroMat – M	HST Systemtechnik GmbH & Co. KG, Meschede	4
Alpheus-Abflussbegrenzer Typ AT	BIOGEST AG, Taunusstein	4
Brillenklappe UFT-FluidMoon	UFT Umwelt- und Fluid-Technik Dr.H.Brombach GmbH, Bad Mergentheim	3
Schlauchdrossel UFT-FluidHose	UFT Umwelt- und Fluid-Technik Dr.H.Brombach GmbH, Bad Mergentheim	2
Kaskadenregler UFT-FluidCasca	UFT Umwelt- und Fluid-Technik Dr.H.Brombach GmbH, Bad Mergentheim	2
Hydroslide Flat Flow	Steinhardt GmbH Wassertechnik, Taunusstein	2
Turbo-Wirbeldrossel TUR 3,3 DN 200	UFT Umwelt- und Fluid-Technik Dr.H.Brombach GmbH, Bad Mergentheim	Nennung in der Sitzung

Bei der Diskussion zu den sechs am höchsten geordneten Drosselorganen trat jedoch zutage, dass die ersten zwei Ränge von Drosselorganen belegt werden, für die bereits höherwertige Varianten existieren und auch ggf. eingesetzt werden sollen. Vor diesem Hintergrund wurde einstimmig beschlossen, dass die beiden höchst geordneten Drosselorgane (Rang 1 und 2) im Warentest nicht berücksichtigt werden, sondern nur deren Produktalternativen, d.h. Alpheus-Abflussbegrenzer Typ Automatik und HydroSlide Automatikregler Giehlmatic. Gemäß der Votingliste rückt für Rang 5 aufgrund der gewünschten Anbietervielfalt seitens der Lenkungskeismitglieder das Drosselorgan „APA-SSD 200 Typ II“ nach. Für das weitere Los (Rang 6) wird beschlossen, dass – in Ergänzung zu den Anlagen der Votingliste – auch die „Turbo-Wirbeldrossel TUR 3,3 DN 200“ getestet wird. Bei diesem Drosselorgan handelt es sich um ein weiterentwickeltes passives Drosselorgan mit beweglichen Teilen.

Im Ergebnis wurde die folgende Auswahl von sechs Drosselorganen (vgl. Tabelle 2) seitens der Lenkungskeismitglieder beschlossen.

Tabelle 2: Auswahl der Produkte für den IKT-Warentest „Drosselorgane“

Drosselorgane	Anbieter
HydroSlide Automatikregler Giehlmatic	Steinhardt GmbH Wassertechnik, Taunusstein
Alpheus-Abflussbegrenzer Typ Automatik	BIOGEST AG, Taunusstein
Strahl-Drossel Typ I	bgu-Umweltschutzanlagen GmbH, Bretzfeld
Waage-Drossel Typ II	bgu-Umweltschutzanlagen GmbH, Bretzfeld
APA-SSD 200 Typ II	APA Abwassertechnik GmbH, Pfedelbach-Windischenbach
Turbo-Wirbeldrossel TUR 3,3 DN 200	UFT Umwelt- und Fluid-Technik Dr.H.Brombach GmbH, Bad Mergentheim

Mit Blick auf die Drosselabflüsse (Q_{Dr}) wurden folgende **Zielgrößen** festgelegt, die [2] entnommen sind:

25 Liter je Sekunde (Ausgangswert, entspricht minimalem Drosselabfluss für Abfluss-Steuerungen) und 10 Liter je Sekunde (planmäßige Umstellung im Drossel-Lebenszyklus, entspricht minimalem Drosselabfluss für Abfluss-Regelungen). Diese Sollereinstellungen werden durch die Hersteller vorgenommen. Recherchen bei den Herstellern ergaben, dass bis auf ein Drosselorgan (Strahl-Drossel Typ I) alle weiteren Produkte die o.a. Anforderungen erfüllen können. Nach Auskunft des Herstellers liegt der Minimalwert der Drosselwassermenge bei der Strahl-Drossel Typ I bauartbedingt bei 15 Liter je Sekunde (l/s). Ein alternativ verfügbares Drosselorgan des Herstellers, das Drosselabflüsse von 25 und 10 l/s ermöglicht, entspricht allerdings nicht der gewünschten und vom Lenkungskreis ausgewählten Bauart einer typischen Strahl-Drossel. Aus diesem Grund beschließen die projektbeteiligten Netzbetreiber, dass die Strahl-Drossel Typ I im Untersuchungsprogramm eingesetzt, im Warentest allerdings lediglich für der Drosselabfluss von 25 l/s benotet wird. Die weiteren Prüfungen nach Umstellung der Drosselwassermenge auf 15 l/s werden im Einklang mit dem Prüfprogramm durchgeführt, jedoch nicht bewertet.

Für die Versuchsreihe wurde in Abstimmung mit dem Lenkungskreis ein Prüfprogramm entwickelt, das den Lebenszyklus eines Drosselorgans widerspiegelt. Einzelheiten sind im nachstehenden Abschnitt 4.2 erläutert.

4.2 Prüfprogramm

In Abstimmung mit dem Lenkungskreis wurde ein Prüfprogramm beschlossen, mit dem ein etwa 25-jähriger Lebenszyklus [3]¹ von Drosselorganen simuliert wird. Diese Simulation erfolgt durch hydraulische und mechanische Belastungen, die Beanspruchungen zu bestimmten Zeitpunkten bzw. für bestimmte Zeitdauern abbilden (vgl. Tabelle 3). In der Tabelle sind die mechanischen Belastungen in rotbraunem Farbton hinterlegt.

Tabelle 3: Übersicht zu Belastungen, Prüfungen und Zeitpunkten bzw. -dauern

Belastung/ Prüfung nach ...	Art der Belastung/Prüfung	Zeitpunkt der Prüfung/ Dauer Betriebssimulation
... Einbau (E)	Hydraulisch mit Klar- und Schmutzwasser, vgl. Prüfprogramm in Tabelle 4/ In Anlehnung an Kalibrierprüfung gemäß SÜwVO Abw [4]	Nach 0 Jahren
Betriebssimulation Z1 (E-B)	Mechanische Beanspruchung beweglicher Teile	15 Jahre
... Betriebsdauer (B)	Hydraulisch mit Klar- und Schmutzwasser, vgl. Prüfprogramm in Tabelle 4/ In Anlehnung an Kalibrierprüfung gemäß SÜwVO Abw [4]	Nach 15 Jahren
... Umbau (U)	Hydraulisch mit Klar- und Schmutzwasser, vgl. Prüfprogramm in Tabelle 4/ In Anlehnung an Kalibrierprüfung gemäß SÜwVO Abw [4]	Nach 15 Jahren
Betriebssimulation Z2 (U-N)	Mechanische Beanspruchung beweglicher Teile	10 Jahre
... Nutzungsende (N)	Hydraulisch mit Klar- und Schmutzwasser, vgl. Prüfprogramm in Tabelle 4/ In Anlehnung an Kalibrierprüfung gemäß SÜwVO Abw [4]	Nach 25 Jahren

Die Reihenfolge der Prüfungen und Belastungen zeigt Tabelle 4. Details werden im Anschluss dargestellt. In der Tabelle sind „Inspektionen“ an den Drosselorganen in beige Farbton hinterlegt, „Betriebssimulationen“ in rotbraunem und „Betriebsbeanspruchungen“ in blauem Farbton. Die hydraulischen Prüfungen wie „SÜwVO“- und „Betriebstauglichkeitsprüfungen“ sind farblich nicht hinterlegt.

¹ „Als Planungszeitraum der Regenwasserbehandlungsanlagen ist daher der Planungszeitraum der Kläranlage von etwa 15 - 25 Jahren anzusetzen.“

Tabelle 4: Prüfprogramm mit Versuchsablauf

Lfd. Nr.	Versuchsablauf	Art der Belastung/Prüfung	Simulierter Zeitpunkt / Intervall Lebenszyklus
1	Inspektion	Aufnahme/Dokumentation IST-Zustand (Bauabnahme), händische Kontrolle der Gängigkeit	E
2	Prüfung nach SÜWVO I	hydraulisch mit Klarwasser (ggf. Nachjustieren); Drosselzustand sauber	E
3	Prüfung auf Betriebstauglichkeit I	Einstau Regenbecken, hydraulisch mit Klarwasser ($Q_{Zu} > Q_{Dr}$); Drosselzustand sauber	E
4	Prüfung nach SÜWVO II	hydraulisch mit Schmutzwasser; Drosselzustand vor Versuch sauber	E
5a	Betriebssimulation Z1 (15 Jahre)	mechanische Belastung beweglicher Teile, Drosselzustand ungereinigt	E-B
5b		Durchfluss mit stark konzentriertem Schmutzwasser (SKS), anschließend Trocknung; Drosselzustand ungereinigt	E-B
6	Prüfung auf Betriebstauglichkeit II	hydraulisch mit Schmutzwasser, Drosselzustand ungereinigt	B
7	Betriebsbeanspruchung	Reinigung der Drossel mit Wasserhochdruck	B
8	Prüfung auf Betriebstauglichkeit I	Einstau Regenbecken, hydraulisch mit Klarwasser ($Q_{Zu} > Q_{Dr}$); Drosselzustand sauber	B
9	Prüfung nach SÜWVO I	hydraulisch mit Klarwasser; Drosselzustand sauber	B
10	Betriebssimulation	Umstellung der Q_{Dr} von 25 auf 10 l/s	U
11	Inspektion	Aufnahme/Dokumentation IST-Zustand (Bauabnahme), händische Kontrolle der Gängigkeit	U
12	Prüfung nach SÜWVO I	hydraulisch mit Klarwasser (ggf. Nachjustieren); Drosselzustand sauber	U
13	Prüfung auf Betriebstauglichkeit I	Einstau Regenbecken, hydraulisch mit Klarwasser ($Q_{Zu} > Q_{Dr}$); Drosselzustand sauber	U
14	Prüfung nach SÜWVO II	hydraulisch mit Schmutzwasser; Drosselzustand vor Versuch sauber	U
15a	Betriebssimulation Z2 (10 Jahre)	mechanische Belastung beweglicher Teile, Drosselzustand ungereinigt	U-N
15b		Durchfluss mit stark konzentriertem Schmutzwasser (SKS), anschließend Trocknung; Drosselzustand ungereinigt	U-N
16	Prüfung auf Betriebstauglichkeit II	hydraulisch mit Schmutzwasser, Drosselzustand ungereinigt	N
17	Betriebsbeanspruchung	Reinigung der Drossel mit Wasserhochdruck	B
18	Prüfung auf Betriebstauglichkeit I	Einstau Regenbecken, hydraulisch mit Klarwasser ($Q_{Zu} > Q_{Dr}$); Drosselzustand sauber	N
19	Prüfung nach SÜWVO I	hydraulisch mit Klarwasser; Drosselzustand sauber	N
20	Betriebsbeanspruchung	Anprall von Störkörpern, Prüfung der Verlegebeseitigungseinrichtung	B
21	Betriebsbeanspruchung	Reinigung der Drossel mit Wasserhochdruck	N
22	Prüfung nach SÜWVO I	hydraulisch mit Klarwasser; Drosselzustand sauber	N-A
23	Betriebssimulation	Ausbau der Drossel	N
24	Inspektion	Aufnahme/Dokumentation IST-/Ausbau-Zustand, händische Kontrolle der Gängigkeit	N
25	Betriebsbeanspruchung	Korrosionsangriff mit $FeCl_3$ -Lösung	N
26	Inspektion	Kontrolle der Beständigkeit verwendeter Bauteile; Dokumentation Zustand	N
27	Inspektion	Allgemeinzustand/ Inaugenscheinnahme durch LK-Mitglieder (Bewertungskreis)	N

Unter Berücksichtigung der chronologischen Reihenfolge der Prüfungen werden diese mit Blick auf deren Durchführung nachfolgend erläutert:

- **Inspektion** (vgl. lfd. Nr. im Prüfprogramm: 1, 11, 24, 26, 27)
Optische Kontrolle beweglicher Teile, Kontrolle auf Auffälligkeiten, Dokumentation durch IKT und LK. Vorgehensweise analog zur Erstabnahme von Drosseleinrichtungen durch zugelassene Prüfstellen (z.B. Abgleich Typenschild, Erfassung der Nennweiten von Zu- und Ablauf, Schwimmer-Schieberstellungen etc.).
- **SüwVO I-Prüfung** (vgl. lfd. Nr. im Prüfprogramm: 2, 9, 12, 19, 22)
6-stufiger Plan der hydraulischen Prüfung mit Klarwasser bei gereinigter Drossel:
 1. Stufe 1 (100% = 2,8m Wasserstand im Regenbecken)
 2. Stufe 2 (83% = 2,3m Wasserstand im Regenbecken)
 3. Stufe 3 (66% = 1,9m Wasserstand im Regenbecken)
 4. Stufe 4 (50% = 1,4m Wasserstand im Regenbecken)
 5. Stufe 5 (33% = 0,9m Wasserstand im Regenbecken)
 6. Stufe 6 ($2 \cdot Q_{DN300}$ Auslauföffnung, ca. 21% = 0,6m Wasserstand im Regenbecken)

Abschließender, variabler Einstau der Drossel unter einem konstanten Zufluss von 40l/s über 5 Minuten. Dabei Messung der Drosselwassermenge und des Füllstandes im Regenbecken). Anlass: Angelehnt an die Vorgehensweise bei Drosselprüfungen mit Nutzung von Frischwasser zur Füllung des Regenbeckens; jede Stufe sowie der abschließende Einstau dauert fünf Minuten und dient im Rahmen der Versuche zur Verlängerung der Prüfzeit (ca. 40 min) und damit der Vergrößerung der praxisrelevanten Durchflussmenge auf mehr als 50 m³ (entspricht dem empfohlenen Mindestvolumen eines Fangbeckens gemäß [3]).

- **Betriebstauglichkeit I-Prüfung** (vgl. lfd. Nr. im Prüfprogramm: 3, 8, 13, 18)
Hydraulische Prüfung mit Klarwasser bei gereinigter Drossel (Beckeneinstau mit $Q_{Zu} = 40 \text{ l/s} > Q_{Dr}$, Start ab Regelbeginn Drossel bis Volleinstau Regenbecken von 2,8 m). Dabei Messung der Drosselwassermenge und des Füllstandes im Regenbecken). Anlass: Simulation Beckeneinstau mit Drosselaktivierung, „Spülstoß“.
- **SüwVO II-Prüfung (vgl. lfd. Nr. im Prüfprogramm: 4, 14)**
Hydraulische Prüfung mit synthetischem Schmutzwasser (schwach konzentriert, Inhaltsstoffe siehe 4.3, vgl. [5]) bei gereinigter Drossel. Dabei Messung der Drosselwassermenge und des Füllstandes im Regenbecken). Start der Prüfung bei Volleinstau des Regenbeckens von 2,8 m, Berücksichtigung der Messdaten erst ab einer Füllstandshöhe im Regenbecken von 2,5 m wg. Abklingen der Anlaufwelle nach Öffnen des Schiebers. Anlass: Angelehnt an die Vorgehensweise bei Drosselprüfungen mit Nutzung vorhandenen Mischwassers.

- **Betriebssimulation Z1 und Z2** (vgl. lfd. Nr. im Prüfprogramm: 5a, 5b und 15a, 15b); Details zur Umsetzung finden sich zu jedem untersuchten Drosselorgan in den jeweiligen Abschnitten der Systemprüfungen:
 1. **Mechanische Beanspruchung** (5a, 15a) der beweglichen Teile einer Drossel ohne Wasser (Anlass: Simulation der Drossel-Bewegungen während Lebensdauer, Z1=15a und Z2=10a). Mechanische Beanspruchung: Zunächst wird bei der ersten Einstellung die Dauerbeanspruchung abgefahren (maximale Amplitude, z.B. entsprechend dem Schwimmerweg bei einer Frequenz von 5 Zyklen je Minute). Nach Beendigung dieser Belastungseinheit werden zur Simulation eines Wellengangs die Endschalter des Pneumatik-Zylinders umgestellt auf eine Amplitude von +/- 2 cm bei einer Schwimmerstellung von etwa 66% des Beckenfüllstands und Erhöhung der Frequenz auf 15 Zyklen je Minute. Sofern die Funktionsweise des Drosselorgans die gewählte Frequenz der Zyklen nicht zulässt, wird die maximal mögliche Frequenz eingestellt für die Durchführung der Versuche.

Die Zyklenanzahl für die Dauerbeanspruchung beträgt bei dem ersten Belastungsszenario 1100 und für den Wellengang 550, bei dem zweiten Belastungsszenario entsprechend 734 und 366. Hieraus ergibt sich ein Verhältnis der Zyklenanzahl von 2 zu 1. Grundlage für die Zyklen bzw. Aktivierungen der bewegten Bauteile sind sehr oft eintretende Überlaufereignisse an Fangbecken gem. [6], auf 110 Stck. pro Jahr gerundet und hochgerechnet auf den Lebenszyklus einer Drossel von 25 Jahren.
 2. **Durchfluss von stark konzentriertem Schmutzwasser** (5b, 15b) bei ungereinigter Drossel, Inhaltsstoffe siehe 4.3, vgl. [5], Regenbecken mit 1,0 m Höhe deutlich über $2x D_{Dr}$ eingestaut, danach Leerlaufen des Beckens. Anschließend Trocknung der Bauteile mittels Ventilator über ca. 15 Stunden bei $19^{\circ} \pm 2^{\circ}$ Celsius; als Referenzwert dient getrocknetes Papiertuch, das an der Drossel befestigt ist (erforderlicher Messwert der Feuchtemessung: 0 Masse-%, Messgerät: Elcometer 118). Anlass: Simulation von Verschmutzungen und Anhaftungen, Steigerung des Verschleißes an beweglichen, mit „Abwasser“ benetzten Bauteilen.
- **Betriebstauglichkeit II-Prüfung** (vgl. lfd. Nr. im Prüfprogramm: 6, 16)

Hydraulische Prüfung mit synthetischem Schmutzwasser (schwach konzentriert, Inhaltsstoffe siehe 4.3, vgl. [5]) bei ungereinigter Drossel. Dabei Messung der Drosselwassermenge und des Füllstandes im Regenbecken). Start der Prüfung bei Volleinstau des Regenbeckens von 2,8 m, Berücksichtigung der Messdaten erst ab einer Füllstandshöhe im Regenbecken von 2,5 m wg. Abklingen der Anlaufwelle nach Öffnen des Schiebers. Anlass: Simulation eines typischen Betriebs der Drossel.

- **Betriebsbeanspruchung Reinigung** (vgl. lfd. Nr. im Prüfprogramm: 7, 17, 21)
Äußerliche Reinigung der Drosselorgane nach Schmutzwasserbelastung bzw. vor Klarwasserprüfungen mit Wasserhochdruck: Mindestabstand der Lanze zum Objekt von 50 cm und Betriebsdruck des HD-Gerätes von maximal 130 bar. Anlass: Simulation einer typischen Arbeitsanweisung im Betrieb: Reinigung einer Drosselreinigung nach Einstauereignis.
- **Betriebssimulation Umstellung** (vgl. lfd. Nr. im Prüfprogramm: 10)
Umstellung der Drosselwassermenge durch den Hersteller nach Simulation von 15 Jahren Betrieb, dabei Dokumentation der Arbeiten. Anlass: Simulation eines typischen Ereignisses innerhalb eines Drossel-Lebenszyklus.
- **Betriebsbeanspruchung Anprall von Störkörpern und Prüfung der Verlegebeseitigungseinrichtung** (vgl. lfd. Nr. im Prüfprogramm: 20)
 1. Zunächst Prüfung des **Durchgangs von Hygieneartikeln** (Präservative, Damenbinden, Tampons und Babywindeln, jeweils eingelegt in Wasser für 15 Minuten). Auswahl von Hygieneartikeln anhand von Praxiserfahrungen des Lenkungskreises, Verwendung von Hygieneartikeln mittlerer Größe verfügbarer Produkte mittels „Steigerungslauf“, beginnend mit wenigen kleinen/leichten Objekten (z.B. Präservativ oder Tampon) bis hin zu vielen und größeren Objekten (z.B. Windeln) zur Prüfung der Drossel-Verlegebeseitigungseinrichtungen.
Dabei Einstellen eines Wasserstroms von 10 l/s, dann jeweils Zugabe von einem Präservativ, einem Tampon, einer Damenbinde und zuletzt einer Windel, Kontrolle des Durchgangs am Auslauf der Drossel. Anschließend Einbringen aller vier Artikel zusammen in einem 12-Liter-Eimer in den Wasserstrom und Kontrolle des Durchgangs.
In zweiter Phase in gleicher Weise Zugabe von jeweils zwei Artikeln in den Wasserstrom und dann wiederum gleichzeitig aus dem Eimer. Dies wird wiederholt bis zu einer maximalen Zugabe von fünf Artikeln bzw. bis zur endgültigen Verlegung des Drosselorgans.
 2. Im Anschluss **mechanische Belastungen** der Drossel durch Anprall bzw. Zugabe von jeweils einem Bohrkern (d=h=10 cm), ½ MW-Klinker, Steinzeug-Scherben (je einmal mit Abmessungen von 5x5 / 7,5x7,5 / 10x10 cm), Holzstab (L=20cm, D=5, 10, 20mm) in den Zufluss von 10 l/s; siebenmaliger Anprall einer Rundstrahldüse ca. 7,8 kg Gewicht, eingefahren von der Ablaufseite mit einer Geschwindigkeit von ca. 1 m/s. Anlass: Simulation von Betriebszuständen.
- **Betriebssimulation Ausbau der Drossel** (vgl. lfd. Nr. im Prüfprogramm: 23)
Ausbau der Drossel, Dokumentation der Arbeiten und Feststellung des Zeitaufwands. Anlass: Simulation eines typischen Ereignisses innerhalb eines Drossel-Lebenszyklus.

- **Betriebsbeanspruchung Korrosion** (vgl. lfd. Nr. im Prüfprogramm: 25)
Prüfung der Korrosionsbeständigkeit durch Einstreichen des Drosselorgans mit 40 %-iger FeCl₃-Lösung. Anlass: Simulation Alterung, Prüfung der Qualität und Korrosionsbeständigkeit.

Die in den Versuchen eingesetzten Prüfmedien, -materialien und Hilfsstoffe sind in Abschnitt 4.3 dargestellt.

Wartungsarbeiten an den Drosselorganen werden nicht vorgesehen, da die Zeitdauer der Versuchsreihe mit zwei bis drei Wochen je Drosselorgan deutlich unterhalb von üblicherweise von Herstellern vorgesehenen Wartungsintervallen von bis zu zwei Jahren liegt. Darüber hinaus erfahren die Drosselorgane keinen Alterungsprozess bzw. Verschleiß, wie er unter realen Betriebsbedingungen (Kanalatmosphäre vs. Randbedingungen in der Versuchshalle, Abwasserfreiheit etc.) entsteht.

4.3 Versuchsaufbau und Prüfmateriale

Versuchsstand für halbtrocken aufgestellte Drosselorgane

Gesamtübersicht des Versuchsstandes

Der Versuchsstand für die halbtrocken aufgestellten Drosselorgane ist schematisch in der nachstehenden Skizze dargestellt (vgl. Bild 2). Im Wesentlichen besteht dieser Aufbau aus einem Regenbecken und angeschlossenen Drosselbauwerk. An das Drosselbauwerk schließt eine Auslaufleitung an, die ein schadloses Abführen des Drosselwasserabflusses ohne Rückstau in den Schacht bzw. zur Drossel ermöglicht. Aufgefangen werden die Wassermengen in einem Tosbecken. Um ausreichende Wassermengen für die Prüfungen vorzuhalten, werden insgesamt ca. 44 m³ Klarwasser in vier Stahl tanks (Vorlage- und Sammelbehälter) gebunkert. Die installierte Pumpenleistung von jeweils 40 Liter je Sekunde ist ausreichend, die Wassermengen aus dem Tosbecken in die Sammelbehälter zu befördern und von dort in die Vorlagebehälter. Die hier eingebauten Kreiselpumpen ermöglichen eine genaue Zudosierung der gewünschten Wassermengen in das Regenbecken. Das Klarwasser kann somit im Kreislauf gepumpt werden. Nachfolgend sind Details der Versuchsanlage dargestellt.

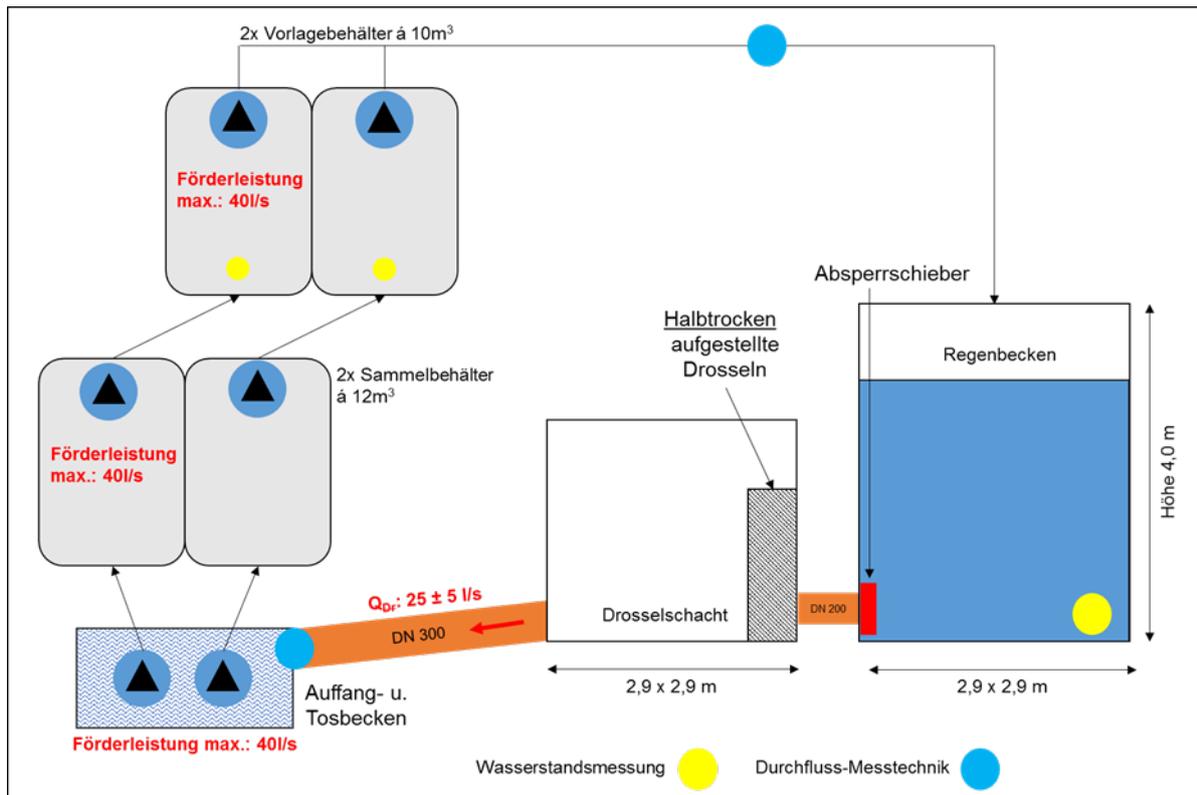


Bild 2 Skizze der Versuchsanlage mit Regenbecken, Drosselbauwerk und Vorlagebehältern einschließlich Auffangbecken und Pumpen

Regenbecken und Drosselbauwerk

Bei dem Versuchsaufbau (vgl. Bild 2 und Bild 3) für halbtrocken aufgestellte Drosselorgane dient ein quadratisches Betonbauwerk als Regenbecken. Dabei besitzt es eine Seitenlänge (Außenabmessung) von 2,9 m mit einer Wandstärke von 0,2 m. Die Außenhöhe beträgt 4,0 m. Ein weiteres quadratisches Betonbauwerk mit gleichen Grundflächenabmessungen dient als Drosselbauwerk. Dieses besitzt eine Außenhöhe von ca. drei Metern und dient zur Aufnahme der halbtrocken aufgestellten Drosselorgane.



Bild 3 Versuchsanlage mit Regenbecken, Drosselbauwerk und Vorlagebehältern

Bedingt durch den Einbau des Beckenbodens mit zwei Gerinnen aus Steinzeug der Nennweite DN 200 (Gefälle ca. 2,0 %) und Auftritten sowie Berücksichtigung eines Freibordes von ca. 0,3 m ergibt sich ein maximaler Wasserstand im Regenbecken von 2,8 m. Bei maximalem Einstau befinden sich somit etwa 17.500 Liter Wasser in dem Bauwerk. Zur Messung der Wasserstandshöhe ist in einer Ecke des Beckens eine Drucksonde (PR36-XW, Seriennummer: 534460, Hersteller: Keller AG für Druckmesstechnik, Winterthur (CH), Linearitätsfehler: 0,004 %) installiert. Die beiden Zuläufe zum Drosselbauwerk sind über zwei ca. 0,6 m lange Steinzeugrohre (Gefälle ca. 1,7 %) mit dem Regenbecken verbunden. Die Querschnittsöffnungen der Ablaufrohre im Regenbecken können dabei jeweils durch einen Absperrschieber separat geöffnet oder geschlossen werden. Das Becken wird über eine PVC-Rohrleitung der Nennweite DN 250 befüllt. Diese kann über die Gerinne geschwenkt werden.

Darüber hinaus befinden sich am Boden des Regenbeckens in drei Reihen jeweils drei Belüftungsteller (vgl. Bild 4a). Mit diesen werden bei den Schmutzwasserprüfungen die zugegebenen Stoffe (partikulären Stoffe) in Schwebelage gehalten.



a) Anordnung der Belüftungsteller



b) Verbindung Regenbecken mit Drosselschacht

Bild 4 Einbauten im Regenbecken

Für die Aufnahme der sechs unterschiedlichen Drosselorgane wurden die Schachtunterteile des Drosselbauwerks entsprechend konfektioniert. Ein Schachtunterteil war für die halbtrocken aufgestellten Drosselorgane vorgesehen (vgl. Bild 5), das zweite für die Aufnahme der beiden nass aufgestellten. Ziel war, mit einer minimalen Anzahl von Bauteilen und Umbauten die von den Herstellern genannten Anforderungen an einen ungestörten Betrieb der Drosselorgane einzuhalten. Dies betrifft bei den halbtrocken aufgestellten Drosselorganen insbesondere die Ableitung der Drosselwassermenge aus dem Organ und weniger die Modellierung der Schachtböden.



a) Ablaufleitung an rechter Öffnung (v. außen) b) Drosselschacht-Unterteil mit insgesamt vier Öffnungen (2 Zuläufe rechts im Bild, 2 Abläufe links im Bild)

Bild 5 Drosselbauwerk für halbtrocken aufgestellte Drosselorgane

Ablaufleitungen und Auffang-/Tosbecken

Der Abfluss aus dem Drosselschacht erfolgt über eine PVC-Rohrleitung mit einem Innendurchmesser von 300 mm (DA 315) und einem Gefälle von 3 ‰. Die jeweils angeschlossene Rohrleitung mündet nach ca. 17 Metern (Rohrleitung an linkem Anschluss in Bild 6a) und ca. 18 Metern (Rohrleitung an rechtem Anschluss in Bild 6a) in das Tosbecken (vgl. Bild 6b). Wie hier zu erkennen ist, wurde für den Einbau des Messgerätes „NIVUS Pipe Profiler“ eine Dükerung mit Beruhigungsstrecke am Auslauf von insgesamt 3,5 Metern vorgenommen.

An der tiefsten Stelle in dem Tosbecken befindet sich ein Korb mit zwei schwimmergesteuerten Tauchpumpen mit einer Leistung von je 20 l/s. Diese pumpen das Wasser aus dem Tosbecken bei den Versuchen mit Klarwasser zurück in die Vorlagebehälter. Die Vliesummantelung dient dem Rückhalt von Schwimmstoffen.



a) Ablauf-Rohrleitung aus dem Drosselbauwerk b) Gedükterter Auslauf ins Tosbecken

Bild 6 Ablaufleitung vom Drosselbauwerk bis in das Tosbecken

Das synthetische Schmutzwasser hingegen wird der Kanalisation zugeführt und die entsprechende Wassermenge aus dem Trinkwassernetz ersetzt und in die Tanks gefüllt.

Vorlagebehälter und Förderpumpen

Aus dem Tosbecken gelangt das Wasser in zwei Sammelbehälter mit einem Fassungsvermögen von jeweils 12 m³. Die Sammelbehälter dienen als Speicherraum, um eine ausreichende Wassermenge im System zu halten. Innerhalb der Sammelbehälter befindet sich jeweils eine schwimmergesteuerte Pumpe mit einer Förderleistung von 20 l/s, die den Wasserstand reguliert. Die Pumpensteuerung ist derart konzipiert, dass je nach Füllstand in den einzelnen Tanks diejenigen mit freien Kapazitäten gefüllt werden. Über die auf dem Bild 7a erkennbaren, grünen Wasserschläuchen gelangt das Wasser in die beiden Stahltanks (Bild 7b). Von dort fördern zwei frequenzgesteuerte Kreiselpumpen (Bild 7c) das Wasser bei Bedarf ins Regenbecken.



a) Sammelbehälter mit Schläuchen



b) Vorlagebehälter



c) Kreiselpumpe (rot)

Bild 7 Sammel-/Vorlagebehälter und Rohrstrang mit Förderpumpe

Mit diesem Versuchsaufbau möglich, einen Wasserkreislauf mit bis zu 40 l/s einzustellen.

Messtechnik für Durchfluss und Wasserstand

Um die Durchflussmessung praxisnah und in vergleichbarer Weise wie bei Kalibrierprüfungen an In-situ-Regenbecken durch die IKT-Prüfstelle für Durchflussmessungen durchzuführen, wurde ein extern [7] kalibriertes Messgerät (Hersteller: NIVUS, Eppingen; Typ: Pipe Profiler Typ DN 300; Seriennummer: 1417NPP1125, maximale Abweichung zur Referenzmessung von 1,01 %) eingesetzt (vgl. Bild 8a und b). Während der Versuche misst der NIVUS Pipe Profiler in Abständen von jeweils zehn Sekunden den Durchfluss am Ende des Ablaufs in das Tosbecken. Diese Daten werden auf eine Speicherkarte geschrieben und können im Anschluss am Computer ausgelesen und weiter verarbeitet werden. Als Anzeige- und Bedieneinheit für diese Messungen wird das zugehörige NIVUS PCM pro-Gerät (Hersteller: NIVUS; Typ: PCM pro; Seriennummer: 1602PCP2345) verwendet. Somit ist ein Genauigkeits- und Beurteilungsniveau gegeben, dass die übliche Praxissituation bzgl. der Prüf- und Messtechnik widerspiegelt.

Um jedoch nicht ausschließlich auf die Messungen an der Ablaufseite mit dem vorab genannten Messgerät von NIVUS angewiesen zu sein, wurde im Regenbecken (Zulaufseite) mit Hilfe der Drucksonde für die Höhenstandsmessung eine volumetrische Messung installiert. Das Becken wurde in Grundriss und Höhe vermessen und über die Höhenstandsänderungen im betrachteten Zeitintervall wurde der Durchfluss ermittelt (vgl.

Bild 8c). Auf diese Weise war eine Plausibilitätsprüfung von Messwerten, die mit dem NIVUS-Messgerät aufgezeichnet wurden, möglich.



a) NIVUS Pipe Profiler

b) NIVUS PCM pro

c) Kontrollmessung

Bild 8 Eingesetzte Messtechnik während der Versuche

Versuchsstand für nass aufgestellte Drosselorgane

Der Versuchsaufbau für die nass aufgestellten Drosselorgane unterscheidet sich im Wesentlichen darin, dass die Versuche in lediglich einem Schachtbauwerk durchgeführt werden, da sich nass aufgestellte Drosselorgane üblicherweise im Regenbecken selbst befinden. In der Folge wurde das vorgesehene Schachtunterteil für die beiden Drosselorgane verbaut und mit zwei weiteren Schachtringen auf Höhe des Regenbeckens für die halbtrocken aufgestellten Organe gebracht. Am linken unteren Rand von Bild 9 ist die verwendete Drucksonde zur Wasserstandsmessung installiert. Des Weiteren ist die Anordnung der Belüftungsteller zu erkennen. Die Anzahl dieser wurde auf drei Reihen, allerdings mit jeweils nur zwei Tellern reduziert. Dies soll bewirken, dass sich die zugefügten Stoffe des synthetischen Schmutzwassers im Regenbecken in der Schwebelage halten, jedoch keine Luft unter den Schwimmer strömt. Die Modellierung der Schachtböden wurde nach Angaben der Hersteller vorgenommen, um erforderliche Gefälle von Bermen und Gerinne zu berücksichtigen.

In Bild 9b ist die Ablaufleitung aus dem Regenbecken dargestellt, welche mit gleichem Gefälle verläuft wie bei den Versuchen mit halbtrocken aufgestellten Drosselorganen. Diese wird durch einen außenliegenden Absperrschieber geöffnet bzw. verschlossen (vgl. Bild 9b, roter Kreis).



a) Blick in das Regenbecken mit Drossel



b) Ablaufleitung mit Schieber (rote Kreis)

Bild 9 Versuchsaufbau für nass aufgestellte Drosselorgane

Prüfmaterialien für die Einzelversuche

Für die Prüfungen werden zusätzlich zu dem eingesetzten Klarwasser aus dem kommunalen Trinkwassernetz weitere Medien, Materialien, Störkörper etc. je nach entsprechendem Prüfprogramm punkt zugegeben. Dies betrifft zum einen die beiden synthetischen Schmutzwässer, zum anderen die Störkörper, die dem Abwasserstrom zugegeben werden zur Überprüfung der Verlegebeseitigungseinrichtungen an den Drosselorganen.

Stark und schwach konzentrierte synthetische Schmutzwässer

Etwa die Hälfte der hydraulischen Versuche erfordert den Einsatz von synthetischem Schmutzwasser, das zum einen reproduzierbar ist und zum anderen angelehnt an Eigenschaften von in Kanalisationen auftretendem Schmutz- bzw. Mischwasser ist. Entsprechende Untersuchungen wurden vom Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft der Universität Duisburg-Essen vorgenommen und in [5] zusammen getragen. Für die Versuche wurden somit zwei synthetische Schmutzwässer konfektioniert, die sich mit Blick auf ihre Zusammensetzung lediglich in den Zugabemengen (Konzentrationen) unterscheiden. Im Einzelnen sind dies handelsübliches Streusalz, Quarzmehl und Feuchttücher aus einem Discounter, die in Tabelle 5 aufgelistet sind.

Tabelle 5: Informationen über die Zugabestoffe zum Schmutzwasser

Stoff	Produkt	Größe	Hersteller
Streusalz	Natriumchlorid	Korngröße: 0-5 mm	Hamann
Quarzmehl	Millisil W4	Korngröße: 0,2-0,8 mm	Quarzwerke Gruppe
Feuchttücher	toujours sensitive (Baby-Feuchttücher)	12 x 20 cm	ROSTAM Vertriebsgesellschaft mbH

Die Konzentrationen der Inhaltsstoffe sind in nachstehender Tabelle aufgeführt.

Tabelle 6: Informationen über die Zugabestoffe zum Schmutzwasser

Stoff	Schmutzwasser (stark konzentriert)	Schmutzwasser (schwach konzentriert)
Streusalz	20 kg/m ³	20 kg/m ³
Quarzmehl	10 kg/m ³	0,285 kg/m ³
Feuchttücher	0,04 kg/m ³ (= 170 Stck. je Beckeninhalt)	0,04 kg/m ³ (= 470 Stck. je Beckeninhalt)

Störstoffe/-körper

Tabelle 7 zeigt die bei den Versuchen in den Wasserstrom hinzugegebenen Hygieneartikel nach der Entnahme aus der Verpackung und weitere Produktinformationen.

Tabelle 7: Übersicht zu den Hygieneartikeln

Hygieneartikel	Produkt	Größe	Hersteller	Bild
Präservativ	Billy Boy Bunte Vielfalt	normal	MAPA GmbH	
Damenbinde	always ultra	normal	Procter & Gamble	
Tampon	o.b. Original	normal	Johnson & Johnson GmbH	
Windel	Pampers baby-dry	4 (8-16kg)	Procter & Gamble	
Beispiel für Konglomerat aller gewässerten Hygieneartikel	(s.o.)	(s.o.)	(s.o.)	

Vor der Zugabe in den Wasserstrom wurden die Produkte den Verpackungen entnommen und für etwa 15 Minuten in Leitungswasser gelegt. Nach dieser Zeit war die Wasseraufnahme der Hygieneartikel (bis auf die Präservative) beendet, so dass die Versuche mit aufgequollenen Hygieneartikeln durchgeführt werden konnten (vgl. Tabelle 7)

Durch die Zugabe unterschiedlicher Mengen bzw. Stückzahlen der Hygieneartikel wird die Verlegebeseitigungseinrichtung überprüft. Hier ist von Interesse, welche Störkörper in welcher Anzahl ggf. ein Risiko für den Betrieb bedeuten.

In Tabelle 8 sind wesentliche Informationen zu den Störkörpern zusammengefasst.

Tabelle 8: Übersicht zu den Störkörpern

Störkörper		Abmessungen, ca. [mm]		Gewicht, ca. [g]	Bild
Holzstab	Klein	Länge: 20	Durchmesser: 5	3	
	Mittel	Länge: 20	Durchmesser: 10	11	
	Groß	Länge: 20	Durchmesser: 20	50	
Steinzeugscherbe	Klein	Kantenlänge: 50 x 50	Höhe: 40	130	
	Mittel	Kantenlänge: 75 x 75	Höhe: 60	340	
	Groß	Kantenlänge 100 x 100	Höhe: 80	590	
Bohrkern		Länge: 100	Durchmesser: 100	1490	
Halber Mauerwerksklinker		Kantenlänge: 120 x 120	Höhe: 70	2100	
Kanalreinigungsdüse		Länge: 200	Durchmesser: 100	8000	

Der abschließende Versuch sieht vor, die Bauteile der Drosselorgane auseinander zu bauen und anschließend mit einer 40 %-igen FeCl₃-Lösung einzustreichen. Im Ergebnis sollen ggf. Bauteile aus minderwertigerem Material erkannt werden. Die Lösung wurde von einem Chemikalienvertrieb (WHC WasserHygieneChemie GmbH, Hilgertshausen) bezogen. Um die Wirkung der Lösung abschätzen zu können, wurde in einem Vorversuch das Schadensbild dieser Korrosionsbeanspruchung an einem V2A-Stahl ermittelt (vgl. Bild 10).



Bild 10 Mit Eisen(III)-Chlorid- (FeCl_3 -) Lösung und Schwefelsäure (H_2SO_4) beaufschlagte Oberflächen einer Vergleichsplatte aus V2A-Stahl (Stahlsorte 1.4301 entsprechend dem verwendeten Stahl aller Drosselorgane im Test): Visuell erkennbare Veränderung an der Oberfläche im Vergleich zu nicht-beaufschlagten Bereichen

5 Bewertungsschema

5.1 Überblick

Ziel der IKT-Warentests ist es, am Markt angebotene Produkte, Verfahren bzw. Leistungen zu bewerten, mögliche Verbesserungspotentiale aufzuzeigen und gleichzeitig einen Marktdruck aufzubauen, damit diese Potentiale von den Produkt-, Verfahrens- bzw. Leistungsanbietern auch genutzt werden. Der Kanalnetzbetreiber als Kunde gibt vor, welche Qualitätsanforderungen an die Produkte, Verfahren bzw. Leistungen gestellt werden und wie diese vor diesem Hintergrund zu bewerten sind. Im vorliegenden IKT-Warentest wurden die „Drosselorgane“ einem mehrteiligen Test unterzogen:

- „Systemprüfungen“,
- „Qualitätssicherung“ und
- „Baustellenuntersuchungen“ zur Plausibilitätsprüfung.

Die Bewertungsnote gründet sich auf Ergebnissen der drei Bewertungsschwerpunkte, den „Systemprüfungen“, der „Qualitätssicherung“ und den „Baustellenuntersuchungen“. Die Ergebnisse aus den „Baustellenuntersuchungen“ fließen allerdings ausschließlich in das Kriterium „Besonderen Auffälligkeiten“ im Zuge der „Qualitätssicherung“ ein.

Darüber hinaus werden Zusatzinformationen wie die Kosten für das Drosselorgan und die Aufstellungsart, welche nicht in die Benotung eingehen, in die Gesamtbewertung einbezogen.

Tabelle 9 zeigt das durch die Netzbetreiber festgelegte Bewertungsschema mit den Bewertungsschwerpunkten inkl. Wichtung.

Tabelle 9: Bewertungsschema (Überblick) mit Wichtung

Bewertungsschema (Überblick)			
Systemprüfungen	85 %	Qualitätssicherung	15 %
Hydraulische Funktionsfähigkeit - Phase I mit 25 l/s	35 %	<ul style="list-style-type: none"> • Drosselorgan-Kenndaten (10%) • Garantiebereich (10 %) • Betriebs-, Wartungs- und Einbauanleitung (10 %) • Betriebsanweisungen und Gefährdungsbeurteilungen (10 %) • Schulungsangebot des Herstellers (10 %) • Qualifikationsnachweise (10 %) • Eigenüberwachung (10 %) • Fremdüberwachung (10 %) • Nachweis des Ex-Schutzes (10 %) • Besondere Auffälligkeiten (10 %) 	
Hydraulische Funktionsfähigkeit - Phase II mit 10 l/s	35 %		
Verlegesicherheit	20 %		
Gesamtzustand nach Nutzungsende	10 %		
Zusatzinformationen (ohne Benotung)	/		

Das detaillierte Bewertungsschema mit den Benotungen der Drosselorgane hinsichtlich der „Systemprüfungen“ und der „Qualitätssicherung“ ist in den nachfolgenden Abschnitten 5.2 und 5.3 dargestellt. In Abschnitt 5.4 werden die Baustellenuntersuchungen beschrieben.

5.2 Systemprüfungen

Der Bewertungsschwerpunkt „Systemprüfungen“ geht mit 85 % in das jeweilige Prüfteil ein und wird mit Noten zwischen „sehr gut (1,0)“ und „ungenügend (6,0)“ bewertet. In den Bewertungsschwerpunkt fließen die Kriterien Hydraulische Funktionsfähigkeit - Phase I mit 25 l/s (35 %), Hydraulische Funktionsfähigkeit - Phase II mit 10 l/s (35 %), Verlegesicherheit (20 %) und Gesamtzustand nach Nutzungsende (10 %) (vgl. Tabelle 10) ein.

Tabelle 10: Bewertungsschema „Systemprüfungen“

Prüfkriterium und Gewichtung	Bewertung
Hydraulische Funktionsfähigkeit - Phase I mit 25 l/s (35 %) <ul style="list-style-type: none"> ▪ nach SÜwVO I (hydraulisch mit Klarwasser) (10 %) ▪ nach SÜwVO II (hydraulisch mit Schmutzwasser) (30 %) ▪ auf Betriebstauglichkeit I (Einstau hydraulisch mit Klarwasser) (20 %) ▪ auf Betriebstauglichkeit II (hydraulisch mit Schmutzwasser, Drosselzustand ungereinigt) (40 %) 	Von „sehr gut (1,0)“ bis „ungenügend (6,0)“
Hydraulische Funktionsfähigkeit - Phase II mit 10 l/s (35 %) <ul style="list-style-type: none"> ▪ nach SÜwVO I (hydraulisch mit Klarwasser) (10 %) ▪ nach SÜwVO II (hydraulisch mit Schmutzwasser) (30 %) ▪ auf Betriebstauglichkeit I (Einstau hydraulisch mit Klarwasser) (20 %) ▪ auf Betriebstauglichkeit II (hydraulisch mit Schmutzwasser, Drosselzustand ungereinigt) (40 %) 	
Verlegesicherheit (20 %)	
Gesamtzustand nach Nutzungsende (10 %)	

Das Kriterium „**Hydraulische Funktionsfähigkeit - Phase I mit 25 l/s**“ wird anhand von sechs hydraulischen Prüfungen an den Drosselorganen mit insgesamt 35 % bewertet.

Es werden zwei SÜwVO I-Prüfungen (hydraulisch mit Klarwasser) (10 %) nach Einbau und Betriebsbelastung sowie eine SÜwVO II-Prüfung (hydraulisch mit Schmutzwasser) (30 %) nach Einbau durchgeführt. Die SÜwVO I-Prüfungen werden jeweils mit 50 % und die SÜwVO II-Prüfung mit 100 % bewertet.

Zudem werden zwei Betriebstauglichkeit I-Prüfungen (Einstau hydraulisch mit Klarwasser) (20 %) nach Einbau und Betriebsbelastung und eine Betriebstauglichkeit II-Prüfung (hydraulisch mit Schmutzwasser, Drosselzustand ungereinigt) (40 %) nach Betriebsbelastung durchgeführt. Die Betriebstauglichkeit I-Prüfungen werden jeweils mit 50 % und die Betriebstauglichkeit II-Prüfung mit 100 % bewertet.

Die Anzahl der Prüfungen mit der jeweiligen Gewichtung für das Kriterium „Hydraulische Funktionsfähigkeit - Phase I mit 25 l/s“ ist in Tabelle 11 dargestellt.

Tabelle 11: Anzahl der Prüfungen mit Gewichtung für das Kriterium „Hydraulische Funktionsfähigkeit - Phase I mit 25 l/s“

Hydraulische Funktionsfähigkeit - Phase I mit 25 l/s (35 %) - Anzahl der Prüfungen mit Gewichtung -	Bewertung
2 x nach SÜwVO I (hydraulisch mit Klarwasser) (10 %): <ul style="list-style-type: none"> ▪ nach Einbau (50 %) ▪ nach Betriebsbelastung (50 %) 	Von „sehr gut (1,0)“ bis „ungenügend (6,0)“
1 x nach SÜwVO II (hydraulisch mit Schmutzwasser) (30 %): <ul style="list-style-type: none"> ▪ nach Einbau (100 %) 	
2 x auf Betriebstauglichkeit I (Einstau hydraulisch mit Klarwasser) (20 %): <ul style="list-style-type: none"> ▪ nach Einbau (50 %) ▪ nach Betriebsbelastung (50 %) 	
1 x auf Betriebstauglichkeit II (hydraulisch mit Schmutzwasser, Drosselzustand ungereinigt) (40 %): <ul style="list-style-type: none"> ▪ nach Betriebsbelastung (100 %) 	

Für jedes Drosselorgan wird eine Gesamtnote zwischen 1,0 (sehr gut) und 6,0 (ungenügend) vergeben, die sich aus sechs Einzelnoten für die hydraulischen Prüfungen an den Drosselorganen bei dem Kriterium „Hydraulische Funktionsfähigkeit - Phase I mit 25 l/s“ zusammensetzt (vgl. Tabelle 11). Die Einzelnoten werden auf Basis der jeweiligen Abweichung der Drosselwassermenge vom Sollwert vergeben (vgl. Tabelle 13).

Das Kriterium „**Hydraulische Funktionsfähigkeit - Phase II mit 10 l/s**“ wird anhand von sieben hydraulischen Prüfungen an den Drosselorganen mit insgesamt 35 % bewertet.

Es werden drei SÜwVO I-Prüfungen (hydraulisch mit Klarwasser) (10 %) nach Umbau, Nutzungsende und Anprallversuchen und eine SÜwVO II-Prüfung (hydraulisch mit Schmutzwasser) (30%) nach Umbau durchgeführt. Die SÜwVO I-Prüfungen werden mit 40 %, 40 % bzw. 20 % und die SÜwVO II-Prüfung mit 100 % bewertet.

Zudem werden zwei Betriebstauglichkeit I-Prüfungen (Einstau hydraulisch mit Klarwasser) (20 %) nach Umbau und Nutzungsende sowie eine Betriebstauglichkeit II-Prüfung (hydraulisch mit Schmutzwasser, Drosselzustand ungereinigt) (40 %) nach Nutzungsende durchgeführt. Die Betriebstauglichkeit I-Prüfungen werden jeweils mit 50 % und die Betriebstauglichkeit II-Prüfung mit 100 % bewertet.

Die Anzahl der Prüfungen mit der jeweiligen Gewichtung für das Kriterium „Hydraulische Funktionsfähigkeit - Phase I mit 25 l/s“ sind in Tabelle 12 dargestellt.

Tabelle 12: Anzahl der Prüfungen mit Gewichtung für das Kriterium „Hydraulische Funktionsfähigkeit - Phase II mit 10 l/s“

Hydraulische Funktionsfähigkeit - Phase II mit 10 l/s (35 %) - Anzahl der Prüfungen mit Gewichtung -	Bewertung
3 x nach SÜwVO I (hydraulisch mit Klarwasser) (10 %): <ul style="list-style-type: none"> ▪ nach Umbau (40 %) ▪ nach Nutzungsende (40 %) ▪ nach Anprallversuchen (20 %) 	Von „sehr gut (1,0)“ bis „ungenügend (6,0)“
1 x nach SÜwVO II (hydraulisch mit Schmutzwasser) (30 %): <ul style="list-style-type: none"> ▪ nach Umbau (100 %) 	
2 x auf Betriebstauglichkeit I (Einstau hydraulisch mit Klarwasser) (20 %): <ul style="list-style-type: none"> ▪ nach Umbau (50 %) ▪ nach Nutzungsende (50 %) 	
1 x auf Betriebstauglichkeit II (hydraulisch mit Schmutzwasser, Drosselzustand ungereinigt) (40 %): <ul style="list-style-type: none"> ▪ nach Nutzungsende (100 %) 	

Für jedes Drosselorgan wird eine Gesamtnote zwischen 1,0 (sehr gut) und 6,0 (ungenügend) vergeben, die sich aus sieben Einzelnoten für die hydraulischen Prüfungen an den Drosselorganen bei dem Kriterium „Hydraulische Funktionsfähigkeit - Phase II mit 10 l/s“ zusammensetzt (vgl. Tabelle 12). Die Einzelnoten werden auf Basis der jeweiligen Abweichung der Drosselwassermenge vom Sollwert vergeben (vgl. Tabelle 13).

Das Bewertungsschema für die Vergabe der Einzelnoten für die hydraulischen Prüfungen ist in Tabelle 13 dargestellt.

Tabelle 13: Bewertungsschema für die hydraulischen Prüfungen bei den Kriterien „Hydraulische Funktionsfähigkeit - Phase I mit 25 l/s“ und „Hydraulische Funktionsfähigkeit - Phase II mit 10 l/s“

Bewertung der hydraulischen Prüfungen für die Kriterien „Hydraulische Funktionsfähigkeit - Phase I mit 25 l/s“ und „Hydraulische Funktionsfähigkeit - Phase II mit 10 l/s“	Note
Mittelwertabweichung $\leq 5\%$ und Einzelwertabweichung $\leq 12\%$ vom Sollwert	1,0
Mittelwertabweichung $\leq 8\%$ und Einzelwertabweichung $\leq 20\%$ vom Sollwert	2,0
Mittelwertabweichung $\leq 12\%$ und Einzelwertabweichung $\leq 20\%$ vom Sollwert (EKVO, Hessen)	3,0
Einzelwertabweichung $\leq 20\%$ vom Sollwert (SüwVO Abw, NRW)	4,0
Einzelwertabweichung $\leq 20\%$ vom Sollwert wird nicht erfüllt, aber die Form der Kennlinie entspricht den Herstellerangaben (konstant)	5,0
Drossel nicht betriebs- und funktionsfähig	6,0

Bei dem Kriterium „**Verlegesicherheit**“ wird die Fähigkeit der Drosselorgane zur selbstständigen Beseitigung von Störkörpern bewertet.

Zur Bewertung der Verlegesicherheit werden entsprechend dem Bewertungsschema (vgl. Tabelle 14) für Drosselorgane jeweils Kritikpunkte vergeben. Ist kein Verlegerisiko zu beobachten, werden keine Kritikpunkte vergeben. Eine erfolgreiche Beseitigung einer Verlegung wird mit einem Punkt, eine bleibende Verlegung mit Betriebsrisiken mit 3 Punkten bewertet. Sofern eine bleibende Verlegung des Drosselorgans einschließlich Funktionsausfall auftritt, werden 25 Kritikpunkte vergeben.

Aus der Summe der einzelnen Kritikpunkte (vgl. Tabelle 10) wird die Gesamtnote für jedes Drosselorgan zwischen 1,0 (sehr gut) und 6,0 (ungenügend) ermittelt.

Tabelle 14: Bewertungsschema für das Kriterium „Verlegesicherheit“

Kritikpunkte Kein Verlegerisiko – 0 Verlegebeseitigung – 1 Bleibende Verlegung mit Betriebsrisiken – 3 Bleibende Verlegung mit Funktionsausfall – 25	Note
0-2	1,0
3-7	2,0
8-13	3,0
14-20	4,0
21-30	5,0
> 30	6,0

Der „**Gesamtzustand nach Nutzungsende**“ wird für jedes Drosselorgan mit Blick auf die Funktionsfähigkeit und das Korrosionsrisiko bewertet. Die Beurteilung wird von den am IKT-Warentest beteiligten Netzbetreibern anhand einer IKT-Beurteilungsempfehlung, welcher die Lenkungskreismitglieder folgen oder davon abweichen können, mit Notenvergabe vorgenommen. Zudem bestand für alle Lenkungskreismitglieder die Möglichkeit, die einzelnen Drosseln für eine Meinungsbildung zu begutachten (Inaugenscheinnahme).

Für die Bewertung werden nach Abschluss der hydraulischen Prüfungen und vor Ausbau des jeweiligen Drosselorgans aus dem Bauwerk die Gängigkeit der beweglichen Teile sowie das Erscheinungsbild des Organs hinsichtlich der Auffälligkeiten dokumentiert. Anschließend werden die einzelnen Drosselorgane ausgebaut, in kleinste Baugruppen zerlegt und einem Korrosionsangriff mit 40 %-iger FeCl₃-Lösung für die Dauer von einer Woche ausgesetzt. Diese Vorgehensweise wurde gewählt, um ggf. minderwertigere verbaute Werkstoffe zu identifizieren, als vom Hersteller angegeben.

Nachfolgend ist die Vorgehensweise chronologisch dargestellt:

1. Zustand und Funktionsfähigkeit des Drosselorgans nach letzter hydraulischer Prüfung; Beschreibung von Auffälligkeiten, Kontrolle der Gängigkeit;
2. Beschreiben der Arbeiten für den Ausbau des Drosselorgans (Zeitdauer, erforderliches Werkzeug etc.);
3. Zerlegen der einzelnen Organe in Bauteilgruppen für die Durchführung des Korrosionsangriffs;
4. Ergebnisbeurteilung bzgl. des Korrosionsangriffs;
5. Bewertung des Risikos für den Betrieb bzw. die Funktionsfähigkeit nach Nutzungsende.

Für jedes Drosselorgan werden Noten zwischen 1,0 (sehr gut) bis 6,0 (ungenügend) vergeben, wobei die Notenvergabe mittels Nachkommastelle nicht zulässig ist. Die Bewertungsergebnisse der beteiligten Netzbetreiber werden arithmetisch zu einem Gesamtergebnis gemittelt.

In der nachfolgenden Tabelle 15 ist das Bewertungsschema für das Kriterium „Gesamtzustand nach Nutzungsende“ dargestellt.

Tabelle 15: Bewertungsschema für das Kriterium „Gesamtzustand nach Nutzungsende“

Bewertung „Gesamtzustand nach Nutzungsende“	Note
Keine nennenswerten Gebrauchsspuren	1,0
Gebrauchsspuren ohne Korrosionsrisiken	2,0
Gebrauchsspuren mit Korrosionsrisiken	3,0
Risiken für die Funktionsfähigkeit	4,0
Nicht funktionsfähig, aber reparabel	5,0
Nicht funktionsfähig, nicht reparabel	6,0

Zusätzlich zu den beschriebenen Prüfungen werden als „**Zusatzinformationen**“ die nachstehend aufgelisteten Punkte in die Gesamtbewertung (ohne Benotung) einbezogen:

- Vorhandensein beweglicher Teile,
- Bedarf an Fremdenergie,
- Aufstellungsart,
- Gewicht des Drosselorgans,
- Abmessungen des Drosselorgans,
- Vorhandensein eines Spülstoßes/ Zeitdauer/ Abflussspitze,
- Vorhandensein einer Anlaufwelle/ Zeitdauer/ Abflussspitze,
- Zeitaufwand für Ein- und Ausbau des Drosselorgans und
- Kosten für das Drosselorgan/ die Umstellung der Drosselwassermenge (ohne MwSt.).

5.3 Qualitätssicherung

Im Bewertungspunkt „Qualitätssicherung“ wird untersucht, inwieweit der Anbieter die Qualität seines Produktes überwacht bzw. Maßnahmen zur Qualitätssicherung nachweist.

Zu den folgenden Kriterien, die jeweils mit 10 % gewichtet werden, wurden von den Anbietern Unterlagen angefordert und ausgewertet:

- Bereitstellung von **Drosselorgan-Kenndaten**, z.B. Abflussganglinie, Aufmaß der Drosseleinrichtungen (10%)
- Auskunft über die Abweichung der Drosselwassermenge in % vom Sollwert (**Garantiebereich**) (10 %)
- Übergabe einer **Betriebs-, Wartungs- und Einbauanleitung** sowie einer FAQ-Liste und Konformitätserklärung, z.B. in Form eines Produkthandbuchs (10 %)
- Übergabe von Vorlagen für **Betriebsanweisungen und Gefährdungsbeurteilungen** hinsichtlich Drosselorgan und Einrichtung des Bauwerkes (10 %)
- **Schulungsangebot des Herstellers** für Endkunden hinsichtlich Einbau, Wartung und Inspektion sowie Einweisung vor Ort (10 %)
- **Qualifikationsnachweise** des Hersteller-Personals für Einbau, Wartung und Inspektion (10 %)
- Nachweise der **Eigenüberwachung** (10 %)
- Nachweise der **Fremdüberwachung**, z.B. TÜV, DEKRA (10 %)
- Nachweis des **Ex-Schutzes** (10 %)

Ergänzend wurde auch das Kriterium „**Besondere Auffälligkeiten (10 %)**“ bei der Qualitätssicherung bewertet. Dies galt als bestanden (+), sofern im Zuge der üblichen Begleitung durch das IKT in Labor- und Baustellenuntersuchungen keine zu beanstandenden Besonderheiten beobachtet wurden.

Der Bewertungsschwerpunkt „Qualitätssicherung“ geht insgesamt zu 15 % in das jeweilige Prüfurteil ein. In den Bewertungsschwerpunkt fließen die zehn oben aufgeführten Prüfkriterien ein.

Die Kriterien werden mit „+/-“ (nachgewiesen/nicht nachgewiesen) bzw. „+o/-“ (nachgewiesen/teilweise nachgewiesen/nicht nachgewiesen) bewertet und fließen mit je 10 % in die Note für den Bewertungsschwerpunkt „Qualitätssicherung“ ein. Für die Kriterien „Drosselorgan-Kenndaten“, „Betriebs-, Wartungs- und Einbauanleitung, FAQ-Liste, Konformitätserklärung“ und „Vorlage von Betriebsanweisungen und Gefährdungsbeurteilungen“ werden jeweils Unterkriterien bewertet (vgl. Tabelle 16). Entsprechend werden dazwischen liegende Kritikpunkte gemäß Bewertungsschema linear interpoliert. In Tabelle 16 ist das Bewertungsschema und auf Bild 11 die lineare Funktion für das Kriterium „Qualitätssicherung“ dargestellt.

Tabelle 16: Bewertungsschema für das Kriterium „Qualitätssicherung“

Kriterien	Bewertung	Gewichtung
Bereitstellung von Drosselorgan-Kenndaten, z.B. Abflussganglinie, Aufmaß der Drosseleinrichtungen	+ / o / -	10 %
Auskunft über die Abweichung der Drosselwassermenge in % vom Sollwert (Garantiebereich)	+ / -	10 %
Übergabe einer Betriebs-, Wartungs- und Einbauanleitung sowie einer FAQ-Liste und Konformitätserklärung, z.B. in Form eines Produkthandbuches	+ / o / -	10 %
Übergabe von Vorlagen für Betriebsanweisungen und Gefährdungsbeurteilungen hinsichtlich Drosselorgan und Einrichtung des Bauwerkes	+ / o / -	10 %
Schulungsangebot des Herstellers für Endkunden hinsichtlich Einbau, Wartung und Inspektion sowie Einweisung vor Ort	+ / -	10 %
Schulungs- und Qualifikationsnachweise des Hersteller-Personals für Einbau, Wartung und Inspektion	+ / -	10 %
Nachweise der Eigenüberwachung	+ / -	10 %
Nachweise der Fremdüberwachung, z.B. TÜV, DEKRA	+ / -	10 %
Nachweis des Ex-Schutzes	+ / -	10 %
Besondere Auffälligkeiten – Labor- und Baustellenuntersuchungen	+ / -	10 %

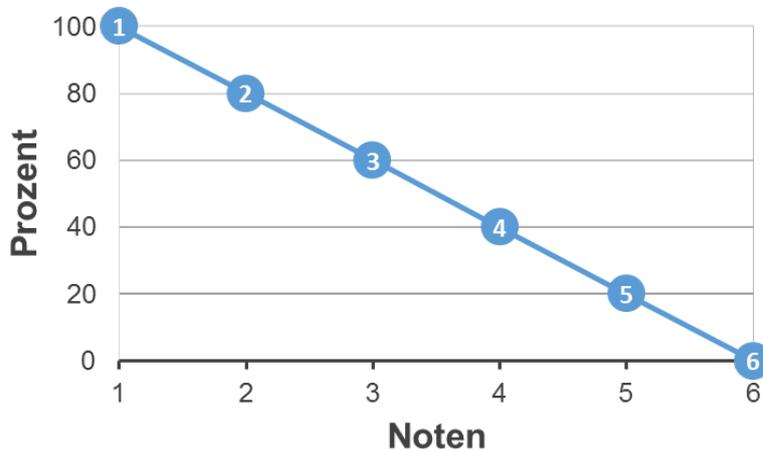


Bild 11 Lineare Funktion zur Bewertung des Kriteriums „Qualitätssicherung“

5.4 Baustellenuntersuchungen

Durch die Baustellenuntersuchungen wurde die Plausibilität der hydraulischen Funktionsweise wie Spülstöße, Anlaufwellen, etc. bei den einzelnen Drosselorganen zu den Einsätzen in dem IKT-Versuchsstand überprüft. Zudem wurden die Bauweise und -art der Drosselorgane mit denen der im Labor eingesetzten Produkte verglichen. Darüber hinaus werden die Baustellenuntersuchungen in der Bewertung der „Qualitätssicherung“ beim Kriterium „Besondere Auffälligkeiten“ herangezogen. Eine detaillierte Darstellung der Baustellenuntersuchungen findet sich in [1].

6 Testergebnisse Drosselorgane

In diesem Abschnitt wird das Ergebnis des Vergleichstests „Drosselorgane“ dargestellt. Die Prüfurteile werden aus den Bewertungsschwerpunkten „Systemprüfungen“ (85 %) und „Qualitätssicherung“ (15 %) gebildet.

6.1 Testtabelle IKT-Warentest „Drosselorgane“

Die folgende Tabelle fasst die Ergebnisse der „Systemprüfungen“ und „Qualitätssicherung“ und die gebildeten Prüfurteile zusammen. Zudem wurden als Zusatzinformationen das Vorhandensein beweglicher Teile, der Bedarf an Fremdenergie, die Aufstellungsart, das Gewicht der Drossel, die Abmessungen der Drossel, das Vorhandensein eines Spülstoßes mit Zeitdauer sowie Abflussspitze, das Vorhandensein einer Anlaufwelle mit Zeitdauer sowie Abflusshöhe, der Zeitaufwand für Ein-/ Um-/ Ausbau und die Nettokosten für Drossel/ Montage/ Umbau angegeben.

Das Gesamtergebnis des IKT-Warentests „Drosselorgane“ bestätigt, dass grundsätzlich mit hydromechanischen Drosselorganen ein gutes Ergebnis erzielt werden kann. Allerdings zeigte der Test auch, dass die Qualität zwischen den einzelnen Drosselorganen Unterschiede aufweist. Es wurden Noten von „GUT“ bis „MANGELHAFT“ vergeben. Ein Drosselorgan wurde nicht bewertet, da diese Drossel nach Aussage des Herstellers nicht auf 10 l/s umgestellt werden kann.

Das beste Ergebnis hat das Drosselorgan „HydroSlide Automatikregler Giehlmatic“ mit der Note GUT (2,1) erzielt, gefolgt von den Drosselorganen „APA-SSD 200 Typ II“ und „Waage-Drossel Typ II“ mit jeweils der Note BEFRIEDIGEND (3,3). Das Drosselorgan „Turbo-Wirbeldrossel TUR 3,3 DN 200“ erhält ebenfalls die Note BEFRIEDIGEND (3,5). Ein mangelhaftes Ergebnis (Note 5,0) erzielte das Drosselorgan „Alpheus-Abflussbegrenzer Typ Automatik“. Das Drosselorgan „Strahl-Drossel Typ I“ wurde nicht bewertet, da diese Drossel nach Aussage des Herstellers nicht auf 10 l/s umgestellt werden kann.

Das in der Tabelle dargestellte IKT-Warentest-Siegel „Drosselorgane“ kann auf Wunsch des Anbieters mit der eigenen Testnote an diesen verliehen werden.

IKT - Warentest „Drosselorgane“

Testaufgabe: Simulation eines 25-jährigen Lebenszyklus von Drosselorganen

Drosselorgane		HydroSlide Automatik-regler Giehlmatic	APA-SSD 200 Typ II	Waage-Drossel Typ II	Turbo-Wirbel-drossel TUR 3,3 DN 200	Alpheus-Abfluss-begrenzer Typ Automatik	Strahl-Drossel Typ I
Anbieter		Steinhardt GmbH Wassertechnik	APA Abwassertechnik GmbH	bgu-Umweltschutzanlagen GmbH	UFT Umwelt- u. Fluid-Technik Dr. H. Brombach GmbH	BIOGEST AG	bgu-Umweltschutzanlagen GmbH
IKT - Prüfurteil*		GUT 2,1	BEFRIEDIGEND 3,3	BEFRIEDIGEND 3,3	BEFRIEDIGEND 3,5	MANGELHAFT 5,0	NICHT BEWERTET**
Systemprüfungen	85%	gut 1,8	befriedigend 3,5	befriedigend 3,5	befriedigend 3,5	mangelhaft 5,1	nicht bewertet
Hydraulische Funktionsfähigkeit bei 25 l/s	35%	1,3	1,9	3,4	4,7	6,0	5,3
mit Schmutzwasser, Drossel ungereinigt: Fall Betriebstauglichkeit II	40%	1,0	2,0	6,0	5,0	6,0	6,0
mit Schmutzwasser, Drossel gereinigt: Fall SüwVO II	30%	1,0	2,0	2,0	5,0	6,0	6,0
mit Klarwasser, Drossel gereinigt, mit Einstau: Fall Betriebstauglichkeit I	20%	2,0	1,5	1,5	5,0	6,0	3,5
mit Klarwasser, Drossel gereinigt: Fall SüwVO I ¹	10%	1,5	1,5	1,0	1,5	6,0	3,5
Hydraulische Funktionsfähigkeit bei 10 l/s	35%	1,8	5,4	3,6	4,0	6,0	nicht bewertet
mit Schmutzwasser, Drossel ungereinigt: Fall Betriebstauglichkeit II	40%	2,0	6,0	6,0	3,0	6,0	nicht bewertet
mit Schmutzwasser, Drossel gereinigt: Fall SüwVO II	30%	1,0	6,0	1,0	5,0	6,0	nicht bewertet
mit Klarwasser, Drossel gereinigt, mit Einstau: Fall Betriebstauglichkeit I	20%	2,5	5,0	3,5	5,0	6,0	nicht bewertet
mit Klarwasser, Drossel gereinigt: Fall SüwVO I ²	10%	2,2	2,0	2,0	3,0	6,0	nicht bewertet
Verlegesicherheit³	20%	3,0	4,0	4,0	2,0	4,0	4,0
Zustand nach Nutzungsende⁴	10%	1,2	2,0	2,0	1,2	1,3	2,8
Qualitätssicherung⁵	15%	befriedigend 3,5	gut 2,0	gut 2,5	befriedigend 3,0	ausreichend 4,0	gut 2,5
Drossel-Kenndaten / Garantiebereich angegeben	je 10%	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / -	+ / +
Betriebs-, Wartungs- u. Einbauanleitung	10%	+	o	+	+	+	+
Betriebsanweisungen u. Gefährdungsbeurteilungen	10%	-	-	+	-	-	+
Schulungsangebot / Qualifikationsnachweis	je 10%	- / -	- / +	- / -	- / -	- / -	- / -
Eigenüberwachung / Fremdüberwachung	je 10%	- / +	+ / +	- / +	+ / -	- / -	- / +
Nachweis des Ex-Schutzes	10%	-	+	+	+	+	+
Besondere Auffälligkeiten	10%	keine Auffälligkeiten (+)	keine Auffälligkeiten (+)	keine Auffälligkeiten (+)	keine Auffälligkeiten (+)	keine Auffälligkeiten (+)	keine Auffälligkeiten (+)
Zusatzinformationen (nicht Teil der Benotung):							
Vorhandensein beweglicher Teile / Bedarf an Fremdenergie		ja / nein	ja / nein	ja / nein	ja / nein	ja / nein	ja / nein
Aufstellungsart		nass	halbtrocken	halbtrocken	halbtrocken	nass	halbtrocken
Gewicht [kg] / Abmessungen [m]		170 / 0,7 x 0,9 x 1,5	430 / 1,7 x 0,9 x 1,4	170 / 1,6 x 0,5 x 1,0	140 / 1,1 x 0,7 x 0,7; 0,3 x 0,3 x 1,6 ⁶	120 / 0,9 x 0,4 x 0,2	150 / 0,8 x 0,4 x 1,1
Spülstoß: vorhanden / Dauer [s] / Abflussspitze [l/s]		nein / - / -	ja / 30 / 13	nein / - / -	ja / 240 / 36	ja / 120 / 18	ja / 60 / 37
Anlaufwelle: vorhanden / Dauer [s] / Abflussspitze [l/s]		nein / - / -	ja / 90 / 13	nein / - / -	ja / 90 / 74	nein / - / -	nein / - / -
Zeitaufwand für Ein-/ Um-/ Ausbau [min]		85 / 180 / 20	95 / 240 / 20	95 / 5 / 20	100 / 60 / 20	140 / 100 / 20	165 / 10 / 20
Kosten: Anschaffung / Montage / Umbau (ohne MwSt.) [EUR]		7.490 / 1.000 / 1.450	7.550 / 1.450 / 1.450	7.460 / inklusive / k.A.	9.819 / 796 / 689	6.581 / 680 / 1.080	7.620 / inklusive / k.A.

*Notenberechnung auf Basis ungerundeter Werte **Nicht bewertet, da diese Drossel nach Aussage des Herstellers nicht auf 10 l/s umgestellt werden kann.

- Zwei Prüfdurchläufe, ohne Anprallversuch.
- Drei Prüfdurchläufe, im letzten Durchlauf mit Anprallversuch (Reinigungsdüse und Störkörper).
- Fähigkeit der Drosselorgane zur selbstständigen Beseitigung von Störkörpern.
- Bewertung von Funktionsfähigkeit und Korrosionsrisiko nach Inaugenscheinnahme durch die Lenkungskreis-Mitglieder.
- Bewertung: „+“ = nachgewiesen, „o“ = teilweise nachgewiesen, „-“ = nicht nachgewiesen.
- Drossel besteht aus zwei Einzelteilen (Wirbelkammer und Schieber).

Bewertungsschlüssel der Prüfergebnisse: Sehr Gut = 1,0 - 1,5. Gut = 1,6 - 2,5. Befriedigend = 2,6 - 3,5. Ausreichend = 3,6 - 4,5. Mangelhaft = 4,6 - 5,5. Ungenügend = 5,6 - 6,0

Belastungen und Prüfungen

- Betriebssimulation: mechanische Belastung beweglicher Teile und Durchfluss mit stark konzentriertem Schmutzwasser
- Betriebsbeanspruchung: Reinigung des Drosselorgans mit Wasserhochdruck, Anprall von Störkörpern und Korrosionsangriff mit FeCl₃-Lösung
- Prüfung der hydraulischen Funktionsfähigkeit: mit Schmutzwasser, mit Klarwasser im Drosselzustand gereinigt und ungereinigt

6.2 Systemprüfungen

Die Ergebnisse aus den Systemprüfungen gehen mit 85 % in das jeweilige Prüfurteil ein und wurden mit Noten zwischen „sehr gut (1,0)“ und „ungenügend (6,0)“ bewertet. In diesen Bewertungsschwerpunkt flossen die vier Kriterien „Hydraulische Funktionsfähigkeit – Phase I mit 25 l/s“ (35 %), „Hydraulische Funktionsfähigkeit – Phase II mit 10 l/s“ (35 %), „Verlegesicherheit“ (20 %) und „Gesamtzustand nach Nutzungsende“ (10 %) ein (vgl. Abschnitt 5.2).

Die Bewertungen der sechs getesteten Drosselorgane hinsichtlich der o.g. Kriterien sowie die daraus hervorgehenden Gesamtnoten für die Systemprüfungen sind in der nachfolgenden Tabelle 17 dargestellt.

Tabelle 17: Benotung der Systemprüfungen „Hydraulische Funktionsfähigkeit – Phase I mit 25 l/s“, „Hydraulische Funktionsfähigkeit – Phase II mit 10 l/s“, „Verlegesicherheit“ und „Gesamtzustand nach Nutzungsende“

Prüfkriterien/ Drosselorgane	Alpheus Typ AA	APA-SSD	HydroSlide Giehlmatic	Strahl- Drossel	Waage- Drossel	T-Wirbel- drossel
Hydraulische Funktionsfähigkeit – Phase I mit 25 l/s (35%) ¹	6,0	1,9	1,3	5,3	3,4	4,7
Hydraulische Funktionsfähigkeit – Phase II mit 10 l/s (35%) ²	6,0	5,4	1,8	Nicht bewertet	3,6	4,0
Verlegesicherheit (20%) ³	4,0	4,0	3,0	4,0	4,0	2,0
Gesamtzustand nach Nutzungsende (10%) ⁴	1,3	2,0	1,2	2,8	2,0	1,2
Note (100%)⁵	5,1	3,5	1,8	Nicht bewertet	3,5	3,5

* Nicht bewertet, da diese Drossel nach Aussage des Herstellers nicht auf 10 l/s umgestellt werden kann.

¹ Die Bewertung basiert auf den detailliert in Tabelle 18 dargestellten Ergebnissen
² Die Bewertung basiert auf den detailliert in Tabelle 19 dargestellten Ergebnissen
³ Die Bewertung basiert auf den detailliert in Tabelle 20 dargestellten Ergebnissen
⁴ Die Bewertung basiert auf den detailliert in Tabelle 21 dargestellten Ergebnissen
⁵ Mittelwertberechnung mit ungerundeten Werten

Notenschlüssel: sehr gut = 1,0-1,5 / gut = 1,6-2,5 / befriedigend = 2,6-3,5 / ausreichend = 3,6-4,5 / mangelhaft = 4,6-5,5 und ungenügend = 5,6-6,0

6.2.1 Hydraulische Funktionsfähigkeit – Phase I mit 25 l/s

Das Kriterium „Hydraulische Funktionsfähigkeit - Phase I mit 25 l/s“ wird anhand von sechs hydraulischen Prüfungen an den Drosselorganen mit insgesamt 35 % (vgl. Abschnitt 5.2) bewertet.

Für das Ergebnis der sechs hydraulischen Prüfungen wurde entsprechend dem Bewertungsschema in Tabelle 13 jeweils eine Einzelnote vergeben, diese gemäß der Tabelle 11 gewichtet und zu einer Endnote zusammengeführt.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Bewertung für das Kriterium „Hydraulische Funktionsfähigkeit – Phase I mit 25 l/s“.

Tabelle 18: Bewertung der Systemprüfung „Hydraulische Funktionsfähigkeit – Phase I mit 25 l/s“

Prüfkriterien/ Drosselorgane	Alpheus Typ AA	APA-SSD	HydroSlide Giehlmatic	Strahl- Drossel	Waage- Drossel	T-Wirbel- drossel
SüwVO I (10%)	6,0	1,5	1,5	3,5	1,0	1,5
SüwVO I (E) (50%)	6,0	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0
SüwVO I (B) (50%)	6,0	2,0	1,0	6,0	1,0	2,0
SüwVO II (30%)	6,0	2,0	1,0	6,0	2,0	5,0
SüwVO II (E) (100%)	6,0	2,0	1,0	6,0	2,0	5,0
Betriebstaug. I (20%)	6,0	1,5	2,0	3,5	1,5	5,0
Betriebstaug. I (E) (50%)	6,0	2,0	2,0	1,0	2,0	5,0
Betriebstaug. I (B) (50%)	6,0	1,0	2,0	6,0	1,0	5,0
Betriebstaug. II (40%)	6,0	2,0	1,0	6,0	6,0	5,0
Betriebstaug. II (B) (100%)	6,0	2,0	1,0	6,0	6,0	5,0
Note (100%)	6,0	1,9	1,3	5,3	3,4	4,7
SüwVO I (E) – hydraulisch mit Klarwasser nach Einbau SüwVO I (B) – hydraulisch mit Klarwasser nach Betriebsbelastung SüwVO II (E) – hydraulisch mit Schmutzwasser nach Einbau Betriebstauglichkeit I (E) – Einstau hydraulisch mit Klarwasser nach Einbau Betriebstauglichkeit I (B) – Einstau hydraulisch mit Klarwasser nach Betriebsbelastung Betriebstauglichkeit II (B) – Einstau hydraulisch mit Schmutzwasser, Drosselzustand ungereinigt nach Betriebsbelastung Notenschlüssel: sehr gut = 1,0-1,5 / gut = 1,6-2,5 / befriedigend = 2,6-3,5 / ausreichend = 3,6-4,5 / mangelhaft = 4,6-5,5 und ungenügend = 5,6-6,0						

Im Folgenden werden die maßgeblichen Ergebnisse im Kriterium „Hydraulische Funktionsfähigkeit – Phase I mit 25 l/s“ zusammenfassend dargestellt:

- Die Spanne der Gesamtnoten reicht von „sehr gut (1,3)“ bis „ungenügend (6,0)“. Dabei werden die Noten 1 x „sehr gut“, 1 x „gut“, 1 x „befriedigend“, 2 x „mangelhaft“ und 1 x „ungenügend“ an die Drosselorgane vergeben (Durchschnitt Gesamtnote 3,8). Demzufolge sind signifikante Notenunterschiede zwischen den einzelnen Drosselorganen vorhanden.
- Das Drosselorgan „Alpheus Typ AA“ konnte bei keiner der Prüfungen die Einzelwertabweichung $\leq 20\%$ vom Sollwert erfüllen. Zudem entsprach die Form der Kennlinie nicht den Herstellerangaben. Somit erhält das Drosselorgan in diesem Kriterium die Note 6,0.

- Bei Betrachtung der Durchschnittsnoten für die einzelnen Prüfkriterien ist erkennbar, dass die Drosselorgane bei den beiden Klarwasserprüfungen (SüwVO I: 2,5; Betriebstauglichkeit I: 3,3) eine bessere Note als bei den beiden Schmutzwasserprüfungen (SüwVO II: 3,7; Betriebstauglichkeit II: 4,3) erzielen.
- Im Vergleich der unterschiedlichen Zeitpunkte „Einbau“ und „Betriebsbelastung“ mit Blick auf die hydraulischen Prüfungen mit Klarwasser (SüwVO I-Prüfung und Betriebstauglichkeit I-Prüfung) waren bei der Strahl-Drossel gravierende Notenunterschiede erkennbar. Die Prüfungen nach „Einbau“ wurden jeweils mit 1,0 und die nach „Betriebsbelastung“ jeweils mit 6,0 abgeschlossen. Bei den anderen fünf Drosselorganen traten maximal Abweichungen von einer Notenstufe auf.
- Im Vergleich der unterschiedlichen Zeitpunkte „Einbau“ und „Betriebsbelastung“ mit Blick auf die hydraulischen Prüfungen mit Schmutzwasser (SüwVO II-Prüfung und Betriebstauglichkeit II-Prüfung) waren bei der Waage-Drossel gravierende Notenunterschiede erkennbar. Die Prüfung nach „Einbau (SüwVO II)“ wurde mit 2,0 und nach „Betriebsbelastung (Betriebstauglichkeit II)“ mit 6,0 abgeschlossen. Bei den anderen fünf Drosselorganen traten keine Notenabweichungen auf.

6.2.2 Hydraulische Funktionsfähigkeit – Phase II mit 10 l/s

Das Kriterium „Hydraulische Funktionsfähigkeit – Phase II mit 10 l/s“ wird anhand von sieben hydraulischen Prüfungen an den Drosselorganen mit insgesamt 35 % (vgl. Abschnitt 5.2) bewertet.

Für das Ergebnis der sieben hydraulischen Prüfungen wurde entsprechend dem Bewertungsschema in Tabelle 13 jeweils eine Einzelnote vergeben, diese gemäß der Tabelle 12 gewichtet und zu einer Endnote zusammengeführt.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Bewertung für das Kriterium „Hydraulische Funktionsfähigkeit – Phase II mit 10 l/s“.

Tabelle 19: Bewertung der Systemprüfung „Hydraulische Funktionsfähigkeit – Phase II mit 10 l/s“

Prüfkriterien/ Drosselorgane	Alpheus Typ AA	APA-SSD	HydroSlide Giehlmatic	Strahl-Drossel	Waage-Drossel	T-Wirbel-drossel
SüwVO I (10%)	6,0	2,0	2,2	Nicht bewertet	2,0	3,0
SüwVO I (U) (40%)	6,0	2,0	2,0	Nicht bewertet	2,0	3,0
SüwVO I (N) (40%)	6,0	2,0	3,0	Nicht bewertet	2,0	3,0
SüwVO I (A) (20%)	6,0	2,0	1,0	Nicht bewertet	2,0	3,0
SüwVO II (30%)	6,0	6,0	1,0	Nicht bewertet	1,0	5,0
SüwVO II (U) (100%)	6,0	6,0	1,0	Nicht bewertet	1,0	5,0
Betriebstaug. I (20%)	6,0	5,0	2,5	Nicht bewertet	3,5	5,0
Betriebstaug. I (U) (50%)	6,0	5,0	2,0	Nicht bewertet	5,0	5,0
Betriebstaug. I (N) (50%)	6,0	5,0	3,0	Nicht bewertet	2,0	5,0
Betriebstaug. II (40%)	6,0	6,0	2,0	Nicht bewertet	6,0	3,0
Betriebstaug. II (N) (100%)	6,0	6,0	2,0	Nicht bewertet	6,0	3,0
Note (100%)	6,0	5,4	1,8	Nicht bewertet*	3,6	4,0

* Nicht bewertet, da diese Drossel nach Aussage des Herstellers nicht auf 10 l/s umgestellt werden kann.

SüwVO I (U) – hydraulisch mit Klarwasser nach Umbau
 SüwVO I (N) – hydraulisch mit Klarwasser nach Nutzungsdauer
 SüwVO I (A) – hydraulisch mit Klarwasser nach Anprallversuch
 SüwVO II (U) – hydraulisch mit Schmutzwasser nach Umbau
 Betriebstauglichkeit I (U) – Einstau hydraulisch mit Klarwasser nach Umbau
 Betriebstauglichkeit I (N) – Einstau hydraulisch mit Klarwasser nach Nutzungsende
 Betriebstauglichkeit II (N) – Einstau hydraulisch mit Schmutzwasser, Drosselzustand ungereinigt nach Nutzungsende

Notenschlüssel: sehr gut = 1,0-1,5 / gut = 1,6-2,5 / befriedigend = 2,6-3,5 / ausreichend = 3,6-4,5 / mangelhaft = 4,6-5,5 und ungenügend = 5,6-6,0

Im Folgenden werden die maßgeblichen Ergebnisse im Kriterium „Hydraulische Funktionsfähigkeit – Phase II mit 10 l/s“ zusammenfassend dargestellt:

- Die Spanne der Gesamtnoten reicht von „gut (1,8)“ bis „ungenügend (6,0)“. Dabei werden die Noten 1 x „gut“, 2 x „ausreichend“, 1 x „mangelhaft“ und 1 x „ungenügend“ an die Drosselorgane vergeben (Durchschnitt Gesamtnote 4,2). Demzufolge sind signifikante Notenunterschiede zwischen den einzelnen Drosselorganen vorhanden. Die Strahl-Drossel kann nach Aussage des Herstellers nicht auf 10 l/s umgestellt werden, daher war die Drossel nicht bewertbar.
- Das Drosselorgan „Alpheus Typ AA“ konnte bei keiner der Prüfungen die Einzelwertabweichung $\leq 20\%$ vom Sollwert erfüllen. Zudem entsprach die Form der Kennlinie nicht den Herstellerangaben. Somit erhält das Drosselorgan in diesem Kriterium die Note 6,0.
- Bei Betrachtung der Durchschnittsnote für die einzelnen Prüfkriterien ist erkennbar, dass die Drosselorgane bei der Klarwasserprüfung SüwVO I (3,0) die beste und bei der Schmutzwasserprüfung II (4,6) die schlechteste Note erzielen.
- Im Vergleich der unterschiedlichen hydraulischen Prüfungen mit Klarwasser (SüwVO I -und Betriebstauglichkeit I-Prüfung) waren bei 4 von 5 Drosselorganen

Notenunterschiede erkennbar. Der gravierendste Notenunterschied lag mit drei Notenstufen bei der „APA-SSD“ vor.

- Im Vergleich der unterschiedlichen Zeitpunkte „Umbau“ und „Nutzungsdauer“ mit Blick auf die hydraulischen Prüfungen mit Schmutzwasser (SüwVO II -und Betriebstauglichkeit II-Prüfung) waren bei der Waage-Drossel gravierende Notenunterschiede erkennbar. Die Prüfung nach „Umbau (SüwVO II)“ wurde mit 1,0 und nach „Nutzungsdauer (Betriebstauglichkeit II)“ mit 6,0 abgeschlossen. Bei der „HydroSlide Giehlmatic“ und „T-Wirbeldrossel“ traten maximal Abweichungen von einer bzw. zwei Notenstufen auf. Bei den weiteren zwei Drosselorganen waren keine Notenabweichungen vorhanden.

6.2.3 Verlegesicherheit

Bei dem Kriterium „Verlegesicherheit“ wird die Fähigkeit der Drosselorgane zur selbstständigen Beseitigung von Störkörpern bewertet.

Zur Bewertung der Verlegesicherheit werden entsprechend dem Bewertungsschema (vgl. Tabelle 6) für Drosselorgane jeweils Kritikpunkte vergeben. Ist kein Verlegerisiko zu beobachten, werden keine Kritikpunkte vergeben. Eine erfolgreiche Beseitigung einer Verlegung wird mit einem Punkt, eine bleibende Verlegung mit Betriebsrisiken mit 3 Punkten bewertet. Sofern eine bleibende Verlegung des Drosselorgans einschließlich Funktionsausfall auftritt, werden 25 Kritikpunkte vergeben. Aus der Summe der einzelnen Kritikpunkte (vgl. Tabelle 2) wird die Gesamtnote für jedes Drosselorgan zwischen 1,0 (sehr gut) und 6,0 (ungenügend) ermittelt.

Die nachfolgende Tabelle 20 zeigt die Bewertung für das Kriterium „Verlegesicherheit“.

Tabelle 20: Bewertung der Systemprüfung „Verlegesicherheit“

Kritikpunkte ¹ / Drosselorgane	Alpheus Typ AA	APA-SSD	HydroSlide Giehlmatic	Strahl- Drossel	Waage- Drossel	T-Wirbel- drossel
1xBohrkern (L=10cm, D=10cm)	0	1	0	3	3	3
1xMW-Halbklinker (LxBxH: 12x11,5x7cm)	0	1	0	3	3	3
1xHolzstab mit (L=20cm, D=5mm)	0	3	0	0	0	0
1xHolzstab mit (L=20cm, D=10mm)	0	3	0	0	0	0
1xHolzstab mit (L=20cm, D=20mm)	0	3	0	0	0	0
1xSteinzeugscherben (LxB: 5x5cm, D=3cm)	0	0	0	0	0	0
1xSteinzeugscherben (LxB: 7,5x7,5cm, D=3cm)	0	0	0	3	3	0
1xSteinzeugscherben (LxB: 10x10cm, D=3cm)	0	0	0	3	3	0
Nacheinander 1xKondom/ 1xTampon/ 1xBinde/ 1xWindel	0	0	1	0	0	0
Nacheinander 2xKondom/ 2xTampon/ 2xBinde/ 2xWindel	1	0	1	0	0	0
Nacheinander 3xKondom/ 3xTampon/ 3xBinde/ 3xWindel	1	1	1	1	1	0
Nacheinander 4xKondom/ 4xTampon/ 4xBinde/ 4xWindel	3	1	1	1	1	0
Nacheinander 5xKondom/ 5xTampon/ 5xBinde/ 5xWindel	3	1	1	1	1	0
Zusammen 1xKondom/ 1xTampon/ 1xBinde/ 1xWindel	0	0	1	0	0	0
Zusammen 2xKondom/ 2xTampon/ 2xBinde/ 2xWindel	1	0	1	0	0	0
Zusammen 3xKondom/ 3xTampon/ 3xBinde/ 3xWindel	1	1	1	1	1	0
Zusammen 4xKondom/ 4xTampon/ 4xBinde/ 4xWindel	3	1	1	1	1	0
Zusammen 5xKondom/ 5xTampon/ 5xBinde/ 5xWindel	3	1	1	1	1	0
Summe Kritikpunkte	16	17	10	18	18	6
Note (100%)²	4,0	4,0	3,0	4,0	4,0	2,0

¹ Kritikpunkte:

Kein Verlegerisiko – 0 / Verlegebeseitigung – 1 / Bleibende Verlegung mit Betriebsrisiken – 3 / Bleibende Verlegung mit Funktionsausfall – 25

² Die Bewertung basiert auf den detailliert in Tabelle 14 dargestellten Bewertungsschema

Notenschlüssel: sehr gut = 1,0 / gut = 2 / befriedigend = 3 / ausreichend = 4 / mangelhaft = 5 und ungenügend = 6

Im Folgenden werden die maßgeblichen Ergebnisse im Kriterium „Verlegesicherheit“ zusammenfassend dargestellt:

- Die Spanne der Gesamtnoten reicht von „gut (2,0)“ bis „ausreichend (4,0)“. Dabei werden die Noten 1 x „gut“, 1 x „befriedigend“ und 4 x „ausreichend“ an die Drosselorgane vergeben (Durchschnitt Gesamtnote 3,5).
- Jeder Störfall konnte mindestens von einem Drosselorgan ohne Verlegerisiko beseitigt werden. Bei 57 von 108 (ca. 53 %, 0 Kritikpunkte) einzelnen Störfall-Simulationen war insgesamt kein Verlegerisiko erkennbar. In 32 % (34x, 1 Kritikpunkt) konnte ein Störfallkörper identifiziert und anschließend beseitigt werden. Eine bleibende Verlegung mit Betriebsrisiken kam in 15 % (17x, 3 Kritikpunkte) vor. Bei allen sechs getesteten Drosselorganen konnte keine bleibende Verlegung mit Funktionsausfall festgestellt werden (25 Kritikpunkte).
- Bei den Störkörpern Bohrkern und Mauerwerkshalbklinker erhielten die Drosselorgane in der Summe die meisten Kritikpunkte. Die Drosselorgane „Alpheus Typ AA“ und „HydroSlide Giehlmatic“ zeigten dabei keine Auffälligkeiten. Die weiteren vier Drosselorgane erhielten jeweils Kritikpunkte für die beiden Störkörper.
- Das Drosselorgan „APA-SSD“ zeigte bei den drei Holzstäben jeweils eine bleibende Verlegung mit Betriebsrisiken. Alle anderen Drosseln blieben ohne Auffälligkeiten.
- Die Steinzeugscherben führten ab einer Größe von 7,5 x 7,5 x 3 cm lediglich bei der Strahl-Drossel und Waagedrossel zu Kritikpunkten. Bei den weiteren Drosselorganen konnte allesamt kein Verlegerisiko festgestellt werden.
- Bei den Störfall-Simulationen mit den Hygieneartikeln war erkennbar, dass mit der steigenden Anzahl der Hygieneartikel sich ebenfalls die Summe der Kritikpunkte erhöht. Hierbei hat das nacheinander oder zusammen Einwerfen der Störkörper keinen relevanten Einfluss.

6.2.4 Gesamtzustand nach Nutzungsende

Bei diesem Kriterium wird der „**Gesamtzustand nach Nutzungsende**“ für jedes Drosselorgan mit Blick auf die Funktionsfähigkeit und das Korrosionsrisiko bewertet. Die Beurteilung wird von den am IKT-Warentest beteiligten Netzbetreibern anhand einer IKT-Beurteilungsempfehlung, welcher die Lenkungskreismitglieder folgen oder davon abweichen können, mit Notenvergabe vorgenommen. Zudem bestand für alle Lenkungskreismitglieder die Möglichkeit, die einzelnen Drosseln für eine Meinungsbildung zu begutachten (Inaugenscheinnahme).

Für jedes Drosselorgan werden Noten zwischen 1,0 (sehr gut) bis 6,0 (ungenügend) vergeben, wobei die Notenvergabe mittels Nachkommastelle nicht zulässig ist. Die Bewertungsergebnisse der beteiligten Netzbetreiber werden arithmetisch zu einem Gesamtergebnis gemittelt.

Die nachfolgende Tabelle 21 zeigt die Bewertung für das Kriterium „Gesamtzustand nach Nutzungsende“.

Tabelle 21: Bewertung der Systemprüfung „Gesamtzustand nach Nutzungsende“

Prüfkriterium/ Drosselorgane	Alpheus Typ AA	APA-SSD	HydroSlide Giehlmatic	Strahl- Drossel	Waage- Drossel	T-Wirbel- drossel
Note Gesamtzustand nach Nutzungsende	1,3	2,0	1,2	2,8	2,0	1,2

Im Folgenden werden die maßgeblichen Ergebnisse im Kriterium „Gesamtzustand nach Nutzungsende“ zusammenfassend dargestellt:

- Die Spanne der Gesamtnoten reicht von „sehr gut (1,0)“ bis „befriedigend (3,0)“. Dabei werden die Noten 3 x „sehr gut“, 2 x „gut“ und 1 x „befriedigend“ an die Drosselorgane vergeben (Durchschnitt Gesamtnote 1,8).
- Bei den Drosselorganen, „HydroSlide Giehlmatic“, „T-Wirbeldrossel“ und „Alpheus Typ AA“ waren im Wesentlichen nach Ablauf des Programms keine nennenswerten Gebrauchsspuren erkennbar, daher werden diese mit der Note 1,2, 1,2 und 1,3 bewertet. Die Drosselorgane „APA-SSD“ und „Waagedrossel“ zeigten Gebrauchsspuren ohne Korrosionsrisiko (Note 2,0). Es wird die Note 2,8 für die Strahldrossel vergeben, da im Wesentlichen Gebrauchsspuren mit Korrosionsrisiken vorhanden waren.

Zusatzinformationen

Mit Blick auf die Zusatzinformationen wurden folgende Kriterien bewertet:

- Vorhandensein beweglicher Teile,
- Bedarf an Fremdenergie,
- Aufstellungsart,
- Gewicht des Drosselorgans,
- Abmessungen des Drosselorgans,
- Vorhandensein eines Spülstoßes/ Zeitdauer/ Abflussspitze,
- Vorhandensein einer Anlaufwelle/ Zeitdauer/ Abflussspitze,
- Zeitaufwand für Ein- und Ausbau des Drosselorgans und
- Kosten für das Drosselorgan/ die Umstellung der Drosselwassermenge (ohne MwSt.).

Die Tabelle 22 zeigt die Ergebnisse der Zusatzinformationen.

Tabelle 22: Ergebnisse der Zusatzinformationen

Zusatzinformationen/ Drosselorgane	Alpheus Typ AA	APA-SSD	HydroSlide Giehlmatic	Strahl- Drossel	Waage- Drossel	T-Wirbel- drossel
Vorhandensein beweglicher Teile	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Bedarf an Fremdenergie	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Aufstellungsart	nass	halbtrocken	nass	halbtrocken	halbtrocken	halbtrocken
Gewicht der Drossel [kg] (ca.)	120	430	170	150	170	140
Abmessungen der Drossel L x B x H [m]	0,9x0,4x2,0	1,7x0,9x1,4	0,7x0,9x1,5	0,8x0,4x1,1	1,6x0,5x1,0	1,1x0,7x 0,7 ¹ 0,3x0,3x1,6 ²
Vorhandensein eines Spülstoßes/ Zeitdauer [s]/ Abflussspitze [l/s]	ja / 120 / 18	ja / 30 / 13	nein / - / -	ja / 60 / 37	nein / - / -	ja / 240 / 36
Vorhandensein einer Anlaufwelle/ Zeitdauer [s]/ Abflusshöhe [l/s]	nein / - / -	ja / 90 / 13	nein / - / -	nein / - / -	nein / - / -	ja / 90 / 74
Zeitaufwand für Ein- / Um- und Ausbau [min]	140/100/20	95/240/20	85/180/20	165/10/20	95/5/20	100/60/20
Kosten (netto) [EUR]: Drossel Montage Umbau	6581,00 680,00 1080,00	7550,00 1450,00 1450,00	7490,00 1000,00 1450,00	7620,00 inklusive nicht berechnet	7460,00 inklusive nicht berechnet	9819,00 796,00 689,00
¹ Wirbelkammer und ² Schieber: Die Drossel besteht aus zwei Einzelteilen.						

6.3 Qualitätssicherung

Im Bewertungsschwerpunkt „Qualitätssicherung“ wurde untersucht, inwieweit jeder einzelne Anbieter die Qualität seiner Produkte überwacht bzw. Maßnahmen zur Qualitätssicherung einleitet. Dieses Kriterium ging insgesamt zu 15 % in das jeweilige Prüfurteil ein. In den Bewertungsschwerpunkt flossen die zehn Kriterien „Drosselorgan-Kenndaten“, „Garantiebereich der Drosselwassermengen in %“, „Betriebs-, Wartungs- und Einbauanleitung, FAQ-Liste, Konformitätserklärung“, „Nachweis des Ex-Schutzes“, „Vorlage von Betriebsanweisungen und Gefährdungsbeurteilungen“, „Schulungsangebot des Herstellers“, „Qualifikationsnachweise des Hersteller-Personals“, „Nachweise der Fremdüberwachung“, „Nachweise der Eigenüberwachung“ und „Besondere Auffälligkeiten“ ein. Die Kriterien werden mit „+/-“ (nachgewiesen/nicht nachgewiesen) bzw. „+/-/“ (nachgewiesen/teilweise nachgewiesen/nicht nachgewiesen) bewertet und fließen mit je 10 % in die Note für den Bewertungsschwerpunkt „Qualitätssicherung“ ein. Für die Kriterien „Drosselorgan-Kenndaten“, „Betriebs-, Wartungs- und Einbauanleitung, FAQ-Liste, Konformitätserklärung“ und „Vorlage von Betriebsanweisungen und Gefährdungsbeurteilungen“ werden jeweils Unterkriterien bewertet (vgl. Kapitel 5.3).

Alle Anbieter reagierten auf die Anfrage des IKT, Unterlagen zu den Punkten der Qualitätssicherung einzureichen bzw. vorzulegen. Die eingereichten Unterlagen wurden gesichtet und hinsichtlich ihrer Vollständigkeit sowie ihres Bezugs zum geprüften Verfahren überprüft. Abschließend wurde eine Bewertung bzw. Benotung vorgenommen.

Die nachfolgende Tabelle 23 zeigt die Bewertung der einzelnen Prüfkriterien und die sich daraus ergebenden Noten.

Tabelle 23 Benotung des Bewertungsschwerpunktes „Qualitätssicherung“

Kriterien/ Drosselorgane	Alpheus Typ AA	APA-SSD	HydroSlide Giehlmatic	Strahl- Drossel	Waage- Drossel	T-Wirbel- drossel
Drosselorgan-Kenndaten (10%)	+	+	+	+	+	+
Garantiebereich der Drosselwassermengen in % (10%)	-	+	+	+	+	+
Betriebs-, Wartungs- und Einbauanleitung, FAQ-Liste, Konformitätserklärung (10%)	+	0	+	+	+	+
Vorlage von Betriebsanweisungen und Gefährdungsbeurteilungen (10%)	-	-	-	+	+	-
Schulungsangebot des Herstellers (10%)	-	-	-	-	-	-
Qualifikationsnachweise des Hersteller-Personals (10%)	-	+	-	-	-	-
Nachweise der Eigenüberwachung (10%)	-	+	-	-	-	+
Nachweise der Fremdüberwachung (10%)	-	+	+	+	+	-
Nachweis des Ex-Schutzes (10%)	+	+	-	+	+	+
Besondere Auffälligkeiten (10%) ¹	+	+	+	+	+	+
Note (100%)	4,0	2,0	3,5	2,5	2,5	3,0
Bewertung: „+“ nachgewiesen „0“ teilweise nachgewiesen „-“ nicht nachgewiesen ¹ Kriterium galt als bestanden (+), sofern im Zuge der Labor- und Baustellenuntersuchungen keine zu beanstandenden Besonderheiten beobachtet wurden. Notenschlüssel: sehr gut = 1,0-1,5 / gut = 1,6-2,5 / befriedigend = 2,6-3,5 / ausreichend = 3,6-4,5 / mangelhaft = 4,6-5,5 und ungenügend = 5,6-6,0						

Im Ergebnis des Bewertungsschwerpunktes „Qualitätssicherung“ zeigte sich, dass kein Anbieter der getesteten Drosselorgane sämtliche Prüfkriterien nachweisen konnte. Einzelne Anbieter wiesen dabei zum Teil deutliche Defizite bei den verschiedenen Kriterien auf. Besonders auffallend war, dass das Kriterium „Schulungsangebot des Herstellers“ von keinem Anbieter nachgewiesen wurde.

Im Gesamtblick der Ergebnisse lassen sich folgende Erkenntnisse zusammenfassen:

- Die Spanne der Gesamtnoten reicht von „gut (2,0)“ bis „ausreichend (4,0)“. Dabei werden die Noten 3 x „gut“, 2 x „befriedigend“ und 1 x „ausreichend“ an die Anbieter vergeben (Durchschnitt Gesamtnote 2,9).
- Das Kriterium „Drosselorgan-Kenndaten“ mit den Unterkriterien „Abflussganglinie“ und „Aufmaß der Drosseleinrichtung“ konnte von allen Anbietern nachgewiesen werden.
- Fünf von sechs Anbietern tätigten eine Angabe zum Kriterium „Garantiebereich der Drosselwassermengen in %“. Lediglich der Drosselorgan-Anbieter für „Alpheus Typ AA“ lieferte keine Informationen zu diesem Kriterium.
- Bei dem Kriterium „Betriebs-, Wartungs- und Einbauanleitung, FAQ-Liste, Konformitätserklärung“ konnte alle Anbieter den Nachweis für die „Betriebs- und Wartungsanleitung“ und „Konformitätserklärung“ erbringen. Bei „Einbauanleitung“ wiesen fünf von sechs Anbietern das Kriterium nach. Lediglich der Anbieter mit dem Drosselorgan „APA-SSD“ konnte dieses Kriterium nicht nachweisen. Den Nachweis für die „FAQ-Liste“ konnte lediglich der Anbieter für das Drosselorgan „Alpheus Typ AA“ erbringen.
- Fünf von sechs Anbietern konnten den Nachweis für das Kriterium „Nachweis des Ex-Schutzes“ erbringen. Lediglich der Anbieter für das Drosselorgan „HydroSlide Giehlmatic“ konnte das Kriterium nicht nachweisen.
- Das Kriterium „Vorlage von Betriebsanweisungen und Gefährdungsbeurteilungen“ wurde lediglich von einem Anbieter für die Drosselorgane „Strahl-Drossel“ und „Waage-Drossel“ erfüllt.
- Keiner der Anbieter konnte den Nachweis für das Kriterium „Schulungsangebot des Herstellers“ erbringen.
- Das Kriterium „Qualifikationsnachweise des Hersteller-Personals“ konnte lediglich von einem Anbieter für das Drosselorgan „APA-SSD“ nachgewiesen werden.
- Vier von sechs Anbietern konnten „Nachweise zur Fremdüberwachung“ vorlegen.
- Den Nachweis für das Kriterium „Eigenüberwachung“ konnten die Anbieter für die Drosselorgane „APA-SSD“ und „Turbo-Wirbeldrossel“ erbringen.
- Alle Anbieter zeigten im Zuge der Labor- und In-situ-Untersuchungen keine besonderen Auffälligkeiten.

7 Warentest-Prüfzeugnisse

In den nachfolgenden Abschnitten werden für die einzelnen Drosselorgane deren Warentest-Prüfzeugnisse detailliert dargestellt.

Das Warentest-Prüfzeugnis enthält für jedes System folgende Informationen:

- Testergebnis (IKT – Gesamturteil mit den Noten für die Bewertungsschwerpunkte „Systemprüfungen“ und „Qualitätssicherung“)
- Gesamteindruck
- Zusatzinformationen, z. B. aus Baustellenbeobachtungen

7.1 HydroSlide Automatikregler Giehlmatic

Warentest – Prüfzeugnis „Drosselorgane“
HydroSlide Automatikregler Giehlmatic
 Steinhardt GmbH Wassertechnik

TESTERGEBNIS	
IKT - Gesamturteil:	Gut (2,1)
Systemprüfungen (85 %):	1,8
Hydraulische Funktionsfähigkeit – Phase I mit 25 l/s (35 %):	1,3
Nach StwVO I (10 %):	1,5
Nach StwVO II (30 %):	1,0
Auf Betriebstauglichkeit I (20 %):	2,0
Auf Betriebstauglichkeit II (40 %):	1,0
Hydraulische Funktionsfähigkeit – Phase II mit 10 l/s (35 %):	1,8
Nach StwVO I (10 %):	2,2
Nach StwVO II (30 %):	1,0
Auf Betriebstauglichkeit I (20 %):	2,5
Auf Betriebstauglichkeit II (40 %):	2,0
Verlegesicherheit (20 %):	3,0
Gesamtzustand nach Nutzungsdauer (10%)	1,2
Qualitätssicherung (15%)	3,5



Gesamteindruck

Bei der **hydraulischen Funktionsfähigkeit Phase I mit 25 l/s** erzielt die Drossel ein sehr gutes Ergebnis (Note 1,3). Die einzelnen Prüfkriterien wurden mit Noten zwischen 1,0 und 2,0 bewertet.

Bei der **hydraulischen Funktionsfähigkeit Phase II mit 10 l/s** erzielt die Drossel ein gutes Ergebnis (Note 1,8). Die einzelnen Prüfkriterien wurden mit Noten zwischen 1,0 und 2,5 bewertet.

Die **Verlegesicherheit** der Drossel wurde mit der Note 3,0 bewertet. Bei den Holzstäben, Steinzeugscherben, bei dem Halbklinker und Bohrkern konnte kein Verlegerisiko festgestellt werden. Allerdings zeigten sich bei allen Hygieneartikeln (nacheinander und zusammen) Auffälligkeiten in Form einer Verlegebeseitigung.

Mit Blick auf den **Gesamtzustand nach Nutzungsende** wird das System mit der Note 1,2 bewertet.

Bei der **Qualitätssicherung** wird die Note 3,5 vergeben. Der Anbieter konnte vier von neun Kriterien nachweisen (Drossel-Kenndaten, Garantiebereich, Betriebs, Wartungs- u. Einbauanleitung und Fremdüberwachung).

Zusatzinformationen

- Baustellenbeobachtungen (Labor, in situ): keine Auffälligkeiten
- Vorhandensein beweglicher Teile / Bedarf an Fremdenergie: ja / nein
- Aufstellungsart: nass
- Gewicht der Drossel [kg] / Abmessungen der Drossel L x B x H [m]: ca. 170 / 0,7 x 0,9 x 1,5
- Zeitaufwand für Ein- / Um- / Ausbau [min]: 85 / 180 / 20
- Vorhandensein eines Spülstoßes/ Zeitdauer / Abflussspitze: nein / - / -
- Vorhandensein einer Anlaufwelle/ Zeitdauer / Abflusshöhe: nein / - / -
- Kosten (netto) – Drossel / Montage / Umbau [EUR]: 7.490 / 1.000 / 1.450

7.2 APA-SSD 200 Typ II

Warentest – Prüfzeugnis „Drosselorgane“
APA-SSD 200 Typ II
 APA Abwassertechnik GmbH

TESTERGEBNIS	
IKT - Gesamturteil:	Befriedigend (3,3)
Systemprüfungen (85 %):	3,5
Hydraulische Funktionsfähigkeit – Phase I mit 25 l/s (35 %):	1,9
Nach StwVO I (10 %):	1,5
Nach StwVO II (30 %):	2,0
Auf Betriebstauglichkeit I (20 %):	1,5
Auf Betriebstauglichkeit II (40 %):	2,0
Hydraulische Funktionsfähigkeit – Phase II mit 10 l/s (35 %):	5,4
Nach StwVO I (10 %):	2,0
Nach StwVO II (30 %):	6,0
Auf Betriebstauglichkeit I (20 %):	5,0
Auf Betriebstauglichkeit II (40 %):	6,0
Verlegesicherheit (20 %):	4,0
Gesamtzustand nach Nutzungsdauer (10%):	2,0
Qualitätssicherung (15%):	2,0



Gesamteindruck

Bei der **hydraulischen Funktionsfähigkeit Phase I mit 25 l/s** erzielt die Drossel ein gutes Ergebnis (Note 1,9). Die einzelnen Prüfkriterien wurden mit Noten zwischen 1,5 und 2,0 bewertet.

Bei der **hydraulischen Funktionsfähigkeit Phase II mit 10 l/s** erzielt die Drossel ein mangelhaftes Ergebnis (Note 5,4). Bis auf die StwVO I-Prüfung (Note 2,0) werden alle anderen Prüfungen mit Noten zwischen 5,0 und 6,0 bewertet.

Die **Verlegesicherheit** der Drossel wurde mit der Note 4,0 bewertet. Steinzeugscherben und Hygieneartikel (bis 2x, nacheinander und zusammen) wurden ohne Risiko beseitigt. Hygieneartikel (ab 3x, nacheinander und zusammen), Halbklinker und Bohrkern wurden erkannt und ohne verbleibendes Risiko beseitigt. Bei den Holzstäben kam es zu einer bleibenden Verlegung mit Betriebsrisiken.

Mit Blick auf den **Gesamtzustand nach Nutzungsende** wird das System mit der Note 2,0 bewertet.

Bei der **Qualitätssicherung** wird die Note 2,0 vergeben. Der Anbieter konnte sieben von neun Kriterien nachweisen (Drossel-Kenndaten, Garantiebereich, Betriebs, Wartungs- u. Einbauanleitung (teilweise) Qualifikationsnachweise Eigenüberwachung, Fremdüberwachung und Ex-Schutz).

Zusatzinformationen

- Baustellenbeobachtungen (Labor, in situ): keine Auffälligkeiten
- Vorhandensein beweglicher Teile / Bedarf an Fremdenergie: ja / nein
- Aufstellungsart: halbtrocken
- Gewicht der Drossel [kg] / Abmessungen der Drossel L x B x H [m]: ca. 430 / 1,7 x 0,9 x 1,4
- Zeitaufwand für Ein- / Um- / Ausbau [min]: 95 / 240 / 20
- Vorhandensein eines Spülstoßes/ Zeitdauer / Abflussspitze: ja / 30 / 13
- Vorhandensein einer Anlaufwelle/ Zeitdauer / Abflusshöhe: ja / 90 / 13
- Kosten (netto) – Drossel / Montage / Umbau [EUR]: 7.550 / 1.450 / 1.450

7.3 Waage-Drossel Typ II

Warentest – Prüfzeugnis „Drosselorgane“
Waage-Drossel Typ II
 bgu-Umweltschutzanlagen GmbH

TESTERGEBNIS	
IKT - Gesamturteil: Befriedigend (3,3)	
Systemprüfungen (85 %):	3,5
Hydraulische Funktionsfähigkeit – Phase I mit 25 l/s (35 %):	3,4
Nach SüwVO I (10 %):	1,0
Nach SüwVO II (30 %):	2,0
Auf Betriebstauglichkeit I (20 %):	1,5
Auf Betriebstauglichkeit II (40 %):	6,0
Hydraulische Funktionsfähigkeit – Phase II mit 10 l/s (35 %):	3,6
Nach SüwVO I (10 %):	2,0
Nach SüwVO II (30 %):	1,0
Auf Betriebstauglichkeit I (20 %):	3,5
Auf Betriebstauglichkeit II (40 %):	6,0
Verlegesicherheit (20 %):	4,0
Gesamtzustand nach Nutzungsdauer (10%)	2,0
Qualitätssicherung (15%)	2,5

Gesamteindruck

Bei der **hydraulischen Funktionsfähigkeit Phase I mit 25 l/s** erzielt die Drossel ein befriedigendes Ergebnis (Note 3,4). Bis auf die Betriebstauglichkeit II-Prüfung (Note 6,0) werden alle anderen Prüfungen mit Noten zwischen 1,0 und 2,0 bewertet.

Bei der **hydraulischen Funktionsfähigkeit Phase II mit 10 l/s** erzielt die Drossel ein ausreichendes Ergebnis (Note 3,6). Die SüwVO I und II-Prüfungen werden mit 1,0 und 2,0, die Betriebstauglichkeit I und II-Prüfungen mit 3,5 und 6,0 bewertet.

Die **Verlegesicherheit** der Drossel wurde mit der Note 4,0 bewertet. Hygieneartikel (ab 3x, nacheinander und zusammen) wurden erkannt und ohne verbleibendes Risiko beseitigt. Bei dem Bohrkern, Halbklinker und den Steinzeugscherben (ab 7,5 x 7,5 cm) kam es zu einer bleibenden Verlegung mit Betriebsrisiken. Alle anderen Störkörper konnten ohne Verlegerisiko beseitigt werden.

Mit Blick auf den **Gesamtzustand nach Nutzungsende** wird das System mit der Note 2,0 bewertet.

Bei der **Qualitätssicherung** wird die Note 2,5 vergeben. Der Anbieter konnte sechs von neun Kriterien nachweisen (Drossel-Kenndaten, Garantiebereich, Betriebs-, Wartungs- u. Einbauanleitung, Betriebsanweisungen u. Gefährdungsbeurteilungen, Fremdüberwachung und Ex-Schutz).

Zusatzinformationen

- Baustellenbeobachtungen (Labor, in situ): keine Auffälligkeiten
- Vorhandensein beweglicher Teile / Bedarf an Fremdenergie: ja / nein
- Aufstellungsart: halbtrocken
- Gewicht der Drossel [kg] / Abmessungen der Drossel L x B x H [m]: ca. 170 / 1,6 x 0,5 x 1,0
- Zeitaufwand für Ein- / Um- / Ausbau [min]: 95 / 5 / 20
- Vorhandensein eines Spülstoßes/ Zeitdauer / Abflussspitze: nein / - / -
- Vorhandensein einer Anlaufwelle/ Zeitdauer / Abflusshöhe: nein / - / -
- Kosten (netto) – Drossel / Montage / Umbau [EUR]: 7.460 / inkl. / nicht berechnet

7.4 Turbo-Wirbeldrossel TUR 3,3 DN 200

Warentest – Prüfzeugnis „Drosselorgane“
Turbo-Wirbeldrossel TUR 3,3 DN 200
 UFT Umwelt- und Fluid-Technik Dr. H. Brombach GmbH

TESTERGEBNIS	
IKT - Gesamturteil: Befriedigend (3,5)	
Systemprüfungen (85 %):	3,5
Hydraulische Funktionsfähigkeit – Phase I mit 25 l/s (35 %):	4,7
Nach SüwVO I (10 %):	1,5
Nach SüwVO II (30 %):	5,0
Auf Betriebstauglichkeit I (20 %):	5,0
Auf Betriebstauglichkeit II (40 %):	5,0
Hydraulische Funktionsfähigkeit – Phase II mit 10 l/s (35 %):	4,0
Nach SüwVO I (10 %):	3,0
Nach SüwVO II (30 %):	5,0
Auf Betriebstauglichkeit I (20 %):	5,0
Auf Betriebstauglichkeit II (40 %):	3,0
Verlegesicherheit (20 %):	2,0
Gesamtzustand nach Nutzungsdauer (10%)	1,2
Qualitätssicherung (15%)	3,0



Gesamteindruck

Bei der **hydraulischen Funktionsfähigkeit Phase I mit 25 l/s** erzielt die Drossel ein mangelhaftes Ergebnis (Note 4,7). Bis auf die SüwVO I-Prüfung (Note 1,5) werden alle anderen Prüfungen mit der Note 5,0 bewertet. Dies ist insbesondere auf das in den relevanten Messbereich hineinwirkende träge Systemverhalten (vgl. Spülstoß > 2 D_{Dr} und Anlaufwelle) zurückzuführen.

Bei der **hydraulischen Funktionsfähigkeit Phase II mit 10 l/s** erzielt die Drossel ein ausreichendes Ergebnis (Note 4,0). Die einzelnen Prüfkriterien wurden mit Noten zwischen 3,0 und 5,0 bewertet.

Die **Verlegesicherheit** der Drossel wurde mit der Note 2,0 bewertet. Bei dem Bohrkern und Halbklinker kam es zu einer bleibenden Verlegung mit Betriebsrisiken. Alle anderen Störkörper konnten ohne Verlegerisiko beseitigt werden.

Mit Blick auf den **Gesamtzustand nach Nutzungsende** wird das System mit der Note 1,2 bewertet.

Bei der **Qualitätssicherung** wird die Note 3,0 vergeben. Der Anbieter konnte fünf von neun Kriterien nachweisen (Drossel-Kenndaten, Garantiebereich, Betriebs, Wartungs- u. Einbauanleitung, Eigenüberwachung und Ex-Schutz).

Zusatzinformationen

- Baustellenbeobachtungen (Labor, in situ): keine Auffälligkeiten
- Vorhandensein beweglicher Teile / Bedarf an Fremdenergie: ja / nein
- Aufstellungsart: halbtrocken
- Gewicht der Drossel [kg] / Abmessungen der Drossel L x B x H [m]: ca. 140 / Wirbelkammer: 1,1 x 0,7 x 0,7; Schieber: 0,3 x 0,3 x 1,6
- Zeitaufwand für Ein- / Um- und Ausbau [min]: 100 / 60 / 20
- Vorhandensein eines Spülstoßes/ Zeitdauer / Abflussspitze: ja / 240 / 36
- Vorhandensein einer Anlaufwelle/ Zeitdauer / Abflusshöhe: ja / 90 / 74
- Kosten (netto) – Drossel / Montage / Umbau [EUR]: 9.819 / 796 / 689

7.5 Alpheus-Abflussbegrenzer Typ Automatik

Warentest – Prüfzeugnis „Drosselorgane“
Alpheus-Abflussbegrenzer Typ Automatik
 BIOGEST AG

TESTERGEBNIS	
IKT - Gesamturteil:	Mangelhaft (5,0)
Systemprüfungen (85 %):	5,1
Hydraulische Funktionsfähigkeit – Phase I mit 25 l/s (35 %):	6,0
Nach StwVO I (10 %):	6,0
Nach StwVO II (30 %):	6,0
Auf Betriebstauglichkeit I (20 %):	6,0
Auf Betriebstauglichkeit II (40 %):	6,0
Hydraulische Funktionsfähigkeit – Phase II mit 10 l/s (35 %):	6,0
Nach StwVO I (10 %):	6,0
Nach StwVO II (30 %):	6,0
Auf Betriebstauglichkeit I (20 %):	6,0
Auf Betriebstauglichkeit II (40 %):	6,0
Verlegesicherheit (20 %):	4,0
Gesamtzustand nach Nutzungsdauer (10%):	1,3
Qualitätssicherung (15%):	4,0



Gesamteindruck

Bei der **hydraulischen Funktionsfähigkeit Phase I mit 25 l/s** erzielt die Drossel ein ungenügendes Ergebnis (Note 6). Die einzelnen Prüfkriterien wurden jeweils mit der Note 6,0 bewertet.

Bei der **hydraulischen Funktionsfähigkeit Phase II mit 10 l/s** erzielt die Drossel ein ungenügendes Ergebnis (Note 6). Die einzelnen Prüfkriterien wurden jeweils mit der Note 6,0 bewertet.

Die **Verlegesicherheit** der Drossel wurde mit der Note 4,0 bewertet. Bei den Holzstäben, Steinzeugscherben, bei dem Halbklinker und Bohrkern konnte kein Verlegerisiko festgestellt werden. Allerdings zeigten sich jeweils ab 2x Hygieneartikel (nacheinander und zusammen) Auffälligkeiten in Form einer Verlegebeseitigung. Ab 4x Hygieneartikel (nacheinander und zusammen) kam es zu einer bleibenden Verlegung mit Betriebsrisiken.

Mit Blick auf den **Gesamtzustand nach Nutzungsende** wird das System mit der Note 1,3 bewertet.

Bei der **Qualitätssicherung** wird die Note 4,0 vergeben. Der Hersteller konnte drei von neun Kriterien nachweisen (Drossel-Kenndaten, Betriebs, Wartungs- u. Einbauanleitung und Ex-Schutz).

Zusatzinformationen

- Baustellenbeobachtungen (Labor, in situ): keine Auffälligkeiten
- Vorhandensein beweglicher Teile / Bedarf an Fremdenergie: ja / nein
- Aufstellungsart: nass
- Gewicht der Drossel [kg] / Abmessungen der Drossel L x B x H [m]: ca. 120 / 0,9 x 0,4 x 2,0
- Zeitaufwand für Ein- / Um- / Ausbau [min]: 140 / 100 / 20
- Vorhandensein eines Spülstoßes/ Zeitdauer / Abflussspitze: ja / 120 / 18
- Vorhandensein einer Anlaufwelle/ Zeitdauer / Abflusshöhe: nein / - / -
- Kosten (netto) [EUR] – Drossel / Montage / Umbau: 6.581 / 680 / 1.080

7.6 Strahl-Drossel Typ I

Warentest – Prüfzeugnis „Drosselorgane“
Strahl-Drossel Typ I
 bgu-Umweltschutzanlagen GmbH

TESTERGEBNIS	
IKT - Gesamturteil:	Nicht bewertet
Systemprüfungen (85 %):	Nicht bewertet
Hydraulische Funktionsfähigkeit – Phase I mit 25 l/s (35 %):	5,3
Nach StwVO I (10 %):	3,5
Nach StwVO II (30 %):	6,0
Auf Betriebstauglichkeit I (20 %):	3,5
Auf Betriebstauglichkeit II (40 %):	6,0
Hydraulische Funktionsfähigkeit – Phase II mit 10 l/s (35 %):	Nicht bewertet
Nach StwVO I (10 %):	Nicht bewertet
Nach StwVO II (30 %):	Nicht bewertet
Auf Betriebstauglichkeit I (20 %):	Nicht bewertet
Auf Betriebstauglichkeit II (40 %):	Nicht bewertet
Verlegesicherheit (20 %):	4,0
Gesamtzustand nach Nutzungsdauer (10%):	2,8
Qualitätssicherung (15%):	2,5



Gesamteindruck

Bei der **hydraulischen Funktionsfähigkeit Phase I mit 25 l/s** erzielt die Drossel ein mangelhaftes Ergebnis (Note 5,3). Die einzelnen Prüfkriterien wurden mit Noten zwischen 3,5 und 6,0 bewertet.

Die **hydraulische Funktionsfähigkeit Phase II mit 10 l/s** wurde nicht bewertet, da nach Aussage des Herstellers die Drossel nicht auf 10 l/s umgestellt werden kann.

Die **Verlegesicherheit** der Drossel wurde mit der Note 4,0 bewertet. Hygieneartikel (ab 3x, nacheinander und zusammen) wurden erkannt und ohne verbleibendes Risiko beseitigt. Bei dem Bohrkern, Halbklinker und den Steinzeugscherben (ab 7,5 x 7,5 cm) kam es zu einer bleibenden Verlegung mit Betriebsrisiken. Alle anderen Störkörper konnten ohne Verlegerisiko beseitigt werden.

Mit Blick auf den **Gesamtzustand nach Nutzungsende** wird das System mit der Note 2,8 bewertet.

Bei der **Qualitätssicherung** wird die Note 2,5 vergeben. Der Anbieter konnte sechs von neun Kriterien nachweisen (Drossel-Kenndaten, Garantiebereich, Betriebs, Wartungs- u. Einbauanleitung, Betriebsanweisungen u. Gefährdungsbeurteilungen, Fremdüberwachung und Ex-Schutz).

Zusatzinformationen

- Baustellenbeobachtungen (Labor, in situ): keine Auffälligkeiten
- Vorhandensein beweglicher Teile / Bedarf an Fremdenergie: ja / nein
- Aufstellungsart: halbtrocken
- Gewicht der Drossel [kg] / Abmessungen der Drossel L x B x H [m]: ca. 150 / 0,8 x 0,4 x 1,1
- Zeitaufwand für Ein- / Um- / Ausbau [min]: 165 / 10 / 20
- Vorhandensein eines Spülstoßes/ Zeitdauer / Abflussspitze: ja / 60 / 37
- Vorhandensein einer Anlaufwelle/ Zeitdauer / Abflusshöhe: nein / - / -
- Kosten (netto) – Drossel / Montage / Umbau [EUR]: 7.620 / inkl. / nicht berechnet

8 Fazit

Ergebnisse mit großer Bandbreite: nur ein Produkt besteht alle Teilprüfungen

Nur eines der getesteten hydromechanischen Drosselorgane konnte den geforderten Sollabfluss sowohl mit Klarwasser als auch mit Schmutzwasser in allen Teilprüfungen über den relevanten Messbereich sicherstellen. Ein Produkt versagte in allen hydraulischen Prüfungen. Insgesamt wurden als Prüfurteil 1x „GUT“, 3x „BEFRIEDIGEND“ und 1x „MANGELHAFT“ vergeben.

SüwVO-Prüfung mit Klarwasser wird i.d.R. bestanden

Die Prüfung mit Klarwasser nach SüwVO NRW (sog. SüwVO I – Prüfung) wurde im Verlauf des Prüfprogramms je Drosselorgan 5x mal durchgeführt und von fast allen Produkten nahezu durchweg und ohne Probleme bestanden. Scheinbar sind fast alle Produkte gerade für diese Prüfbedingungen optimal ausgelegt.

Betriebsbeanspruchungen können Leistungsfähigkeit stark beeinträchtigen

Jeweils 4 von 6 Drosselorganen zeigten schlechte Prüfergebnisse, wenn die Prüfungen nach Betriebsbelastung, im ungereinigten Zustand und mit Schmutzwasser durchgeführt wurden (sog. Betriebstauglichkeit II – Prüfungen). In jeweils drei Fällen wurde sogar die Teilnote „ungenügend“ vergeben.

Verlegebeseitigung notwendig und häufig aktiviert, Störkörper i.d.R. beseitigt

Im Test zeigte sich, dass eine Verlegebeseitigung unbedingt notwendig ist. Etwa die Hälfte der Störkörper-Versuche führte zu einer Verlegung, bei der die automatische Verlegebeseitigung des Drosselorgans aktiviert werden musste. In über 80% der Fälle konnten die Störkörper vollständig beseitigt werden, in den übrigen Fällen blieben Störkörper im Bereich des Drosselorgans zurück, so dass weitere Betriebsrisiken nicht auszuschließen sind. Eine bleibende Verlegung mit Funktionsausfall konnte im Rahmen der Versuche allerdings nicht beobachtet werden.

Kaum Gebrauchsspuren, selten Korrosionsrisiken

Hinsichtlich des Gesamtzustandes und des Korrosionsrisikos waren nach Abschluss des Prüfprogramms kaum Auffälligkeiten festzustellen. Drei von sechs Drosseln zeigten sogar keinerlei nennenswerte Gebrauchsspuren und Korrosionsrisiken. Sie erhielten Teilbewertungen mit Noten von 1,2 bis 1,3.

Große Lücken bei der Qualitätssicherung

Über 40% der geforderten Dokumente und Nachweise zur Qualitätssicherung konnten von den Anbietern nicht beigebracht werden. Zwar wurden die Teilkriterien „Drossel-Kenndaten“, „Garantiebereich“, „Nachweis des Ex-Schutzes“ und „Betriebs-, Wartungs- und Einbauanleitung“ vielfach erfüllt. Allerdings zeigten sich bei den Kriterien „Betriebsanweisungen und Gefährdungsbeurteilungen“, „Schulungsangebot“, „Qualifikationsnachweise“ und „Eigenüberwachung“ große Lücken.

9 Literatur

- [1] Bosseler, B.; Gillar, M.; Goerke, M.; Ulutaş, S.: Bericht zum Forschungsvorhaben „Drosseleinrichtungen an Regenbecken: Vergleichende Untersuchungen von hydromechanischen Drosselorganen – IKT-Warentest Drosselorgane“, IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur, Februar 2018, beauftragt vom Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MKULNV) des Landes Nordrhein-Westfalen.
- [2] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., DWA-A 111: Hydraulische Dimensionierung und betrieblicher Leistungsnachweis von Anlagen zur Abfluss- und Wasserstandsbegrenzung in Entwässerungssystemen. Hennef, 2008.
- [3] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., ATV-A 128: Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen. Hennef, 1992.
- [4] Verordnung zur Selbstüberwachung von Abwasseranlagen, Selbstüberwachungsverordnung Abwasser – SÜwVO Abw. Gesetz- und Verordnungsblatt (GV. NRW.) vom 17.10.2013.
- [5] Niemann, A.; Schmuck, S.: Abschlussbericht: Sonderfragestellungen der Hydraulik: Essen, Dezember 2017 (unveröffentlicht).
- [6] Brombach et al., Rating of overflow activity of CSO tanks, 10th International Conference on Urban Drainage, Copenhagen/Denmark, 21-26 August 2005.
- [7] Prüfzertifikat der NIVUS GmbH, Eppingen, Zertifikatnummer: 2018/1890147/07.