

IKT-Warentest „Geruchsfilter“

mit ergänzender Untersuchung weiterer Produkte
zum Einsatz in Abwasserschächten
bei Geruchsbelästigung



Kurzfassung

Auftraggeber

Der IKT-Warentest „GeruchsfILTER“ mit ergänzender Untersuchung weiterer Produkte zum Einsatz in Abwasserschächten bei Geruchsbelästigung wurde durch folgende Netzbetreiber getragen und finanziert:

- Landeshauptstadt Kiel - Stadtentwässerung
- Stadt Ahaus
- Stadt Frankfurt am Main
- Stadtentwässerung Hamm (Lippeverband)
- Stadtentwässerung Hann. Münden
- Stadtentwässerung Ludwigshafen
- Stadtentwässerungsbetriebe Köln AöR
- Stadtentwässerungsbetrieb Landeshauptstadt Düsseldorf
- Städtische Werke Magdeburg
- Technische Betriebe Leverkusen
- Technische Werke Burscheid AöR

Die beteiligten Kanalnetzbetreiber entsendeten Vertreter zur Mitwirkung im Lenkungskreis des IKT-Warentests "GeruchsfILTER". Diesen Fachleuten möchten wir an dieser Stelle für ihre Unterstützung und die praxisnahe Ausrichtung des gesamten Warentests besonders danken: Caspers, V.; Frick, J.; Geyr, O.; Grauvogel, F. W.; Hartmann, W.; Herbig, H.; Hildebrand, N.; Kleimann, J.; Kremser, U.; Pithan, B.; Reichel, K.; Rosenhagen, A.; Schwertfeger, C.; Weßling, B.

Den o. a. Netzbetreibern danken wir insbesondere auch für die In-situ-Untersuchungen der Produkte in ihren Kanalnetzen (vgl. Kapitel 3.4.2).

Auftragnehmer



IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH
Exterbruch 1
45886 Gelsenkirchen

Wissenschaftliche Leitung:

Dr.-Ing. Bert Bosseler

Projektleitung und Bearbeitung:

Dipl.-Ing. Thomas Brüggemann

Dipl.-Ing. Uwe Reisch

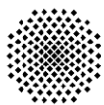
Dipl.-Ing. Daniela Färber

Projektbeteiligte



Dr.-Ing. Helmut Kulisch

Universität der Bundeswehr München
Institut für Wasserwesen
Werner-Heisenberg-Weg 39
85577 Neubiberg bei München



Universität Stuttgart

Dr.-Ing. Martin Reiser

Universität Stuttgart
Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte-
und Abfallwirtschaft (ISWA)
Bandtäle 2
70569 Stuttgart



**U N I K A S S E L
V E R S I T Ä T**

Prof. Dr.-Ing. Franz-Bernd Frechen

Universität Kassel
Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft im
Institut für Wasser, Abfall, Umwelt (IWAU)
Kurt-Wolters-Straße 3
34125 Kassel



Den o. a. Projektbeteiligten danken wir für die wissenschaftliche Unterstützung und fruchtbare Diskussion sowie die Entwicklung und Umsetzung geeigneter Labor- und In-situ-Untersuchungen. Herrn Dr. Kulisch gilt unser besonderer Dank für die Laboruntersuchungen zur Durchströmbarkeit (vgl. Kapitel 3.2.2), Herrn Dr. Reiser für die Laboruntersuchungen zur Reinigungsleistung (vgl. Kapitel 3.2.3) und Herrn Professor Frechen für die aus In-situ-Messungen an unterschiedlichen Standorten gewonnenen Erkenntnisse (vgl. Kapitel 3.4.1).

Inhaltsverzeichnis

1	VERANLASSUNG UND ZIELSTELLUNG	5
2	GERUCHSFILTER UND WEITERE PRODUKTE.....	6
3	TESTPROGRAMM.....	11
3.1	QUALITÄTSSICHERUNG DER PRODUKTANBIETER.....	11
3.2	SYSTEMPRÜFUNGEN	11
3.2.1	<i>Versuchsaufbau</i>	<i>12</i>
3.2.2	<i>Prüfung auf Durchströmbarkeit</i>	<i>13</i>
3.2.3	<i>Prüfung auf Reinigungsleistung</i>	<i>15</i>
3.3	PRÜFUNG AUF HANDHABBARKEIT	17
3.4	IN-SITU-UNTERSUCHUNGEN	19
3.4.1	<i>Universität Kassel</i>	<i>19</i>
3.4.2	<i>Beteiligte Netzbetreiber</i>	<i>20</i>
4	BEWERTUNGSSCHEMA	21
4.1	BEWERTUNGSSCHWERPUNKT „QUALITÄTSSICHERUNG“	21
4.2	BEWERTUNGSSCHWERPUNKT „SYSTEMPRÜFUNGEN“	21
4.3	BEWERTUNGSSCHWERPUNKT „HANDHABBARKEIT“	23
5	GESAMTERGEBNIS	26
6	FAZIT	29
7	LITERATURVERZEICHNIS.....	30

1 Veranlassung und Zielstellung

Speziell in den Sommermonaten führen Geruchsemissionen aus der Kanalisation zu Geruchsbelästigungen und somit vermehrt zu Beschwerden aus der Bevölkerung. Durch Einleitung geruchsintensiver Abwässer oder durch biochemische Prozesse beim Abwassertransport werden Geruchsstoffe in die Kanalatmosphäre abgegeben und gelangen von dort durch den witterungsbedingten Luftaustausch über die Abwasserschächte in die Umwelt. Im Sinne der Bürgerfreundlichkeit und mit Blick auf gesetzliche Anforderungen sind die Kanalnetzbetreiber in der Regel dazu angehalten, in diesem Fall Abhilfe zu schaffen. Gemäß § 3 Abs.1 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) sind Geruchsimmissionen sogar als schädliche Umwelteinwirkungen anzusehen, wenn sie „nach Art, Ausmaß und Dauer geeignet sind, ...erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder Nachbarschaft herbeizuführen“ [1]. Bewertungskriterien für die Beurteilung von Geruchsbelästigungen werden u. a. im Runderlass des Landes Nordrhein-Westfalen (NW-Richtlinie) [2] zur Durchführung der TA-Luft [3] aufgeführt. Neben der Geruchsstoffkonzentration werden hier u. a. auch „Geruchsarten“ und die „Nutzung des beeinträchtigten Gebietes“ bei der Bewertung der Geruchsbelästigung als erhebliche Belästigung und der damit verbundenen Einstufung als schädliche Umwelteinwirkung miteinbezogen.

Von den Kanalnetzbetreibern werden vor diesem Hintergrund vermehrt **GeruchsfILTER** in den Abwasserschacht eingesetzt werden, um die austretenden Gerüche bei entsprechenden Bürgerbeschwerden zeitnah zu beseitigen. Darüber hinaus kommen auch **weitere Produkte** zum Einsatz, die zur Geruchsbekämpfung in der geruchsbeladenen Abluft des Abwasserschachtes spezielle Wirkstoffe freisetzen.

Bei der Anschaffung dieser Produkte gehen die Kanalnetzbetreiber jedoch noch ein finanzielles Risiko ein, da über deren Wirkungsweise und Leistungsfähigkeit derzeit nur unzureichende Informationen vorliegen.

So zeigen beispielsweise erste Erfahrungen von Kanalnetzbetreibern (vgl. [4], [5]), dass es beim Einsatz von Geruchsfiltern zu einer Verlagerung der Geruchsproblematik in benachbarte Schächte oder in andere Kanalabschnitte kommen kann. Darüber hinaus waren an einigen mit bestimmten Geruchsfiltern versehenen Betonschächten Korrosionserscheinungen zu beobachten, was möglicherweise auf einen unzureichenden Luftaustausch zurückzuführen ist. Es wird vermutet, dass Geruchsfilter neben einer filternden Wirkung auf die Abluft auch eine geruchssperrende Wirkung aufweisen, die unter Umständen auf eine unzureichende **Luft-Durchlässigkeit (Durchströmbarkeit)** der Filter zurückzuführen ist.

Auch hinsichtlich der eigentlichen Funktion von Geruchsfiltern, der Reinigung von geruchsbeladener Abluft, liegen unterschiedliche Erfahrungen vor. Während bei einigen Netzbetreibern durchaus positive Erfahrungen mit der Geruchsbekämpfung durch Geruchsfilter gemacht wurden, berichten wiederum andere Netzbetreiber, dass der Erfolg hinsichtlich Geruchsbeseitigung im Vergleich zu den hohen Anschaffungskosten dieser Produkte sehr gering war (vgl. [4], [6]). Den Produkten zur Geruchsbekämpfung, die spezielle Wirkstoffe freigeben, wird zwar keine verschließende bzw. geruchssperrende Wirkung zugeschrieben, aber auch hier liegen über die Leistung hinsichtlich der Geruchsbeseitigung durchaus unter-

schiedliche Erfahrungen vor. Darüber hinaus wird der freigesetzte Wirkstoff in einigen Fällen als atypisch und geruchsbelästigend empfunden (vgl. [7]).

Praxiserfahrungen der Kanalnetzbetreiber zeigen, dass sich auch die **Handhabung** der Geruchsfilter bei Einbau und Wartung durchaus als problematisch erweisen kann. Beim Einbau einiger Geruchsfilter konnte beispielsweise aufgrund von unzureichenden konstruktiven Ausführungen im Bereich der Dichtlippe keine ausreichende Abdichtung zwischen Filter und Schachtwand erreicht werden, so dass die geruchsbeladene Abluft an dem Geruchsfilter vorbeiströmte (vgl. [4]). In anderen Fällen wurde von den befragten Kanalnetzbetreibern der unverhältnismäßig hohe Wartungsaufwand einiger Produkte bemängelt oder gar auf das hohe Eigengewicht hingewiesen, das die Arbeitsbedingungen bei Einbau, Wartung und Austausch für das Betriebspersonal erschwert.

Diese Problematik haben elf Kanalnetzbetreiber zum Anlass genommen, das IKT mit der Prüfung von Geruchsfiltern und weiteren Produkten zum Einsatz in Abwasserschächten bei Geruchsbelästigung zu beauftragen.

Ziel dieses Warentests ist es, gemeinsam mit den beteiligten Kanalnetzbetreibern die am Markt angebotenen Geruchsfilter für Abwasserschächte hinsichtlich Durchströmbarkeit, Reinigungsleistung und Handhabbarkeit zu prüfen und deren Qualität vergleichend gegenüberzustellen. Hierzu werden die Produkte unter definierten Randbedingungen untersucht, wodurch eine Bewertung der Produktqualität ermöglicht wird. Durch die Untersuchungen erhalten die Kanalnetzbetreiber Investitionssicherheit bei der Verwendung von Geruchsfiltern.

Darüber hinaus wurden auch Produkte untersucht, die zur Geruchsbekämpfung spezielle Wirkstoffe in die Abluft der Abwasserschächte abgeben. Das Verhalten dieser Produkte wurde ingenieurtechnisch bewertet, allerdings auf eine Notengebung verzichtet. Hierdurch sollen insbesondere Fehlinterpretationen und missverständliche Vergleiche mit den Eigenschaften von Geruchsfiltern ausgeschlossen werden. Es ist davon auszugehen, dass die freigesetzten Wirkstoffe die Zusammensetzung der in der Prüfung verwendeten Modellluft so verändern, dass neue Mischungen und/oder Reaktionsprodukte entstehen. Einerseits kann durch neue Stoffe die Messsensorik direkt beeinflusst werden. Andererseits kann die Qualität des Geruchs (hedonische Wirkung) bei einer qualitativ veränderten Modellluft grundsätzlich abweichen (z.B. „Zitronengeruch“). Der in der olfaktometrischen Messung nach DIN EN 13725 [8] bestimmte Geruchsschwellenwert erfasst diesen Einfluss jedoch nicht.

Der vorliegende Kurzbericht fasst das Prüfprogramm sowie die Prüfungs- und Bewertungsergebnisse zusammen. Detaillierte Ausführungen zur Entstehung von Geruchsstoffen und Maßnahmen zur Geruchsbekämpfung können der Langfassung [9] entnommen werden.

2 Geruchsfilter und weitere Produkte

Können Geruchsprobleme durch vorbeugende Maßnahmen im Zuge von Planung, Bau und Betrieb der Kanalisation nicht vermieden oder ausreichend vermindert werden, stehen dem Betreiber eine Vielzahl von Verfahren zur Symptombekämpfung zur Verfügung.

Hierzu zählen u. a. die in diesem Warentest untersuchten Geruchsfilter für Abwasserschächte und weiteren Produkte. Bei diesen Systemen zur Geruchsbekämpfung an Abwasserschächten handelt es sich in der Regel um Produkte, die am Austrittsort der Abwasserabluft – am Abwasserschacht – angebracht werden.

Bei Geruchsfiltern für Abwasserschächte, auch Kanalschachtfilter genannt, handelt es sich in der Regel um tragbare Konstruktionen aus Kunststoff mit integriertem Filter, die unmittelbar unterhalb der Schachtabdeckung in den Abwasserschacht eingehängt werden. Die Abluftinhaltsstoffe durchströmen hierbei das Filtermaterial des Geruchsfilters, so dass Geruchsemissionen reduziert werden (vgl. Abb. 1). Über eine in die Filterkonstruktion integrierte Rückschlagklappe, eine Wassertasse oder einen Kugerverschluss kann gemäß [10] Wasser in den Kanal gelangen, ohne das Abluft ungereinigt an die Atmosphäre gelangen kann. Das Filtergehäuse wird meist durch eine umlaufende Dichtlippe gegenüber dem Schacht abgedichtet, damit aus dem Kanal austretende Luft vollständig durch den Filter strömt.

Bezüglich der Wirkungsweise dieser Filter kann grundsätzlich zwischen den biologischen Verfahren (Biofiltern) und Adsorptionsverfahren (Aktivkohlefiltern) unterschieden werden. Darüber hinaus werden aber auch sog. Hybridfilter angeboten, eine Kombination aus Bio- und Aktivkohlefilter, sowie Produkte, die spezielle Wirkstoffe freisetzen. Mit Blick auf die unterschiedliche Wirkungsweise lassen sich die Systeme wie folgt beschreiben:

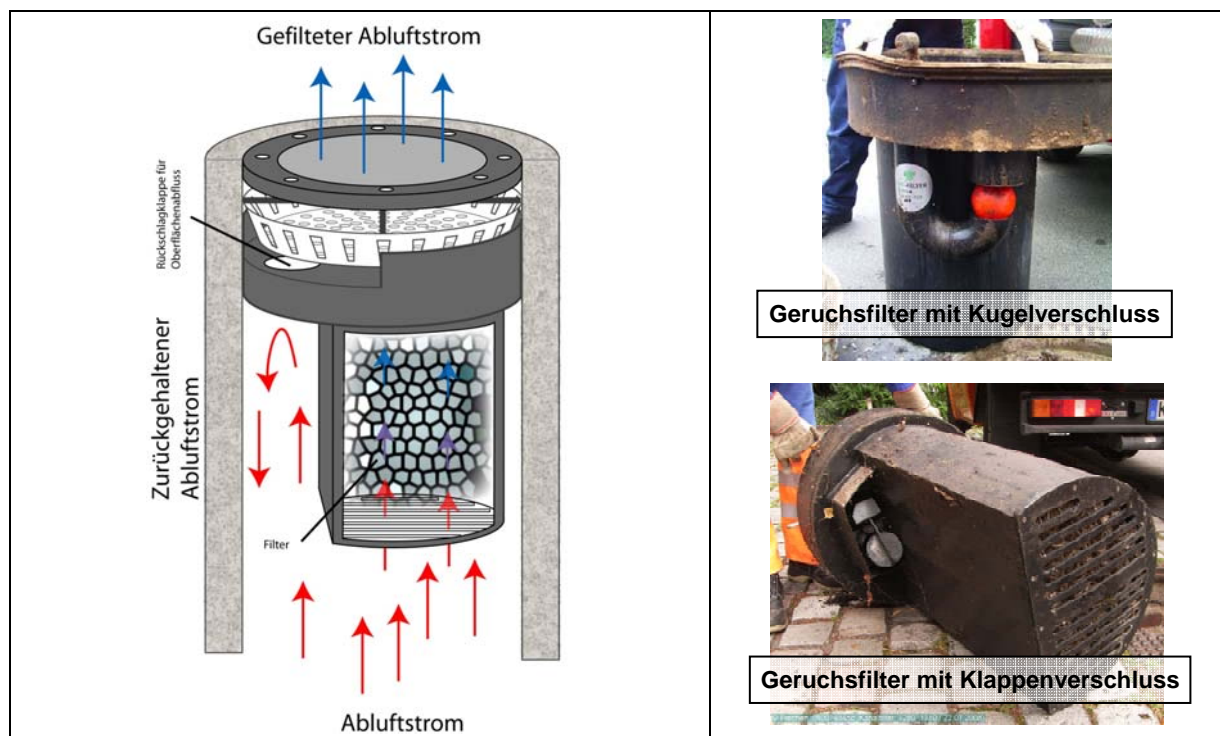


Abb. 1: Funktionsprinzip eines Geruchsfilters für Abwasserschächte (li) und Beispiele für Wasser- und Kugerverschlüsse (re) [10]

- Biofilter:** Bei der Behandlung mittels Biofilter (vgl. Abb. 2) durchströmt die Abluft eine biologisch aktive Filterschicht, wobei die Abluftinhaltsstoffe im Feuchtfilm des Filtermaterials sorbiert und durch Mikroorganismen abgebaut werden. Voraussetzung für eine gute Reinigungsleistung ist die Wahl eines geeigneten organischen Trägermaterials. Dabei handelt es sich in der Regel um Materialien wie beispielweise Rindenhumus, Grünkomposte, Wurzelholz, Zellulose und Torf-/Heidekraut-Gemische, aber auch Mate-

rialien mit inerten^a Beimengungen, wie sie u. a. in Bioreaktoren Verwendung finden. Im Filtermaterial wird gleichzeitig das spezielle Milieu für die Ansiedlung der erforderlichen Mikroorganismen geschaffen und deren Nährstoffversorgung gesichert. Dazu soll es nur einen geringen Filterwiderstand aufweisen, gleichzeitig aber ein Höchstmaß an Besiedlungsfläche für die Mikroorganismen bieten (vgl. [11]).



Abb. 2: Prinzip-Darstellung (li) und Praxiseinsatz (re) eines Biofilters für Abwasserschächte der ENTEC Deutschland GmbH [12]

- Aktivkohlefilter:** Bei der Adsorption mit Hilfe eines Aktivkohlefilters sollen die Geruchsstoffe durch wirksame Oberflächenkräfte (Adsorption) an die Oberfläche eines Feststoffes angereichert werden. Feststoffe adsorbieren umso besser, je größer ihre Oberfläche, bzw. je poröser sie sind. Als Adsorptionsmittel bei der Abluftbehandlung aus Abwasserschächten wird deshalb in der Regel Aktivkohle verwendet, ein Adsorptionsmittel mit einer mikroporösen Oberfläche. Um die Selektivität und Reaktivität der Adsorptionsmittel zu erhöhen, können diese imprägniert werden. Hierzu nutzt man organische und anorganische Substanzen, die z. T. auch in der Lage sind, auf dem Adsorptionsmittel als Katalysator zu fungieren (vgl. [13]).



Abb. 3: Prinzip-Darstellung (li) und Praxiseinsatz (re) eines Aktivkohlefilters für Abwasserschächte der ROMOLD GmbH [14]

So führt beispielsweise Aktivkohle, die mit katalytisch wirkenden Stoffen (z.B. Iod) imprägniert wurde, zu einer hohen selektiven Adsorption von Schwefelwasserstoff (vgl. [15]). In diesem Fall wird der in der Abluft enthaltene Schwefelwasserstoff beim Passie-

^a Substanzen bzw. chemische Elemente werden dann als inert bezeichnet, wenn sie unter normalen physikalischen Bedingungen keine chemische Bindung mit anderen Substanzen eingehen (www.flexikon.doccheck.com)

ren des Aktivkohlefilters (vgl. Abb. 3) in Anwesenheit von Sauerstoff katalytisch in Schwefel und Wasser umgesetzt.

- **Hybridfilter:** Um die Vorteile der biologischen Abluftreinigung um einige Vorteile des Adsorptionsverfahrens zu ergänzen, wird beim Hybridfilter das Adsorptionsverfahren mit der biologischen Abluftbehandlung kombiniert [7].
- **Produkte, die spezielle Wirkstoffe freisetzen,** werden in den geruchsbeladenen Abluftstrom des Schachtes unterhalb der Schachtabdeckung eingehängt (vgl. Abb. 4). Es handelt sich i. d. R. um platten- oder blockförmige Produkte. Bezüglich des Verfahrens wird hier zumeist von Geruchsmaskierung und Neutralisation durch einen „Gegenstoff“ (z.B. ätherische Öle) gesprochen (vgl. [7]). Bei der Neutralisation wird ein konkreter Wirkstoff aus dem Produkt freigesetzt, der den störenden Geruchsstoff chemisch so in seinen Bestandteilen verändern soll, dass er nicht mehr störend wirkt [7]. Bei der Geruchsmaskierung hingegen wird ein Wirkstoff freigesetzt, der den störenden Geruchsstoff in seinen Bestandteilen nicht verändert, aber in seiner Wirkung so überdeckt, dass der ursächliche Geruch nicht mehr stört.



Abb. 4: Plattenförmige Produkte zur Geruchsbekämpfung der Biothys GmbH [16] (li) und Produkte zur Geruchsbekämpfung der Clemens & Dupont OHG [17] (re)

Insgesamt wurden die in Tabelle 1 aufgeführten sieben Geruchsfilter für den Warentest ausgewählt.

Tabelle 1: Geruchsfilter im Test

Produkt	Anbieter	Art des Filters	Filter-/Trägermaterial	Hersteller Filter-/Trägermaterial
belflor®-Aktivkohlefilter AKTIVFIP	Störk Umwelttechnik GmbH, Emmingen-Liptingen	Aktivkohlefilter	Aktivkohlematte aus retikulierten Polyurethanschaum, beschichtet mit imprägnierter Granulatkohle	helsatech GmbH
belflor®-Biofilterpatrone FIP 700	Störk Umwelttechnik GmbH, Emmingen-Liptingen	Biofilter	Biomix aus Heidekraut und Fasertorf, Spezifikation BIM 100	Störk Umwelttechnik GmbH, Emmingen-Liptingen
COALSI® Geruchssperre BN 00.2001.0K mit BN 00.2001.03 (Aktivkohlematte) und BN 00.2001.03 hybrid (Hybridfiltermatte)	COALSI®, Lohmar	Hybridfilter	Kokosnuss auf Polyurethanschaum mit Mikroorganismen fermentiert	helsatech GmbH bzw. innocre® Umwelttechnik GmbH
		Aktivkohlefilter	Kokosnuss auf Polyurethanschaum mit Imprägnierung	helsatech GmbH
COALSI® Geruchssperre BN 00.2001.00 mit BN 00.2001.03 (Aktivkohlematte) und Gasverteilungsmatte	COALSI®, Lohmar	Aktivkohlefilter	Kokosnuss auf Polyurethanschaum mit Imprägnierung	helsatech GmbH
EKO Biofilter Typ KF-400	Warwas, Gosheim	Biofilter	Mehrschicht: Kokosfaser, Rindenmulch, Heidekraut, Hackschnitzel, Torf (grob)	Warwas, Gosheim
ROMOLD Kanalschachtfiter FIS 0600 00	ROMOLD GmbH, Freilassing	Aktivkohlefilter	Aktivkohle Dopetac sulfo 100: Holzkohle mit Bindemittel Zuckerrübensaft und Kalium- u. Kalziumverbindungen als Katalysatoren	AdFiS products GmbH, Teterow
2001-oxi-1,0-UGN® Hybrid-Kanalschachtfiter Standard 170032	UGN – Umwelttechnik GmbH, Gera	Hybridfilter	UGN®-Oxigranulat 1.0: Zellulosefaser aus Recyclingmaterial	UGN – Umwelttechnik GmbH, Gera

Darüber hinaus wurden von den Lenkungscreisteilnehmern zwei weitere Produkte zur Geruchsbekämpfung ausgewählt, die spezielle Wirkstoffe abgeben. Diese Produkte wurden in ergänzenden Prüfungen untersucht, aber nicht im Rahmen des Warentests benotet (vgl. hierzu Kapitel 1).

Tabelle 2: Produkte zur Geruchsbekämpfung, die spezielle Wirkstoffe freisetzen

Produkt	Anbieter	Verfahren	Anmerkungen
Gelmatte Gelactiv® SHK-P und NHK-P	Biothys GmbH, Wilstätt	Abgabe von Wirkstoffen	Polymer-Gelplatte mit Bestandteilen von essentiellen (ätherischen) Ölen
C&D Geruchsblocker Brick, Art.-Nr. 56-1738	Clemens & Dupont OHG, Andernach	Abgabe von Wirkstoffen	Hartfaserbrick mit Bestandteilen von essentiellen (ätherischen) Ölen

3 Testprogramm

Im Rahmen des IKT-Warentests „Geruchsfilter“ wurde in vier Arbeitssitzungen auf Basis der Praxis- und Betriebserfahrungen der beteiligten Netzbetreiber ein Prüfprogramm entwickelt, in dem neben dem Fachwissen des IKT und seiner Partnerinstitutionen insbesondere die Qualitätsanforderungen der Netzbetreiber den zentralen Aspekt darstellten.

Der IKT-Warentest unterscheidet grundlegend drei Prüfungsschwerpunkte: **Qualitätssicherung, Systemprüfungen (Laborprüfungen)** und **In-situ-Untersuchung** (vgl. [18, 19]). Im Rahmen dieses IKT-Warentests wurde zusätzlich der Prüfungsschwerpunkt **Handhabbarkeit** eingeführt.

3.1 Qualitätssicherung der Produkthanbieter

Der Prüfungsschwerpunkt „Qualitätssicherung“ befasst sich mit folgenden Fragestellungen: Wie unterstützt der Anbieter den Anwender des Produktes vor Ort, so dass mit Blick auf Einbau, Wartung und Entsorgung ein fachgerechter Gebrauch des Produktes erfolgt? Wie wird seitens des Produkthanbieters sichergestellt, dass eine gleichbleibende Qualität der Filtermaterialien zu erwarten ist?

Für den Einbau bzw. die Anwendung des Produktes ist eine **Einbau- und Wartungsbeschreibung** hilfreich. Die Einbau- und Wartungsbeschreibung sollte strukturiert, übersichtlich und leicht verständlich aufgebaut sein. Neben Informationen zu Einbau und Wartung sollten außerdem Angaben zu notwendigen Montagearbeiten enthalten sein, falls die Anlieferung des Produktes in mehreren Einzelteilen erfolgt.

Für den Anwender vor Ort ist es durchaus von Interesse, ob seitens der Anbieter **Maßnahmen zur Gewährleistung gleichbleibender Qualität der Filtermaterialien** getroffen werden. Nur durch eine gleichbleibende Qualität der Filtermaterialien kann sichergestellt werden, dass das Produkt hinsichtlich seiner Wirkung bzw. Leistung keine Unterschiede aufweist.

Auch die Frage der **Entsorgungsmöglichkeiten** ist für den Anwender dieser Produkte von großer Bedeutung, denn nach dem Gebrauch der Produkte müssen die Filtermaterialien entsorgt werden. In Abhängigkeit von den eingesetzten Materialien kann dies ggf. mit Schwierigkeiten verbunden sein. Dem Anwender sind seitens des Anbieters zumindest Hinweise zu geben, wie die Filtermaterialien, die mit Abluftinhaltsstoffen aus häuslichem Abwasser belastet sind, zu entsorgen sind.

3.2 Systemprüfungen

Die Systemprüfungen – Prüfungen hinsichtlich Strömungswiderstand bzw. Luft-Durchlässigkeit, im Folgenden **Durchströmbarkeit** genannt, und **Reinigungsleistung** – fanden in einem Versuchsstand statt, bestehend aus einem vorgefertigten Kunststoffschacht mit Luftanschluss und Schachtabdeckung. Der Versuchsstand wurde zunächst am Institut für Wasserwesen der Universität der Bundeswehr München für die Prüfung der Geruchsfilter auf Durchströmbarkeit eingesetzt. Nach Abschluss dieser Untersuchungen wurde der Versuchsstand zum Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft (ISWA) der

Universität Stuttgart transportiert und dort für die Prüfungen der Geruchsfilter auf Reinigungsleistung genutzt.

3.2.1 Versuchsaufbau

Hauptbestandteil des Prüfstandes ist ein Kunststoffschacht (vgl. Abb. 5), der im unteren Bereich ein in sich geschlossenes, luftdichtes System bildet und hier lediglich über einen Seitenstutzen für die Gas- bzw. Luftzufuhr verfügt. Die Einstiegsöffnung weist einen Standard-Innendurchmesser von 625 mm auf und schließt mit einem Schachtrahmen und einer Schachtabdeckung nach DIN EN 124 [20] ab. Schachtrahmen und –abdeckung werden von einem quaderförmigen Holzbalkengestell gestützt^a. Der Spalt zwischen Schachtrahmen bzw. -abdeckung und Kunststoffschacht wurde entsprechend abgedichtet, um ein luftdichtes System herzustellen.

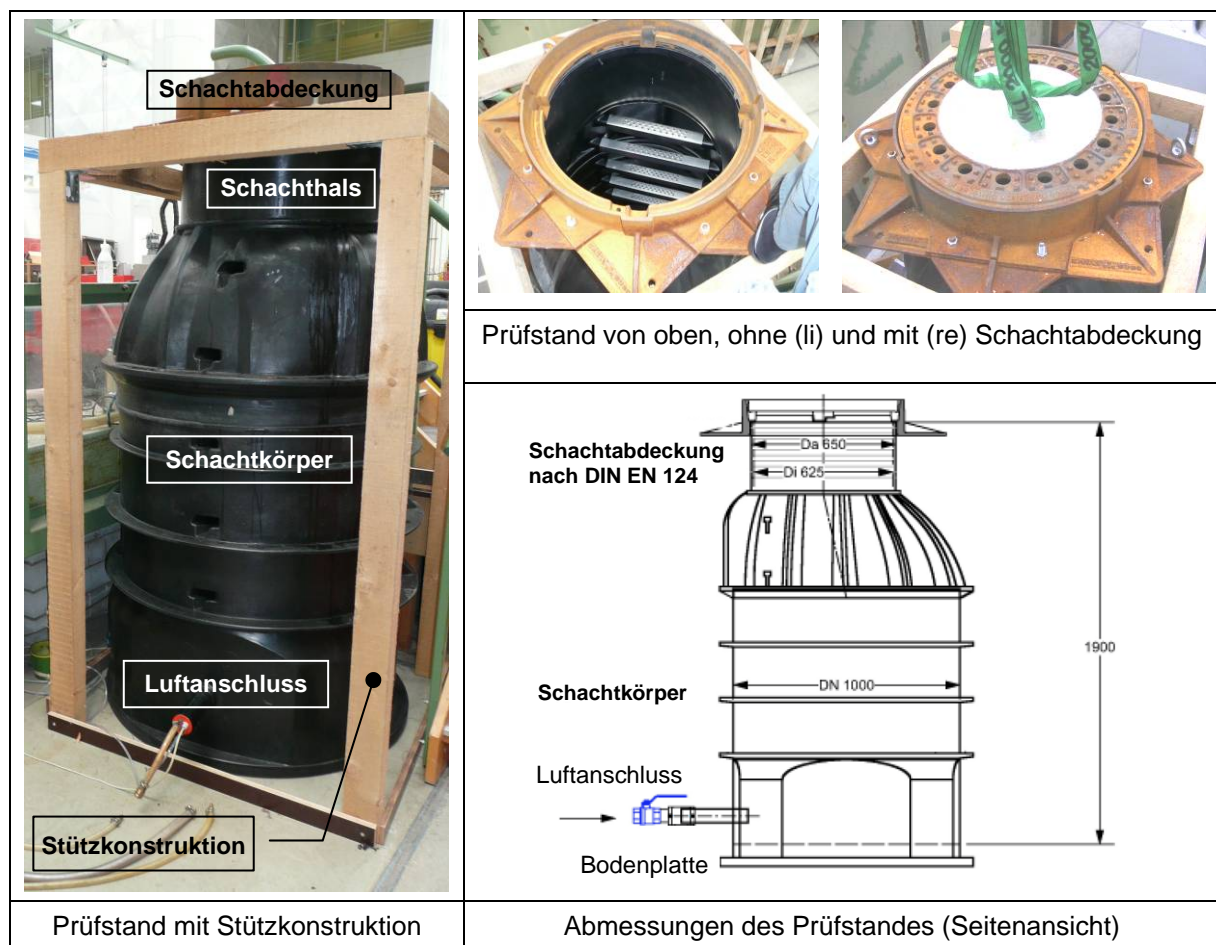


Abb. 5: Prüfstand für Systemprüfungen im Labor [21]

^a Der Prüfaufbau mit Stützbalkenkonstruktion erforderte den Einsatz einer Schachtabdeckung der Klasse D 400 (DIN EN 124 [20]) mit gusseisernem Stützflansch der Fa. Heinrich Meier Eisengießerei GmbH & Co. KG (Meier Guss), hier mit Schachtrahmen der Form C nach DIN 19584-2 [27]. Diese Schachtabdeckung wird in Deutschland in Verbindung mit einem Kunststoffschacht von der Fa. Romold GmbH vertrieben. Da es sich auch hier um Schächte mit Normabmessungen im Konusbereich handelt, wurde dieses Gesamtsystem für den Prüfaufbau ausgewählt.

Der Einbau der zu prüfenden Filterkonstruktionen erfolgte gemäß der jeweiligen Einbauanleitung des Herstellers. Abweichungen von den Vorgaben der Einbauanleitung wurden dokumentiert.

Um Dichtheit zwischen Schacht und Filterkonstruktion zu erzielen, werden von den Herstellern unterschiedliche technische Lösungen angeboten. Eine gute Dichtung ist für eine vollständige Durchströmung der geruchsbeladenen Abluft durch den eigentlichen Filter von großer Bedeutung (vgl. [10]). Die Abdichtung der Geruchsfilter erfolgt in der Regel über eine an das Filtergehäuse befestigte Dichtung, die nach dem Einsetzen des Filters eng an der Schachtwand anliegt. Der Geruchsfilter belflor®-Aktivkohlefilter AKTIVFIP der Störk Umwelttechnik GmbH war im Außendurchmesser deutlich zu klein für einen dichten Anschluss der Gummidichtungen an die Schachttinnenwand. Um Messungen an diesem Filter durchführen zu können, wurde vom Prüfpersonal deshalb – abweichend von der Einbauanleitung, aber in Abstimmung mit dem Hersteller – die Dichtung modifiziert.

3.2.2 Prüfung auf Durchströmbarkeit

Zunächst wurden mit Hilfe von Dichtheitsprüfungen **Leckmengenmessungen** durchgeführt, um die zwischen Schacht und Filtergehäuse auftretenden Leckverluste zu ermitteln. Für diese Prüfungen wurde die Luftzufuhr zum eigentlichen Filter unterbrochen, indem z. B. eine Kunststoffolie über den Eintrittsquerschnitt des Filters geklebt wurde (vgl. Abb. 6, links). Nach dem Einbau des Filtergehäuses und der Schachtabdeckung wurde der Zusammenhang zwischen dem in den Prüfschacht eingespeisten Luft-Volumenstrom und dem sich im Schacht einstellenden Überdruck bestimmt. Diese punktwise aufgezeichnete Kennlinie zeigt somit die Leckmenge, die am Schacht bei gegebenem Luftüberdruck in der Kanalisation ungefiltert austritt.

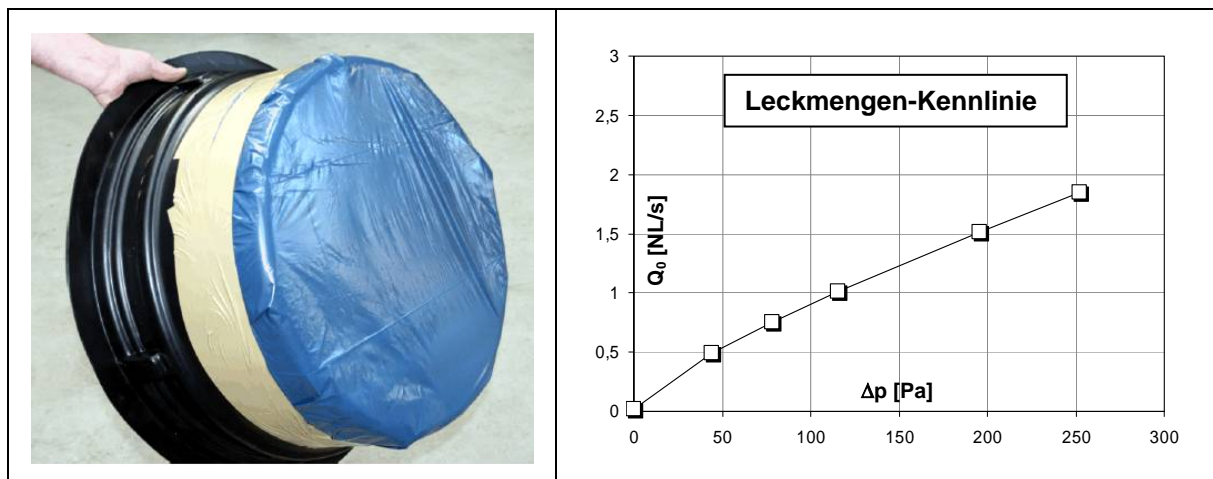


Abb. 6: Abdichtung des Filter-Eintrittsquerschnittes für Leckmengenmessungen (li) [21] und Beispiel für eine Leckmengen-Kennlinie eines Filtergehäuses (re)

Für die Untersuchung der Filter auf **Luft-Durchströmbarkeit (Durchflussmessungen)** wurde zunächst die für die Leckmengenmessung angebrachte Abdichtung des Eintrittsquerschnitts entfernt und das Filtergehäuse in den Schacht eingebaut. Danach wurde stets auch die Schachtabdeckung eingesetzt, weil diese nicht nur die bestimmten Kennlinien beein-

flusst, sondern mit ihrem Gewicht auch zur Fixierung einzelner Filter dient. Die Durchführung dieser Durchströmungsmessungen wurde in einer zur Leckmengenmessung analogen Vorgehensweise durchgeführt. Resultat dieser Messungen sind die Kennlinien, die den Gesamtvolumenstrom durch den Filter und durch die Leckagen seines Gehäuses in Abhängigkeit des Schachtüberdrucks darstellen. Der reine Filterdurchsatz, als Filterdurchsatz dargestellt (vgl. Abb. 7), konnte anschließend aus den beiden zuvor bestimmten Kennlinien ermittelt werden. Die Durchflussmessungen an den Geruchsfiltern erfolgten zunächst mit getrockneter Luft ($rF < 20\%$) und anschließend mit definiert befeuchteter Luft ($rF > 90\%$).

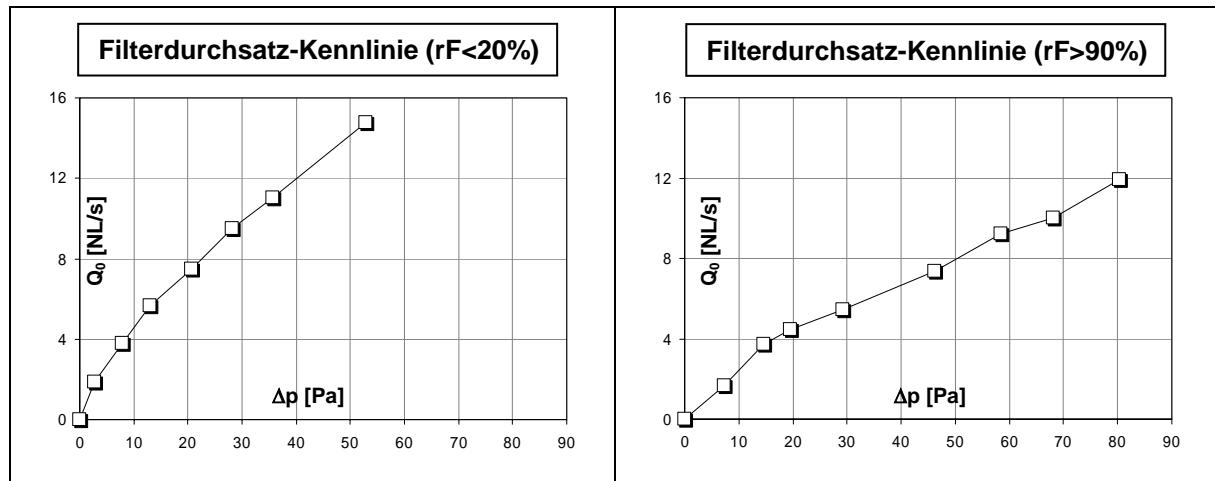


Abb. 7: Beispiel für eine Filterdurchsatz-Kennlinie eines Filtergehäuses mit biologischen Filtermaterialien bei einem Luftvolumenstrom mit einer relativen Luftfeuchte von 20 % (li) bzw. mit einer relativen Luftfeuchte von 90 % (re)

Mit Hilfe der in den Versuchen ermittelten Leckmengen-Kennlinien der untersuchten Filter und Kennlinien der Filterdurchsätze wurde der Wirkungsgrad Durchströmbarkeit (Filterdurchsatz) des jeweiligen Filters für übliche Belüftungswirkungen des freien Schachtes ermittelt (i.d.R. $Q_F \approx 2 - 50 \text{ m}^3/\text{h}$, hier meist erzielt für Δp zwischen 5 und 50 Pa). Bei dem Bezugsvolumenstrom handelt es sich um einen Volumenstrom der bei gleichen Druckverhältnissen in einem Schacht ohne Geruchsfilter vorherrscht. Gemäß [21] lässt sich dieser Bezugsvolumenstrom rechnerisch ermitteln. Für Geruchsfilter, die bereits bei niedrigen Druckzuständen ($\Delta p < 5 \text{ Pa}$) einen Filterdurchsatz in Größenordnung der praxisrelevanten Maximalwerte aufweisen (vgl. Kapitel 3.4.1), wurde der Wirkungsgrad Durchströmbarkeit bis zum maximal messtechnisch erfassbaren Druckzustand ermittelt.

Mit Hilfe des Filterdurchsatzes Q_F , der Leckmenge Q_L und des Bezugsvolumenstroms Q_B lässt sich die Luftmenge Q_K berechnen, die bei eingebautem Filter theoretisch im Kanal verbleibt.

Im Rahmen dieser Untersuchungen wurde deutlich, dass bei vier der sieben Geruchsfilter ein Großteil der Luftmenge im Kanal verbleibt. Lediglich beim belflor®-Aktivkohlefilter AKTIVFIP und bei der COALSI®-Geruchssperre BN00.2001.00K bzw. BN 00.2001.00 sind keine im Kanal verbleibenden Luftmengen zu beobachten. Dies ist zum einen auf die äußerst geringen Strömungswiderstände, zum anderen aber auch auf die hohen Leckmengen dieser Filter zurückzuführen. Die höchsten Strömungswiderstände bzw. die geringsten Filter-Durchlässig-

keiten wurden bei den Prüfungen des UGN®- Hybridkanalschachtfilters und des ROMOLD-Kanalschachtfilters FIS 0600 bei einer relativen Luftfeuchte von 90% festgestellt.

3.2.3 Prüfung auf Reinigungsleistung

Bei der Prüfung auf Reinigungsleistung wurde eine synthetische, geruchsintensive Kanalabluft im Prüfstand erzeugt und mittels eines Luftstroms durch die zu prüfenden Produkte geschickt (vgl. Abb. 8). Durch Bestimmung der **Geruchsstoffkonzentrationen** im Roh- und Reingas und durch Ermittlung der **Massekonzentrationen der Gasinhaltsstoffe** des Roh- und Reingases kann die geruchsmindernde Wirkung bzw. die Abreinigung bzgl. einzelner Gasinhaltsstoffe des jeweiligen Produktes beurteilt werden (vgl. [22]). In Abstimmung mit den Lenkungskreisteilnehmern wurde eine synthetische Kanalabluft gewählt, die sich aus den Komponenten Limonen ($C_{10}H_{16}$), Ammoniak (NH_3), Dimethyldisulfid ($C_2H_6S_2$) und Schwefelwasserstoff (H_2S) zusammensetzt. Den einzelnen Komponenten kommt folgende Bedeutung bei der Geruchsentstehung in Abwasserkanälen zu:

- **Limonen ($C_{10}H_{16}$):**
Limonen kommt als „Zitronenduft“ in vielen Reinigungsmitteln und „Duftspülern“ für Toiletten vor. Dadurch ist es im häuslichen Abwasser zu finden. Limonen wird jedoch auch beim mikrobiologischen Abbau von Pflanzenteilen o. ä. gebildet. Messungen der Universität Stuttgart [23] haben ergeben, dass Limonen im Zulauf von häuslichen Kläranlagen sehr häufig in Konzentrationen in Höhe der Geruchsschwelle vorzufinden ist. Es ist ein essentieller Bestandteil des „muffigen“ Abwassergeruches. Bei Limonen handelt es sich zudem um eine schlecht wasserlösliche, biologisch abbaubare Verbindung.
- **Ammoniak (NH_3):**
Ammoniak entsteht, wenn Ammonium aufgrund einer Verschiebung des pH-Wertes in den alkalischen Bereich aus dem Abwasser in Form des gasförmigen Ammoniakmoleküls ausgetrieben wird. Es hat den mit „salmiakartig“ beschriebenen typisch stechenden Geruch. Da Ammonium im Abwasser stets vorhanden ist, besteht bei entsprechenden Bedingungen auch immer die Gefahr der Ammoniak-Emission.
- **Dimethyldisulfid (DMDS, $C_2H_6S_2$):**
Dimethyldisulfid wird, wie Schwefelwasserstoff, vor allem durch anorganische Abbauprozesse im Kanal gebildet. In Lebensmitteln kommt es als Aromastoff in einer Vielzahl von Produkten wie Kohl, Wein, Käse und Bier vor [24]. Dimethyldisulfid ist auch in industriellem Abwasser vorzufinden (z.B. Papierindustrie). Aufgrund seiner extrem niedrigen Geruchsschwelle stellt Dimethyldisulfid schon bei geringen Konzentrationen im Abwasserkanal ein Problem dar.
- **Schwefelwasserstoff (H_2S):**
Schwefelwasserstoff mit seinem bekannten Geruch nach faulen Eiern wird bei extrem vielen Geruchsbelästigungen im Abwasserbereich als Hauptverursacher genannt. Schwefelwasserstoff kommt in industriellem Abwasser (z.B. Schlachtbetriebe, Brauereien) teilweise in sehr hohen Konzentrationen vor und wird auch bei anaeroben Prozessen im Kanal zusätzlich erzeugt.

Bei der Prüfung der Produkte auf Reinigungsleistung wurde demnach im Rohgas der synthetischen Kanalluft eine Massekonzentration der jeweiligen Komponenten von jeweils 10 ppm (1 ml/m³) eingestellt. Die Rohgas-Konzentrationswerte wurden in der praktischen Durchführung der Versuche als „erreicht“ definiert, wenn Werte zwischen 6 und 14 gemessen wurden.

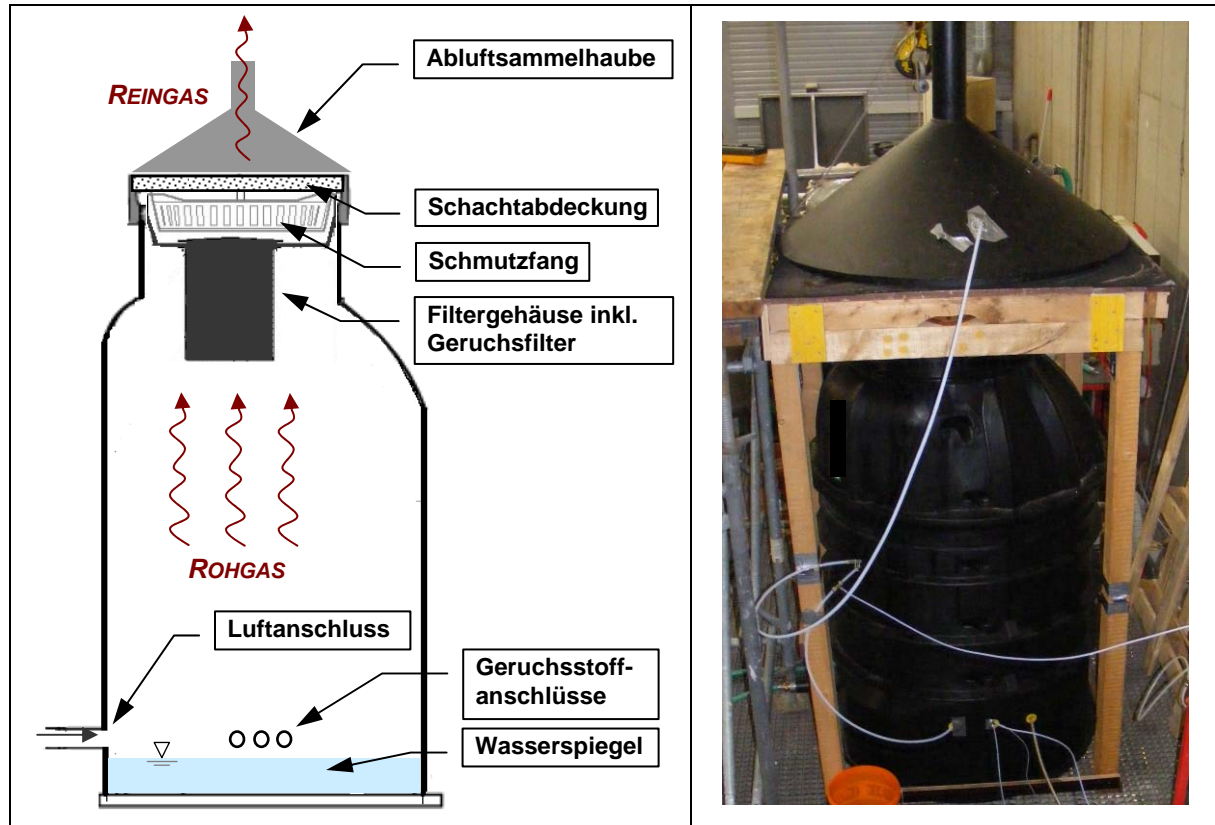


Abb. 8: Prinzipskizze (li) und Ansicht (re) des Prüfstands zur Prüfung auf Reinigungsleistung

Die Messung der Stoffkonzentrationen wurde jeweils bei einem konstanten Luftvolumenstrom von 1 m³/h, 5 m³/h, 20 m³/h und 50 m³/h vorgenommen. Die Konzentrationsmessungen erfolgten mittels elektrochemischem Sensor und Infrarot-Spektroskopie.

Die Probennahme zur Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration (Z_{ite}^a in GE/m³) wurde mittels Unterdruck-Probennehmer bei einem konstanten Luftvolumenstrom von 20 m³/h durchgeführt. Die Analyse der Proben erfolgte gemäß DIN EN 13725 [8] mit einem Olfaktometer. Zur Absicherung der Werte wurden nach Möglichkeit jeweils 3-fach-Bestimmungen durchgeführt.

Bei fünf der sechs getesteten Geruchsfilter war ein relativ hoher Wirkungsgrad beim Rückhalt von Schwefelwasserstoff (H₂S) zu erkennen; beim Rückhalt der übrigen Gaskomponenten waren die Ergebnisse uneinheitlich. Geruchsfilter mit Mikroorganismen (Bio- und Hybridfilter) zeigten einen vergleichsweise hohen Wirkungsgrad beim Rückhalt der Gaskomponente Ammoniak (NH₃). Hier zeigten die getesteten Aktivkohlefilter keine signifikante Reduktion.

^a Z_{ite} (individual threshold estimate) ist gemäß DIN EN 13725 [8] die Schwellenschätzung für die Geruchsprobe, das Ergebnis der olfaktometrischen Messung

Zwei von drei getesteten Geruchsfiltern, die gemäß Herstellerangaben über eine Aktivkohle einlage verfügen, zeigten hinsichtlich der Reduktion der Gaskomponenten Limonen ($C_{10}H_{16}$) und Dimethyldisulfid (DMDS) einen relativ hohen Wirkungsgrad. Bei allen untersuchten Produkten war jedoch auch erkennbar, dass die Reduktion der jeweiligen Gaskomponenten mit zunehmendem Luft-Volumenstrom abnimmt.

Bei den hier untersuchten „weiteren Produkten, die spezielle Wirkstoffe freisetzen“ ist eine Reduktion der Messwerte für die Gaskomponenten Schwefelwasserstoff (H_2S) und Ammoniak (NH_3) zu beobachten. Hinsichtlich der Gaskomponente Dimethyldisulfid (DMDS) war bei beiden untersuchten Produkten keine nennenswerte Reduktion der gemessenen Gaskonzentration zu beobachten. Bei der Gaskomponente Limonen ($C_{10}H_{16}$) zeigte sich, dass bei Einsatz eines der Produkte ein starker Anstieg der gemessenen Konzentration [ppm] im Reingas und Rohgas zu beobachten war. Eine Beeinflussung der empfindlichen Messtechnik durch die Wirkstoffe oder unbekanntes Reaktionsprodukte kann hier nicht ausgeschlossen werden (vgl. [16], [17]). Wissenschaftliche Erläuterungen zu möglichen Reaktionsvorgängen sind bisher noch nicht bekannt (vgl. [25]). Eine verlässliche Aussage zum Wirkungsgrad Stoffrückhalt ist für diese Produkte daher im Rahmen des IKT-Warentests nicht möglich, so dass auf eine weitergehende Interpretation verzichtet wird.

Bei zwei der sechs untersuchten Geruchsfilter ist nur eine relativ geringe Reduzierung der Geruchsstoffkonzentration von 10% bzw. 30% zu beobachten. Die COALSI® Geruchssperre BN 00.2001.00 (Aktivkohlefilter) wurde während des Tests vom Anbieter für das gewählte Belastungsbild der Systemprüfung „Reinigungsleistung“ unter Verweis auf die Anwendung des Produktes „COALSI® Geruchssperre BN 00.2001.0K“ (Hybridfilter) zurückgezogen.

Der Geruchswirkungsgrad der „Produkte, die spezielle Wirkstoffe freisetzen“ wurde im Rahmen dieses IKT-Warentests nicht ermittelt, da die Stoffzusammensetzung zwischen Roh- und Reingas hier deutlich voneinander abweichen kann. Die damit verbundene Qualität des Geruchs (z.B. „Zitronengeruch“) und hedonische Wirkung wird durch die Ermittlung der Geruchsschwelle bzw. Geruchsstoffkonzentration nicht erfasst, kann jedoch im praktischen Einsatz einen entscheidenden Einfluss auf die tatsächliche Geruchsbelästigung haben. Auch ist eine direkte Vergleichbarkeit der Werte mit den Werten der Geruchsfilter nicht gegeben.

3.3 Prüfung auf Handhabbarkeit

Für die Untersuchungen der Geruchsfilter auf Handhabbarkeit wurden insgesamt drei unterschiedliche Schachtbauwerke ausgewählt. Die drei Abwasserschächte befinden sich auf dem Versuchsgelände des IKT in Gelsenkirchen. Die ausgewählten Schächte unterscheiden sich hinsichtlich des Zustandes der Schachtwand und hinsichtlich der Abmessungen im Bereich der Einstiegsöffnung.

Im Rahmen der Untersuchungen wurde zunächst das Gewicht ermittelt, das das Betriebspersonal bei Einbau und Wartung der Geruchsfilter maximal anheben muss. Bei Geruchsfiltern, die in Einzelkomponenten einzusetzen sind, wurde das Gewicht der einzelnen Komponenten ermittelt. Bei Geruchsfiltern, die in kompakter Form einzubauen sind, wurde das Gesamtgewicht bestimmt. Darüber hinaus wurde bei den Geruchsfiltern mit biologischen Filtermaterialien auch eine **Gewichtsermittlung** mit feuchten Filtermaterialien durchgeführt.

Hierbei wurde deutlich, dass die hier untersuchten Filter mit biologischen Filtermaterialien ein höheres Eigengewicht aufweisen als die Aktivkohlefilter. Die Abmessungen dieser Filter sind demnach auch entsprechend dimensioniert.

Zur Beurteilung der Handhabbarkeit wurden die Geruchsfilter in die Abwasserschächte eingebaut. Der Einbau der jeweiligen Filter erfolgte nach Einbauanleitung des Herstellers durch zwei Techniker des IKT. Hierbei wurde der jeweilige **Zeitaufwand** bei den Testeinbauten dokumentiert.

Im Anschluss an jeden Testeinbau war die **Passgenauigkeit** des Filtergehäuses optisch durch den Techniker einzuschätzen. Hierzu wurden die Techniker des IKT unmittelbar nach dem Testeinbau des jeweiligen Filters befragt. Zu folgenden Punkten sollte hierbei eine Einschätzung abgegeben werden:

- **Passgenauigkeit der Filterkonstruktion:**

Hierbei war insbesondere die Dichtheit der Filterkonstruktion von Interesse. Seitens der Techniker war zu beurteilen, ob Undichtigkeiten zwischen Schachtwand und Filterkonstruktion erkennbar waren. Darüber hinaus war auch von Bedeutung, ob die Filterkonstruktion überhaupt in die Einstiegsöffnung des Schachtes eingesetzt werden konnte.

- **Passgenauigkeit des Schmutzfangs:**

Bei Geruchsfiltern für Abwasserschächte handelt es sich i. d. R. um Konstruktionen, die in die Schmutzfangnuten des Schachtrahmens eingehängt werden. Zu beurteilen war in diesem Zusammenhang, ob sich der Schmutzfang nach dem Einbau der Filterkonstruktion ohne Probleme einsetzen lässt.

- **Passgenauigkeit der Schachtabdeckung:**

In diesem Fall war zu beurteilen, ob nach dem Einbau des Filters und des Schmutzfanges die Schachtabdeckung weiterhin bündig auf den Schachtrahmen aufgelegt werden konnte. Neben der Passgenauigkeit wurde außerdem auf einen klapperfreien Sitz der Schachtabdeckung geachtet.

Bei den Untersuchungen auf **optischen Eindruck der Passgenauigkeit** wurden die Schwierigkeiten, die sich bereits beim Einbau der Geruchsfilter in den Versuchsstand für die Systemprüfungen gezeigt hatten, teilweise nochmals bestätigt. Auch bei diesen Untersuchungen zeigte sich, dass bei einigen der eingebauten Geruchsfilter optisch eindeutig Undichtigkeiten erkennbar waren. Bei Geruchsfiltern, die für den Einbau unterhalb eines herkömmlichen Schmutzfanges ausgelegt sind, konnte der Schmutzfang in einigen Fällen nicht ordnungsgemäß wieder eingesetzt werden.

Abweichend von den Systemprüfungen wurden bei den Untersuchungen auf Handhabbarkeit Schächte ausgewählt, die Schachtrahmen aus Gusseisen mit Beton (BEGU) aufweisen. Dies bedeutet, dass der Geruchsfilter der Fa. COALSI® mit der Produktbezeichnung Geruchssperre BN 00.2001.0K bei den Prüfungen auf Handhabbarkeit ohne Adapterring eingebaut werden konnte. Nach Angaben des Herstellers wird das Schachtgehäuse in diesen Fällen ohne ein Dichtungselement in den Schacht eingehängt.

Die Produkte, die spezielle Wirkstoffe freisetzen, wurden nicht auf Handhabbarkeit überprüft, da ihr Einbau zum einen selbsterklärend ist und zum anderen konstruktionsbedingt ohnehin

keine Platzprobleme zu erwarten waren. In diesem Fall wurde seitens der IKT-Techniker lediglich die Einbauanleitung der Anbieter auf Verständlichkeit und Plausibilität überprüft.

Für das Prüfkriterium **Anteil der Leckmenge** des aufsteigenden Luftvolumenstroms am Gesamtdurchsatz wurde auf die Ergebnisse der Leckmengenmessungen zurückgegriffen, die im Rahmen der Systemprüfung auf Durchströmbarkeit an der Universität der Bundeswehr München durchgeführt wurden.

Der Anteil der Leckmenge des aufsteigenden Luftvolumenstroms am Gesamtdurchsatz wurde analog zum Wirkungsgrad Durchströmbarkeit für bestimmte Druckzustände im Schacht ($\Delta p = 5, 10, 20, 25, 50 \text{ Pa}$) mit Hilfe der Leckmengenkennlinie des jeweiligen Filters ermittelt. Für die Geruchsfilter, die bereits bei niedrigen Druckzuständen einen relativ hohen Filterdurchsatz aufweisen, wurde der Anteil der Leckmenge am Gesamtdurchsatz für verschiedene Druckzustände bis zu dem maximal messtechnisch erfassbaren Überdruck im Schacht ermittelt.

Mit Blick auf den dokumentierten **Arbeitsaufwand** beim Einbau der Filter bleibt festzuhalten, dass keiner der untersuchten Filter einen unverhältnismäßigen Aufwand für Montage und Einbau erfordert. Für Filter, deren Einzelkomponenten vor dem Einbau zusammzusetzen sind, wird ein höherer zeitlicher Aufwand benötigt als für Geruchsfilter, die als kompaktes System angeliefert werden.

3.4 In-situ-Untersuchungen

Im Rahmen des Projektes wurden sowohl In-situ-Untersuchungen mit wissenschaftlichem als auch mit betriebspraktischem Betrachtungsschwerpunkt durchgeführt. Das Untersuchungsprogramm der Universität Kassel, Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft (FG SWW) im Institut für Wasser, Abfall, Umwelt (IWAU) mit In-situ-Messungen an unterschiedlichen Standorten ist in Kapitel 3.4.1 zusammengefasst, die Untersuchungen der beteiligten Netzbetreiber sind in Kapitel 3.4.2 angeführt.

3.4.1 Universität Kassel

Die In-situ-Untersuchungen des FG SWW der Universität Kassel an Abwasserschächten mit und ohne Geruchsfilter dienen insbesondere dazu, das Vorgehen bei den Systemprüfungen und die dort erzielten Ergebnisse auf Plausibilität zu überprüfen und weitere Erfahrungen des FG SWW in den Warentest einzubeziehen.

Gemäß [10] lassen sich aus den Messergebnissen folgende Schlüsse ziehen:

- Der Volumenstrom je Kanaldeckel bei natürlicher Lüftung ist messtechnisch (mit etwas Aufwand) erfassbar. Abschätzung aus bisherigen Messungen: bis $25 \text{ m}^3/\text{h}$.
- Die natürliche Lüftung unterliegt starken Schwankungen.
- Die wahren Luftwege bei einem eingebauten Geruchsfilter sind praktisch nicht messbar. Nur indirekte Erfassung möglich.
- Geruchsabbau bisher gemessen um 60%, bis max. 85%, stark schwankend, abnehmend mit übermäßiger Filterraumbelastung.
- In der Praxis dürften sich alle Situationen finden:

- Geruchsfilter mit hohem Widerstand, gute Dichtung: Verstopfen des Schachtes
- Geruchsfilter mit hohem Widerstand, schlechte Dichtung: Geruchsemission
- Geruchsfilter mit geringem Widerstand: (teilweise) Wirksamkeit
- ... und beliebige Zwischenformen

Im Gesamtblick bleibt festzuhalten, dass die Erfahrungen aus den in [9] ausführlich beschriebenen In-situ-Untersuchungen gut mit den Beobachtungen aus den Systemprüfungen übereinstimmen. So zeigte sich in der Systemprüfung für die Reinigungsleistung ein Mittelwert des Geruchswirkungsgrades aller untersuchten Geruchsfilter von 52 %, mit einem Maximalwert von 87 %. Die in den In-situ-Untersuchungen aufgenommenen Luft-Volumenströme entsprechen ebenfalls in ihrer Größenordnung dem Wertebereich der Systemprüfungen.

3.4.2 Beteiligte Netzbetreiber

Im Rahmen der In-situ-Untersuchungen der beteiligten Netzbetreiber wurden die Geruchsfilter und weiteren Produkte, die spezielle Wirkstoffe freisetzen, zum weiteren Erkenntnisgewinn außerdem in den Kanalnetzen der beteiligten Netzbetreiber eingesetzt. Ziel der Untersuchungen war es, die Testprodukte auf ihre Handhabbarkeit unter Praxisbedingungen zu überprüfen. Darüber hinaus wurden zusätzliche Hinweise zur Passgenauigkeit gewonnen. Die Netzbetreiber erstellten zu den Testeinsätzen umfangreiche Dokumentationen über Einbau und Wartung, die dem IKT im Anschluss für die Berichterstellung zur Verfügung gestellt wurden.

Insgesamt wurden sechs der acht getesteten Produkte in Schachtbauwerken der Netzbetreiber eingesetzt. Für einen der getesteten Aktivkohlefilter^a erfolgte kein In-situ-Einsatz, allerdings wurde vom gleichen Hersteller ein Biofilter, der in der Handhabung vergleichbar zu dem Aktivkohlefilter ist, eingesetzt. Bei einem Produkt mit Stoffabgabe^b wurde nicht dasselbe Produkt wie im Warentest untersucht, sondern ein ähnliches Produkt des Herstellers, das allerdings mit dem gleichen Wirkstoff produziert wird.

^a belflor®-Aktivkohlefilter AKTIVFIP von der Störk Umwelttechnik GmbH

^b C&D Brick von der Clemens & Dupont OHG

4 Bewertungsschema

Die Bewertung der geprüften Geruchsfilter wird auf Basis der Bewertungsschwerpunkte „Qualitätssicherung der Produkthanbieter“, „Systemprüfungen“ und „Handhabbarkeit“ vorgenommen.

4.1 Bewertungsschwerpunkt „Qualitätssicherung“

Der Bewertungsschwerpunkt „Qualitätssicherung“ der Produkthanbieter geht mit 10 % in das jeweilige Prüfurteil ein. In den Bewertungsschwerpunkt fließen die drei Bewertungsfälle „Einbau- und Wartungsbeschreibung“, „Maßnahmen zur Gewährleistung gleichbleibender Qualität der Filtermaterialien“ und „Entsorgbarkeit der Filtermaterialien“ ein. Die Bewertungsfälle werden nach dem Kriterium „ja/nein“ bewertet. „Ja“ bedeutet, die entsprechende Qualitätssicherung konnte vollständig nachgewiesen werden. „Nein“ steht für das Fehlen eines entsprechenden Nachweises. Die Bewertungsfälle fließen zu den in Tabelle 3 dargestellten Anteilen in die Note für den Bewertungsschwerpunkt „Qualitätssicherung“ der Produkthanbieter ein. Die Ergebnisse werden durch eine lineare Funktion auf Noten abgebildet. Hierbei stehen 100 % für die Note „sehr gut (1,0)“ und 0 % für die Note „ungenügend (6,0)“.

Tabelle 3: Bewertungsschema Prüfungsschwerpunkt „Qualitätssicherung“ der Produkthanbieter

Bewertungsfälle	Kriterien	Gewichtung
Vollständigkeit der Einbau- und Wartungsbeschreibung	ja / nein	50 %
Maßnahmen zur Gewährleistung gleichbleibender Qualität der Filtermaterialien	ja / nein	40 %
Empfehlungen über die Entsorgbarkeit der Filtermaterialien	ja / nein	10 %

4.2 Bewertungsschwerpunkt „Systemprüfungen“

Der Bewertungsschwerpunkt „Systemprüfungen“ geht mit 80 % in das jeweilige Prüfurteil ein. Die Bewertung der Systemprüfungen erfolgt auf Grundlage der Laboruntersuchungen der Geruchsfilter hinsichtlich Durchströmbarkeit am Institut für Wasserwesen der Universität der Bundeswehr München und auf Grundlage der Laboruntersuchungen hinsichtlich Reinigungsleistung am Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft (ISWA) der Universität Stuttgart. Es fließen die Bewertungsfälle „Wirkungsgrad Durchströmbarkeit“, „Geruchswirkungsgrad“ und „Wirkungsgrad Stoffrückhalt“ ein.

Der Bewertungsfall „**Wirkungsgrad Durchströmbarkeit**“ beschreibt, inwieweit die geruchsbeladene Abluft bei einem definierten Differenzdruck zwischen Kanal und Umgebung den Geruchsfilter durchströmt. Der Wirkungsgrad Durchströmbarkeit ermittelt sich aus dem Ver-

hältnis des mittels Laborversuchen ermittelten Volumenstroms durch den Filter (Filterdurchsatz) Q_F zum Bezugsvolumenstrom Q_B , der bei gleicher Druckdifferenz in einem filterlosen Abwasserschacht mit Lüftungsöffnungen in der Schachtabdeckung vorzufinden ist. Für den Filterdurchsatz werden die Ergebnisse der messtechnischen Untersuchungen der GeruchsfILTER auf Strömungswiderstände bzw. Luft-Durchlässigkeit herangezogen, die jeweils bei hoher (> 90 %) und niedriger Luftfeuchte (< 20 %) durchgeführt wurden. Anhand der ermittelten Kennlinien der Filterdurchsätze für die jeweiligen Filter wird der für einen bestimmten Differenzdruck vorzufindende Abluft-Volumenstrom durch den Filter Q_F ermittelt. Dies erfolgt jeweils bei Druckdifferenzen zwischen Kanal und Außenbereich von $\Delta p = 5 \text{ Pa}$, 10 Pa , 20 Pa , 25 Pa und 50 Pa . Der für die jeweiligen Druckzustände ermittelte Wirkungsgrad Durchströmbarkeit (Filterdurchsatz) Q_F/Q_B wird arithmetisch gemittelt und anschließend durch eine lineare Funktion auf Noten abgebildet. Der maximale Wirkungsgrad der Durchströmbarkeit Q_F/Q_B wird hierbei nach Abstimmung mit den beteiligten Netzbetreibern auf 66,67 % statt auf 100 % gesetzt, da die Luft-Durchströmbarkeit in der Praxis auch ohne Filtereinsatz bereits durch mehr oder weniger verschmutzte Schmutzfänger in den Abwasserschächten abgemindert sein kann. Aus den dementsprechend ermittelten Teilnoten für den Wirkungsgrad bei niedriger Luftfeuchte (< 20 %) und hoher Luftfeuchte (> 90 %) wird anschließend nochmals ein arithmetischer Mittelwert gebildet, der die Gesamtnote für den Wirkungsgrad Durchströmbarkeit darstellt. Bei GeruchsfILTERn, die bereits bei niedrigen Druckzuständen ($\Delta p < 5 \text{ Pa}$) einen relativ hohen Filterdurchsatz aufweisen ($Q_F \geq 20 \text{ m}^3/\text{h}$), wird der Wirkungsgrad Durchströmbarkeit bis zum maximal messtechnisch erfassbaren Druckzustand ermittelt. In diesem Fall wird für die Benotung der so errechnete Wirkungsgrad Durchströmbarkeit zu Grunde gelegt.

Der „**Geruchswirkungsgrad**“ gibt aufgrund olfaktometrischer Betrachtung an, inwieweit die Geruchsstoffkonzentration eines zuvor festgelegten Gasgemisches aus Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Limonen und Dimethyldisulfid nach dem Durchströmen des Filters reduziert wird. Die Ergebnisse hinsichtlich des „Geruchswirkungsgrad“ werden durch eine lineare Funktion auf Noten abgebildet. Bei einem „Geruchswirkungsgrad“ von 100 % wird die Note 1,0 vergeben, ist hingegen keine Reduzierung der Geruchsstoffkonzentration erkennbar, wird die Note 6,0 erteilt.

Der Bewertungsfall „**Wirkungsgrad Stoffrückhalt**“ beschreibt, inwieweit die Konzentration der Gaskomponenten des zuvor festgelegten Gasgemisches aus Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Limonen und Dimethyldisulfid nach dem Durchströmen des Filters reduziert wird. Der für die Luftvolumenströme $1 \text{ m}^3/\text{h}$, $5 \text{ m}^3/\text{h}$, $20 \text{ m}^3/\text{h}$ und $50 \text{ m}^3/\text{h}$ ermittelte „Wirkungsgrad Stoffrückhalt“ der vier Gaskomponenten wird zunächst arithmetisch gemittelt. Anschließend wird jeweils eine Teilnote pro Gaskomponente vergeben. Dabei wird der „Wirkungsgrad Stoffrückhalt“ durch eine lineare Funktion von 0 bis 100 % auf Noten zwischen 1,0 und 6,0 abgebildet. Aus den so ermittelten vier Teilnoten wird für jeden GeruchsfILTER eine Gesamtnote für den „Wirkungsgrad Stoffrückhalt“ gebildet.

Mit Blick auf die Relevanz der Gaskomponenten bei Geruchsbelästigungen von Entwässerungsanlagen, wird dabei in Abstimmung mit den am IKT-Warentest beteiligten Netzbetreibern folgende Gewichtung der vier Teilnoten vorgenommen:

- Limonen: 10 %
- Ammoniak: 15 %
- Dimethyldisulfid: 30 %
- Schwefelwasserstoff: 45 %

In den Bewertungsschwerpunkt „Systemprüfungen“ fließen die Bewertungsfälle „Wirkungsgrad Durchströmbarkeit“ und „Geruchswirkungsgrad“ jeweils mit 40 % sowie der Bewertungsfall „Wirkungsgrad Stoffrückhalt“ mit 20 % ein. Tabelle 4 gibt einen Überblick über das Bewertungsschema für den Prüfungsschwerpunkt „Systemprüfungen“.

Tabelle 4: Bewertungsschema für den Prüfungsschwerpunkt „Systemprüfungen“

Bewertungsfälle	Kriterien
Wirkungsgrad Durchströmbarkeit (40%) ¹	niedrige Luftfeuchte (50%)
	hohe Luftfeuchte (50%)
Geruchswirkungsgrad (40%) ²	Olfaktometrie DIN EN 13725
Wirkungsgrad Stoffrückhalt (20%) ³	Limonen (10%)
	Ammoniak (15%)
	Dimethyldisulfid (30%)
	Schwefelwasserstoff (45%)

¹ Mittelwertbildung aus Einzelnoten für den Wirkungsgrad Durchströmbarkeit bei einem Druckdifferenz Δp von jeweils 5 Pa, 10 Pa, 20 Pa, 25 Pa und 50 Pa; Geruchsfilter, die bereits bei niedrigen Druckzuständen einen relativ hohen Filterdurchsatz aufweisen ($Q_F \geq 20 \text{ m}^3/\text{h}$), wird der Wirkungsgrad Durchströmbarkeit bis zum maximal messtechnisch erfassbaren Druckzustand ermittelt und für die Benotung zu Grunde gelegt.

² geruchsmindernde Wirkung des untersuchten Filters bei einem durchschnittlichen Abluft-Volumenstrom von $V = 20 \text{ m}^3/\text{h}$ bestehend aus einem Gasgemisch aus 10 ppm Schwefelwasserstoff, 10 ppm Dimethyldisulfid, 10 ppm Ammoniak und 10 ppm Limonen

³ Benotung des Mittelwertes aus dem Wirkungsgrad Stoffrückhalt bei einem Abluft-Volumenstrom V von jeweils $1 \text{ m}^3/\text{h}$, $5 \text{ m}^3/\text{h}$, $20 \text{ m}^3/\text{h}$ und $50 \text{ m}^3/\text{h}$

4.3 Bewertungsschwerpunkt „Handhabbarkeit“

Der Bewertungsschwerpunkt „Handhabbarkeit“ fließt insgesamt zu einem Anteil von 10 % in die Endnote der einzelnen Testprodukte ein. Bewertet werden im Rahmen der „Handhabbarkeit“ zwei Charakteristiken der Geruchsfilter, die für den Einbaukomfort und –erfolg von Bedeutung sind, nämlich zum einen das „Gewicht“ der Filtersysteme und zum anderen deren „Passgenauigkeit“. Für den Untersuchungspunkt „**Gewicht**“ wurde zunächst die Masse der jeweils schwersten Einzelkomponente jedes Filtersystems ermittelt, denn diese stellt die maximal anzuhebende Last für das Betriebspersonal bei den Einbau- und Wartungsarbeiten dar. Des Weiteren wurden in Anlehnung an die Leitmerkmalmethode der Bundesanstalt für

Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit [26] insgesamt fünf verschiedene Lastklassen gebildet. Anwendung finden im vorliegenden Fall die Lastwichtungen für Frauen.

Entsprechend dem Gewicht der schwersten Einzelkomponente wird jedes Testprodukt in eine Lastwichtungsklasse eingeordnet. Dabei wird unterschieden in insgesamt fünf unterschiedliche Lastwichtungsklassen. Filter der Lastwichtungsklasse 1 (< 5 kg) erhalten die Teilnote „Gewicht“ von 1,0. Bei den Lastwichtungsklassen zwei bis vier wird für das jeweilige Gewicht des Filters linear innerhalb der jeweiligen Klasse interpoliert, um dem Filter anschließend eine Lastwichtung zuzuordnen und diese auf Noten abzubilden. Für Filter der Lastwichtungsklasse 5 (≥ 25 kg) wird die Teilnote 6,0 vergeben.

Die Bewertung und Benotung der „**Passgenauigkeit**“ basiert auf zwei Kriterien. Zum einen erfolgte bei den Testeinbauten auf dem IKT-Gelände eine optische Bewertung der Passgenauigkeit durch die ausführenden Techniker des IKT. Zum anderen werden für die Beurteilung außerdem die Leckmengen der Geruchsfilter, die im Rahmen der Laborversuche an der Universität Stuttgart ermittelt wurden, in die Bewertung einbezogen. Folgende Gewichtung wird dabei zugrunde gelegt:

- **Optischer Eindruck** auf die IKT-Techniker: 50 %,
- **Anteil der Leckmenge** aus Laborversuchen: 50 %.

Für die Merkmale „Passgenauigkeit der Filterkonstruktion“, „Passgenauigkeit des Schmutzfanges“ und „Passgenauigkeit der Schachtabdeckung“ (vgl. Kapitel 3.3) werden mit Blick auf die Einbauten pro Geruchsfilter Einschätzungen gemäß nachstehender Unterteilung getroffen:

- (++) = keine Beanstandungen,
- (+ -) = z. B. kleinere Undichtigkeiten / Passungenauigkeiten,
- (- -) = eindeutige Undichtigkeiten / Passungenauigkeiten.

Die Summe aus den drei Einschätzungen wird durch eine lineare Funktion von (++)(++)(++) bis (- -)(- -)(- -) auf Noten zwischen 1,0 und 6,0 abgebildet.

Der bei den Systemprüfungen ermittelte „Anteil der Leckmengen am Gesamtdurchsatz“ wird durch eine lineare Funktion auf Noten abgebildet. Bei einem „Anteil der Leckmenge am Gesamtdurchsatz“ von 0 % wird die Note 1,0 vergeben, bei einem „Anteil der Leckmenge am Gesamtdurchsatz“ von 50 % wird die Note 6,0 vergeben.

Tabelle 5 gibt einen Überblick über das Bewertungsschema für den Prüfungsschwerpunkt „Systemprüfungen“.

Tabelle 5: Bewertungsschema für den Prüfungsschwerpunkt „Handhabbarkeit“

Bewertungsfälle	Kriterien
Gewicht (20%)	Wägung ¹
Passgenauigkeit / Einbau (80 %)	Optischer Eindruck (50 %) ²
	Leckmenge (50 %) ³
¹ Gewicht der jeweils schwersten Einzelkomponente in Lastklasse gemäß Leitmerkmalmethode der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit eingeordnet → Abbildung der Lastklassen auf Noten ² Bewertung durch Techniker des IKT im Rahmen der Testeinbauten auf dem IKT-Versuchsgelände ³ Unter Zugrundelegen der bei den Laboruntersuchungen an der Universität Stuttgart ermittelten Leckmengen	

5 Gesamtergebnis

In Tabelle 6 ist das in Kapitel 4 beschriebene Bewertungsschema des IKT-Warentests „Geruchsfilter“ zusammengefasst.

Tabelle 6: Bewertungsschema des IKT-Warentests „Geruchsfilter“

Bewertungs- schwerpunkt	Bewertungsfälle	Gewichtung [%]
Systemprüfungen (80 %)	Wirkungsgrad Durchströmbarkeit	40 %
	Geruchswirkungsgrad	40 %
	Wirkungsgrad Stoffrückhalt <ul style="list-style-type: none"> • Schwefelwasserstoff (45 %) • Dimethyldisulfid (30 %) • Ammoniak (15 %) • Limonen (10 %) 	20 %
Qualitätssicherung (10 %)	Vollständigkeit der Einbau- und Wartungsbeschreibung (ja/nein)	50 %
	Maßnahmen zur Gewährleistung gleichbleibender Qualität der Filter- materialien (ja/nein)	40 %
	Empfehlungen über die Entsorgbar- keit der Filtermaterialien (ja/nein)	10 %
Handhabbarkeit (10 %)	Passgenauigkeit / Einbau <ul style="list-style-type: none"> • Optischer Eindruck (50 %) • Leckmenge (50 %) 	80 %
	Gewicht	20 %

Die Prüfurteile für die Geruchsfilter werden aus den Bewertungsschwerpunkten „Qualitätssicherung“ der Anbieter, „Systemprüfungen“ und „Handhabbarkeit“ gebildet.

Tabelle 7 stellt die für die untersuchten Geruchsfilter gebildeten Prüfurteile dar. Tabelle 8 gibt einen Überblick über die Untersuchungsergebnisse zu den weiteren Produkten, die spezielle Wirkstoffe freisetzen. Bei diesen Produkten wurde auf eine vergleichende Notengebung verzichtet, da insbesondere die Qualität des Geruchs (hedonische Wirkung) und damit subjektive Einflüsse dominierend werden können.

Ergänzend werden die grundsätzlichen Eindrücke aus den In-situ-Untersuchungen wiedergegeben und zusätzliche Informationen zu dem jeweiligen Geruchsfilter aufgeführt. Abschließend werden die erkannten Verbesserungspotenziale für die einzelnen Produkte zusammengefasst.

Tabelle 7: Ergebnisse des IKT - Warentests „Geruchsfilter“

IKT - Warentest „Geruchsfilter“



Einbausituation (Systemprüfungen): Kunststoffschacht mit Schachtabdeckung der Klasse D 400 nach DIN EN 124 [20] und Schachtrahmen aus Gusseisen der Form C nach DIN 19584-2 [27]

Produktanbieter	COALSI®	ROMOLD GmbH	UGN – Umwelttechnik GmbH	Störk Umwelttechnik GmbH	Störk Umwelttechnik GmbH	Warwas	COALSI®
Produkt	COALSI® Geruchssperre BN 00.2001.0K , 03 Hybrid	Kanalschachtfiter FIS 0600	UGN® Hybrid-Kanalschachtfiter Standard 170032 (2001-oxi-1.0)	belflor®-Biofilterpatrone FIP 700	belflor®-Aktivkohlefilter AKTIVFIP	EKO Biofilter Typ KF-400	COALSI® Geruchssperre BN 00.2001.00
Art des Filters	Hybridfilter	Aktivkohlefilter	Hybridfilter	Biofilter	Aktivkohlefilter	Biofilter	Aktivkohlefilter
IKT – Prüfurteil*	BEFRIEDIGEND (2,8)	BEFRIEDIGEND (3,0)	BEFRIEDIGEND (3,5)	AUSREICHEND (3,6)	AUSREICHEND (3,8)	AUSREICHEND (4,3)	NICHT BEWERTET
Systemprüfungen im Versuchsstand (Gewichtung 80 %)	befriedigend (3,1)¹	befriedigend (3,3)	ausreichend (4,1)	ausreichend (4,0)	ausreichend (4,2)⁴	mangelhaft (4,7)	Die Untersuchungen wurden nach der Systemprüfung auf „Durchströmbarkeit“ abgebrochen, da der Anbieter das Produkt für das Belastungsbild der Systemprüfung „Reinigungsleistung“ zurückgezogen hat und diesbezüglich auf das im Test geprüfte Produkt „COALSI® Geruchssperre BN 00.2001.0K“ verweist.
Wirkungsgrad Durchströmbarkeit ³ (40 %)	3,6 ⁴	5,5	5,4	5,1	2,5 ⁵	5,2	
Geruchswirkungsgrad ⁶ (40 %)	2,9	1,7	2,9	2,9	5,5	4,5	
Wirkungsgrad Stoffrückhalt ⁷ (20%)	2,5	2,2	3,7	4,2	5,1 ⁸	4,3	
Schwefelwasserstoff (45 %)	1,9	1,8	2,6	3,9	4,7	4,2	
Dimethylsulfid (30 %)	2,6	1,4	5,5	4,7	5,6	4,6	
Ammoniak (15 %)	3,6	5,5	2,5	3,3	5,0	3,5	
Limonen (10 %)	3,2	1,7	5,7	5,0	5,4	5,3	
Qualitätssicherung der Produkthanbieter (Gewichtung 10 %)	sehr gut (1,0)	sehr gut (1,0)	sehr gut (1,0)	sehr gut (1,0)	sehr gut (1,0)	befriedigend (3,5)	
Vollständigkeit der Einbau- und Wartungsbeschreibung ⁹ (50 %)	ja	ja	ja	ja	ja	ja	
Maßnahmen zur Gewährleistung gleichbleibender Qualität der Filtermaterialien ¹⁰ (40 %)	ja	ja	ja	ja	ja	nein	
Empfehlungen über die Entsorgbarkeit der Filtermaterialien ¹¹ (10 %)	ja	ja	ja	ja	ja	nein	
Handhabbarkeit (Gewichtung 10 %)	gut (2,4)	gut (2,2)	gut (1,7)	befriedigend (2,6)	befriedigend (3,3)	gut (2,1)	
Passgenauigkeit / Einbau (80 %)	Optischer Eindruck ¹² (50 %)	3,5	1,8	1,8	1,8	3,5	
	Anteil Leckmenge ¹³ (50 %)	2,7	1,4	3,4	6,0 ¹⁴	1,1	
Gewicht ¹⁵ (20%)	1,0	1,0	2,3	2,7	1,0	1,3	
Zusatzinformationen:	umläufige Undichtigkeiten beim Einbau in Schachtrahmen aus Gusseisen mit Beton (BEGU); konstruktive Abweichungen zu Filtermodell aus Systemprüfungen (z.B. Einhängenasen)						
Eindruck aus In-situ-Untersuchungen der Netzbetreiber	einragender Klappbügel des Spannrings verhindert ordnungsgemäßes Einsetzen des Schmutzfängers (Folge: verstopfter Wasserablauf) Schwierigkeiten bei der Anpassung des Spannrings an den vorhandenen Schachthals	starre bzw. unflexible Anordnung der Einhängewinkel führt ggf. zu Problemen beim Einsetzen in den Schacht	Dichtung verrutscht bzw. verdreht sich beim Einsetzen des Montage-ringes	keine in-situ-Untersuchungen, da Konstruktionsmerkmale vergleichbar mit der belflor®-Biofilterpatrone FIP 700	Schmutzfänger konnte nicht eingebaut werden		
Einbauzeit ¹⁶	2 min	3 ½ min	2 ½ min	2 min	2 min	1 min	
Standzeit / Lebensdauer der Filtermaterialien (lt. Anbieter) ¹⁷	Aktivkohlematte: 2 ½ – 3 Jahre Hybridfiltermatte: keine Angaben	2 Jahre	keine Angabe	4 – 6 Jahre	keine Angabe	3 Jahre	
Toleranzbereich für Schacht-Einstiegsöffnung DN 625 (lt. Anbieter) ¹⁷	Keine Angabe	595 mm bis 645 mm	keine Angabe	610 mm bis 630 mm	610 mm bis 625 mm	keine Angabe	
Lieferbar für Schacht-Einstiegsöffnung mit Durchmesser (lt. Anbieter) ¹⁷	650 mm, 800 mm	-	DN 560, DN 600, DN 800	-	-	625 mm	
Empfohlene Verbesserungen	Standard-Dichtung für BEGU-Schachtrahmen anbieten; Konstruktionsmerkmale vereinheitlichen (z.B. Einhängenasen, Dichtung)	Durchströmbarkeit verbessern; Passgenauigkeit für Schmutzfang optimieren; Handhabbarkeit des Spannrings verbessern	Durchströmbarkeit verbessern; Flexibilität der Einhängewinkel verbessern	Durchströmbarkeit verbessern; Stoffrückhalt verbessern; Dichtungselement fixieren	Reinigungsleistung verbessern; Abdichtung zur Schachtwand verbessern; Dichtungselement fixieren	Durchströmbarkeit verbessern; Reinigungsleistung verbessern; Passgenauigkeit für Schmutzfang verbessern	

¹ Im Versuchsstand für die Systemprüfungen wurde ein Schachtrahmen mit innen liegendem Hohlraum (gusseiserner Rahmen Form C gemäß DIN 19584-2 [27]) verwendet. Die Systemprüfungen wurden aus diesem Grund mit Hilfe eines Adapterringes durchgeführt, der seitens des Herstellers COALSI® eigens für diese Art von Schachtrahmen angeboten wird. Bei Schachtrahmen aus Gusseisen und Beton (BEGU) wird laut Hersteller auf den Adapterring verzichtet. In diesem Fall kommt gemäß Angaben des Herstellers auch kein anderes Dichtelement zum Einsatz.

² Die Systemprüfung auf Reinigungsleistung (Geruchswirkungsgrad, Wirkungsgrad Stoffrückhalt) erfolgte an einem Filtergehäuse mit einer Dichtung, die vom Prüfpersonal – in Abstimmung mit dem Hersteller – modifiziert wurde. Das Filtergehäuse entspricht damit nicht mehr dem ausgelieferten Standardzustand.

³ Der Wirkungsgrad Durchströmbarkeit ist der prozentuale Anteil des Filterdurchsatzes Q_f vom Bezugsvolumenstrom Q_b (Schacht ohne Filter). Bewertung: Wirkungsgrad Durchströmbarkeit 67% = 1,0 bis Wirkungsgrad Durchströmbarkeit 0% = 6,0; Abbildung der Noten durch eine lineare Funktion. Mittelwertbildung aus 10 Einzelnoten bei Schachtüberdruck $\Delta p = 5, 10, 20, 25, 50$ Pa jeweils mit trockener und mit feuchter Luft.

⁴ Mittelwertbildung aus 2 Einzelnoten bei Schachtüberdruck $\Delta p = 2,4$ Pa jeweils mit trockener und feuchter Luft, da bereits bei diesen Druckzuständen ein Filterdurchsatz in Größenordnung der praxisrelevanten Maximalwerte erreicht wurde.

⁵ Mittelwertbildung aus 2 Einzelnoten bei Schachtüberdruck $\Delta p = 2,4$ Pa mit trockener und $\Delta p = 4,9$ Pa mit feuchter Luft, da bereits bei diesen Druckzuständen ein Filterdurchsatz in Größenordnung der praxisrelevanten Maximalwerte erreicht wurde.

⁶ Geruchswirkungsgrad: prozentuale Reduzierung der Geruchsstoffkonzentration (GE/m³) des Gasgemisches aus Schwefelwasserstoff, DMDS, Ammoniak und Limonen bei einem Luft-Volumenstrom von 20 m³/h; Bewertung: Geruchswirkungsgrad 100% = 1,0 bis Geruchswirkungsgrad 0% = 6,0. Abbildung der Noten durch eine lineare Funktion.

⁷ Wirkungsgrad Stoffrückhalt: prozentuale Reduzierung der Substratkonzentration der einzelnen Gaskomponenten (ppm); Mittelwertbildung Wirkungsgrad Stoffrückhalt aus 4 Einzelwerten bei einem Luftvolumenstrom von 1 m³/h, 5 m³/h, 20 m³ und 50m³/h. Wirkungsgrad Stoffrückhalt 100% = 1,0 bis Wirkungsgrad Stoffrückhalt 0% = 6,0; Abbildung der Noten durch eine lineare Funktion.

⁸ Mittelwertbildung Wirkungsgrad Stoffrückhalt aus 3 Einzelwerten bei einem Luftvolumenstrom von 5 m³/h, 20 m³ und 50 m³/h. Stoffrückhalt bei einem Luft-Volumenstrom von 1 m³/h konnte messtechnisch nicht erfasst werden.

⁹ Vollständigkeit der Einbau- und Wartungsbeschreibung. Bewertung: vollständig = ja; unvollständig = nein

¹⁰ Maßnahmen zur Gewährleistung gleichbleibender Qualität der Filtermaterialien können nachvollziehbar dargelegt werden (inkl. Nachweisdokumente): ja; nein

¹¹ Empfehlungen zur Entsorgbarkeit der Filtermaterialien bieten dem Anwender ausreichend Hilfestellung: ja; nein

¹² Bewertung des optischen Eindrucks hinsichtlich Passgenauigkeit: (+++++) = 1,0; (++++ -) = 1,8; (+++ + -) = 2,7; (+++ - -) = 3,5; (++ - - -) = 4,3; (+ - - - -) = 5,2; (- - - - -) = 6,0

¹³ Bewertung des Anteils der Leckmenge am Gesamtvolumenstrom $Q_L / (Q_F + Q_L)$: 0% = 1,0 bis 50% = 6,0; Abbildung der Noten durch eine lineare Funktion.

¹⁴ Notenbildung auf Basis der rechnerisch ermittelten Leckmenge, da kein verwertbares Messergebnis (zusätzliche Dichtung, die nicht Bestandteil des Filtersystems ist, musste montiert werden, um die Versuchsdurchführung zu ermöglichen)

¹⁵ Bewertung des Gewichtes (wirksame Last): ≤ 5 kg = 1,0; 5 kg = 1,0 bis < 25 kg = 4,5 (Abbildung der Noten durch lineare Funktion); ≥ 25 kg = 6,0.

¹⁶ Einbauzeit: Mittelwert aus drei Einbauvorgängen (Einbauvorgang 1: Person A, ungeübt, Standardschacht; Einbauvorgang 2: Person B, ungeübt, Extremschacht; Einbauvorgang 3: Person B, geübt, Standardschacht)

¹⁷ Entnommen aus den Unterlagen der Hersteller (Einbau- und Wartungsbeschreibungen, Produktbeschreibungen auf den Internetseiten der Hersteller, Broschüren und Prospekte der Hersteller), die im Rahmen des Warentests ausgehändigt wurden

* Notenberechnung auf Basis ungerundeter Wert



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.

Tabelle 8: Ergänzende Projektergebnisse „Produkte, die spezielle Wirkstoffe freisetzen“

IKT – Projektergebnis

Produkte, die spezielle Wirkstoffe freisetzen



Produktanbieter		Clemens & Dupont OHG	Biothys GmbH
Produkt		C&D Brick Art.-Nr. 56-1738	Gelactiv®-Matte SHK-P, NHK-P
			
Material / Inhaltsstoffe lt. Anbieter		Hartfaser, ätherisches Öl	naturidentische und synthetische Wirkstoffe
IKT – Prüfurteil		k.A. ¹	k.A. ¹
Systemuntersuchungen			
Wirkungsgrad Durchströmbarkeit		keine Beeinträchtigung zu erwarten	keine Beeinträchtigung zu erwarten
Geruchswirkung		In-situ beobachtet: die Qualität des Geruchs (hedonische Wirkung) kann als subjektiver Einfluss dominierend werden. ²	In-situ beobachtet: die Qualität des Geruchs (hedonische Wirkung) kann als subjektiver Einfluss dominierend werden.
Stoffrückhalt		Messwerte zur Reinigungsleistung sind aufgrund des unbekanntes Stoffgemisches nicht interpretierbar.	Messwerte zur Reinigungsleistung sind aufgrund des unbekanntes Stoffgemisches nicht interpretierbar.
Qualitätssicherung der Produkthanbieter			
Vollständigkeit der Einbaubeschreibung ³		ja	ja
Maßnahmen zur Gewährleistung gleichbleibender Qualität der Filtermaterialien ⁴		ja	ja
Empfehlungen über die Entsorgbarkeit der Filtermaterialien ⁵		ja	ja
Handhabbarkeit			
Passgenauigkeit / Einbau	Optischer Eindruck	nicht relevant	nicht relevant
	Leckmenge	nicht relevant	nicht relevant
Gewicht		vernachlässigbar gering	vernachlässigbar gering
Zusatzinformationen:			
Eindruck aus aus In-situ-Untersuchungen der Netzbetreiber		Wirkung beobachtet. Nach dem Einbau kann ein neuer nicht identifizierbarer Geruch vorhanden sein. ²	Wirkung beobachtet. Nach dem Einbau kann ein neuer nicht identifizierbarer Geruch vorhanden sein.
Wirkungsdauer (lt. Anbieter) ⁶		3 Monate	3 bis 5 Monate
Verbesserungsmöglichkeiten		Wissenschaftlicher Nachweis zum tatsächlichen Wirkmechanismus	Wissenschaftlicher Nachweis zum tatsächlichen Wirkmechanismus
FAZIT		Keine Belüftungsrisiken, Wirkung beobachtet, Wirkungsweise jedoch offen. Subjektive Bewertung notwendig.	Keine Belüftungsrisiken, Wirkung beobachtet, Wirkungsweise jedoch offen. Subjektive Bewertung notwendig.

¹ Keine Notenbildung, da aufgrund der freigesetzten Wirkstoffe im Abluftgemisches ein direkter Vergleich der Produkte untereinander und mit anderen Verfahren nicht möglich ist (Geruchsqualität, hedonische Wirkung).

² Im Rahmen der In-situ-Untersuchungen wurde das Produkt C&D Strong Plus der Firma Clemens & Dupont OHG untersucht, das aufgrund des gleichen Wirkstoffes mit der Bezeichnung Neutrox-Gamma (vgl. [17]) mit dem zuvor getesteten C&D Brick der Clemens & Dupont OHG hinsichtlich Wirkungsweise vergleichbar ist.

³ Vollständigkeit der Einbau- und Wartungsbeschreibung. Bewertung: vollständig = ja; unvollständig = nein

⁴ Maßnahmen zur Gewährleistung gleichbleibender Qualität der Filtermaterialien können nachvollziehbar dargelegt werden: ja; nein

⁵ Empfehlungen zur Entsorgbarkeit der Filtermaterialien bieten dem Anwender ausreichend Hilfestellung: ja; nein

⁶ Entnommen aus den Unterlagen der Hersteller (Einbau- und Wartungsbeschreibungen, Produktbeschreibungen auf den Internetseiten der Hersteller, Broschüren und Prospekte der Hersteller), die im Rahmen des Warentests ausgehändigt wurden

6 Fazit

Als Gesamtfazit des IKT-Warentests „Geruchsfilter“ und der ergänzenden Untersuchung von Produkten, die Wirkstoffe freisetzen, bleibt festzuhalten:

Kein Geruchsfilter mit SEHR GUT oder GUT

Keiner der getesteten Geruchsfilter konnte bei den Kriterien der Systemprüfungen durchgängig überzeugen. Nur ein Produkt zeigte sowohl bei der Durchströmbarkeit als auch bei der Reinigungsleistung mindestens ausreichende Ergebnisse.

Sperrende Wirkung kann dominieren

Vier von sechs Geruchsfiltern zeigten deutliche Schwächen bei der Durchströmbarkeit. Der Filter stellt in diesen Fällen ein Entlüftungshindernis dar. In der Folge ist zwar mit einer örtlichen Verringerung von Geruchsbelästigungen zu rechnen, allerdings sind eine Verlagerung der Geruchsbelästigung zu anderen Schächten sowie Korrosionsrisiken in Betonbauwerken zu befürchten.

„Aktivkohle“ oder „Bio“: Unterschiede in der Reinigungsleistung

Alle vier Bio- bzw. Hybridfilter zeigten für Ammoniak eine mindestens ausreichende Reinigungsleistung. Die beiden getesteten Aktivkohlefilter waren hier mangelhaft. Demgegenüber zeigte ein Aktivkohlefilter (ROMOLD Kanalschachtfiter FIS 0600) bei den Schwefelverbindungen (H₂S, DMDS) und Limonen den besten stofflichen Rückhalt aller Geruchsfilter.

Montage und Einbau ohne großen Aufwand

Alle Geruchsfilter waren leicht zusammen- bzw. einzubauen. Der größte Filter (belflor® Biofilterpatrone FIP 700) wies ein Montagegewicht von 15 kg und eine maximale Seitenlänge von ca. 0,5 m auf. Der Einbau konnte für alle Produkte ohne besondere Anleitung erfolgen. Nur in Einzelfällen musste die Einbauanleitung als Orientierung hinzugezogen werden.

Passgenauigkeit kann entscheiden

Umläufigkeiten an der Schachtwand können die Wirkung von Geruchsfiltern deutlich verringern. Eines der getesteten Produkte (belflor®-Aktivkohlefilter AKTIVFIP) zeigte derartige Mängel in der Passgenauigkeit, dass zum Aufbau eines ausreichenden Strömungsdrucks am Filtermaterial zunächst konstruktive Veränderungen an der Dichtung notwendig waren. Darüber hinaus ließ sich bei einigen Geruchsfiltern der Schmutzfang nicht mehr einsetzen, so dass mit erhöhtem Reinigungsbedarf zu rechnen ist.

Alternative Produkte bieten weiteren Handlungsspielraum

Ergänzend zu den Geruchsfiltern wurden weitere Produkte getestet, die spezielle Wirkstoffe freisetzen (Anbieter: Biothys, Clemens & Dupont). Subjektive Beobachtungen im In-situ-Einsatz deuten auf eine geruchsmindernde bzw. –verändernde Wirkung hin. Die genaue Wirkungsweise ließ sich im Test jedoch nicht nachvollziehen. Belüftungs- und zusätzliche Korrosionsrisiken scheinen jedoch ausgeschlossen, so dass die Produkte im Einzelfall eine beachtenswerte Alternative sein können.

Die vollständige Fassung des Endberichtes zum IKT-Warentest „Geruchsfilter“ – mit ergänzender Untersuchung weiterer Produkte zum Einsatz in Abwasserschächten bei Geruchsbelästigung – steht unter www.ikt.de zum kostenlosen Download zur Verfügung.

7 Literaturverzeichnis

- [1] Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) - Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge; in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. September 2002 (BGBl. I S. 3830); zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 23. Oktober 2007 (BGBl. I S. 2470).
- [2] Durchführung der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft. Gem. RdErl. d. Ministers für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft u. d. Ministers für Wirtschaft, Mittelstand und Technologie vom 14. Oktober 1986; Ministerialblatt für das Land NW 1986.
- [3] TA Luft 2002. Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft vom 24. Juli 2002).
- [4] 1. IKT-Erfahrungsaustausch „Geruchsfilter“ mit den Technischen Werken Burscheid AöR, der Stadtentwässerung Ludwigshafen, den Stadtentwässerungsbetrieben Köln AöR, den Stadtwerken Hann. Münden, der Städtischen Werke Magdeburg GmbH und dem Stadtentwässerungsbetrieb Düsseldorf; 11.09.2008; IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen.
- [5] 2. IKT-Erfahrungsaustausch „Geruchsfilter“ mit der Stadtentwässerung Hamm, der Stadt Ahaus, den Stadtwerken Aachen AG, den Technischen Betrieben Leverkusen und dem Städtischen Abwasserbetrieb Wermelskirchen; 20.11.2008; IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen.
- [6] 3. IKT-Erfahrungsaustausch „Geruchsfilter“ (IKT-Süd) mit der Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg, der Münchner Stadtentwässerung, der Innsbrucker Kanalbetriebe AG, der Stadt Regensburg und den Stadtwerken Landshut; 03.12.2008; IKT-Süd, Universität der Bundeswehr München, Neubiberg b. München.
- [7] Weismann, D.; Lohse, M.: Sulfid-Praxishandbuch der Abwassertechnik – Biogene Korrosion, Geruch, Gefahr verhindern und Kosten beherrschen; Vulkan-Verlag; 2007.
- [8] DIN EN 13725: Luftbeschaffenheit – Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration mit dynamischer Olfaktometrie; Deutsche Fassung EN 13725:2003; Beuth-Verlag; Juli 2003.
- [9] Bosseler, B.; Brüggemann, T.; Reisch, U.; Färber, D.: IKT-Warentest „Geruchsfilter“ mit ergänzender Untersuchung weiterer Produkte zum Einsatz in Abwasserschächten bei Geruchsbelästigung; IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur; Gelsenkirchen, April 2010.
- [10] Frechen, F.-B.: Stellungnahme zu Geruchsfiltern für Abwasserschächte, Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft im Institut für Wasser, Abfall & Umwelt (IWAU); Universität Kassel, März 2010.
- [11] Hübner, B.: Funktionsprinzip von Biowäscher und Biofilter – Praxisbeispiele, Investitionen und Betriebskosten. Entsorgungspraxis; Heft 5; S. 35 – 38; Mai 2000.
- [12] Internetinformationen der ENTEC Deutschland GmbH; Neuss; Juni 2009.
www.entec-deutschland.de/i_produkte.htm
- [13] Schön, M; Hübner, B.: Geruch – Messung und Beseitigung; Vogel Buchverlag Würzburg; 1996.
- [14] Internetinformationen der ROMOLD GmbH; Freilassing, Juni 2009.
www.romold.de

- [15] ATV-DVWK-M 154: Geruchsemissionen aus Entwässerungssystemen – Vermeidung oder Verminderung – Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, November 2003.
- [16] Produktkatalog „Die Biothys®-Technologie“; Chemie-Vertrieb GmbH & Co. Hannover KG; Hannover 2009.
- [17] Produktinformation „Clemens & Dupont OHG – Industrielle Geruchskompensation“; Clemens & Dupont OHG; Andernach, 2009.
- [18] Bosseler, B.; Kaltenhäuser, G.; Puhl, R.: IKT-Warentest „Hausanschlussstutzen“; IKT- Institut für Unterirdische Infrastruktur; Gelsenkirchen, Juni 2001.
- [19] Bosseler, B.; Kaltenhäuser, G.: IKT-Warentest „Reparaturverfahren für Anschlussstutzen“; IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur; Gelsenkirchen, Juni 2004.
- [20] DIN EN 124: Aufsätze und Abdeckungen für Verkehrsflächen - Baugrundsätze, Prüfungen, Kennzeichnung, Güteüberwachung; Deutsche Fassung EN 124:1994; Beuth-Verlag, August 1994.
- [21] Kulisch, H.: Messtechnische Untersuchung von Geruchsfiltern; Institut für Wasserwesen, Universität der Bundeswehr München; Neubiberg bei München, Oktober 2009.
- [22] Reiser, M.; Goschnik, A.; Dittmer, U.; Fechner, I.: Bericht zum Test von Kanalfiltern zur Minderung von Geruchsemissionen von Abwasserkanälen; Insitut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft (ISWA), Universität Stuttgart, August 2009.
- [23] Zarra, T., Naddeo, V., Belgiorno, V., Reiser, M., Kranert, M.: “Odour monitoring of small wastewater treatment plant located in sensitive environment” Water Science & Technology—Water Science and Technology Vol. 58 No 1 pp 89–94 © IWA Publishing 2008.
- [24] Gefahrstoffinformationssystem der Deutschen gesetzlichen Unfallversicherung (GESTIS-Stoffdatenbank); Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin, August 2009.
- [25] Frechen, F.-B.; Franke, W.: Geruchsemissionen aus Entwässerungsnetzen; Publikation der DWA - Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., 2009.
- [26] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin und Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik: Leitmerkmalermethode zur Beurteilung von Heben, Halten, Tragen; 2001.
- [27] DIN 19584-2: Schachtabdeckungen für Einsteigschächte Klasse D 400, Teil 2: Einzelteile; Beuth-Verlag, Juni 1997.