

INTEWA INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR ENERGIE- UND WASSERTECHNIK MBH

FILTERVERGLEICHSTEST INTEWA WECHSELSPRUNGFILTER WSP 100, 3P PATRONENFILTER PF UND WISY WIRBEL-FEIN-FILTER WFF-100

Auftraggeber:	INTEWA Ingenieurgesellschaft für Energie- und Wassertechnik mbH Jülicher Str. 336 52070 Aachen
Auftrag vom:	17.06.2002
Auftrags-Nr.:	WBL 167 D
Aufgestellt von:	Forschungsstelle Wasserwirtschaft und Umwelt fwu an der Universität Siegen Prof. Dr.-Ing. Jürgen Jensen Dipl.-Ing. (FH) Jörg Wieland

Siegen, den 02.08.2002

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Aufgabenstellung	1
2	Versuchsaufbau	1
3	Ergebnisse des Vergleichstests der Regenwasserfilter	2
3.1	INTEWA Wechselsprungfilter WSP 100	2
3.1.1	Beschreibung des Herstellers	2
3.1.2	Ergebnisse des Filtervergleichstest	3
3.2	3P Patronenfilter PF	4
3.2.1	Beschreibung des Herstellers	4
3.2.2	Ergebnisse des Filtervergleichstest	5
3.3	WISY Wirbel-Fein-Filter WFF-100 mit 440 µm Filtereinsatz	7
3.3.1	Beschreibung des Herstellers	7
3.3.2	Ergebnisse des Filtervergleichstest	8
4	Zusammenfassung	10
5	Schrifttum	12
6	Anhang	13

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Versuchsaufbau für den Filtervergleichstest der Regenwasserfilter	1
Abbildung 2:	Thompsonwehr mit $Q = 0,1$ l/s	2
Abbildung 3:	INTEWA Wechselsprungfilter WSP100	2
Abbildung 4:	INTEWA Wechselsprungfilter WSP100 mit $Q = 0,1$ l/s	3
Abbildung 5:	INTEWA Wechselsprungfilter WSP100 mit $Q = 0,2$ l/s	3
Abbildung 6:	INTEWA Wechselsprungfilter WSP100 mit $Q = 0,2$ l/s mit Verschmutzung	4
Abbildung 7:	(links) 3P Patronenfilter PF	4
Abbildung 8:	(rechts) Funktionsprinzip 3P Patronenfilter PF	4
Abbildung 9:	Funktionsprinzip der Rückspülautomatik 3P Patronenfilter PF	5
Abbildung 10:	(links) 3P Patronenfilter PF mit $Q = 0,1$ l/s	5
Abbildung 11:	(rechts) 3P Patronenfilter PF mit $Q = 0,2$ l/s (5 sec nach Versuchsbeginn)	5
Abbildung 12:	(links) 3P Patronenfilter PF mit $Q = 0,2$ l/s und Verschmutzung (Laub)	6
Abbildung 13:	(rechts) 3P Patronenfilter PF mit $Q = 0,2$ l/s und Verschmutzung (Laub)	6
Abbildung 14:	(links) 3P Patronenfilter PF mit $Q = 0,2$ l/s und Verschmutzung (Papier)	7
Abbildung 15:	(rechts) 3P Patronenfilter PF mit $Q = 0,2$ l/s und Verschmutzung (Papier) – Nahaufnahme	7
Abbildung 16:	(links) WISY Wirbel-Fein-Filter WFF-100	7
Abbildung 17:	(rechts) Funktionsprinzip WISY Wirbel-Fein-Filter WFF-100	7
Abbildung 18:	(links) WISY WFF-100 mit $Q = 0,1$ l/s (zu Beginn des Versuches)	9
Abbildung 19:	(rechts) WISY WFF-100 mit $Q = 0,1$ l/s (gegen Ende des Versuches)	9
Abbildung 20:	(links) WISY WFF-100 mit $Q = 0,2$ l/s (zu Beginn des Versuches)	9
Abbildung 21:	(rechts) WISY WFF-100 mit $Q = 0,1$ l/s (gegen Ende des Versuches)	9
Abbildung 22:	(links) WISY Wirbel-Fein-Filter mit Verschmutzung (Laub)	10
Abbildung 23:	(rechts) WISY Wirbel-Fein-Filter mit Verschmutzung (Laub)	10

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Regendatenauswertung der Jahre 1993 bis 1997	10
Tabelle 2:	Eingangsdaten Rechenbeispiel zur Abschätzung der jährlichen Verlustwassermengen	11
Tabelle 3:	Ergebnisse Rechenbeispiel zur Abschätzung der jährlichen Verlustwassermengen	11
Tabelle 4:	Ergebnisse des Filtervergleichstests	13

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die INTEWA Ingenieurgesellschaft für Energie- und Wassertechnik mbH, Aachen, hat am 17.06.2002 die Forschungsstelle Wasserwirtschaft und Umwelt (fwu) an der Universität Siegen beauftragt, einen Filtervergleichstest mit den folgenden Regenwasserfiltern durchzuführen:

- 3P-Patronenfilter PF
- INTEWA Wechselsprungfilter WSP 100
- WISY Wirbel-Fein-Filter WFF-100 mit 440 μm Filtereinsatz

2 Versuchsaufbau

Für die oben genannten Regenwasserfilter der Nennweite DN 100 soll das Betriebsverhalten getestet werden. Es wurden insgesamt drei Versuchsreihen durchgeführt:

1. Unverschmutzte Filter mit $Q = 0,1 \text{ l/s}$
2. Unverschmutzte Filter mit $Q = 0,2 \text{ l/s}$
3. Verschmutzte Filter mit $Q = 0,2 \text{ l/s}$

Die Verschmutzung in der dritten Versuchsreihe bestand aus Laub und als Blattersatzstoff Papier (Stücke zu je ca. 5 mal 5 cm mit 90 g/m²). Zur Untersuchung der Regenwasserfilter wurde in der Versuchshalle der Forschungsstelle Wasserwirtschaft und Umwelt (fwu) an der Universität Siegen die Testanordnung nach Abbildung 1 aufgebaut. Die im Kreislauf betriebene Wasserzuführung ermöglicht die Simulation von Regenereignissen unterschiedlicher Intensitäten. Der Regenwasserzulauf wird hier durch eine Brauchwasserzuleitung aus dem Wasserturm simuliert, es können dabei bis zu 2,0 l/s dauerhaft bereitgestellt werden.

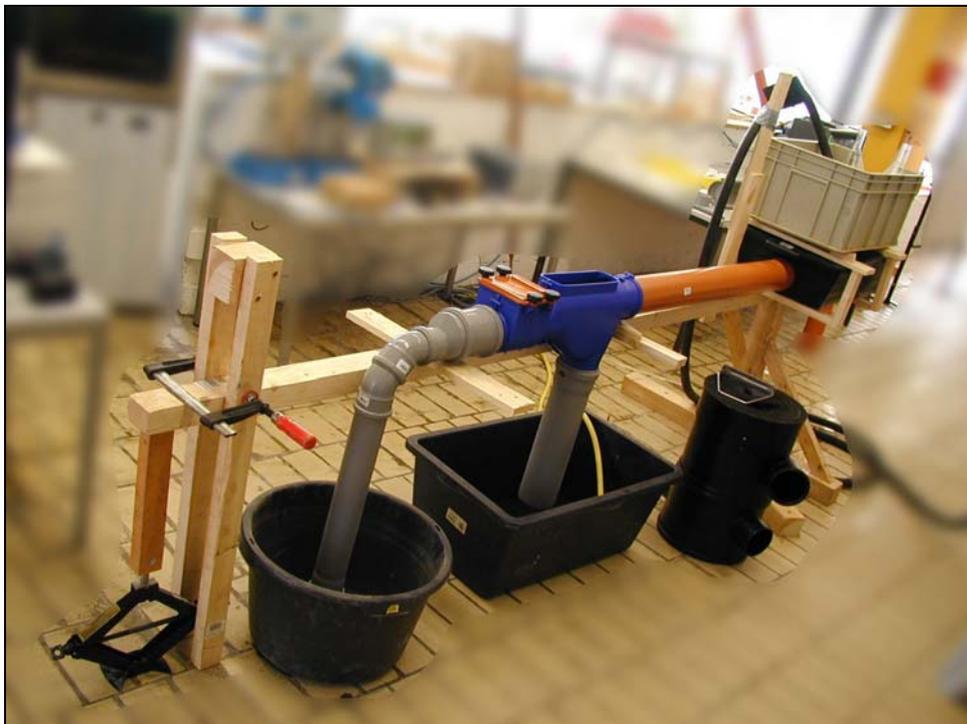
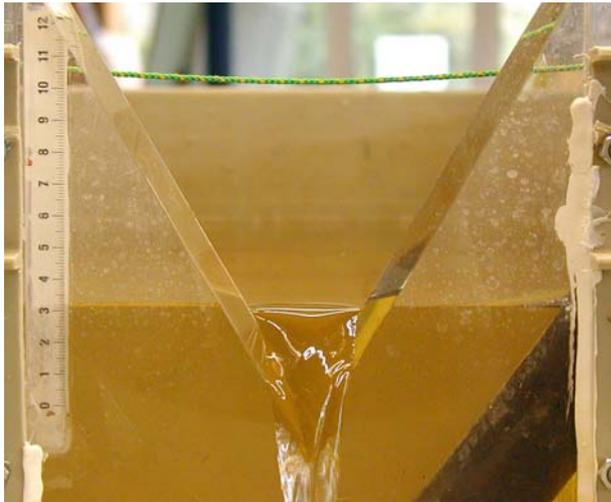


Abbildung 1: Versuchsaufbau für den Filtervergleichstest der Regenwasserfilter



Es wurden Versuche mit 0,1 l/s und 0,2 l/s durchgeführt. Die Zulaufwassermenge wurde mit Hilfe eines Thompsonwehres eingestellt (siehe Abbildung 2). Der Anschluss der Zu- und Ablaufrohre ist problemlos möglich, es empfiehlt sich jedoch vor dem Zusammenstecken die Lippendichtungen mit einem Gleitmittel auf Seifenbasis zu behandeln.

Abbildung 2: Thompsonwehr mit $Q = 0,1 \text{ l/s}$

3 Ergebnisse des Vergleichstests der Regenwasserfilter

3.1 INTEWA Wechselsprungfilter WSP 100

3.1.1 Beschreibung des Herstellers

Folgende Angaben, zu dem in Abbildung 3 dargestellten INTEWA Wechselsprungfilter WSP100, wurden <http://www.intewa.de> (Hersteller) entnommen:

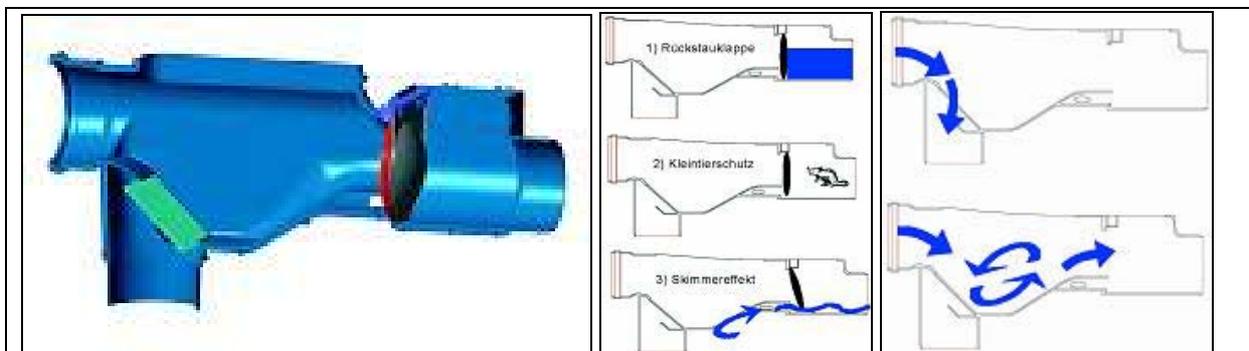


Abbildung 3: INTEWA Wechselsprungfilter WSP100

Selbstreinigender Regenwasserfilter für die Zisternenmontage mit einem effektiven Gesamtwirkungsgrad von >97 % und sehr geringem Höhenversatz. Geeignet für Dachflächen von 50 bis max. 300 m². Besonders geringer Wartungsaufwand durch Selbstreinigung mit Wechselsprungeffekt. Edelstahlspaltsieb 0,4 mm Spaltweite. Integrierte Rückstauklappe nach DIN 1989 Teil 1, die zugleich die Kleintierschutzfunktion übernimmt sowie integrierter Überlaufskimmer zum Abzug von schwimmenden Schmutzstoffen bei jedem Überlaufereignis

Technische Daten: Zulauf: DN 100 (Muffe) Schmutzwasserablauf: DN 100 (Spitzende) Ablauf zur Zisterne: DN 100 Edelstahl-Spaltsiebfilter mit Spaltweite 0,4 mm Gehäusematerial: PP Masse (LxBxH): 604 x 180 x 290 mm Höhenversatz zwischen Zulauf und Schmutzwasserablauf: 47 mm

3.1.2 Ergebnisse des Filtervergleichstest

Nach den Versuchen filtert der INTEWA Wechselsprungfilter DN 100 bei $Q = 0,1$ l/s (siehe Abbildung 4) den Zufluss zu 100 %; es erfolgt kein Überlauf.

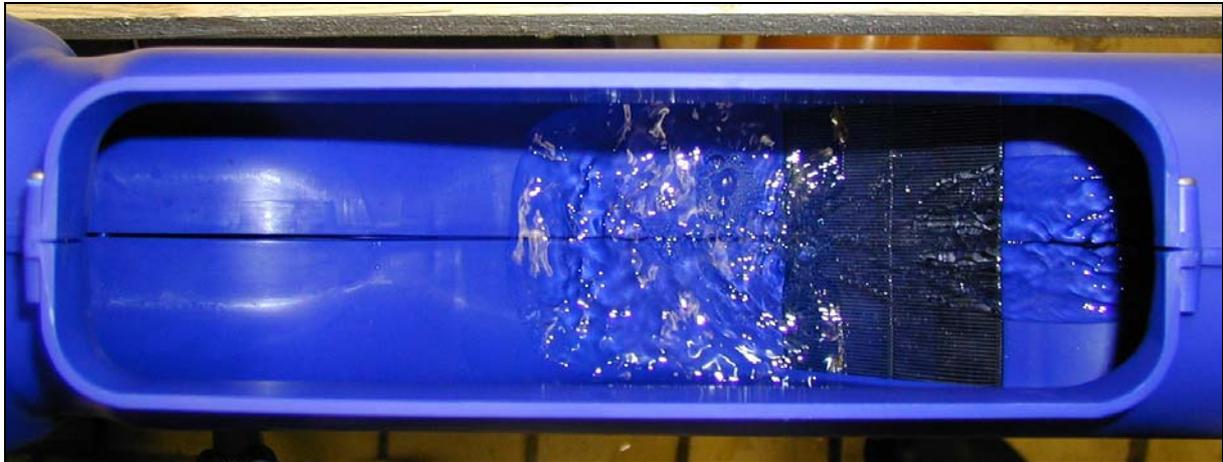


Abbildung 4: INTEWA Wechselsprungfilter WSP100 mit $Q = 0,1$ l/s

Auch das Anlaufverhalten bei $Q = 0,2$ l/s liefert für den INTEWA Wechselsprungfilter DN 100 (siehe Abbildung 5) das gleiche Ergebnis, der Zufluss wird zu 100 % gefiltert; es erfolgt kein Überlauf.



Abbildung 5: INTEWA Wechselsprungfilter WSP100 mit $Q = 0,2$ l/s

Ebenso arbeitet der INTEWA Wechselsprungfilter DN 100 bei $Q = 0,2$ l/s mit Verschmutzung (siehe Abbildung 6). Der Zufluss wird zu 100 % gefiltert; es erfolgt kein Überlauf. Der Test mit Papier ergab keine Unterschiede zum Test mit Laub. Eine Reinigung des Filters erfolgt bei Starkregen durch Wechselsprung, die Verschmutzung wird aufgewirbelt und herausgespült. Sollte die Verschmutzung nicht komplett herausgespült werden, arbeitet der INTEWA Wechselsprungfilter DN 100 immer noch zu 100 %, denn weder Lage noch Art der Verschmutzung führen zu einer Verschlechterung des Wirkungsgrades.



Abbildung 6: INTEWA Wechselsprungfilter WSP100 mit $Q = 0,2 \text{ l/s}$ mit Verschmutzung

3.2 3P Patronenfilter PF

3.2.1 Beschreibung des Herstellers

Folgende Angaben, zu dem in Abbildung 7 dargestellten und Abbildung 8 beschriebenen 3P Patronenfilter PF, wurden <http://www.3ptechnik.de/> (Hersteller) entnommen:



Abbildung 7: (links) 3P Patronenfilter PF

Abbildung 8: (rechts) Funktionsprinzip 3P Patronenfilter PF

1. Das Regenwasser wird in die Filterpatrone geleitet (DN 100).
2. Die Filterpatrone reinigt das Regenwasser. Das gereinigte Wasser wird über den beruhigten Zulauf in den Regenwasserspeicher geleitet (DN 100).
3. Durch die Schrägstellung und der glatten Oberflächenstruktur des Siebes wird der ausgefilterte Schmutz in die Kanalisation gespült (DN 100).

Regenwasserfilter für Dachflächen bis 150 m^2 . Für den Einbau in Regenwasserspeicher. Durch leichte Schrägstellung der Siebpatrone wird der Schmutz in die Kanalisation gespült, wartungsarm. Siebpatrone aus Edelstahl mit Kunststoffummantelung. Der 3P Patronenfilter ist mit der 3P Rückspül-Vorrichtung nachrüstbar. Höhenunterschied zwischen Zu- und Ablauf 66 mm .

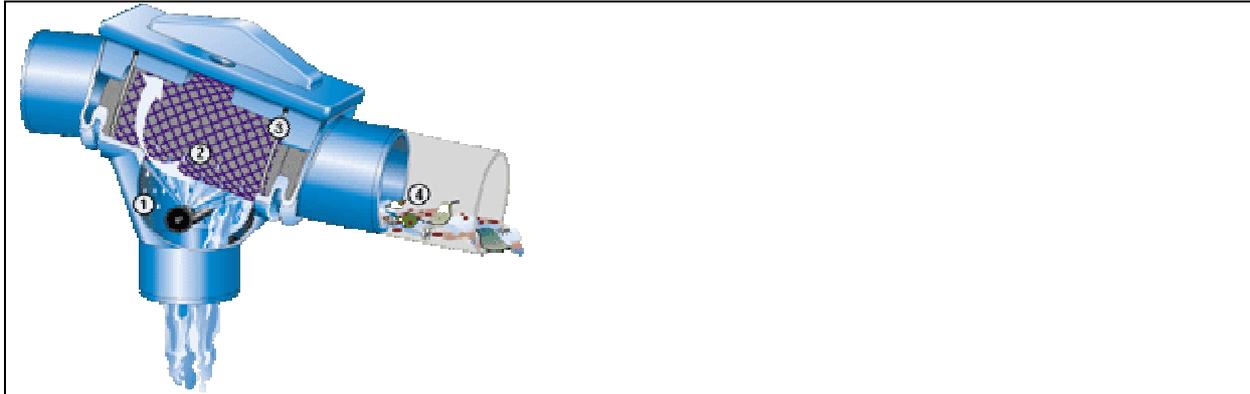


Abbildung 9: Funktionsprinzip der Rückspülautomatik 3P Patronenfilter PF

1. Wird die Rückspül-Vorrichtung betätigt, spritzt die Düse in einem Winkel von unten an die Siebpatrone.
2. Der Wasserstrahl durchdringt das Siebgebe und befreit es von den Verunreinigungen.
3. Der Wasserstrahl treibt die Filterpatrone an und versetzt sie in eine rotierende Bewegung. So wird das komplette Siebgebe der Filterpatrone gereinigt.
4. Das Schmutzwasser wird in die Kanalisation gespült.

3.2.2 Ergebnisse des Filtervergleichstest

Nach den Versuchen filtert der 3P Patronenfilter PF bei $Q = 0,1$ l/s (siehe Abbildung 10) den Zufluss zu über 99 %. Bei trockenem Sieb erfolgt stärkerer Überlauf in den ersten Sekunden, der dann bis auf Tröpfchenverlust abnimmt. Nach ca. 28 min tritt kein Verlust mehr auf, die Gesamtmenge belief sich auf ca. 630 ml. Bei $Q = 0,2$ l/s (siehe Abbildung 11) filtert der 3P Patronenfilter PF den Zufluss zu fast 100 %. Es erfolgt stärkerer Überlauf nur in den ersten Sekunden, danach trat kein weiterer Verlust auf.

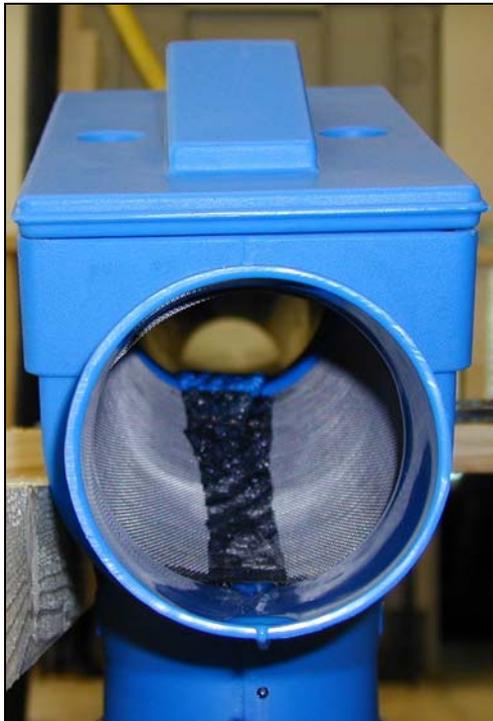


Abbildung 10: (links) 3P Patronenfilter PF mit $Q = 0,1$ l/s



Abbildung 11: (rechts) 3P Patronenfilter PF mit $Q = 0,2$ l/s (5 sec nach Versuchsbeginn)

Fügt man in den Versuch mit $Q = 0,2 \text{ l/s}$ noch Verschmutzung ein, nimmt die Filterleistung des 3P Patronenfilter PF ab. Je nach Lage der Verschmutzung erfolgt nur Tröpfchenverlust (siehe Abbildung 12), wodurch eine Filterleistung von fast 100 % erreicht wird, bis hin zu konstanten fließenden Verlust von $Q_{\text{ver}} \approx 0,01 \text{ l/s}$ (siehe Abbildung 13), der die Filterleistung auf ca. 95 % reduziert. In Abbildung 12 und Abbildung 13 sind exakt dieselben Blätter zu sehen, nur deren Lage innerhalb des Filters ist anders. Dies bedeutet, dass allein die Lage der Verschmutzung den Wirkungsgrad des Filters herabsetzen kann. Die ungünstigste Lage der Verschmutzung und somit den größten Wasserverlust zu bestimmen, ist mit diesen Blättern schwierig. Kleineres Laub (z.B. Birke) führt in durchgewicktem Zustand zu höheren Verlusten. Um eine Nachvollziehbarkeit der Versuche zu gewährleisten wird als Laubersatzstoff Papier 90 g/m^2 eingesetzt.

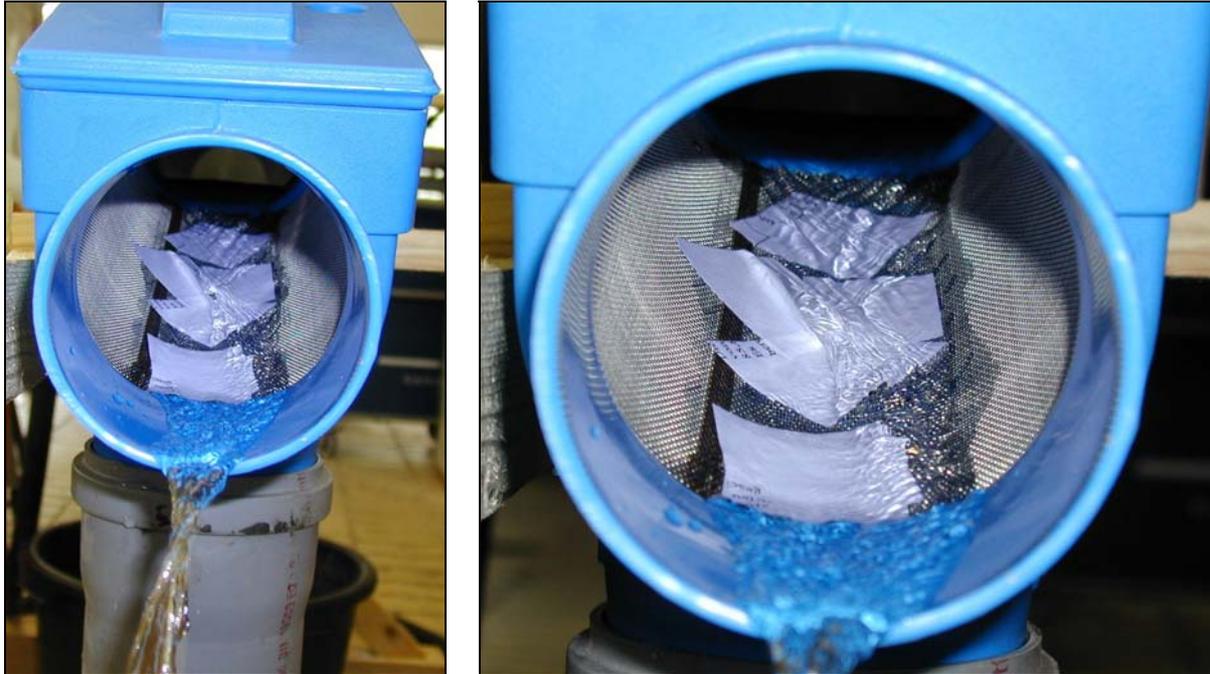


Abbildung 12: (links) 3P Patronenfilter PF mit $Q = 0,2 \text{ l/s}$ und Verschmutzung (Laub)



Abbildung 13: (rechts) 3P Patronenfilter PF mit $Q = 0,2 \text{ l/s}$ und Verschmutzung (Laub)

In den folgenden Versuchen mit $Q = 0,2 \text{ l/s}$ wurde die Verschmutzung anstelle des Laubes (siehe Abbildung 14 und Abbildung 15) durch Papier mit einer Größe von ca. $5 \text{ mal } 5 \text{ cm}$ simuliert. Die Filterleistung des 3P Patronenfilter PF nimmt ab; es wurde ein konstanter Verlust von $Q_{\text{ver}} \approx 0,11 \text{ l/s}$ ermittelt, was einer Filterleistung von ca. 44 % entspricht. Ohne die zusätzliche Rückspülvorrichtung (siehe 3.2.1) ist ein Entfernen der Verschmutzung nur manuell oder durch Starkniederschläge möglich. Dies kann zu erheblichen Wasserverlusten führen, wenn die Reinigung des Filters nicht häufig genug erfolgt. Die Rückspülvorrichtung ist batteriebetrieben und muss auf Funktionstüchtigkeit überprüft werden und durch die Rückspülung können zusätzliche Wasserverluste auftreten.

Abbildung 14: (links) 3P Patronenfilter PF mit $Q = 0,2 \text{ l/s}$ und Verschmutzung (Papier)Abbildung 15: (rechts) 3P Patronenfilter PF mit $Q = 0,2 \text{ l/s}$ und Verschmutzung (Papier) – Nahaufnahme

3.3 WISY Wirbel-Fein-Filter WFF-100 mit $440 \mu\text{m}$ Filtereinsatz

3.3.1 Beschreibung des Herstellers

Folgende Angaben, zu dem in Abbildung 16 dargestellten und Abbildung 17 beschriebenen WISY Wirbel-Fein-Filter WFF-100 mit $440 \mu\text{m}$ Filtereinsatz wurden <http://www.wisy.de> (Hersteller) entnommen:

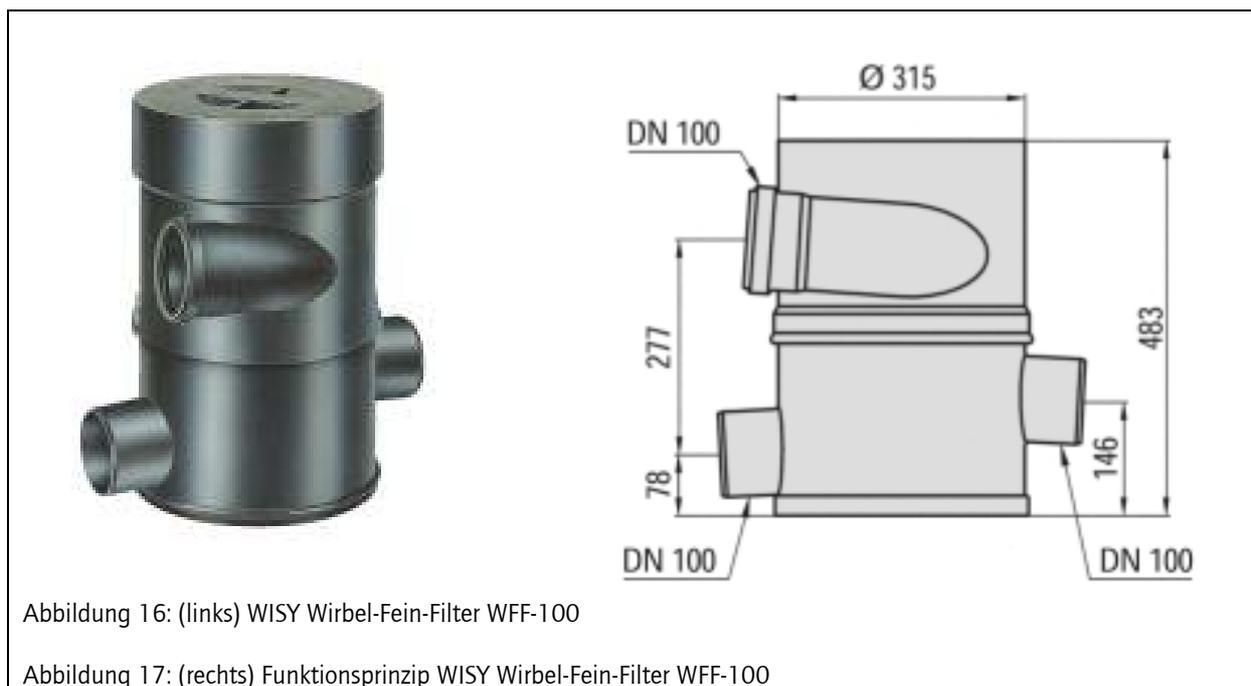


Abbildung 16: (links) WISY Wirbel-Fein-Filter WFF-100

Abbildung 17: (rechts) Funktionsprinzip WISY Wirbel-Fein-Filter WFF-100

Der WISY Wirbel-Fein-Filter, nachfolgend WFF genannt, ist zum Einbau ins Erdreich bestimmt. Dort filtert er, an einem horizontal verlaufenden Regenwasserabflussrohr angeschlossen, das Dachflächenwasser, welches dann einem Speicher zugeführt wird. Als Dachflächen eignen sich bevorzugt geneigte Dächer aus Schiefer, Tonziegeln oder Betonsteinen. Begrünte Dachflächen sind wegen ihrer geringen Wasserausbeute nur bedingt geeignet. Dächer mit Bitumenpappe sind ebenfalls nicht zu empfehlen. Unversiegelte Asbestzementdächer sind nicht geeignet. Die ausgewaschenen Fasern dieser Dachabdeckungen setzen das feine Filtergewebe zu.

Der WFF filtert, an einem horizontal verlaufenden Kanalrohr angeschlossen, das Dachabflusswasser, welches dann einem Speicher zugeführt wird. Das vom Dach ankommende Regenwasser läuft seitlich in den WFF hinein und wird breitflächig über das zylinderförmige Filtergewebe geleitet. Dort wird, unter Ausnutzung der Adhäsionskraft, das Dachabflusswasser durch den senkrecht sitzenden Fein-Filter hindurch gezogen und über den Auslaufstutzen dem Speicherbehälter zugeführt, während der Schmutz mit dem Restwasser zum Kanal gespült wird. Nach diesem Prinzip werden über 90% des im WFF ankommenden Regenwassers gefiltert. Die offenen Querschnitte der Dachentwässerungsrohre bleiben im WFF durchgehend erhalten. Es gibt keine Querschnittsverengungen im Gerät, an denen sich Schmutz und Wasser stauen kann. Dies ist besonders bei wolkenbruchartigen Regenfällen mit beträchtlichem Wassereinlauf wichtig. In solchen Fällen werden noch 50% gefiltertes Wasser dem Speicherbehälter zugeführt. Überschüssiges Regenwasser wird unmittelbar zum Abflusskanal geleitet. Das Filtergewebe reinigt sich weitgehend selbst, da an dem senkrechten Gewebe praktisch nichts hängen bleiben kann. Als Auffangfläche eignen sich bevorzugt geneigt Dachflächen aus Schiefer, Tonziegeln oder Betonsteinen. Begrünte Dachflächen sind wegen ihrer geringen Wasserausbeute bedingt geeignet. Unversiegelte Asbestzementdächer sind nicht geeignet. Diese Asbestdächer sind nicht nur umwelt- und gesundheitsproblematisch, die ausgewaschenen Fasern dieser Dachabdeckung setzen auch das feine Filtergewebe zu. Bis 200 m² Dachfläche.

Das Gehäuse des WFF ist pflegefrei. Es besteht aus verrottungssicherem Kunststoff. Die Filtereinsätze sind wartungsarm, jedoch nicht gänzlich wartungsfrei. Das Filtergewebe des Filtereinsatzes reinigt sich weitgehend selbst, da an dem senkrechten Gewebe alle groben Schmutzteile vorbei fallen. Dennoch kann sich im Laufe der Zeit durch Umwelteinflüsse ein dünner, dunkelfarbiger Besatz bilden, der die Filterleistung herabsetzt und eine Reinigung notwendig macht (regional unterschiedlich). In ungünstigen Fällen kann eine Reinigung in kürzeren Zeitabständen notwendig werden; in anderen erst nach einem halben Jahr. Spätestens dann sollten Sie den Filtereinsatz in jedem Fall reinigen. Ideal ist die Verwendung eines Hochdruckreinigers (an vielen Autowaschanlagen verfügbar). Eine Reinigung in der Geschirrspülmaschine hat sich in vielen Fällen ebenfalls bewährt, sie kann aber auch von Hand, mit Hilfe einer kleinen Bürste und einem handelsüblichen Spülmittel vorgenommen werden.

3.3.2 Ergebnisse des Filtervergleichstest

Nach den Versuchen filtert der WISY Wirbel-Fein-Filter WFF-100 bei $Q = 0,1$ l/s den Zufluss zu ca. 75 %. Zu Beginn erfolgt stärkerer Verlust (siehe Abbildung 18), der zunehmend weniger wird (siehe Abbildung 19). Nach ca. 60 min wurde der Versuch beendet und die Verlustwassermenge betrug ca. 90 l. Ist das Sieb bei Versuchsbeginn feucht, wird nahezu 100 % des Zuflusses gefiltert.



Abbildung 18: (links) WISY WFF-100 mit $Q = 0,11/s$ (zu Beginn des Versuches)



Abbildung 19: (rechts) WISY WFF-100 mit $Q = 0,11/s$ (gegen Ende des Versuches)

Bei $Q = 0,2 \text{ l/s}$ (siehe Abbildung 20) filtert der WISY Wirbel-Fein-Filter WFF-100 den Zufluss nur zu ca. 53 %. Die Verlustwassermenge von 90 l wurde bereits nach 16 min erreicht (siehe Abbildung 21).



Abbildung 20: (links) WISY WFF-100 mit $Q = 0,2l/s$ (zu Beginn des Versuches)



Abbildung 21: (rechts) WISY WFF-100 mit $Q = 0,1l/s$ (gegen Ende des Versuches)

Das Verhalten des WISY Wirbel-Fein-Filter WFF-100 bei Verschmutzung zeigt nur einen sehr geringen Rückgang des Wirkungsgrades. Die Wasserverluste bei Verschmutzung sind in etwa so groß wie beim Klarwasserversuch (ca. 70-75 % für $Q = 0,1 \text{ l/s}$ und ca. 50-53 % für $Q = 0,2 \text{ l/s}$). In Abbildung 22 und Abbildung 23 ist der WISY Wirbel-Fein-Filter mit Verschmutzung zu sehen. Der Wirkungsgrad des Filters ist im Vergleich zu den anderen Filtern der Geringste. Der Filter ist nicht für alle Dachflächen geeignet und es kann zum Zusetzen des Siebes kommen, wodurch der Wartungsaufwand erhöht wird (siehe 3.3.1).



Abbildung 22: (links) WISY Wirbel-Fein-Filter mit Verschmutzung (Laub)



Abbildung 23: (rechts) WISY Wirbel-Fein-Filter mit Verschmutzung (Laub)

4 Zusammenfassung

Zur Untersuchung der Regenwasserfilter wurde in der Versuchshalle der Forschungsstelle Wasserwirtschaft und Umwelt (fwu) an der Universität Siegen die Testanordnung nach Abbildung 1 aufgebaut. Der Regenwasserzulauf wird hier durch eine Brauchwasserzuleitung aus dem Wasserturm simuliert, es können dabei bis zu 2,0 l/s dauerhaft bereitgestellt werden. Für die Versuche wurden Zuflüsse von $Q = 0,1$ l/s und $Q = 0,2$ l/s gewählt. Diese Zuflüsse ergeben sich aus der Häufigkeitsverteilung der Niederschlagsereignisse. Die Regendaten der Wetterstation der Universität Siegen liegen in Form von 5-Minuten-Intervallen vor. Seit 1993 werden die Daten elektronisch aufgezeichnet. Eine Auswertung der Jahre 1993-1997 ergibt die in Tabelle 1 dargestellte Häufigkeitsverteilung:

Tabelle 1: Regendatenauswertung der Jahre 1993 bis 1997

	1993	1994	1995	1996	1997	Mittel	Gesamt
mm/5min	%	%	%	%	%	%	%
0,1	64,11	64,03	67,74	69,47	68,25	66,72	66,7
0,2	19,78	20,93	18,40	16,93	18,94	18,99	85,7
0,3	8,24	8,64	7,39	6,84	6,51	7,52	93,2
0,4	3,55	2,70	2,96	2,84	2,74	2,96	96,2

Die Tabelle zeigt, dass der Niederschlag zu mehr als 96% mit einer Intensität bis zu 0,4 mm/5 min fällt. Da der Niederschlag nur punktuell erfasst wird, gelten diese Daten nur für die Region Siegen. Es ist jedoch anzunehmen, dass die Verteilung der Intensitäten in Deutschland ähnlich ist. Bei einer Dachfläche von 150 m² entspricht ein Regenereignis von 0,4 mm/5 min einem Zufluss von maximal 0,2 l/s, weshalb für die Versuche dieser maximale Zufluss gewählt wurde.

In allen Versuchen filtert der INTEWA Wechselsprungfilter DN 100 den Zufluss zu 100 %; es erfolgt kein Überlauf. Damit besitzt dieser Filter bei Zuflüssen bis $Q = 0,2$ l/s (auch mit Verschmutzung) den größten Wirkungsgrad der getesteten Filter und ist in Lage über 96 % der gesamten jährlichen Niederschlagsmenge zu filtern. Durch den bauartbedingten Wechselsprung ist

der Filter unempfindlich gegen Verschmutzung mit großer Oberfläche (z.B. Laub). Der Wartungsaufwand ist gering.

Auch der 3P Patronenfilter PF besitzt bei geringen unverschmutzten Zuflüssen bis $Q = 0,2 \text{ l/s}$ einen hohen Wirkungsgrad von 97 % bis 100 %, bis der Filter angelaufen ist. Danach wird 100 % des Zuflusses gefiltert. Je nach Art und Lage der Verschmutzung nimmt der Wirkungsgrad drastisch ab. Die Filterleistung geht durch konstanten fließenden Verlust von etwa 55 % auf bis zu 45 % zurück. Dieser Filter ist besonders gegen Verschmutzung mit großer Oberfläche (z.B. Laub) anfällig. Blätter oder ähnlich geformte Feststoffe können bei geringen Zuflüssen auf dem Filtersieb liegen bleiben und führen das Wasser ungefiltert ab. Der Wartungsaufwand kann je nach Verschmutzung zunehmen oder der Einbau einer Rückspülvorrichtung notwendig sein.

Die Filterleistung des WISY Wirbel-Fein-Filter WFF-100 ist bei geringen Zuflüssen bis $Q = 0,2 \text{ l/s}$ relativ gering und weist einen Wirkungsgrad von 53 % bis 75 % auf. Zu Beginn erfolgt stärkerer Wasserverlust, der zunehmend weniger wird, aber nicht zu Null wird. Das Verhalten des Filters bei Verschmutzung zeigt nur einen sehr geringen Rückgang des Wirkungsgrades. Dies ist bauartbedingt, da Verschmutzung auch bei geringen Zuflüssen nach unten herausfallen kann. Der Filter hat die größten Abmessungen der getesteten Filter, wodurch ein Einbau (Einbau in Zisterne?) erschwert wird und zusätzlich weisen die angeschlossenen Rohrleitungen nach dem Einbau einen Höhenversatz auf. Der Wartungsaufwand kann je nach Verschmutzung erheblich sein (z.B. mit Hochdruckreiniger, siehe 3.3.1).

Im folgenden ist ein Beispiel zur Abschätzung der jährlichen Verlustwassermengen aufgeführt. In Tabelle 2 sind die Eingangsdaten zusammengestellt.

Tabelle 2: Eingangsdaten Rechenbeispiel zur Abschätzung der jährlichen Verlustwassermengen

Einfamilienhaus mit Ziegeldach		
Grundfläche des Hauses	150	m ²
Mittlerer Jahresniederschlag in Deutschland	800	mm
Abflussbeiwert (Ziegeldach)	0,75	-
Jahreszufluss ($150 \cdot (800/1000) \cdot 0,75$)	90	m ³
davon 96,2 % (s.o., bis $Q = 0,2 \text{ l/s}$)	87	m ³

Mit den Eingangsdaten aus Tabelle 2 und den Ergebnissen aus Abschnitt 3 sind Verlustwassermengen nach Tabelle 3 berechnet worden.

Tabelle 3: Ergebnisse Rechenbeispiel zur Abschätzung der jährlichen Verlustwassermengen

	INTEWA Wechselsprungfilter WSP 100			3P Patronenfilter PF			WISY Wirbel-Fein-Filter WFF-100		
	Wasser gefiltert		Verlust m ³	Wasser gefiltert		Verlust m ³	Wasser gefiltert		Verlust m ³
	%	m ³		%	m ³		%	m ³	
$Q_{\text{sauber}} = 0,1 \text{ l/s}$	100	87	0	99	86	1	75	65	22
$Q_{\text{sauber}} = 0,2 \text{ l/s}$	100	87	0	100	87	0	53	46	41
$Q_{\text{verschmutzt}} = 0,2 \text{ l/s}$	100	87	0	44	38	48	50	43	43
				100	87	0	53	46	41

Die Ergebnisse des Rechenbeispiels nach Tabelle 3 zeigt, dass bei kleinen Zuflüssen bis $Q = 0,2$ l/s (entspricht etwa 96,2 % des Jahresniederschlages) der INTEWA Wechselsprungfilter WSP 100 keine Verlustwassermenge aufweist. Der 3P Patronenfilter PF hat bei ungünstiger Lage der Verschmutzung bis zu $48 \text{ m}^3/\text{Jahr}$ Verlust; der WISY Wirbel-Fein-Filter WFF-100 weist einen Verlust von bis zu $43 \text{ m}^3/\text{Jahr}$ auf. Diese Ergebnisse stellen nur eine Abschätzung dar, denn die Eingangsdaten nach Tabelle 2 sowie Art und Lage der Verschmutzung können stark variieren. Die Tests wurden mit – bei Versuchsbeginn - trockenem Filter durchgeführt, d.h. feuchte Filter können abweichende Ergebnissen aufweisen, dies kann aber nur im Langzeitversuch ermittelt werden. Weiterhin sind Dauer der Regenereignisse und Zeitspannen zwischen Regenereignissen sehr unterschiedlich, ebenso die in diesem Zusammenhang stehende Trocknungszeit des Filters zwischen Regenereignissen. Die Ergebnisse nach Tabelle 3 können aber zur überschlägigen Berechnung des auftretenden Maximalverlustes verwendet werden.

Die gesamten Ergebnisse des Filtervergleichstests sind noch einmal im Anhang (Tabelle 4) zusammengefasst.

Siegen, den 02.08.2002



Prof. Dr.-Ing. Jürgen Jensen



Dipl.-Ing. (FH) Jan-Eric Kapp



Dipl.-Ing. (FH) Jörg Wieland

5 Schrifttum

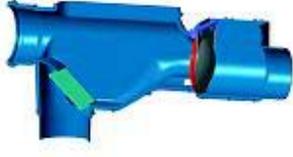
INTERNET: <http://www.intewa.de> und <http://www.3ptechnik.de/> und <http://www.wisy.de>

DIN EN 12056: Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden, Teil 3:
Dachentwässerung, Planung und Bemessung, Deutsche Fassung EN 12056-3, 2000

SCHNEIDER, K.-J. ET AL. (HERAUSGEBER): Bautabellen für Ingenieure, Werner – Verlag, Düsseldorf, 1996

6 Anhang

Tabelle 4: Ergebnisse des Filtervergleichstests

	INTEWA Wechselsprung- filter WSP 100	3P Patronenfilter PF	WISY Wirbel-Fein-Filter WFF-100
Abbildung			
Q = 0,1 l/s ohne Ver- schmutzung	Wirkungsgrad 100 % (zeitunabhängig)	Wirkungsgrad > 99 % (im Test nach 28 min kein Verlust mehr)	Wirkungsgrad ≈ 75 % (Verluste zunehmend we- niger, nach 1 h Versuch abgebrochen)
Q = 0,2 l/s ohne Ver- schmutzung	Wirkungsgrad 100 % (zeitunabhängig)	Wirkungsgrad ≈ 100% (nur Anlaufverlust in ersten Sekunden)	Wirkungsgrad ≈ 53 % (nach 16 min Versuch ab- gebrochen)
Q = 0,2 l/s mit Ver- schmutzung	Wirkungsgrad 100 % (Art und Lage der Schmutzstoffe sind unrele- vant)	Wirkungsgrad ≈ 44-100% (je nach Art und Lage der Schmutzstoffe)	Wirkungsgrad ≈ 50–53 %
Wartung	Geringer Wartungsauf- wand, von Art und Lage der Verschmutzung unabhän- gig.	Je nach Art und Lage der Verschmutzung kann War- tungsaufwand groß sein.	Je nach Art und Lage der Verschmutzung kann War- tungsaufwand groß sein.
Vor- und Nachteile	100 % Wirkungsgrad bei kleinen Zuflüssen, also bei bis zu 96 % der jährlichen Niederschlagsmenge. Selbstreinigung nur nach Starkregen.	Geringe Abmessungen. Wenn Art und Lage der Verschmutzung ungünstig → niedriger Wirkungsgrad bei kleinen Zuflüssen, also bei bis zu 96 % der jährli- chen Niederschlagsmenge.	Gute Selbstreinigung auch bei geringen Zuflüssen. Niedriger Wirkungsgrad bei kleinen Zuflüssen, also bei bis zu 96 % der jährlichen Niederschlagsmenge. Aufwendiger Einbau und Höhenversatz nach Einbau.

Durchbruch für die Regenwassernutzung

Testergebnisse der neuen INTEWA Wechselsprungfilter beweisen deren Funktionsvorteile

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die INTEWA Ingenieurgesellschaft für Energie- und Wassertechnik mbH, Aachen hat die Forschungsstelle Wasserwirtschaft und Umwelt (fwu) an der Universität Siegen beauftragt, Untersuchungen zur Dimensionierung von Wechselsprungfiltern durchzuführen. In dieser Zusammenfassung sind die wichtigsten Ergebnisse in kurzer Form zusammengefasst. Zu untersuchen waren die Filter:

WSP150	Dachflächen von 300 bis 1000 m ²
WSP200	Dachflächen von 1000 bis 2000 m ²
WSP300	Dachflächen von 2000 bis 4000 m ²
WSP400	Dachflächen von 4000 bis 6000 m ²

2 Versuchsaufbau

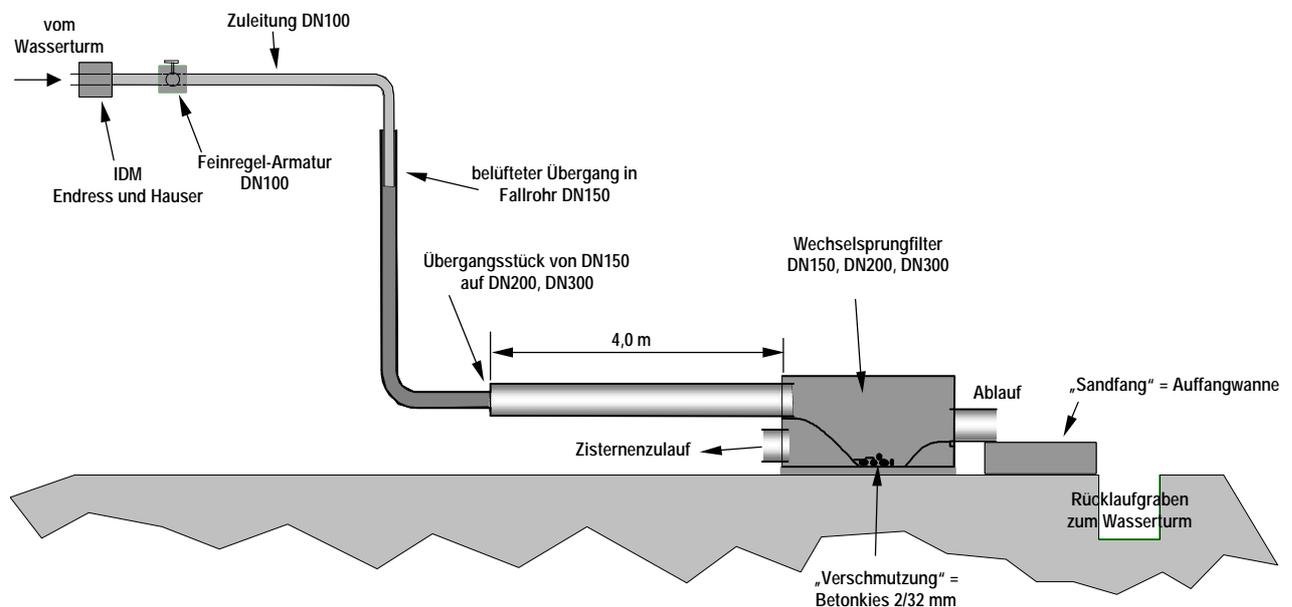


Abbildung 1: Versuchsaufbau für den Testbetrieb von INTEWA Wechselsprungfiltern

Um die Reinigungsfunktion der Filter zu testen, wurden die Filter jeweils mit 3,5 kg eines Sand-Kies-Gemisches $0,5 < d < 32\text{mm}$ (mit geringer Grobkies-Überkornfraktion, $d_{\text{max}} = 35 \text{ mm}$) verschmutzt.



Abbildung 2: Abmessungen der größten Körner des Kies-Sand-Gemisches für die Verschmutzung der INTEWA Wechselsprungfilter (Rasterweite 1,0 cm)

Der Ersatz von organischen Schmutzstoffen durch das beschriebene Kies-Sandgemisch stellt einen Extremfall dar, der im normalen Filterbetrieb wahrscheinlich nie vorkommen wird. Für den Transport von Kieskörnern ist eine erheblich größere Schubspannung notwendig, als bei organischen Sinkstoffen. Wenn Kieskörner dieser Größe (Abbildung 2) durch den Abfluss während und nach einem Starkregenereignis aus dem Filter herausgetragen werden, kann davon ausgegangen werden, dass auch organische Schmutzpartikel durch die starke Turbulenz des Wassers aufgewirbelt und abgeschwemmt werden.

3 Ergebnisse der INTEWA Wechselsprungfilter

3.1 Anschlussweite DN 150

Der aus Polyethylen bestehende Filter ist nach Herstellerangaben für Dachflächen von $300 \text{ m}^2 < A < 1000 \text{ m}^2$ vorgesehen. Angeschlossen wird der Filter mit handelsüblichen Kanalgrundrohren (KG-Rohr) Nennweite DN 150.



Abbildung 3:
Filter DN 100,
 $Q_{150,F} = 2,7 \text{ l/s}$
(Nennfiltermenge
= Wasserspiegel
hat Sohlhöhe des
Ablaufes
erreicht)



Abbildung 4:
Filter DN 150,
 $Q_{150,F} = 6,0 \text{ l/s}$
(Wechselsprung
voll
ausgebildet,
erste Kieskörner
werden
ausgetragen)



Abbildung 5:
Filter DN 150,
nach etwa 30
Sekunden mit
einem Zufluss
von $Q=9,0 \text{ l/s}$
ist der Filter
weitestgehend
sauber (von 3,5
kg Kies-Sand-
Gemisch bleiben
nur ca. 150 g
übrig)

3.2 Anschlussweite DN 200

Der INTEWA Wechselsprungfilter mit 200 mm Anschlussweite ist (nach Herstellerangaben) für Dachflächen von $1000 \text{ m}^2 < A < 2000 \text{ m}^2$ geeignet.



Abbildung 6:
Filter DN 200,
Q200, F = 5,5
l/s
(Nennfiltermenge
= Wasserspiegel
hat Sohlhöhe des
Ablaufs
erreicht)



Abbildung 7:
Filter DN 200,
nach etwa 30
Sekunden mit
einem Zufluss
von $Q = 11,0 \text{ l/s}$
ist der Filter
weitestgehend
sauber (von 3,5
kg Kies-Sand-
Gemisch bleiben
etwa ca. 300 g
übrig)

3.3 Anschlussweite DN 300

Der zweitgrößte INTEWA Wechselsprungfilter wurde für Dachflächen $2000 \text{ m}^2 < A < 4000 \text{ m}^2$ konzipiert (Herstellerangabe).



Abbildung 8:
Filter DN 300,
Q300, F = 7,4
l/s
(Nennfiltermenge
= Wasserspiegel
hat Sohlhöhe des
Ablaufs
erreicht)

Der Wechselsprung im Filter ist bei einem Zufluss $15,0 \text{ l/s} < Q < 18,0 \text{ l/s}$ voll ausgebildet. Nach ca. 45 Sekunden mit einem Zufluss von $Q = 18,0 \text{ l/s}$ wurde die Verschmutzung (3,5 kg „Kies-Sand-Gemisch“) bis auf wenige Körner aus dem Filter heraustransportiert.



Abbildung 9:
Filter DN 300, Q
= 18,0 l/s,
vehementer
Wechselsprung in
der Toskammer
des Filters

4 Zusammenfassung

Zur Untersuchung der INTEWA Wechselsprungfilter wurde in der Versuchshalle der Forschungsstelle Wasserwirtschaft und Umwelt (fwu) an der Universität Siegen die Testanordnung nach Abbildung 1 aufgebaut. Der Regenwasserzulauf wird hier durch eine Brauchwasserzuleitung DN 100 aus dem Wasserturm simuliert, es können dabei bis zu 30 l/s dauerhaft bereitgestellt werden.

Um die Reinigungsfunktion der Filter zu testen, wurden die Filter jeweils mit 3,5 kg eines Sand-Kies-Gemisches $0,5 < d < 32\text{mm}$ (mit geringer Grobkies-Überkornfraktion, $d_{\text{max}} = 35\text{ mm}$) verschmutzt.

Für die vorliegende Untersuchung ist die DIN EN 12056, Teil 3 in Bezug auf die Abflussmengen zu berücksichtigen.

Die Untersuchungen haben ergeben, dass die Wechselsprungfilter sehr zufriedenstellend funktionieren, insbesondere die Selbstreinigungswirkung der Filter hat sich bewährt. Der Wechselsprungfilter DN400 konnte nicht vollständig getestet werden, da das Wasserbaulabor maximal 30 l/s zur Verfügung stellen konnte.

Wie bei den Wechselsprungfiltern WSP100 ist auch bei den Großfiltersystemen von einem besonders guten Gesamtwirkungsgrad $>97\%$ auszugehen, da die kleinen Niederschläge bei diesem patentierten System zu 100 % gefiltert werden.