

EFFIZIENTE REGENWASSERBEHANDLUNG MIT DEM SYSTEM FILTAPEX®

Systembeschreibung des Systems FiltaPex® · duo

1 Vorbemerkungen

Das System FiltaPex® der Pecher Technik GmbH ist ein System zur Behandlung von Niederschlagsabflüssen von Flächen ab mehreren 100 m² bis zu mehreren Hektar. Je nach Verschmutzung des abfließenden Niederschlages sowie den Anforderungen an die Regenwasserbehandlung können dabei unterschiedliche Reinigungsleistungen gefordert werden. Das System FiltaPex® kann dabei je nach Anforderung und Anwendungsfall flexibel konfiguriert werden, so dass damit besonders wirtschaftliche Lösungen möglich sind. Zusätzlich ist das System FiltaPex® jederzeit für steigende Anforderungen nachrüstbar, so dass die Zukunftssicherheit einer Investitionsentscheidung gegeben ist.

Von der Pecher Technik GmbH werden aktuell verschiedene Grundsysteme angeboten, die hinsichtlich Ihrer Verfahrenstechnik, ihres Stoffrückhaltes sowie ihrer Anschlussgröße unterschieden werden können:

- FiltaPex® · mini (mit Regenwasserfilter),
- FiltaPex® · standard (mit Regenwasserfilter),
- FiltaPex® · duo (mit Regenwasserfilter oder hydraulisch wirksamen Grobfilter),
- FiltaPex® · modular (mit optionalem Regenwasserfilter).

Neben diesen Grundsystemen können von der Pecher Technik GmbH auch

- Sondersysteme (FiltaPex® · individuell)

konzipiert werden, die auf die spezifischen Anforderungen im Einzelfall angepasst sind. Denkbar ist z. B. die Modifikation des Filters auf spezielle Anforderungen zum Stoffrückhalt oder die Umsetzung einer individuellen Bauwerkskonstruktion zur Anpassung an spezifische Randbedingungen.

Nachfolgend wird die Funktionsweise sowie die technischen Daten des Systems FiltaPex® · duo (mit Filter) beschrieben.

2 Funktionsweise des Systems FiltaPex® · duo mit Regenwasserfilter

Das System FiltaPex® (Pecher Technik GmbH) basiert grundsätzlich auf den Wirkmechanismen Sedimentation und Filtration in einem dafür hydraulisch und strömungstechnisch optimierten Schachtsystem. Im System FiltaPex® · duo sind diese beiden Wirkmechanismen in einem Rechteckbauwerk realisiert. Die prinzipielle Konstruktion, Funktionsweise und Bemessung entspricht dabei dem Standardsystem FiltaPex® · standard. Für eine optimierte Sedimentation ist der Filterstufe jedoch ein Schrägklärer vorgeschaltet. Dadurch wird eine verbesserte Sedimentation von partikulären Wasserinhaltsstoffen vor der Filterstufe erreicht, was zu einer längeren Filterstandzeit und entsprechend längeren Wartungsintervallen führt. Durch die der Schrägklärereinheit nachgeschaltete Filterstufe wird eine optimale Durchströmung der Schrägklärereinheit erzwungen und damit ihre Wirkung maximiert.

Der Aufbau des Systems FiltaPex® · duo und seine wesentlichen Funktionselemente ist in Bild 1 dargestellt.

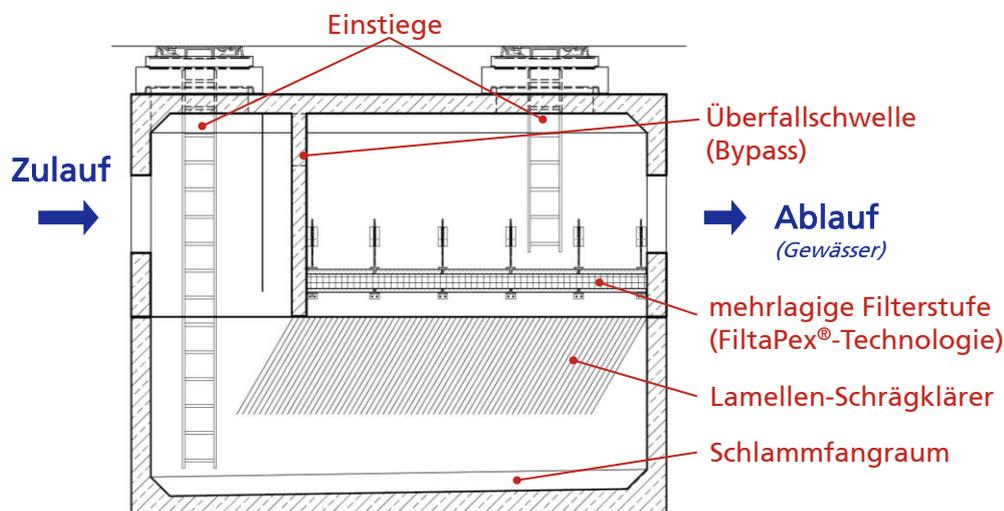


Bild 1 FiltaPex® · duo mit den wesentlichen Funktionselementen

Bei Regel-Betrieb gelangt das zufließende Niederschlagswasser über den Anlagenzulauf in die Zulaufkammer des Systems. Die Strömung wird dort nach unten in den Sedimentationsraum umgelenkt. Gleichzeitig werden durch die Aufweitung des Strömungsquer-

schnittes die Strömungsgeschwindigkeiten reduziert und damit die Sedimentation begünstigt.

Danach gelangt die Strömung in eine Schrägklärereinheit, die unterhalb der Filterstufe angeordnet ist. Feinste sedimentierbare Schmutzpartikel werden hier nach dem Gegenstromprinzip abgeschieden und können über die geneigten Sedimentationsflächen nach unten in den Schlammfangraum abrutschen. Die sedimentierten Stoffe können aus dem Schlammfangraum im Rahmen der Wartungen über die Einstiegsöffnung der Zulaufkammer abgesaugt werden oder bei einer regelmäßigen Entleerung mittels Pumpe zum Misch- bzw. Schmutzwassernetz übergeleitet werden.

Durch die oberhalb der Schrägklärereinheit liegende Filterstufe wird ein hydraulischer Widerstand erzeugt, der eine gleichmäßige Durchströmung der Lamellen im Schrägklärer erzwingt. Dies ist Voraussetzung für eine effektive Sedimentabscheidung.

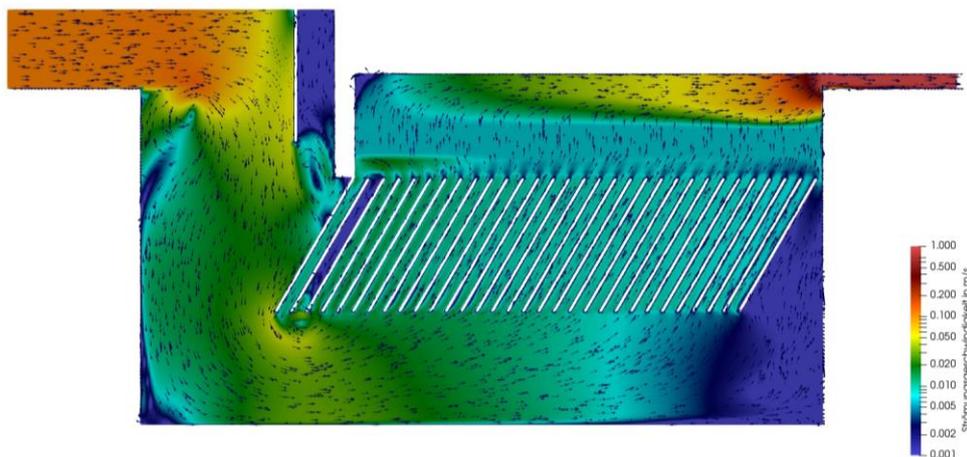


Bild 2 Beispielhafte Durchströmung des FiltaPex® · duo 7700 bei einem Zufluss von 45 l/s und einer Filterdurchlässigkeit von $k_f = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ (CFD-Simulation, K.H. Pecher, 2022)

Nach der Schrägklärerstufe durchströmt das zufließende Niederschlagswasser die Filterstufe von unten nach oben. Der zum weitergehenden Stoffrückhalt konzipierte Filter ist im Standard dreilagig aufgebaut und zwischen zwei Gitterrostelementen fixiert. Die beiden aus mineralischem Schüttgut bestehenden unteren Lagen haben vorrangig die

Aufgabe weitere Feststoffe zurückzuhalten, die nicht bereits zuvor sedimentativ abgeschieden wurden. Die oberste Lage des Filters besteht aus Geovlies-Packs, die mit einem adsorbierenden Substrat gefüllt sind. Diese Filterlage dient neben dem Rückhalt von Feinstpartikeln auch der Bindung gelöster Schwermetalle und anderer Spurenstoffe.

Nach Passage der Filterstufe kann das gereinigte Niederschlagswasser über den Systemablauf z. B. in ein Gewässer eingeleitet werden. Leichtflüssigkeiten werden durch die Trennwand zwischen Zulaufkammer und Filterkammer weitgehend vor dem Filter zurückgehalten. Für fein suspendierte Leichtflüssigkeiten stellt die Filterstufe eine weitere Barriere dar.

Durch den gewünschten Rückhalt der Feststoffe in der Filterstufe wächst mit zunehmender Betriebsdauer der hydraulische Widerstand des Filters an. Der Filter wird dabei so dimensioniert, dass innerhalb der planmäßigen Filterstandzeit (Zielgröße i.d.R. ≥ 1 Jahr) der zu behandelnde Niederschlagsabfluss (Q_{krit}) zu jeder Zeit vollständig durch den Filter geleitet wird. Bemessungsrelevant dafür sind die verfügbare Filterfläche sowie die realisierbare Einstauhöhe in der Zulaufkammer.

Bei größeren Niederschlagszuflüssen steigt der Wasserstand in der Zulaufkammer aufgrund des hydraulischen Filterwiderstands so weit an, dass schließlich die Trennwand zwischen Zulaufkammer und Ablaufkammer überströmt wird. Der höhere Zustrom wird über die Filterfläche in den Ablauf geleitet. Dieser Bypass-Betrieb betrifft aber nur die nicht zu behandelnden Niederschlagsabflüsse oberhalb des Bemessungsabflusses für die Filterstufe (Q_{krit}). Die vor der Trennwand (Überlaufschwelle) angeordnete Tauchwand verhindert dabei, dass zurückgehaltene Leichtflüssigkeiten und Schwimmstoffe in den Ablauf gelangen.

Vor Erreichen der planmäßigen Filterstandzeit sind der Filterdurchsatz und damit die Reinigungsleistung des Filters noch wesentlich höher als der angesetzte Bemessungsabfluss (Q_{krit}). D.h. es wird i.M. wesentlich mehr Niederschlagswasser als z. B. bei einem klassischen Regenklärbecken, vor der Einleitung in das Gewässer behandelt.

In der Standarddimensionierung des Systems wird über die Betriebsdauer des Filters eine Abnahme des k_f -Wertes von etwa $1 \cdot 10^{-2}$ m/s auf $1 \cdot 10^{-3}$ m/s zu Grunde gelegt. Erfolgt die Bemessung des Filters z. B. auf eine zu behandelnde Regenspense von $15 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$, so hat der Filter im Neuzustand also eine um den Faktor 10 höhere Durchgangsleistung von bis zu $150 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$.

3 Betrieb als Lamellenschrägklärer gemäß DWA-A 102

Bei geringeren Reinigungsanforderungen, die nicht zwingend eine technische Regenwasserfiltration erfordern, kann das System FiltaPex · duo auch als Schrägklärer entsprechend der Anforderungen des Arbeitsblattes DWA-A 102 betrieben werden. Für das erforderliche gleichmäßige gerichtete Strömungsfeld in der Schrägklärereinheit wird die Filterstufe durch einen hydraulisch wirkenden „Grobfilter“ ersetzt, der keine Stoffrückhaltefunktion besitzt somit während der Betriebsdauer auch nicht planmäßig kolmatiert. Numerische Strömungssimulationen belegen, dass auch bei hohen k_f -Werten (z.B. grober Kies) das für eine optimale Sedimentation gewünschte Strömungsfeld in der Schrägklärereinheit erzeugt wird. In Bild 3 und Bild 4 sind beispielhaft die Strömungsbilder im Vertikal- und Horizontalschnitt durch die Schrägklärereinheit bei Ausrüstung der Anlage mit einem Grobfilter mit geringem hydraulischen Widerstand dargestellt.

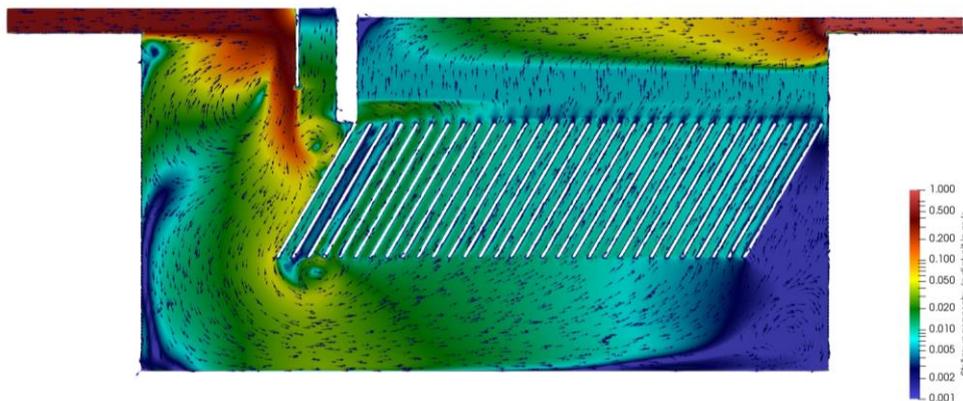


Bild 3 Durchströmung eines mit einem Grobfilter ($k_f = 5 \cdot 10^{-1} \text{ m/s}$) ausgestatteten FiltaPex® · duo 7700 bei einem Zufluss von 45 l/s, Vertikalschnitt in Bauwerksachse (CFD-Simulation, K.H. Pecher, 2022)

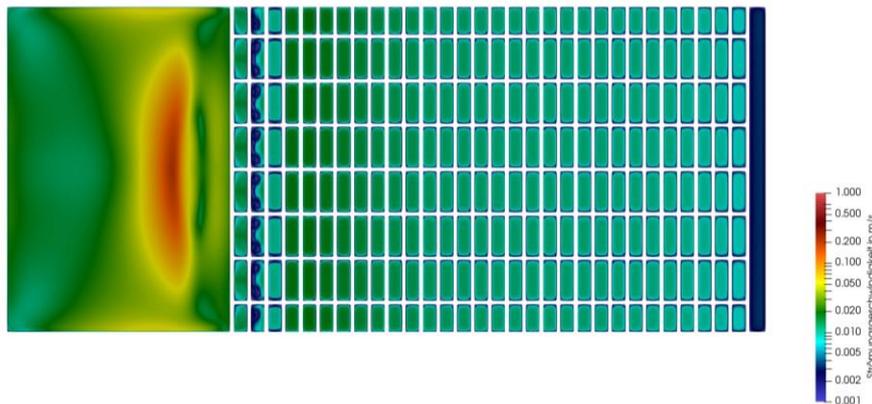


Bild 4 Durchströmung eines mit einem Grobfilter ($k_f = 5 \cdot 10^{-1}$ m/s) ausgestatteten FiltaPex® · duo 7700 bei einem Zufluss von 45 l/s, Horizontalschnitt durch die Schrägklärereinheit (CFD-Simulation, K.H. Pecher, 2022)

Um die Anforderungen des Arbeitsblattes DWA-A 102 bezüglich eines Betriebes ohne Dauerstau zu erfüllen, kann im Zulaufbereich ein zusätzlicher Pumpensumpf inkl. Entleerungspumpe realisiert werden.

Ein großer Vorteil des flächenhaften Abwasserabzugs über der Schrägklärereinheit mittels „Grobfilter“ anstelle eines Rinnensystems o.ä. wie bei herkömmlichen Lamellenschrägklärern gemäß DWA-Regelwerk ist die Unempfindlichkeit gegenüber ablaufseitigem Rückstau. Damit bei Rinnensystemen ein gleichmäßiger Wasserabzug erreicht wird, sind die hydraulischen Verhältnisse fein auszutarieren, und es muss immer eine ausreichende Höhendifferenz zwischen Zu- und Ablauf vorhanden sein. Häufig erfolgt der Ablauf aus solchen Anlagen in ein Gewässer oder einen weiterführenden Entwässerungskanal, wo die hydraulischen Randbedingungen nicht immer eingehalten werden können. Insbesondere bei Rückstau, z.B. aufgrund von Hochwasserabflüssen im Gewässer oder sich bei Starkregenabflüssen im Ableitungssystem einstellenden Wasserspiegelhöhen, kann es dann zu einem Versagen des gewollten flächenhaften Abwasserabzugs kommen. Diese Gefahr besteht beim FiltaPex · duo der Pecher Technik GmbH nicht. Das System funktioniert ohne Beeinträchtigung auch bei ablaufseitigem Rückstau. Es benötigt damit im Gegensatz zu herkömmlichen Anlagen auch keine Höhendifferenz zwischen Zu- und Ablauf und kann somit auch unkompliziert im Bestand

nachgerüstet werden, wo die hydraulischen Verhältnisse die ansonsten notwendigen Voraussetzungen nicht erfüllen.

Auch bei einem Betrieb der Anlage als Lamellenschrägklärer ist die Anlage natürlich weiterhin eine vollwertige technische Filteranlage. Insbesondere kann jederzeit der „Grobfilter“ durch einen technischen Regenwasserfilter mit Reinigungsfunktion ersetzt werden. Dadurch besteht höchste Flexibilität bei einer notwendigen Anlagenanpassung an zukünftige, veränderte Reinigungsanforderungen.

4 Reinigungsleistung

Mit einer technischen Regenwasserfiltration mit dem System FiltaPex · duo können grundsätzlich alle physikalisch und oder chemisch möglichen Reinigungsleistungen erfüllt werden. Dies ist letztlich eine Dimensionierungsfrage, bei der ein geeigneter Filteraufbau und die hydraulische Filterbeschickung entsprechend der konkreten Aufgabenstellung zu wählen ist.

Für übliche Standardfälle mit kommunalen Mischflächen, Verkehrsflächen und gewerblich genutzte Flächen ohne besondere Oberflächenverschmutzungen aus der Flächennutzung wurde von der Pecher Technik GmbH ein „Standard-Filter“ entwickelt, der die Kriterien

- möglichst lange Filterstandzeiten,
- geringe Kosten für Filtermaterial und Wartungsarbeiten sowie
- gute Reinigungsleistungen

in optimaler Weise miteinander verbindet. Insbesondere werden damit auch die Anforderung gemäß DWA-A 102 zur Behandlung von Flächen der Kategorie III (stark belastetes Niederschlagswasser) sicher erfüllt. Bei weitergehenden Anforderungen (z.B. Immissionsanforderungen) oder besonderen Belastungen kann der Filter oder die hydraulische Auslegung des Filters modifiziert werden. Darüber hinaus ist auch denkbar durch einen „abgespeckten“ Filter die Anlage auf reduzierte Anforderungen hin anzupassen.

Wird das System FiltaPex · duo mit einem Grobfilter betrieben (siehe Abschnitt 3) wirkt es wie ein herkömmlicher Lamellenschrägklärer im Gegenstromverfahren mit gleichmäßigen Wasserabzug oberhalb des Lamellenpaketes. Je nach Dimensionierung und Betriebsweise des Systems (Größe der Oberflächenbeschickung, Betrieb mit oder ohne Dauerstau, etc.) lassen sich dabei unterschiedliche Rückhalteleistungen erzielen. Entsprechende Hinweise dazu finden sich im Arbeitsblatt DWA-A 102. Für Ihren konkreten Anwendungsfall erstellen wir Ihnen dazu auch gerne einen unverbindlichen Bemessungsvorschlag.

5 Ausführung und Technische Kenngrößen

Das System FiltaPex® · duo wird als Rechteckbauwerk aus Betonfertigteilen in zwei unterschiedlichen Bauwerksgrößen (Grundfläche) mit unterschiedlicher Sedimentationsfläche in der integrierten Schrägklärereinheit sowie technischer Ausrüstung angeboten. Je nach Oberflächenverschmutzung, behandlungspflichtigem Niederschlagsabfluss sowie geplanten Filterstandzeiten lassen sich an einer Anlage Anschlussflächen bis rd. 40.000 m² realisieren. Durch die rechteckige Bauweise können mehrere Anlagen relativ einfach parallel zu größeren Behandlungseinheiten kombiniert werden. Dies ermöglicht auch unkomplizierte spätere Nachrüstungen, z.B. bei zusätzlichen anzuschließenden Flächen oder höheren Reinigungsanforderungen, die eine reduzierte Filter- oder Lamellenbeschickung erfordern.

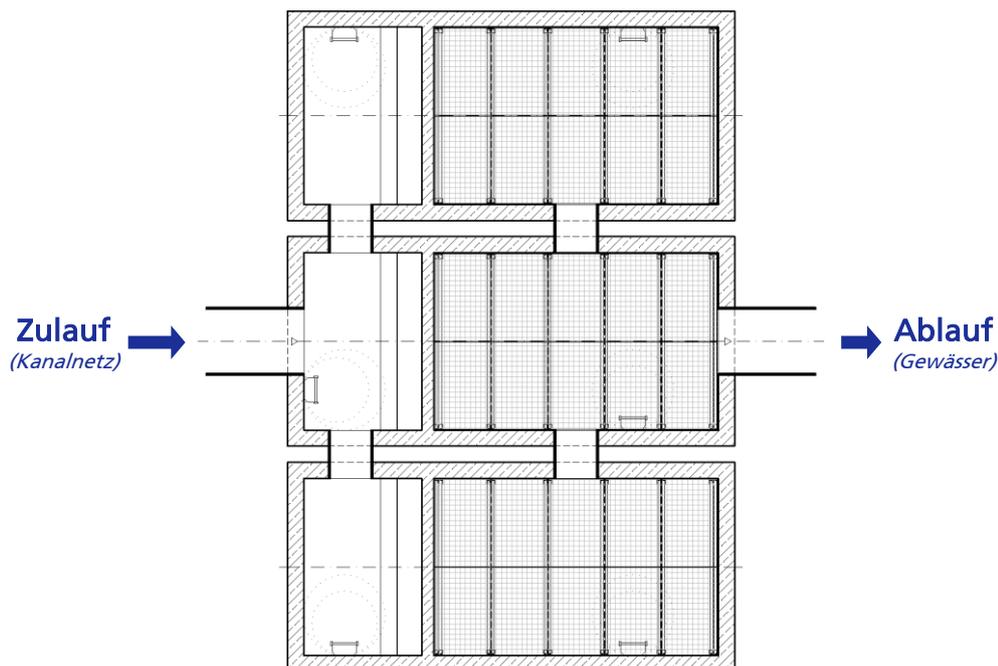


Bild 5 Beispiel für eine Parallelanordnung mehrerer Anlagen vom Typ FiltaPex · duo

Darüber hinaus ist auch eine integrierte Entleerung der Anlage mittels Tauchmotorpumpe inkl. automatischer Entleerungssteuerung möglich.

Die relevanten technischen Kenngrößen des Systems FiltaPex® · duo für die Ausführungsvarianten sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1 Technische Kenngrößen des Systems FiltaPex® · duo

Kenngröße	Einheit	Wert				
		4620	5775	6160-P	7700	9625
Typbezeichnung		4620	5775	6160-P	7700	9625
Bauwerksgrundfläche (außen)	mm	2.600 x 4.100		2.600 x 5.500		
Bauwerkshöhe (außen)	mm	4.360	4.610	4610	4.360	4.610
Material	-	Beton C45/55				
Sedimentationsfläche in der Schrägklärereinheit	m ²	rd. 46,20	rd. 57,75	rd. 61,60	rd. 77,00	rd. 96,25
Filterfläche	m ²	4,62		6,16	7,70	
Richtwert für die max. Anschlussfläche ^{*)}	m ²	rd. 25.000		rd. 30.000	rd. 40.000	
Oberflächenbeschickung der Schrägklärereinheit bei o.g. Anschlussfläche und $r_{krit} = 15 \text{ l/(s·ha)}$	m/h	2,91	2,34	2,62	2,81	2,23
Bemessungszufluss für eine maximale Oberflächenbeschickung der Schrägklärereinheit von $q_A = 2 \text{ m/h}$	l/s	25,66	32,05	34,22	42,77	55,56
Nominaler Filterdurchfluss am Ende der Standzeit des optionalen Filters ^{*)}	m/s	in Abhängigkeit der Anlagenbemessung üblicherweise $r_{krit} = 15 \text{ l/(s·ha)}$				
Zielgröße für Wartungsintervall ^{*)} (Filteraustausch, Schlammabsaugung)	Monate	≥12				
integrierte Tauchmotorpumpe zur Entleerung nach Niederschlagsende		nein	nein	ja	nein	nein

^{*)} Die im System verfügbare Filterfläche, die im Zulaufbereich realisierbare Einstauhöhe, die Größe des angeschlossenen Einzugsgebietes, die Verschmutzung des Niederschlagsabflusses sowie der behandlungspflichtige Niederschlagsabfluss bestimmen die Filterstandzeit. Die in der Tabelle angegebenen Werte sind Richtwerte für übliche Verhältnisse. Im Rahmen einer detaillierten Anlagenbemessung können sich abweichende Ergebnisse in Abhängigkeit des geplanten Betriebes ergeben.

Erkrath, 26. April 2023

PECHER TECHNIK GMBH

Dr. Klaus Hans Pecher