
Filtermaterialien für die Beckenwasseraufbereitung

Dipl.-Chem. Stephan Evers



Vortrag

- Kurze Firmenvorstellung
- Prinzip der Mehrschichtfiltration, Einschichtfiltration, Stuttgarter Verfahren
- Was sagt die DIN 19643?
- Beschreibung der wichtigsten Filtermaterialien in der Schwimmbeckenwasseraufbereitung
- Anmerkungen zum Betrieb einer Filteranlage, insbesondere Filterspülung



www.evers.de



www.evers-engineering.de

Wassertechnik
Anthrazitveredelung

Fachplanung •
Fachgutachten • Beratung

Chemikalien für die Schwimmbekckenwasseraufbereitung



Herstellung von EVERZIT® N – Anthrazit Filtermaterial



- 20.000 m² Fläche
- 1.500 m² Produktions und Lagerhallen
- 2.000 m³ pro Monat Produktionskapazität





Trinkwasser

- Grundwasser
- Talsperren
- Meerwasser





Trinkwasser

- Grundwasser
- Talsperren
- Meerwasser





Abwasser

- 3. Reinigungsstufe
- Entfernung von Phosphat





Industrie

- Kreislaufwasser
- Kondensatwasser
- Kühlwasser

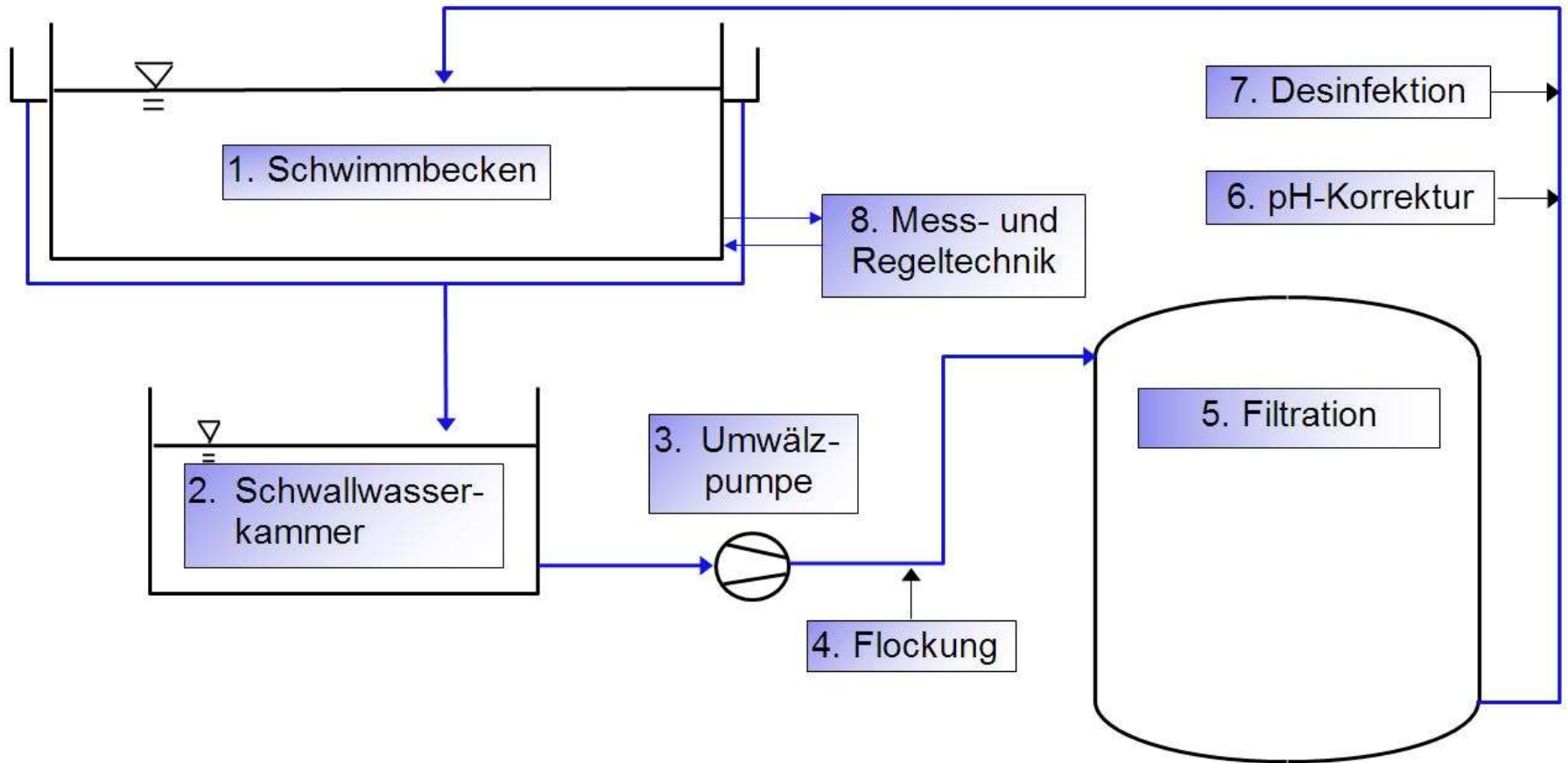




Schwimmbäder

- Filtration von Partikeln
- Reduzierung von Desinfektionsnebenprodukten
- pH Korrektur

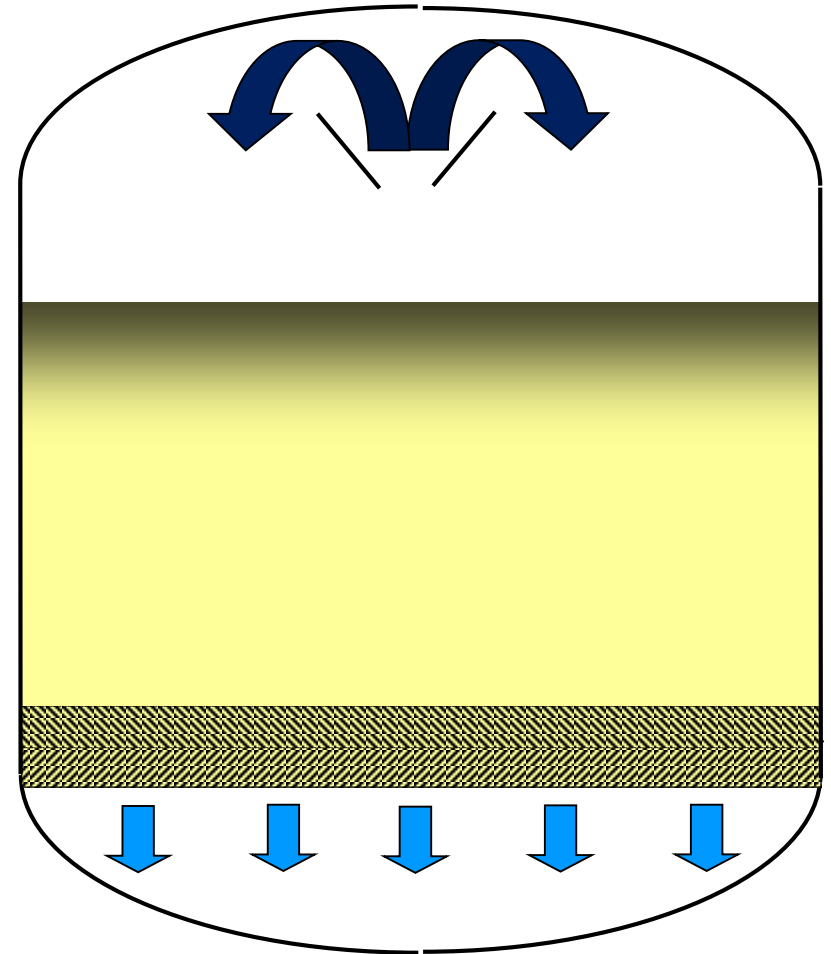




- 1 Filtermaterial
- 1 Körnung
- üblicherweise Quarzsand

Flächenfiltration

- geringe Filtertiefe
- Kurze Filterlaufzeiten
- Häufiges Rückspülen

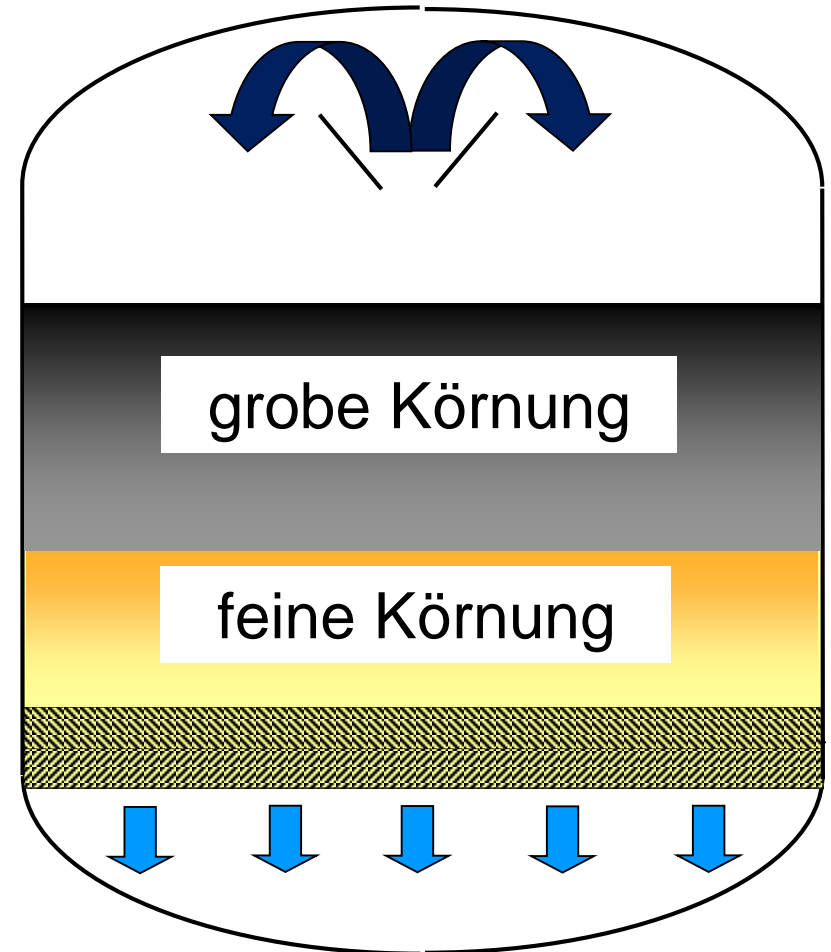


Mehrschichtfiltration

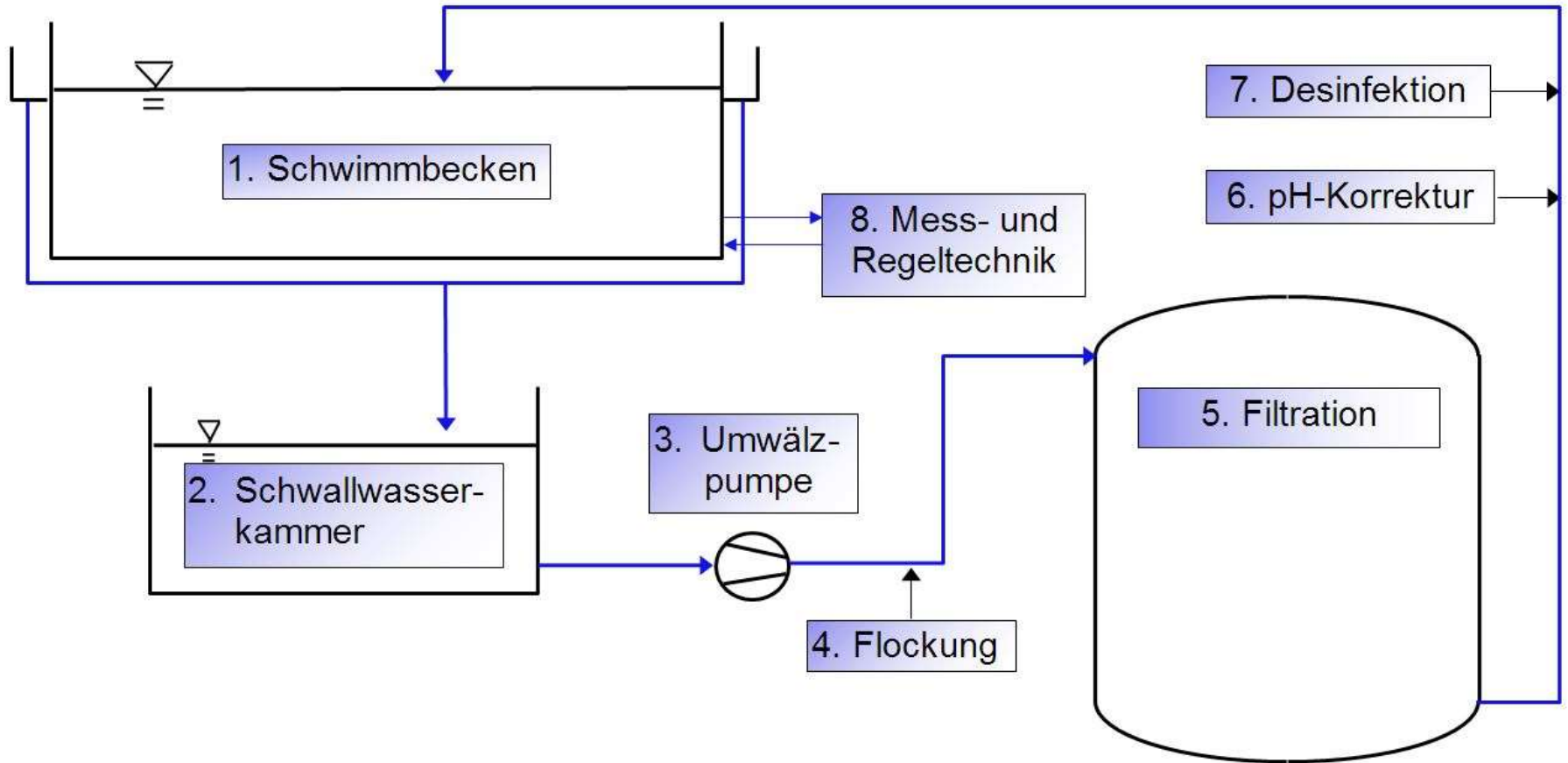
- 2 verschiedene Filtermaterialien mit unterschiedlicher spezifischer Dichte !
- 2 verschiedene Körnungen
üblicherweise Anthrazit / Quarzsand

Tiefenbettfiltration oder Raumfiltration

- längere Filterlaufzeiten
- weniger Rückspülbedarf
- höhere Filtrationsgeschwindigkeit









- Flockung - Filtration - Chlorung
- Flockung - Mehrschichtfiltration mit adsorptiver Kohle - Chlorung
- Adsorption an Pulver-Aktivkohle - Flockung - Filtration - Chlorung
- Flockung - Filtration - Adsorption an Kornaktivkohle – Chlorung
- ...

Weitere Verfahrenskombinationen sind in Abhängigkeit des Anwendungsfalles realisierbar

Welche Einsatzgebiete ?

- Freibad
- Hallenbad
(Sportbecken, Spassbad)
- Therapiebecken
- Whirlpool

Welche Aufgabe hat die Aufbereitung ?

- Entfernung von Partikeln, Trübstoffen
- Reduzierung des gebundenen Chlors (Chloramine), sowie THM und AOX
- pH Wert Einstellung (Marmorturm)

» es kann nicht ein Verfahren für alles geben

Tabelle 2 — Korngruppen-Kombinationen für Mehrschichtfilter^a

Pulver-Aktivkohle-Dosierung		Filtermaterial untere/obere Schicht	Einheit	Korngruppen untere/obere Schicht
mit	ohne			
+		Sand/Anthrazit	mm	0,71 bis 1,25 / 1,4 bis 2,5
	+	Sand/Anthrazit	mm	0,4 bis 0,8 / 0,6 bis 1,6 0,71 bis 1,25 / 1,4 bis 2,5
	+	Sand/Bims	mm	0,4 bis 0,8 / 0,6 bis 1,6 0,71 bis 1,25 / 1,4 bis 2,5
	+	Sand/Braunkohlenkoks (sog. H-Material) ^b	mm	0,4 bis 0,8 / 0,6 bis 1,6 0,71 bis 1,25 / 1,4 bis 2,5

^a Andere Kombinationen von Filtermaterialien und Korngruppen sind experimentell zu ermitteln und zu belegen.

^b Braunkohlenkoks kann je nach Herkunft mehr oder weniger Eisen und Mangan enthalten, die in der Anfangsphase des Betriebes an das Wasser abgegeben werden können.

- Die DIN 19643 gibt keine oder nur unzureichende Informationen über den jeweiligen Einsatzzweck der unterschiedlichen Filtermaterialien!



- Die DIN 19643 gibt keine oder nur unzureichende Informationen über die Qualitätsanforderungen und Eigenschaften der unterschiedlichen Filtermaterialien
- **2 Normative Verweisungen**
 - ...
 - EN 15798 “Produkte zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser - Filtermaterialien”
 -



EN 15798 “Produkte zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser - Filtermaterialien” (seit 2010 Europäische Norm)

- EN 12904 Quarzsand und Quarzkies
- EN 12909 Anthrazit
- EN 12906 Bims
- EN 12907 Thermisch behandelte Kohleprodukte
- EN 12915 Aktivkohle granuliert
- EN 1018 Calciumcarbonat

Hinsichtlich der Qualität und Eigenschaften der einzelnen Filtermaterialien wird auf die bestehenden Normen für die Trinkwasseraufbereitung verwiesen.

EN 12909 „Produkte zur Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch – Anthrazit“

Quarzsand und Quarzkies

- Quarzsand wird aus natürlichen Vorkommen abgebaut und durch waschen, trocknen und sieben entsprechend der EN 12904 aufbereitet und veredelt.
- Quarzsand besitzt eine annähernd runde Kornform und die Oberfläche ist eher glatt.
- Quarzsand wird bevorzugt als untere Filterschicht in der Mehrschichtfiltration und auch in Einschichtfilter eingesetzt. Aufgrund der hohen Dichte kann es in feinen Körnungen zur Filtration feinsten Partikel eingesetzt werden.
- Quarzkies in den Körnungen > 2 mm wird in der Regel als Stützschicht verwendet.



Quarzsand und Quarzkies

Chemisch-Physikalische Parameter

SiO ₂ (Quarz):	ca. 97,0 %
Al ₂ O ₃ :	ca. 1,1 %
Fe ₂ O ₃ :	ca. 0,3 %
Spezifische Dichte:	ca. 2,65 g/cm ³
Schüttdichte:	ca. 1400 – 1600 kg/m ³



Körnungen

- 0,4 - 0,8 mm
- 0,63 - 1,0 mm
- 0,71 - 1,25 mm
- 2,0 - 3,15 mm
- 3,15 - 5,6 mm

Ibbenbürener Anthrazit gefordert aus 1400 m Teufe

Chemische Parameter

- Kohlenstoff: ca. 92,0 %
- Asche: ca. 3,5 %
- Flüchtige Best.: ca. 5,5 %
- Feuchte: ca. 1,0 %

Definition über den Grad der Inkohlung:

65 %

75 %

> 90%

Holz → Torf → Braunkohle → Steinkohle → Anthrazit



Anthrazit Bergwerk Ibbenbüren

EVERZIT N – natürlicher Anthrazit “N”

Chemisch-Physikalische Parameter

Kohlenstoff:	ca. 92,0 %
Asche:	ca. 5,5 %
Flüchtige:	ca. 8,5 %
Feuchte:	ca. 1 %
Schüttdichte:	ca. 700 kg/m ³
Hardgrove Index:	ca. 44 °HGI



Körnungen

0,8 – 1,6 mm
1,4 – 2,5 mm
2,0 – 4,0 mm
3,5 – 7,0 mm



EVERZIT® N – natürlicher Anthrazit “N”

- EVERZIT® N wird aus natürlichen Vorkommen abgebaut und durch waschen, trocknen und sieben entsprechend der EN 12909 aufbereitet und veredelt.
- EVERZIT® N besitzt eine eckige, gebrochene Kornform und die Oberfläche ist eher glatt.
- Hohe Abriebfestigkeit
- Inertes Filtermaterial

- Längere Filterlaufzeit
- Höhere Filtrationsgeschwindigkeit
- Weniger Rückspülungen
- Höhere Aufbereitungsleistung





Filtration + Adsorption

Filterkohle H

Braunkohlenkoks	0,6 - 1,6 mm
EN 12907	1,4 - 2,5 mm
	2,5 - 5,0 mm



Chemische Parameter

Kohlenstoff:	ca. 88,0 %
Asche:	ca. 6,0 – 9,0 %
Flüchtige:	ca. 3,0 %
Schwefel:	ca. 0,5 %
Feuchte:	ca. 1,0 %

Physikalische Parameter

Schüttdichte:	ca. 500 kg/m ³
Dichte:	1,95 – 2,1 g/cm ³
Kornporosität:	ca. 60,0 %
Spezifische Oberfläche (BET):	ca. 300 m ² /g
Abrieb pro 100 Rückspülungen:	ca. 2 – 3 %





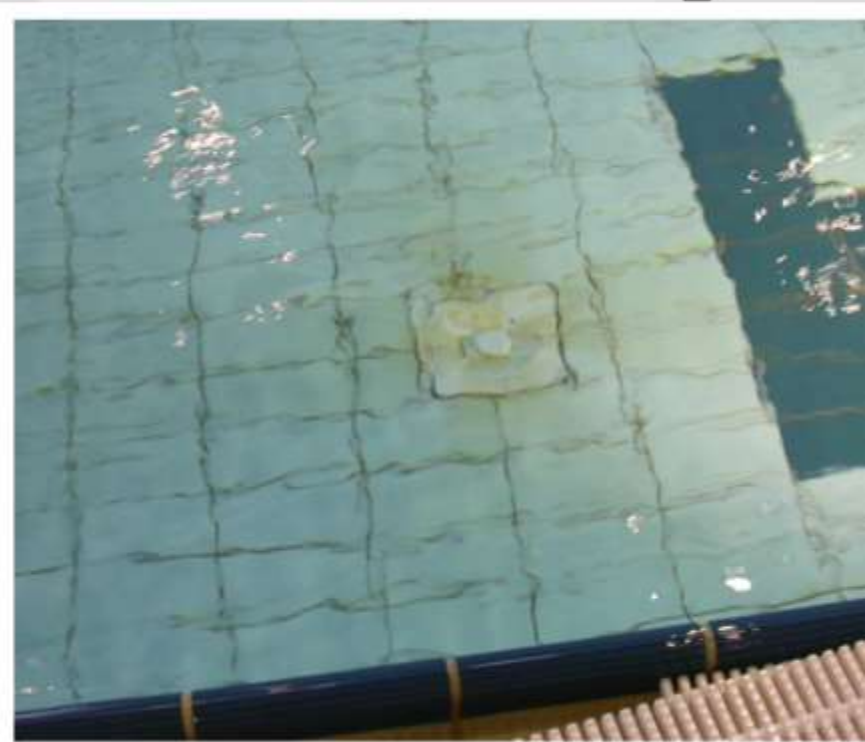
Filtration + Adsorption

- FILTERKOHLE H wird aus einer thermisch behandelten Braunkohle hergestellt.
- Das Filtermaterial ist porös und wird hauptsächlich in der Schwimmbadwasseraufbereitung zur Reduzierung des gebundenen Chlors eingesetzt
- Grenzwerte nach DIN 19643 für gebundenes Chlor und Trihalogenmethan können eingehalten werden
- die bestehende Filteranlage kann genutzt und aufgerüstet werden
- nachhaltige Raumluftverbesserung



- Der Einbau und die Inbetriebnahme von FILTERKOHLE H erfordert eine spezielle Verfahrensweise, um Auswaschungen von Eisenverbindungen vorzubeugen und zu minimieren.

Filterkohle H



Bilder: EVERS Engineering

Filtration + Adsorption

- EVERZIT® Spezial PLUS ist ein thermisch behandeltes Filtermaterial auf Anthrazitbasis.
- Es wurde insbesondere für die Schwimmbadwasseraufbereitung entwickelt zum Abbau der Desinfektionsnebenprodukte, wie z.B. gebundenes Chlor, Trihalogenmethan und AOX.
- Grenzwerte nach DIN 19643 für gebundenes Chlor und Trihalogenmethan können eingehalten werden
- Keine Auswaschungen von Eisenverbindungen
- die bestehende Filteranlage kann genutzt und aufgerüstet werden
- nachhaltige Raumluftverbesserung



Filtration + Adsorption

EVERZIT® Spezial PLUS

Thermisch behandeltes Kohleprodukt
gemäß EN 12907

0,8 – 2,0 mm

Chemische Parameter

Kohlenstoff: ca. 3.5 %
Asche: ca. 5.5 %
Flüchtige: ca. 1.0 %
Feuchte:



Physikalische Parameter

Schüttdichte: ca. 620 kg/m³
Dichte: 1,35 g/cm³
Kornporosität: ca. 60,0 %
Spezifische Oberfläche (BET): ca. 350 m²/g
Abrieb pro 100 Rückspülungen: ca. 2 – 3 %



Adsorption

EVERSORB ist eine mittels Wasserdampf aktivierte Kohle, die hauptsächlich aus Kokosnuss oder Steinkohle hergestellt wird. EVERSORB wird zur Adsorption eingesetzt von:

- organischen Verbindungen wie z.B. CKW, Pestizide, Herbizide
- Chloramine, THM
- Ozon
- Huminstoffe
- Mikroverunreinigungen, wie z.B. Arzneimittel





Adsorption

EVERSORB

Granulierte Aktivkohle aus Kokosnuss oder Steinkohle EN 12915	0,5 - 2,5 mm 1,4 - 2,5 mm
---	--------------------------------------

Chemische Parameter

Kohlenstoff:	ca. 95,0 %
Asche:	ca. 5,0 %
Feuchte:	ca. 2,0 %

Physikalische Parameter

Schüttdichte:	450 – 500 kg/m ³
Kornporosität:	ca. 60.0 %
Spezifische Oberfläche (BET):	ca. 1000 m ² /g
Iodzahl:	800 – 1050 mg/g





Entsäuerung

EVERZIT® Carbonat

Calciumcarbonat
gemäß EN 1018

1,0 - 2,0 mm
2,0 - 3,0 mm
4,0 - 6,0 mm
6,0 - 8,0 mm



Chemische und physikalische Parameter

CaCO ₃ :	ca. 99,1 %
MgCO ₃ :	ca. 0,40 %
SiO ₂ :	ca. 0,25 %
Al ₂ O ₃ :	ca. 0,15 %
Schüttdichte:	ca. 1500 kg/m ³

EVERZIT® Carbonat ist ein natürliches Filtermaterial aus reinem Calciumcarbonat (CaCO₃). Es wird eingesetzt zur Entsäuerung von Grundwasser oder auch zur Aufhärtung nach einer Umkehrosmose.

- Neutralisation von gelöstem Kohlendioxid (Entsäuerung)
- Aufhärtung nach Umkehrosmose (Entsalzung)
- Aufbereitung von Rohwässern mit niedriger Säurekapazität (Karbonathärte)
- pH-Wert Anhebung im Schwimmbadwasser nach Chlorung (Marmorurum)
- Enteisung / Entmanganung

- keine Überalkalität im Filtrat
- keine Gefahr von Verbackungen im Filter
- höchste Materialreinheit (CaCO₃ > 99 %)
- stabiles Materialkorn, kein Quellen
- problemloser Betrieb, insbesondere bei diskontinuierlicher Verfahrensweise

Freibad

- Partikelfiltration
- In der Regel keine Probleme mit gebundenem Chlor

Mehrschichtfiltration mit
Anthrazit / Quarzsand
0,8-1,6 mm / 0,4-0,8 mm
oder
1,4-2,5 mm / 0,71-1,25 mm

Hallenbad

- Partikelfiltration
- Reduzierung von gebundenem Chlor, THM etc.

„Stuttgarter Verfahren“

„Immer ein Kompromiss“

Mehrschichtfilter mit
z.B. Anthrazit / Quarzsand
0,8-1,6 mm / 0,4-0,8 mm

im Bypass

Adsorptionsfilter mit
Aktivkohle
z.B. 0,5 – 2,5 mm (8x35 Mesh)

Mehrschichtfilter mit
z.B. Braunkohlenkoks / Quarzsand
0,6-1,6 mm / 0,4-0,8 mm

oder

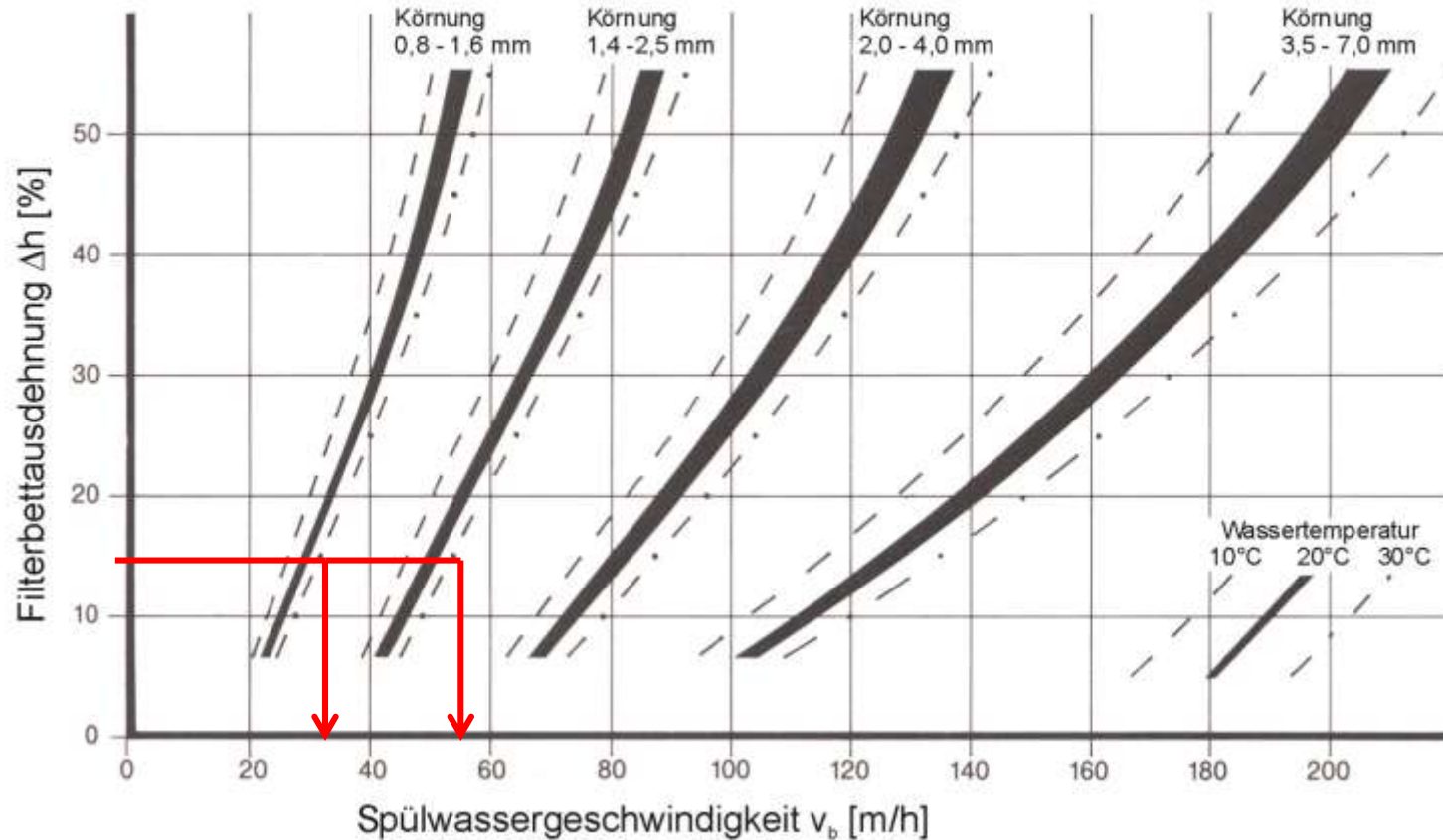
Mehrschichtfilter mit
z.B. EVERZIT Spezial PLUS / Quarzsand
0,8 – 2,0 mm / 0,4 – 0,8 mm



- **Volumenstrom**
 - **Filtrationsgeschwindigkeit**
 - **Filtermaterial(ien)**
 - **Filterschichthöhe(n)**
 - **Spülwassergeschwindigkeit**
 - **Filterlaufzeit**
 - **Spülluftgeschwindigkeit**
 - **Wassertemperatur**
- } >> **Filterfläche ($A=Q/v$)**

EVERZIT[®] N

Filterbettausdehnung (Δh) in Abhängigkeit von der Spülwassergeschwindigkeit (v_b)





Beispielhafte Richtwerte für die Filterspülung von offenen Überstau- und geschlossenen Ein- und Mehrschichtfiltern mit Filtersand der Korngruppe 0,71 mm bis 1,25 mm und einer Spülwassertemperatur bis 28 °C sind:

— Spülprogramm 1 (für Ein- und Mehrschichtfilter)

- 1. Phase: Belüftung des Filters und Absenkung des Wassers bis zur Oberfläche des Filterbetts;
- 2. Phase: Luftspülung 1 min bis 3 min, Luftgeschwindigkeit 60 m/h bis 80 m/h;
- 3. Phase: Wasserspülung 4 min bis 7 min (nach zuvor ermitteltem Bedarf), Wassergeschwindigkeit ungefähr 50 m/h bis 65 m/h;
- 4. Phase: Abführung des Erstfiltrats;
- 5. Phase: Herstellung des Aufbereitungsbetriebes.

- Mehrschichtfilter dürfen nur getrennt Luft – Wasser gespült werden
- Die Spülwassergeschwindigkeit ist abhängig von der Dichte und Körnung des Filtermaterials
- Die Spülwassergeschwindigkeit nimmt mit der Körnung zu



Optimierung der Filterspülung



Bilder: EVERS Engineering

Optimierung der Filterspülung



Bilder: EVERS Engineering

Optimierung der Filterspülung



Bilder: EVERS Engineering

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

**EVERS GmbH & Co.KG
WASSERTECHNIK UND
ANTHRAZITVEREDELUNG**

Rheiner Str.14a
48496 Hopsten

Tel.: +49 5458 9307 0
Fax: +49 5458 9307 40
Email: info@evers.de
Internet: www.evers.de



Dipl.-Chem. Stephan Evers
Geschäftsführer