



Produktspezifikation

Quarzsand 0,40 - 0,80 mm

Filterquarz gemäß DIN 4924 und DIN EN 19623 und DIN EN 12904

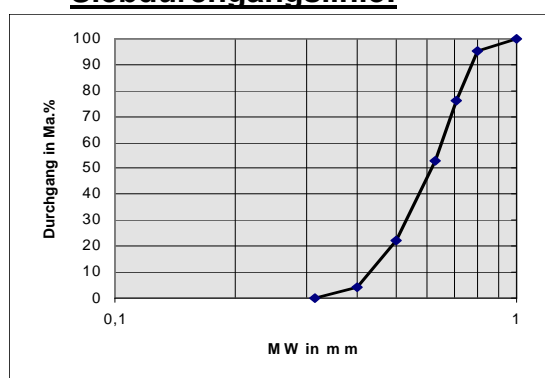
Aufbereitung:

Das Material ist mehrfach gewaschen, feuergetrocknet und klassiert.

Korngrößenverteilung:

Prüfsiebgröße [mm]	Einzel-Rückstand [Gew.%]	Gesamt-Durchgang [Gew.%]
1,000	0,0	100,0
0,900	1,0	99,0
0,800	3,0	96,0
0,710	20,0	76,0
0,630	19,0	57,0
0,500	20,0	37,0
0,400	33,0	4,0
0,315	3,5	0,5
< 0,315	0,5	
	100,0	
d ₁₀		0,42
d ₅₀ mittlerer Korndurchmesser		0,58
d ₆₀		0,64
d ₉₀		0,77
Ungleichförmigkeitsgrad U = d ₆₀ /d ₁₀		1,52

Siebdurchgangslinie:



Chemische Zusammensetzung:

(RFA Analyse der Referenzkörnung für dieses Produkt
 Referenzkörnung: 0,63 1,0 mm)

	[Gew.%]
SiO ₂	>97,0
Al ₂ O ₃	< 1,4
Fe ₂ O ₃	< 0,12
P ₂ O ₅	< 0,011
Na ₂ O	< 0,03
K ₂ O	< 0,7
CaO	< 0,04

Physikalische Eigenschaften:

Schüttdichte	1,48 g/cm ³
Kornrohdichte	2,64 g/cm ³
Schüttwinkel	30 - 35°
Glühverlust	< 0,11 Gew. %
Sintertemperatur	1.450°C
pH-Wert	6,5 - 7
Restfeuchte	< 0,1 Gew.%
Härte nach Mohs	7

Weitere Hinweise

Die vorstehend genannten rechtlich unverbindlichen Zusatzinformation (typische Kenndaten) stammen von Dritten und werden von SBF Wasser und Umwelt nach bestem Wissen weitergegeben, ohne dass diesbezüglich ein Anspruch auf Richtigkeit und/oder Vollständigkeit erhoben werden kann. Diese Zusatzinformationen können von SBF Wasser und Umwelt nicht geprüft oder bestätigt werden. Sollten hier angegebene rechtlich unverbindliche Zusatzinformationen unzutreffend oder unvollständig sein, können hieraus keine Ansprüche gegenüber SBF Wasser und Umwelt hergeleitet werden.

Vorstehende Angaben entbinden den Käufer nicht von einer Eingangskontrolle. Eine rechtlich verbindliche Zusicherung der Eignung des Produktes für einen bestimmten Einsatzzweck kann daraus nicht abgeleitet werden. © 23.01.2015



Produktspezifikation

Quarzsand 0,63 – 1,0 mm

Filterquarz gemäß DIN 4924 und DIN EN 19623 und DIN EN 12904

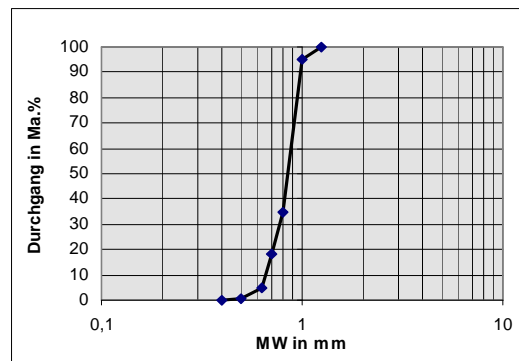
Aufbereitung:

Das Material ist mehrfach gewaschen, feuergetrocknet und klassiert.

Korngrößenverteilung:

Prüfsiebgröße [mm]	Einzel-Rückstand [Gew. %]	Gesamt-Durchgang [Gew. %]
1,250	0,0	100,0
1,000	3,0	97,0
0,800	46,0	51,0
0,710	28,0	23,0
0,630	19,0	4,0
0,400	3,0	1,0
< 0,400	1,0	
	100,0	
d ₁₀		0,66
d ₅₀ mittlerer Korndurchmesser		0,79
d ₆₀		0,83
d ₉₀		0,97
Ungleichförmigkeitsgrad U = d ₆₀ /d ₁₀		1,26

Siebdurchgangslinie:



Chemische Zusammensetzung:

(RFA Analyse der Referenzkörnung für dieses Produkt
 Referenzkörnung: 0,63 1,0 mm)

	[Gew. %]
SiO ₂	>97,0
Al ₂ O ₃	< 1,4
Fe ₂ O ₃	< 0,12
P ₂ O ₅	< 0,011
Na ₂ O	< 0,03
K ₂ O	< 0,7
CaO	< 0,04

Physikalische Eigenschaften:

Schüttdichte	1,45 g/cm ³
Kornrohddichte	2,64 g/cm ³
Schüttwinkel	30 - 35°
Glühverlust	< 0,11 Gew. %
Sintertemperatur	1.450°C
pH-Wert	6,5 – 7
Restfeuchte	< 0,1 Gew. %
Härte nach Mohs	7

Weitere Hinweise

Die vorstehend genannten rechtlich unverbindlichen Zusatzinformation (typische Kenndaten) stammen von Dritten und werden von SBF Wasser und Umwelt nach bestem Wissen weitergegeben, ohne dass diesbezüglich ein Anspruch auf Richtigkeit und/oder Vollständigkeit erhoben werden kann. Diese Zusatzinformationen können von SBF Wasser und Umwelt nicht geprüft oder bestätigt werden. Sollten hier angegebene rechtlich unverbindliche Zusatzinformationen unzutreffend oder unvollständig sein, können hieraus keine Ansprüche gegenüber SBF Wasser und Umwelt hergeleitet werden.

Vorstehende Angaben entbinden den Käufer nicht von einer Eingangskontrolle. Eine rechtlich verbindliche Zusicherung der Eignung des Produktes für einen bestimmten Einsatzzweck kann daraus nicht abgeleitet werden. © 23.01.2015



Produktspezifikation

Quarzsand 0,71 – 1,25 mm

Filterquarz gemäß DIN 4924 und DIN EN 19623 und DIN EN 12904

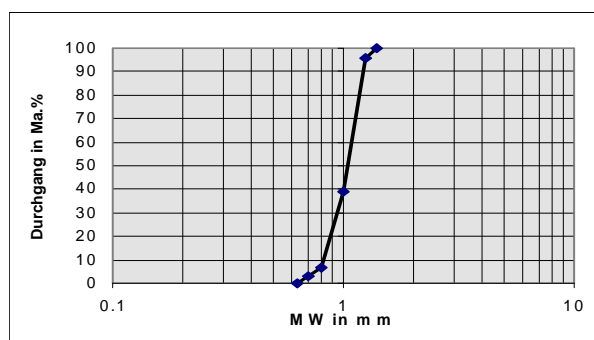
Aufbereitung:

Das Material ist mehrfach gewaschen, feuergetrocknet und klassiert.

Korngrößenverteilung:

Prüfsiebgröße [mm]	Einzel-Rückstand [Gew. %]	Gesamt-Durchgang [Gew. %]
1,600	0,0	100,0
1,250	4,0	96,0
1,000	38,0	58,0
0,800	38,0	20,0
0,710	16,0	4,0
0,630	3,0	1,0
< 0,630	1,0	
	100,0	
d ₁₀		0,74
d ₅₀ mittlerer Korndurchmesser		0,96
d ₆₀		1,02
d ₉₀		1,21
Ungleichförmigkeitsgrad U = d ₆₀ /d ₁₀		1,38

Siebdurchgangslinie:



Chemische Zusammensetzung:

(RFA Analyse der Referenzkörnung für dieses Produkt
 Referenzkörnung: 0,63 1,0 mm)

	[Gew. %]
SiO ₂	>97,0
Al ₂ O ₃	< 1,4
Fe ₂ O ₃	< 0,12
P ₂ O ₅	< 0,011
Na ₂ O	< 0,03
K ₂ O	< 0,7
CaO	< 0,04

Physikalische Eigenschaften:

Schüttdichte	1,44 g/cm ³
Kornrohddichte	2,64 g/cm ³
Glühverlust	< 0,11 Gew. %
Sintertemperatur	1.450°C
pH-Wert	6,5 - 7
Restfeuchte	< 0,1 Gew. %
Härte nach Mohs	7

Weitere Hinweise

Die vorstehend genannten rechtlich unverbindlichen Zusatzinformation (typische Kenndaten) stammen von Dritten und werden von SBF Wasser und Umwelt nach bestem Wissen weitergegeben, ohne dass diesbezüglich ein Anspruch auf Richtigkeit und/oder Vollständigkeit erhoben werden kann. Diese Zusatzinformationen können von SBF Wasser und Umwelt nicht geprüft oder bestätigt werden. Sollten hier angegebene rechtlich unverbindliche Zusatzinformationen unzutreffend oder unvollständig sein, können hieraus keine Ansprüche gegenüber SBF Wasser und Umwelt hergeleitet werden.

Vorstehende Angaben entbinden den Käufer nicht von einer Eingangskontrolle. Eine rechtlich verbindliche Zusicherung der Eignung des Produktes für einen bestimmten Einsatzzweck kann daraus nicht abgeleitet werden.



Produktspezifikation

Quarzsand 1,0 – 2,0 mm

Filterquarz gemäß DIN 4924 und DIN EN 19623 und DIN EN 12904

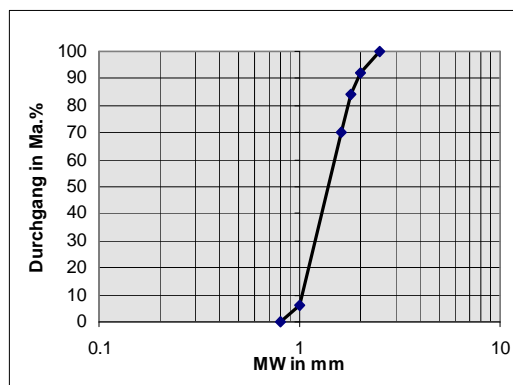
Aufbereitung:

Das Material ist mehrfach gewaschen, feuergetrocknet und klassiert.

Korngrößenverteilung:

Prüfsiebgröße [mm]	Einzel-Rückstand [Gew. %]	Gesamt-Durchgang [Gew. %]
2,240	0,0	100,0
2,000	7,0	93,0
1,800	14,0	79,0
1,600	22,0	57,0
1,400	20,0	37,0
1,250	21,0	16,0
1,000	8,0	8,0
0,900	6,6	1,4
0,800	0,0	0,8
< 0,630	1,0	
	100,0	
d ₁₀		1,06
d ₅₀ mittlerer Korndurchmesser		1,52
d ₆₀		1,62
d ₉₀		1,95
Ungleichförmigkeitsgrad U = d ₆₀ /d ₁₀		1,53

Siebdurchgangslinie:



Chemische Zusammensetzung:

(RFA Analyse der Referenzkörnung für dieses Produkt
 Referenzkörnung: 0,63 1,0 mm)

	[Gew. %]
SiO ₂	>97,0
Al ₂ O ₃	< 1,4
Fe ₂ O ₃	< 0,12
P ₂ O ₅	< 0,011
Na ₂ O	< 0,03
K ₂ O	< 0,7
CaO	< 0,04

Physikalische Eigenschaften:

Schüttdichte	1,49 g/cm ³
Kornrohdichte	2,64 g/cm ³
Glühverlust	< 0,11 Gew. %
Sintertemperatur	1.450°C
pH-Wert	6,5 - 7
Restfeuchte	< 0,1 Gew. %
Härte nach Mohs	7

Weitere Hinweise

Die vorstehend genannten rechtlich unverbindlichen Zusatzinformation (typische Kenndaten) stammen von Dritten und werden von SBF Wasser und Umwelt nach bestem Wissen weitergegeben, ohne dass diesbezüglich ein Anspruch auf Richtigkeit und/oder Vollständigkeit erhoben werden kann. Diese Zusatzinformationen können von SBF Wasser und Umwelt nicht geprüft oder bestätigt werden. Sollten hier angegebene rechtlich unverbindliche Zusatzinformationen unzutreffend oder unvollständig sein, können hieraus keine Ansprüche gegenüber SBF Wasser und Umwelt hergeleitet werden.

Vorstehende Angaben entbinden den Käufer nicht von einer Eingangskontrolle. Eine rechtlich verbindliche Zusicherung der Eignung des Produktes für einen bestimmten Einsatzzweck kann daraus nicht abgeleitet werden. © 23.01.2015



Produktspezifikation

Quarzsand 2,0 – 3,15 mm

Filterquarz gemäß DIN 4924 und DIN EN 19623 und DIN EN 12904

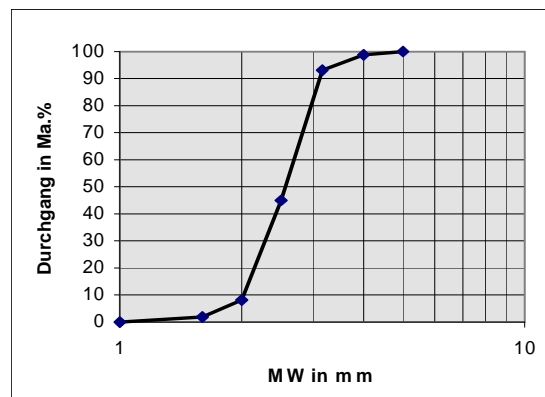
Aufbereitung:

Das Material ist mehrfach gewaschen, feuergetrocknet und klassiert.

Korngrößenverteilung:

Prüfsiebgröße [mm]	Einzel-Rückstand [Gew. %]	Gesamt-Durchgang [Gew. %]
5,000	0,0	100,0
4,000	0,0	100,0
3,150	7,0	93,0
2,500	42,0	51,0
2,000	44,0	7,0
1,600	5,0	2,0
1,400	1,5	0,5
< 1,4	1,0	
	100,0	
d ₁₀		2,03
d ₅₀ mittlerer Korndurchmesser		2,49
d ₆₀		2,64
d ₉₀		3,10
Ungleichförmigkeitsgrad U = d ₆₀ /d ₁₀		1,30

Siebdurchgangslinie:



Chemische Zusammensetzung:

(RFA Analyse der Referenzkörnung für dieses Produkt
 Referenzkörnung: 0,63 1,0 mm)

	[Gew. %]
SiO ₂	>97,0
Al ₂ O ₃	< 1,4
Fe ₂ O ₃	< 0,12
P ₂ O ₅	< 0,011
Na ₂ O	< 0,03
K ₂ O	< 0,7
CaO	< 0,04

Physikalische Eigenschaften:

Schüttdichte	1,46 g/cm ³
Kornrohddichte	2,64 g/cm ³
Glühverlust	< 0,11 Gew. %
Sintertemperatur	1.450°C
pH-Wert	6,5 - 7
Restfeuchte	< 0,1 Gew. %
Härte nach Mohs	7

Weitere Hinweise

Die vorstehend genannten rechtlich unverbindlichen Zusatzinformation (typische Kenndaten) stammen von Dritten und werden von SBF Wasser und Umwelt nach bestem Wissen weitergegeben, ohne dass diesbezüglich ein Anspruch auf Richtigkeit und/oder Vollständigkeit erhoben werden kann. Diese Zusatzinformationen können von SBF Wasser und Umwelt nicht geprüft oder bestätigt werden. Sollten hier angegebene rechtlich unverbindliche Zusatzinformationen unzutreffend oder unvollständig sein, können hieraus keine Ansprüche gegenüber SBF Wasser und Umwelt hergeleitet werden.

Vorstehende Angaben entbinden den Käufer nicht von einer Eingangskontrolle. Eine rechtlich verbindliche Zusicherung der Eignung des Produktes für einen bestimmten Einsatzzweck kann daraus nicht abgeleitet werden. © 23.01.2015



Produktspezifikation

Quarzsand 3,15 – 5,6 mm

Filterquarz gemäß DIN 4924 und DIN EN 19623 und DIN EN 12904

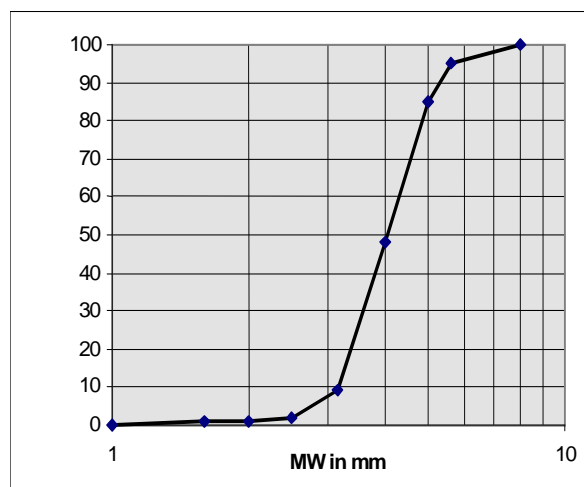
Aufbereitung:

Das Material ist mehrfach gewaschen, feuergetrocknet und klassiert.

Korngrößenverteilung:

Prüfsiebgröße [mm]	Einzel-Rückstand [Gew. %]	Gesamt-Durchgang [Gew. %]
8,000	0,0	100,0
5,600	6,0	94,0
4,000	58,0	36,0
3,150	31,1	51,0
2,000	3,9	1,0
1,000	0,8	0,2
0,630	0,2	0,0
< 0,063	0,0	
	100,0	
d ₁₀		3,28
d ₅₀ mittlerer Korndurchmesser		4,35
d ₆₀		4,62
d ₉₀		5,48
Ungleichförmigkeitsgrad U = d ₆₀ /d ₁₀		1,41

Siebdurchgangslinie:



Chemische Zusammensetzung:

(RFA Analyse der Referenzkörnung für dieses Produkt
 Referenzkörnung: 0,71 1,25 mm)

	[Gew. %]
SiO ₂	98,0
Al ₂ O ₃	1,15
Fe ₂ O ₃	0,06
Na ₂ O	< 0,1
K ₂ O	0,63
CaO	< 0,01
Cd	< 0,0005 µg/g

Physikalische Eigenschaften:

Schüttdichte	1,55 g/cm ³
Kornrohddichte	2,64 g/cm ³
Glühverlust	0,17 Gew. %
Sintertemperatur	> 1.450°C
pH-Wert	ca. 7
Restfeuchte	< 0,1 Gew. %
Härte nach Mohs	ca. 7

Weitere Hinweise

Die vorstehend genannten rechtlich unverbindlichen Zusatzinformation (typische Kenndaten) stammen von Dritten und werden von SBF Wasser und Umwelt nach bestem Wissen weitergegeben, ohne dass diesbezüglich ein Anspruch auf Richtigkeit und/oder Vollständigkeit erhoben werden kann. Diese Zusatzinformationen können von SBF Wasser und Umwelt nicht geprüft oder bestätigt werden. Sollten hier angegebene rechtlich unverbindliche Zusatzinformationen unzutreffend oder unvollständig sein, können hieraus keine Ansprüche gegenüber SBF Wasser und Umwelt hergeleitet werden.

Vorstehende Angaben entbinden den Käufer nicht von einer Eingangskontrolle. Eine rechtlich verbindliche Zusicherung der Eignung des Produktes für einen bestimmten Einsatzzweck kann daraus nicht abgeleitet werden. © 23.01.2015



Produktspezifikation

Quarzsand 5,6 – 8,0 mm

Filterquarz gemäß DIN 4924 und DIN EN 19623 und DIN EN 12904

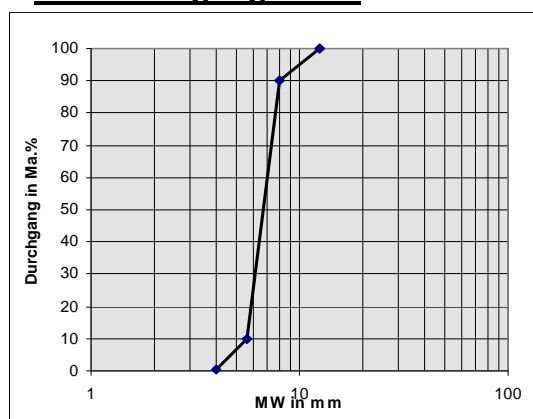
Aufbereitung:

Das Material ist mehrfach gewaschen, feuergetrocknet und klassiert.

Korngrößenverteilung:

Prüfsiebgröße [mm]	Einzel-Rückstand [Gew. %]	Gesamt-Durchgang [Gew. %]
11,200	0,0	100,0
8,000	8,6	91,4
5,600	86,7	4,7
2,800	4,6	0,2
0,063	0,2	0,0
< 0,063	0,0	
	100,0	
d ₁₀		5,72
d ₅₀ mittlerer Korndurchmesser		6,81
d ₆₀		7,12
d ₉₀		7,98
Ungleichförmigkeitsgrad U = d ₆₀ /d ₁₀		1,21

Siebdurchgangslinie:



Chemische Zusammensetzung:

(RFA Analyse der Referenzkörnung für dieses Produkt
 Referenzkörnung: 0,71 - 1,25 mm)

	[Gew. %]
SiO ₂	98,0
Al ₂ O ₃	1,15
Fe ₂ O ₃	0,06
Na ₂ O	< 0,1
K ₂ O	0,63
CaO	< 0,01
Cd	< 0,0005 µg/g

Physikalische Eigenschaften:

Schüttdichte	1,60 g/cm ³
Kornrohddichte	2,65 g/cm ³
Glühverlust	< 0,2 Gew. %
Sintertemperatur	> 1.450°C
pH-Wert	6,5 - 7
Restfeuchte	< 0,2 Gew. %
Härte nach Mohs	ca. 7

Weitere Hinweise

Die vorstehend genannten rechtlich unverbindlichen Zusatzinformation (typische Kenndaten) stammen von Dritten und werden von SBF Wasser und Umwelt nach bestem Wissen weitergegeben, ohne dass diesbezüglich ein Anspruch auf Richtigkeit und/oder Vollständigkeit erhoben werden kann. Diese Zusatzinformationen können von SBF Wasser und Umwelt nicht geprüft oder bestätigt werden. Sollten hier angegebene rechtlich unverbindliche Zusatzinformationen unzutreffend oder unvollständig sein, können hieraus keine Ansprüche gegenüber SBF Wasser und Umwelt hergeleitet werden.

Vorstehende Angaben entbinden den Käufer nicht von einer Eingangskontrolle. Eine rechtlich verbindliche Zusicherung der Eignung des Produktes für einen bestimmten Einsatzzweck kann daraus nicht abgeleitet werden. © 23.01.2015



Produktspezifikation

Quarzsand 8,0 – 16,0 mm

Filterquarz gemäß DIN 4924 und DIN EN 19623 und DIN EN 12904

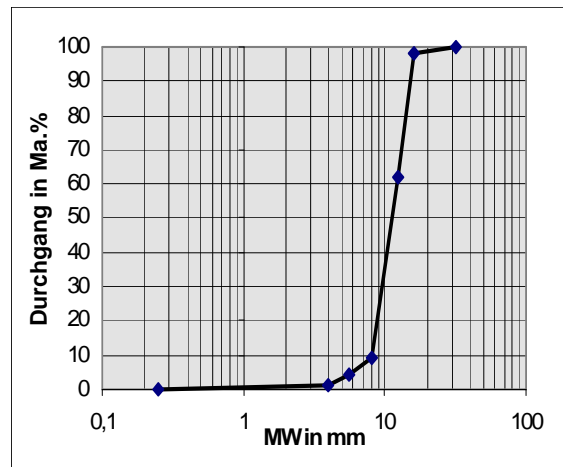
Aufbereitung:

Das Material ist mehrfach gewaschen, feuergetrocknet und klassiert.

Korngrößenverteilung:

Prüfsiebgröße [mm]	Einzel-Rückstand [Gew. %]	Gesamt-Durchgang [Gew. %]
26,500	0,0	100,0
16,000	1,8	98,2
13,200	8,0	90,2
12,500	6,1	84,1
11,200	7,4	76,7
8,000	67,6	9,1
5,600	8,3	0,8
3,150	0,8	0,0
0,063	0,0	0,0
< 0,063	0,0	
	100,0	
d ₁₀		8,0
d ₅₀ mittlerer Korndurchmesser		9,9
d ₆₀		10,4
d ₉₀		13,2
Ungleichförmigkeitsgrad U = d ₆₀ /d ₁₀		1,30

Siebdurchgangslinie:



Chemische Zusammensetzung:

(RFA Analyse der Referenzkörnung für dieses Produkt
 Referenzkörnung: 0,71 - 1,25 mm)

	[Gew. %]
SiO ₂	98,0
Al ₂ O ₃	1,15
Fe ₂ O ₃	0,06
Na ₂ O	< 0,1
K ₂ O	0,63
CaO	< 0,01
Cd	< 0,0005 µg/g

Physikalische Eigenschaften:

Schüttdichte	1,60 g/cm ³
Kornrohddichte	2,65 g/cm ³
Glühverlust	< 0,2 Gew. %
Sintertemperatur	> 1.450°C
pH-Wert	6,5 - 7
Restfeuchte	< 0,2 Gew. %
Härte nach Mohs	ca. 7

Weitere Hinweise

Die vorstehend genannten rechtlich unverbindlichen Zusatzinformation (typische Kenndaten) stammen von Dritten und werden von SBF Wasser und Umwelt nach bestem Wissen weitergegeben, ohne dass diesbezüglich ein Anspruch auf Richtigkeit und/oder Vollständigkeit erhoben werden kann. Diese Zusatzinformationen können von SBF Wasser und Umwelt nicht geprüft oder bestätigt werden. Sollten hier angegebene rechtlich unverbindliche Zusatzinformationen unzutreffend oder unvollständig sein, können hieraus keine Ansprüche gegenüber SBF Wasser und Umwelt hergeleitet werden.

Vorstehende Angaben entbinden den Käufer nicht von einer Eingangskontrolle. Eine rechtlich verbindliche Zusicherung der Eignung des Produktes für einen bestimmten Einsatzzweck kann daraus nicht abgeleitet werden. © 23.01.2015

Filtration



SBF Wasser und Umwelt
Niederlassung der GHC Gerling Holz & Co. Handels GmbH
Ruhrstr. 113
22701 Hamburg

Tel. 040-853 123-0
Fax 040-853 123-66

E-Mail: info@sbf-online.com
Internet: www.sbf-online.com

Stand: Dezember 2010

1 Übersicht

Eigenschaft/Produkt Material	Sand/Kies SiO ₂	Anthrazit N Steinkohle	Filterkohle H Braunkohle	Aktivkohle Steinkohle	Aktivkohle Kokoskohle
1 Filtrationsleistung	gut	sehr gut	mäßig	mäßig	mäßig
2 Adsorptionsfähigkeit	keine	keine	mäßig	hoch	hoch
3 Verunreinigungen	keine	keine	sehr stark	stark	keine
4 Abriebhärte	sehr hoch	hoch	gering	mäßig	mäßig
5 Verkeimungsrisiko	keines	keines	mäßig	hoch	hoch

1 Filtrationsleistung	<p>Sand stellt ein einfaches Filtermaterial dar, welches in der Lage ist, die größten Verunreinigungen dem Schwimmbadwasser zu entziehen. Es handelt sich um eine Flächenfiltration mit nur sehr geringer Tiefenwirkung. Bei Anthrazit N hingegen handelt es sich um eine Raumfiltration mit entsprechender Tiefenwirkung. Die Filtrationsleistung des N Materials ist ca. zehnmal größer als die des Sandes. Sowohl Sand als auch Anthrazit N sind nicht aktiviert.</p> <p>Aktivierete Materialien wie Filterkohle H oder Aktivkohle haben natürlich auch ein gewisses Filtrationspotential, welches allerdings nicht immer erwünscht ist, da es durch Verstopfung der für die Adsorptionswirkung konstitutiven Hohlräume die Adsorptionsleistung erheblich mindert ist und daher zu deutlich verkürzten Standzeiten des Filters führen kann.</p>
2 Adsorptionsfähigkeit	<p>Sand und Anthrazit N sind inert, also ohne jegliche Adsorptionsfähigkeit.</p> <p>Filterkohle H hat mit einer Inneren Oberfläche von ca. 320 m²/g eine bescheidene Adsorptionswirkung, die unter normalen Umständen durchaus ausreicht, um so genanntes gebundenes Chlor, nicht jedoch THM, hinreichend zu reduzieren.</p> <p>Aktivkohlen haben mit 900-1000 m²/g üblicherweise die ca. dreifache Adsorptionsfähigkeit gegenüber Filterkohle H und entfernen mühelos gebundenes Chlor inkl. THM</p>
3 Verunreinigungen	<p>Sand und Anthrazit N sind als inertes Material grundsätzlich unproblematisch. Sie haben insbesondere keine wasser- oder säurelösliche Restasche.</p> <p>Filterkohle H weist im Gegensatz dazu als Braunkohlematerial eine hohe Konzentration an unerwünschten, natürlichen Begleitstoffen wie Eisen, Mangan aber auch Calcium in der Restasche auf. Zum einen kann es bräunliche Auswaschungen von Eisen/Mangan Verbindungen geben, die gar nicht so selten vorkommen. Zum anderen bildet das Calcium mit Sulfat-Ionen Calciumsulfat, den gefürchteten Gips. Gips ist wasserunlöslich und führt beispielsweise zum Verstopfen der Poren der Filterkohle H und zur Verhärtung des Materials. Sulfat-Ionen kommen üblicherweise aus dem Füllwasser und möglicherweise aus dem Einsatz von Schwefelsäure zur pH-Wert Korrektur. Die Dimension der Verunreinigungen der Filterkohle H verdeutlichen folgende Werte: Eisen ca. 9.000 ppm, Calcium ca. 22.500 ppm ! Es sollte in diesem Zusammenhang darüber nachgedacht werden, ob ein Spülen mit verdünnter Schwefelsäure beim Einbringen der Filterkohle H wirklich sinnvoll ist. Möglicherweise ist verdünnte Salzsäure trotz des hohen Chloridanteils das bessere Spülmittel.</p> <p>Aktivkohle aus Steinkohle hat ebenfalls natürliche Begleiter wie Eisen und Mangan, allerdings nicht in der Menge wie die Filterkohle H. Wir reden hier aber immer noch über Größenordnungen von 1.000 ppm Eisen und mehr. Es kann daher, wenn auch selten, bei sehr warmen Thermalwässern zu bräunlichen Auswaschungen kommen. Aktivkohle aus natürlichen Kokosnussschalen gewonnen ist hingegen nahezu Verunreinigungsfrei. Maximalwerte für Eisen in Kokoskohlen liegen deutlich unter 100 ppm.</p>
4 Abriebhärte	<p>Die Abriebhärte hat naturgemäß Einfluss auf die Standzeit des Filters. Beim Rückspülen reiben die Körner aneinander und je nach Härte, zerreiben sie sich langsamer oder schneller.</p> <p>Sand hat als Quarzmaterial per se eine hohe Abriebhärte und ist auch nach tausenden von Spülgängen noch unkritisch. Anthrazit N weist mit einer Mohs-Härte von ca. 4 noch eine einigermaßen brauchbare Abriebhärte auf. Ebenso Aktivkohle auf Basis Kokoskohle. Aktivkohle aus Steinkohle ist bereits nicht mehr ganz so abriebfest. Filterkohle H ist ziemlich weich.</p>
5 Verkeimungsrisiko	<p>Sand und Anthrazit sind inert und damit risikolos in Bezug auf Verkeimung. Bei Sand ist darauf zu achten, dass ausschließlich Feuer getrocknete Qualität zum Einsatz kommt. Bei Bezug im Silowagen immer das so genannte Reinigungszertifikat vorlegen lassen und ggf. genau prüfen. Oftmals stellt der Fahrer des Silowagens das Zertifikat selber aus, das ist vergleichbar mit dem Bock, den man zum Gärtner macht. Nicht dass Verunreinigen und damit Keime durch schlampige Reinigung des Silobehälters in das System eingetragen werden.</p> <p>Aktivierete Filtermaterialien bergen naturgemäß aufgrund der enormen Inneren Oberfläche ein Verkeimungsrisiko. Nirgends fühlen sich die Tierchen wohler als in den Kavernen der Aktivkohle. Gehen Sie der Einfachheit halber davon aus, dass sich in Aktivkohlen in Mehrschichtfiltern immer Biologien bilden werden, die schädlich sein können aber nicht müssen.</p>
6 Sonstiges	<p>Nicht Gegenstand dieser Betrachtung sind Filtermaterialien, die für andere Zwecke als zur Filtrierung eingesetzt werden (beispielsweise Marmor Kies) sowie Filtermaterialien, die bei suboptimalen Verfahren zum Einsatz kommen (beispielsweise Kieselgur in der Anschwimmfiltertechnik oder Pulveraktivkohle)</p>
Zusammenfassung	<p>Nicht der Weg ist das Ziel sondern das Ziel bestimmt den Weg dahin, also das Ziel bestimmt die Auswahl der geeigneten Filtermaterialien. Im Freibad werden Sie selten über die Adsorption von THM nachdenken müssen. Bei Hallen- oder Kombibädern sieht das schon anders aus. Planen Sie beispielsweise ein neues Hallenbad oder eine vollständige Restauration eines bestehenden Hallenbades, so sollte eine gescheite Filtration nach dem Stuttgarter Verfahren gewählt werden. Gibt es jedoch räumliche Restriktionen muss über optimierte Mehrschichtfilter, die Aktivkohle enthalten, nachgedacht werden. Finanzielle Restriktionen lassen unweigerlich Gedanken an den Einsatz von Filterkohle aufkommen. Die Probleme, die mit diesem billigen Stoff in das Bad geschleppt werden, werden allzu gerne verdrängt. Es wäre ja auch zu schön, wenn dieses preiswerte Produkt auch noch weitere hervorragende Eigenschaften besäße. Doch genau das Gegenteil ist der Fall. Oh weh und ach! die Eier legende Wollmilchsau hat bis heute noch keiner erfunden.</p>

2 Einschichtfilter

Der Aufbau von Festbettfiltern erfolgt immer nach dem gleichen Schüttschema.

Auf dem Düsenboden des Filters befindet sich - abgestimmt auf das Filtermaterial - die Stützschiicht bestehend aus Filterkies. Üblicherweise wird eine Stützschiicht von 300 mm Höhe eingebracht, die aus 2 oder 3 Schichten Filterkies besteht, beginnend mit der größten Korngruppe direkt auf den Filterdüsen. Entsprechend der Korngruppen nach DIN 19623 setzt sich die Stützschiicht aus Filterkies der Körnungen 2 - 8 mm zusammen (Bild 1). Die Stützschiicht verhindert das Eindringen von Filtermaterial in die Öffnungen der Filterdüsen und trägt zur besseren Verteilung des Wassers während der Filtration und Filterspülung bei. An der „aktiven“ Filtration ist die Stützschiicht nicht beteiligt und wird folgerichtig bei der Auslegung der wirksamen Filterschichthöhe nicht berücksichtigt.

Die DIN 19643 empfiehlt für offene Schnellfilter eine Schichthöhe des Filtermaterials von $\geq 0,9$ m, bei einer maximalen Filtergeschwindigkeit von 12 m/h. Für geschlossene Schnellfilter erhöht sich die Schichthöhe auf $\geq 1,2$ m, wobei die Filtergeschwindigkeit für Süßwasser auf max. 30 m/h gesteigert werden kann (für Meerwasser und Brackwasser mit mehr als 2 g Salz/l max. 20 m/h).

Damit eine sachgerechte Filterspülung mit einer Filterbettausdehnung von mindestens 10 % durchgeführt werden kann, ist für das Freibord für beide Filtervarianten mindestens 25 % der Schichthöhe des Filtermaterials zuzüglich 0,2 m einzuhalten.

Die DIN 19643, Anhang 5, v. Sep. 2000 sieht für Einschichtfilter bereits eine Filterbettausdehnung von min. 20 Vol. % vor.

3 Mehrschichtfilter

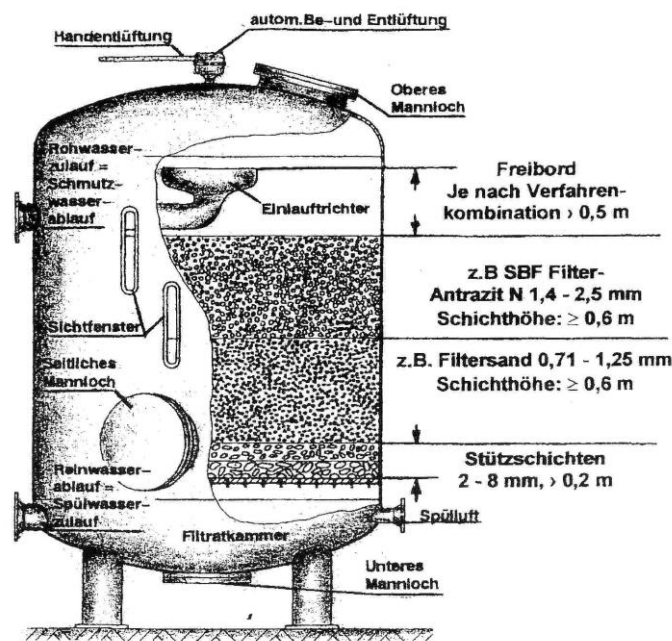
Die Filterschüttung von Mehrschichtfiltern besteht aus mehreren Filtermaterialien unterschiedlicher Dichte und Körnung (Bild 1). Dabei sind die Filtermaterialien so aufeinander abgestimmt, dass nach der Filterspülung die Schichten getrennt sind und in Filtrationsrichtung zuerst das grobe Filtermaterial (beispielsweise Filteranthrazit) durchströmt wird.

Für offene Schnellfilter sieht die DIN 19643 eine Schütthöhe für Sand von $\geq 0,6$ m, für die obere Materialschicht $\geq 0,4$ m, bei 15 m/h Filtergeschwindigkeit vor. In geschlossenen Schnellfiltern erhöht sich die obere Filterschicht auf $\geq 0,6$ m, während die untere Filterschicht wie beim offenen Schnellfilter ebenfalls mit $\geq 0,6$ m Schütthöhe ausgelegt wird. Die Filtergeschwindigkeit und die Basisdaten zur Berechnung des Freibords sind mit dem des Einschichtfilters identisch.

Vorbereitung der Filterspülung: Belüftung des Filterbehälters und Absenkung des Wassers bis Oberkante Filtermaterial!

Während die anzustrebende Filterbettausdehnung von mindestens 10 % bei einem Einschichtfilter unproblematisch ist, muss bei einem Mehrschichtfilter der spezifischen Filterbettausdehnung der eingesetzten Filtermaterialien große Aufmerksamkeit geschenkt werden. Bei einer Filterbettausdehnung der unteren Sandschicht von 15 % kann die obere Filterschicht in Abhängigkeit von Material und Körnung bei einer Filterbettausdehnung von ca. 100 % sich zum Teil schon im Abwasserkanal befinden.

Wichtig: Nach dem Einbringen und Wässern des Filtersandes ist eine Filterspülung durchzuführen und anschließend den Feinanteil an Sand (nach DIN max. 5 %) mechanisch durch Schälern zu entfernen. Dadurch wird verhindert, dass es durch aufliegende Feinsande zu einer Reduzierung der Filterlaufzeit kommt.



Filtersand: (Schichthöhe je nach Verfahrenskombination 0,4 – 1,2 m)	0,4 – 0,8 mm	0,63 – 1,0 mm	0,71 – 1,25 mm
Kies-Stützsichten je 0,1 m Höhe	1,0 – 2,0 mm	2,0 – 3,15 mm	2,0 – 3,15 mm
	2,0 – 3,15 mm	3,15 – 5,6 mm	3,15 – 5,6 mm
	3,1 – 5,6 mm	5,6 – 8,0 mm	5,6 – 8,0 mm

Bild 1: Filteraufbau nach DIN 19643

4 Aufgabe der Filter

Die Hauptaufgabe der Filter bei der Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser ist das Entfernen von Schmutzstoffen wie Fasern, Hautpartikeln, Pollenstaub, aber auch Mikroorganismen, Kolloide und gelöste Verbindungen. Aufgrund folgender Vorgänge werden Schmutzstoffe in Filtern zurückgehalten:

Siebwirkung
physikalische Vorgänge
chemische Vorgänge

Mit zunehmender Abscheidung von Schmutzstoffen im Filter verringert sich die Filterleistung und damit die „Qualität“ des Filtrates. Die abfiltrierten Schmutzstoffe müssen deshalb rechtzeitig und in regelmäßigen Abständen durch Spülen aus dem Filter entfernt werden.

Aus ökonomischen Gründen sollte die Filterlaufzeit mindestens 24 h betragen. Unabhängig vom Verschmutzungsgrad und der Filterlaufzeit ist aus Gründen der Gefahr einer Filterbettverkeimung und zur Entfernung der Bildungspartner (z.B. Hautabschilferung) für gebundenes Chlor der Filter zweimal wöchentlich zu spülen.

Durch die Flockungsfiltration verbessert sich die Anlagerungsfähigkeit der Schmutzstoffe an der Oberfläche des Filtermaterials. Dies führt, besonders wenn zusätzlich Pulveraktivkohle dosiert wird, bei dem klassischen Einschichtfilter zu einer deutlichen Reduzierung der Filterlaufzeit.

Die Untersuchungen von Dr. Czekalla, Fachhochschule Hamburg, zeigen bei der Einschichtfiltration (Sand, Körnung 0,71 - 1,25 mm) einen schnellen Druckanstieg in der obersten Filterschicht nach wenigen Zentimetern Eindringtiefe. Bei der Mehrschichtfiltration (Filter-Anthrazit N, Körnung 1,4 - 2,5 mm mit Sand,

Körnung 0,71 - 1,25 mm) wurde durch die gute Raumfiltration selbst nach einer Filterstandzeit von 120 Stunden nur ein minimaler Druckanstieg registriert.

Diese Untersuchung zeigt den großen Vorteil des Mehrschichtfilters durch die Kombination von Filtersand der Körnung 0,71 - 1,25 mm mit Filter Anthrazit N der Körnung 1,4 - 2,5 mm. Durch die größere Eindringtiefe (Raumfiltration) der Verunreinigung in das Filterbett wird eine längere Filterstandzeit und damit eine Kostenersparnis gegenüber Einschichtfiltern erzielt.

5 Gebundenes Chlor und Trihalogenmethan (THM)

Ziel der Schwimm- und Badewasseraufbereitung ist die Bereitstellung eines seuchenhygienisch unbedenklichen Beckenwassers. Untersuchungen zeigen, dass keine praktikablen Alternativen zum Desinfektionsmittel Chlor bestehen. Bei der Chlorung entstehen unvermeidliche Nebenprodukte durch Reaktion der hypochlorigen Säure oder des Hypochlorits mit den Inhaltsstoffen des Füllwassers und den von den Badegästen eingebrachten Verunreinigungen.

Chloramine (so genanntes gebundenes Chlor) entstehen durch Reaktion von hypochloriger Säure oder dem Hypochlorit-Ion mit Stickstoffverbindungen wie Ammoniak, Harnstoff oder organischen Stickstoffverbindungen. Chloramine, insbesondere das Trichloramin, verursachen den typischen Hallenbadgeruch, der irrtümlicherweise oft als Chlorgeruch bezeichnet wird.

Da Chloramine zu Reizungen von Augen und Schleimhäuten führen können, wurde in der DIN 19643 vom April 1997 die maximale Konzentration an Chloraminen im Rein- und Beckenwasser auf 0,2 mg/l gebundenes Chlor begrenzt.

Organische Halogenverbindungen entstehen durch die Reaktion von Chlor, Brom oder Jod an Kohlenstoff und werden als Summenparameter AOX (adsorbierbare organische Halogenverbindungen) oder als Untergruppe in Form des leicht flüchtigen THM (Trihalogenmethan) gemessen.

Das „Bildungspotential“ von AOX und THM bei der Chlorung wird von der organischen Belastung des Füllwassers (z.B. Huminstoffe, Summenparameter: Permanganat Index, Dissolved Organic Carbon – DOC) bestimmt.

Da die flüchtigen THM leicht aus dem Wasser in die Hallenluft übergehen, sieht die DIN 19643 v. April 1997 in Hallenbädern einen oberen Wert im Beckenwasser von maximal 0,020 mg/l, berechnet als Trichlormethan, vor.

Anmerkung: Die Trinkwasserverordnung gestattet einen Grenzwert von 0,050 mg/l Trichlormethan.

Werden die in der DIN 19643 empfohlenen Richtwerte für gebundenes Chlor und THM überschritten, ist zunächst die Flockungsfiltration zu überprüfen:

- Wahl des Flockungsmittels
- Flockungsmitteldosierung
- pH-Wert
- Säurekapazität

Als weiterer Schritt folgt die Überprüfung der Filterspülung. Untersuchungen von Dr. Czekalla, Hamburger Wasserwerke GmbH, zeigen, dass es bei langer Luftspülungsphase zu einer Verlagerung der abfiltrierten Feststoffe von obere in tiefere Filterschichten kommt. Ein vollständiger Austrag der Schmutzstoffe ist nur mit einem erhöhten Einsatz von Spülwasser möglich. Bei einer Luftspülung von 1 bis 2 Minuten wird das gewünschte Aufbrechen des Filterbettes bewirkt und der Spülwasserverbrauch minimiert. Bei der anschließenden Wasserspülung mit einer Filterbettausdehnung von mehr als 10 % werden die Schmutzstoffe mit minimierter Spülwassermenge aus dem Filter gespült.

Führen diese Maßnahmen zu keiner Verbesserung der Wasserqualität, wird der Einsatz von Aktivkohle erforderlich.

6 Einsatz von Aktivkohle

Nach DIN 19643 stehen zur Reduzierung der Konzentration an gebundenem Chlor, THM und AOX im Schwimm- und Badebeckenwasser verschiedene Verfahren zur Wahl. Während bei der Planung notwendige technische Einrichtungen zur Wasseraufbereitung entsprechend den Anforderungen nach DIN ihre

Berücksichtigung finden, muss bei der notwendigen Umrüstung bestehender Bäder auf vorhandene Filtertechnik, räumliche Gegebenheiten und finanzielle Rahmenbedingungen Rücksicht genommen werden.

7 Mehrschichtfiltration mit Braunkohlenkoks (Filterkohle H)

Durch die thermische Behandlung von Braunkohle entsteht ein aktiviertes Produkt mit einer inneren Oberfläche von ca. 300 bis 350 m²/g. Dies lässt zwar nicht die Bezeichnung „Aktivkohle“ für dieses Produkt zu - handelsübliche Aktivkohlen weisen eine innere Oberfläche von ca. 900 bis 1000 m²/g auf - doch besitzt dieses Produkt gutes Adsorptionsvermögen für gebundenes Chlor und Trihalogenmethan. Durch die porige Oberfläche ergeben sich zusätzlich sehr gute Filtrationseigenschaften.

Filterkohle H bietet eine preiswerte Alternative zur Umrüstung bestehender Filteranlagen, wenn die Stüttschicht und ein Teil des Filtersandes im Filter verbleiben.

Die Kombination mit Filterkohle H der Körnung 1,4 bis 2,5 mm bietet sich an, wenn der im Filter verbliebene Sand die Körnung 0,71 bis 1,25 mm aufweist. Filtersand der Körnung 0,71 bis 1,25 mm erreicht bei einer Filterspülgeschwindigkeit von ca. 57 m/h (bei 27°C) die in der DIN 19643 geforderte Filterbettausdehnung von mindestens 10 % zum Austrag der abfiltrierten Schmutzstoffe, ohne dass es zum Austrag von Filterkohle H kommt.

Das Ausgangsprodukt Braunkohle wird im Tagebau gewonnen, damit sind auch naturbedingte Schwankungen im Eisen- und Mangangehalt möglich. In der Vergangenheit traten vereinzelt Ausfällungen von Eisen- und Manganverbindungen im Beckenwasser auf, die zu zeitaufwändigen Reinigungsmaßnahmen führten. Bei dem Einsatz von Filterkohle H lässt sich dies nicht vollständig ausschließen.

Durch den hohen Aschegehalt der Braunkohle entsteht aus dem natürlichen Bestandteil Calciumcarbonat bei der thermischen Behandlung Calciumoxid. Mit Wasser reagiert das Calciumoxid zu Calciumhydroxid, dabei kann der pH-Wert beim „Wässern“ der Filterkohle H bis auf pH ca. 12 ansteigen. Aus diesem Grund ist bei dem Einsatz von Filterkohle H dem „Wässern“ und „Säuern“ mit ausreichendem Spülen vor der Inbetriebnahme des Filters große Aufmerksamkeit zu schenken.

8 Mehrschichtfiltration mit Aktivkohle

Dieses Verfahren ist in der DIN 19643 nicht ausdrücklich genannt, bietet sich aber bei der Umrüstung von bestehenden Filteranlagen als wirksames Verfahren an, um gebundenes Chlor und Trihalogenmethan (THM) im Beckenwasser deutlich zu reduzieren.

Der sinnvolle Einsatz von Aktivkohle mit Filtersand ist nur mit einer Sandkörnung bis max. 0,63 bis 1,0 mm möglich. Um für den Filtersand beim Rückspülen eine ausreichende Fluidisierung bei einer Filterbettausdehnung von mindestens 10 % zu erreichen, sind bei Wassertemperaturen von 27°C Spülgeschwindigkeiten von ca. 45 m/h erforderlich.

Bei dieser Spülgeschwindigkeit zeigen Aktivkornkohlen bei einer Körnung von 0,5 bis 2,5 bzw. 1,4 bis 2,5 mm je nach Basisrohstoff (Steinkohle oder Kokosnussschalen) eine Filterbettausdehnung von 35 bis 50 %. Dieser Umstand muss bei der Auslegung der Filter bzw. Schütthöhe der Kombination Sand/Aktivkornkohle berücksichtigt werden.

Bei der Wahl Aktivkornkohle auf Kokosnuss- oder Steinkohlebasis sprechen die größere Härte und damit der geringere Abrieb beim Filterspülen für den Einsatz von Aktivkohle aus Kokosnussschalen. Durch den höheren Aschegehalt von Aktivkohlen aus Steinkohle – zum Vergleich: aus Kokosnussschalen ca. 100 mg/kg Fe, aus Steinkohle ca. 1000 mg/kg Fe- ist die Gefahr von Auswaschungen von Eisen- und Manganverbindungen auch bei höheren Wassertemperaturen, insbesondere bei Solewässern, bei einer Kornaktivkohle aus Kokosnussschalen praktisch nicht mehr vorhanden.

Eine weitere Möglichkeit das Risiko einer Filterbettverkeimung zu reduzieren, ist die Kombination mit einem inerten Filtermaterial, welches sich auf der Aktivkornkohle befindet und damit die A-Kohle vor Anlagerungen organischer Substanzen „schützt“.

Mit den auf dem Markt befindlichen Filtermaterialien ist dies nicht vollständig möglich. Durch die Kombination von Aktivkornkohle SBF K 814 der Körnung 1,4 – 2,5 mm mit SBF Filteranthrazit N, der Körnung 0,8 – 1,6 mm befindet sich die inerte Anthrazit N-Kohle nach der Filterspülung bevorzugt auf der Aktivkohle und vermindert so die Anlagerung von organischen Substanzen.

In der Praxis findet die Kombination Sand/Aktivkohle mit Filteranthrazit N der Körnung 0,8 bis 1,6 mm häufig Anwendung.

9 Kornaktivkohle nach DIN 19643-5 (so genanntes Stuttgarter Verfahren)

Bei dem Stuttgarter Verfahren erfolgt nach dem üblichen Aufbereitungsschritt Flockung, die Filtration der Schmutzstoffe, sowie geflockter Kolloide mit den gefälltten Phosphaten über einen Sand- oder Mehrschichtfilter in einer ersten Stufe.

In einer zweiten Stufe wird in einem Aktivkohlefilter das Filtrat von echt gelösten, unerwünschten Wasserinhaltsstoffen durch Adsorption an der Aktivkohle befreit. Hier kommt es zur Abscheidung von gebundenem Chlor, Geruchs- und Geschmacksstoffen, aber auch zum völligen Abbau von freiem Chlor.

10 Adsorptionsverhalten von Aktivkohle und Filterkohle H

Bei dem Adsorptionsprozess werden organische Stoffe, wie z.B. THM, „nur“ physikalisch an der Aktivkohle- und Filterkohle H - Oberfläche gebunden, während der Abbau von freiem und gebundenem Chlor auch ein katalytisch-chemischer Prozess ist. Die Aufnahmekapazität der eingesetzten Kohle wird von der inneren Oberfläche und dem Porendurchmesser bestimmt. So sind Mesoporen (2 bis 25 nm) und Mikroporen (< 2 nm) maßgeblich für die Aufbereitungsleistung der Aktivkohle verantwortlich.

Da die innere Oberfläche maßgeblich von den Meso- und Mikroporen bestimmt wird, bedeutet eine große innere Oberfläche auch ein gutes Adsorptionsvermögen. Die innere Oberfläche einer Aktivkohle bestimmt aber auch - neben dem Ausgangsmaterial und den Herstellungsbedingungen - ihre Abriebfestigkeit. So ist die Herstellung der Aktivkohlen auch ein Kompromiss zwischen optimaler innerer Oberfläche und maximaler Abriebfestigkeit. Die bei der Schwimm- und Badewasseraufbereitung eingesetzte Aktivkohle sollte aufgrund der Abrasion bei der Filterspülung immer eine hohe Härte bzw. Abriebfestigkeit besitzen.

Die Betriebszeit einer Aktivkohle oder Filterkohle H bei der Schwimm- und Badewasseraufbereitung wird entscheidend von der Füllwasserqualität und von den durch die Badegäste eingebrachten Stoffen bestimmt, dadurch ist eine Prognose über die Filterstandzeit nicht möglich. In der Praxis wird eine Standzeit für Aktivkohle und Filterkohle H zur Reduzierung von geb. Chlor von einigen Monaten bis einigen Jahren erreicht, während bei der THM-Eliminierung von erheblich kürzeren Standzeiten berichtet wird.

Wird der in der DIN 19643 empfohlene Richtwert für geb. Chlor von 0,2 mg/l überschritten, ist die Aktivkohle oder die Filterkohle H zu entweder zu ergänzen (bei aufgetretenen Verlusten) oder zu erneuern.

Durch Abrieb an der Oberfläche der Kohlekörner können die beladenen Schichten zum Teil entfernt werden, dies lässt sich über die Dauer der Luftspülung regeln. Das Spülprogramm sollte eine Eingriffsmöglichkeit auf die Spülzeiten durch das Betriebspersonal bieten. Dabei ist zu beachten, dass bei einer langen Luftspülung (größer 3 Minuten) Aktivkohleabrieb tief in das Filterbett gelangt und bei der anschließenden Wasserspülung nicht vollständig ausgetragen wird. Dies kann zum Durchschlagen von Kohlestaub bei der anschließenden Inbetriebnahme des Filters führen.

Durch die Filterspülung unterliegt die Aktivkohle und Filterkohle H einem ständigen Verlust durch Abrieb. Nach DIN 19643 ist die Schichthöhe regelmäßig zu kontrollieren. Aktivkohle ist nachzufüllen, wenn die Schichthöhe um 10 % abgenommen hat, mindestens jedoch jährlich.

11 Filterverkeimung

Bei der Filtration lagern sich bestimmungsgemäß organische Substanzen und Mikroorganismen aus dem Beckenwasser auf dem Filtermaterial an. Durch DIN gerechte Filterspülung sollten diese Stoffe aus dem Filter entfernt werden. Filterschüttungen aus porigem Material wie Bims, Aktivkohle, Kokse aus Braunkohle, Pech oder Petrol sind für eine Besiedlung mit Mikroorganismen besonders anfällig, da angelagerte oder adsorbierte organische Substanzen eine Nährstoffquelle bilden. Begünstigt wird dieser Prozess zusätzlich durch die Reduzierung des Desinfektionsmittels hypochlorige Säure durch den katalytischen Abbau des freien Chlors beim Durchströmen der Aktivkohle- oder Koksschüttung.

Als Gegenmaßnahme muss unabhängig vom Filtermaterial eine Überprüfung der Filterspülung erfolgen. Nach DIN 19643-5 ist mindestens einmal monatlich die Spülung mit chlorhaltigem Filtrat aus dem

Flockungsfilter (Chlorkonzentration etwa 1 mg/l Chlor) erforderlich, wobei ein gesonderter Spülwasserspeicher vorzusehen ist.

H. Elgg, Fa. Wertheim berichtet, dass bei einer Anreicherung des Spülwassers mit größer 2 mg/l Chlor eine gute Vorbeugung gegen eine Filterverkeimung erzielt werden kann.

Die DIN 19643 (Punkt 13.4.1) empfiehlt einmal im Monat den Vorgang der Filterspülung zu beobachten. Dabei ist mit einer Stange oder einem Senklot zu prüfen, ob eine Fluidisierung (Schwebzustand des Filterbetts) auf der gesamten Filterfläche erreicht wird.

Die Neufassung der DIN 19643 vom April 1997 sieht zusätzlich mikrobiologische Untersuchungen im Filtrat vor. Da bei der Beprobung der Filter häufig keine qualifizierte Probennahme möglich ist (kein abflammbarer Zapfhahn, Toträume an der Messwasserleitung, lange Zuleitungen aus nicht mikrobiologisch inertem Material) kann sich der Badbetreiber einen positiven Befund auch „produzieren“.

Eine Beseitigung der Filterbettverkeimung mittels Hochchlorung, Chlordioxid oder Ozon zeigt durch den schnellen Abbau dieser Verbindungen durch Aktivkohle oder auch Braunkohlenkoks häufig nicht das gewünschte Ergebnis. In Einzelfällen wird über eine erfolgreiche Filterdesinfektion mit Säure (pH-Wert < 2), Lauge oder durch Erhitzung berichtet.

12 Empfehlung zur wirksamen Reduzierung von gebundenem Chlor und Trihalogenmethan im Beckenwasser

12.1 Stuttgarter Verfahren

Die DIN 19643-5 vom Sep. 2000 empfiehlt mit dem „Stuttgarter Verfahren“ die Adsorption an Aktivkohle. Nach der Aufbereitungsstufe Flockung und anschließender Filtration wird das Filtrat dem Aktivkohlefilter zugeführt. Dadurch wird die Aktivkohle nicht mit Feststoffen belastet und unter Berücksichtigung der unter Punkt 11 gemachten Ausführungen, die Gefahr einer Filterverkeimung weitgehend verhindert.

Filter 1

$V_{\text{Filterdurchfluss}} = \text{ca.} 30 \text{ m/h}$ $V_{\text{Rückspülung}} = \text{ca.} 57 \text{ m/h}$	Höhe (m)
Freibord	0,5
SBF Anthrazit N 1,4-2,5 mm	0,6
SBF Quarzsand 0,71-1,25 mm	0,6
SBF Quarzkies 2,0-3,15 mm	0,1
SBF Quarzkies 3,15-5,6 mm	0,1
SBF Quarzkies 5,6-8,0 mm	0,1

Filter 2

$V_{\text{Filterdurchfluss}} = \text{ca.} 50 \text{ m/h}$ $V_{\text{Rückspülung}} = \text{ca.} 45 \text{ m/h}$	Höhe (m)
Freibord	0,9
SBF Aktivkohle 0,5-2,5 mm	0,9
SBF Quarzkies 1-2 mm	0,2

Schüttplan Stuttgarter Verfahren

12.1.1 Vollstromverfahren nach DIN 19643-5

Nach DIN wird der gesamte Filtratstrom durch den Aktivkohlefilter geleitet (Bild 2).

Aufgrund der hier empfohlenen Filtergeschwindigkeit von $\leq 30 \text{ m/h}$ für den Aktivkohlefilter, ergibt sich eine Filterdimension, die mit dem des Festbettfilters (empfohlene Filtergeschwindigkeit auch hier $\leq 30 \text{ m/h}$) identisch ist.

In vielen Bereichen der Aktivkohle- Adsorptionsfiltertechnik wird problemlos mit einer Filtergeschwindigkeit bis zu 50 m/h gearbeitet. Die 30 m/h - Vorgabe der DIN - bedeutet im Vergleich zur anderweitig erprobten 50 m/h höhere Investitionskosten- und Betriebskosten durch größere Aktivkohlefilter.

Für die Praxis bedeutet dies: Kostenminimierung durch kleinere Aktivkohlefilter bei unterschiedlichen Filtergeschwindigkeiten (Mehrschichtfilter 30 m/h, A-Kohlefilter 50 m/h).

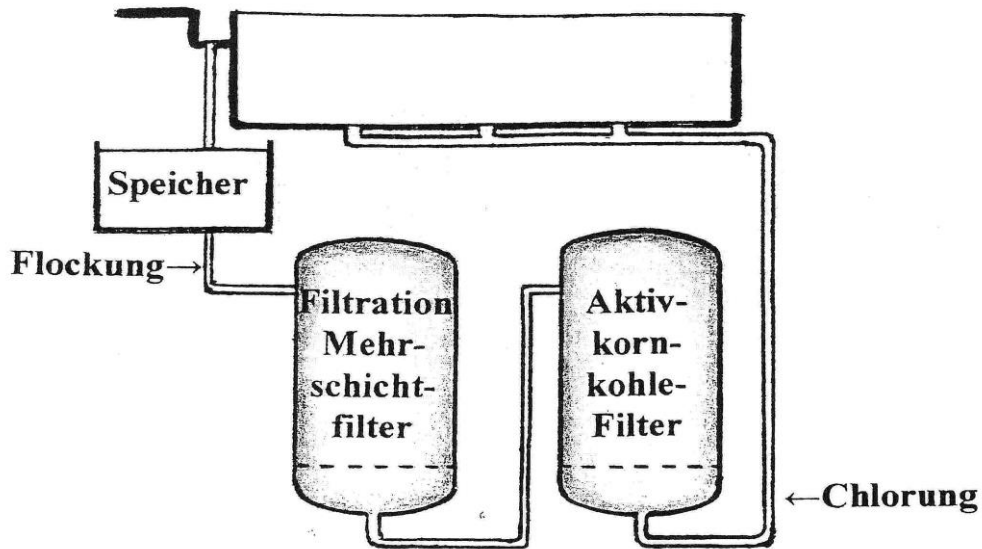


Bild 2: Vollstromverfahren nach DIN 19643-5

12.1.2 Teilstromverfahren (Bypass)

Die DIN 19643 sieht die Möglichkeit, nur einen Teilstrom über den Aktivkohlefilter zu führen, als kostengünstige Alternative nicht vor (Bild 3). Die Praxis zeigt, dass mit dem Teilstromverfahren problemlos die in der DIN geforderten Werte von max. 0,2 mg/l für gebundenes Chlor und max. 0,020 mg/l für Trihalogenmethane im Beckenwasser eingehalten werden.

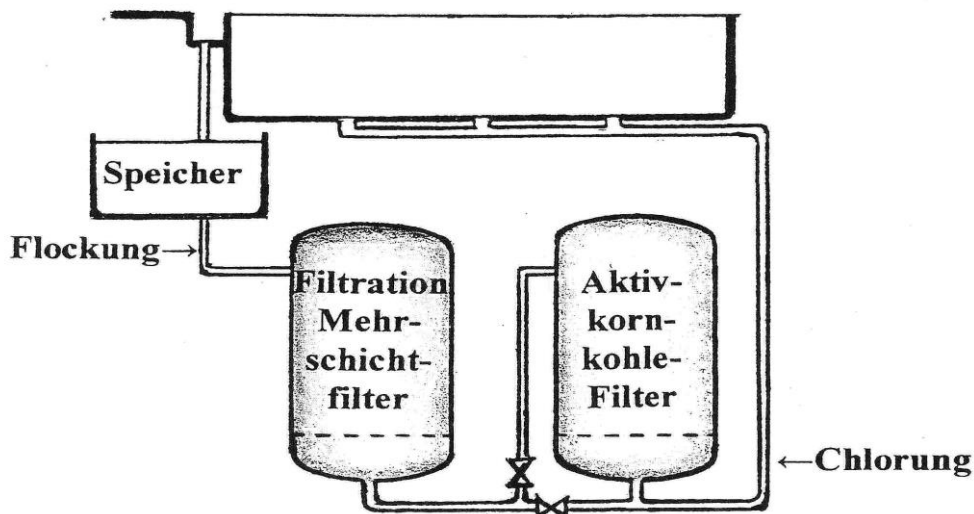


Bild 3: Teilstromverfahren (Bypass)

Der nachträgliche Einbau der Adsorptionsstufe kann ebenso wie im Vollstromverfahren auch im Teilstrombetrieb in bestehende Bäder auf unüberwindliche räumliche Probleme stoßen, da für die Teilstrombehandlung ca. 50 % des gesamten Umwälzwassers den Aktivkornkohlefilter durchströmen muss.

Bei optimaler verfahrenstechnischer Auslegung ist auch die wechselseitige Nutzung nur eines Aktivkornkohlefilters für mehrere Aufbereitungskreisläufe möglich.

Der Aktivkohlefilter wird den Becken wechselweise zugeschaltet, wobei die Auslegung des Filters auf das höchstbelastete Becken erfolgt. Zu- und Abschaltwerte werden über den Messwert für gebundenes Chlor ermittelt.

12.2 Mehrschichtfiltration mit Aktivkornkohle

Besteht aus räumlichen Gründen nicht die Möglichkeit über das „Stuttgarter Verfahren“ eine wirksame Reduzierung der Werte für gebundenes Chlor und THM zu bekommen, bietet sich die Umrüstung der bestehenden Mehrschichtfilteranlage an. Da die Filterdimension unveränderlich ist, muss bei der Planung die Spülwassergeschwindigkeit und die Freibordhöhe bei der Wahl der Filterschüttung berücksichtigt werden. Filtersand sollte nur bis zu einer Korngröße von 0,63 bis 1,0 mm eingesetzt werden, damit die notwendige Spülgeschwindigkeit zur Fluidisierung dieser Kornfraktion unter 50 m/h liegt (Basis 27°C Wassertemperatur). Als besonders abriebfeste Aktivkornkohle empfiehlt sich als zweite Schicht der Einsatz von SBF K 814 (Körnung: 1,4 bis 2,5 mm), die gern mit SBF Filteranthrazit N (Körnung 0,8 bis 1,6 mm) kombiniert werden kann.

Die Schütthöhen der Filtermaterialien müssen entsprechend ihrer Filterbettausdehnung bei einer Spülwassergeschwindigkeit von ca. 45 m/h auf die vorhandenen Filterabmaße abgestimmt sein. Um die Gefahr einer Filterbettverkeimung zu minimieren, sind insbesondere bei der Filterspülung die unter Punkt 7 vorgeschlagenen Maßnahmen zu berücksichtigen.

Im Vergleich mit dem Verfahren nach DIN 19643-5 kann durch angelagerte Feststoffe ein erhöhter Verbrauch an Aktivkohle auftreten.

$V_{\text{Filterdurchfluss}} = \text{ca.} 30 \text{ m/h}$ $V_{\text{Rückspülung}} = \text{ca.} 45 \text{ m/h}$	Höhe (m)
Freibord	0,5
SBF Anthrazit N 0,8-1,6 mm	0,4
SBF Aktivkornkohle 1,4-2,5 mm	0,2
SBF Quarzsand 0,63-1,0 mm	0,6
SBF Quarzkies 2,0-3,15 mm	0,1
SBF Quarzkies 3,15-5,6 mm	0,1
SBF Quarzkies 5,6-8,0 mm	0,1

Schüttplan Mehrschichtfilter mit Aktivkornkohle

12.3 Mehrschichtfiltration mit Filterkohle H

Soll bei der Umrüstung bestehender Filter ein Teil der vorhandenen Filtersandschüttung im Filter verbleiben, so ist bei der Standard-Sandkörnung 0,71 bis 1,25 mm die Kombination mit Filterkohle H möglich.

Filterkohle H mit einer Körnung von 1,40 bis 2,50 ist bei 27°C bis 60 m/h spülbar, wobei die nach DIN notwendige Fluidisierung für dies System bei ca. 57 m/h Spülgeschwindigkeit erreicht wird.

Die Schütthöhen der Filtermaterialien müssen auch hier auf die vorhandene Filterdimension abgestimmt sein. Auf die Mangan- Eisenproblematik sei hier nochmals ausdrücklich hingewiesen. Zur Minimierung der Gefahr einer Filterbettverkeimung sollten auch hier die unter Punkt 7 empfohlenen Maßnahmen bei der Filterspülung Berücksichtigung finden.

Im Vergleich mit einer Aktivkornkohle weist die Filterkohle H eine deutlich geringere innere Oberfläche auf, dies bedeutet für die Filterkohle H auch eine reduzierte Filterstandzeit.