

## 2. Westfälische Trinkwassertagung

# Aktivkohlefiltration

Auswahl und Reaktivierungsstrategie am  
Beispiel des WW Hossengrund



Guido Lens  
RWW - OE Qualität

WASSERWERKE  
PADERBORN GMBH



VOR**WEG** GEHEN

# Aktivkohlefiltration

## Auswahl und Reaktivierungsstrategie am Beispiel des WW Hossengrund

### **Aktivkohleinsatz**

Aktivkohle wird seit Jahrzehnten in der Trinkwasseraufbereitung zur Entfernung von Verunreinigungen verwendet und hat daher einen hohen Stellenwert im Aufbereitungsprozess.

Durch die in den letzten Jahren aufgetretenen Spurenstoffe und die stetig steigenden Anforderungen der Verbraucher an Reinheit und Qualität des Trinkwasser mit zum Teil erheblich höheren Ansprüchen an das Trinkwasser als die Trinkwasserverordnung vorschreibt, sind neue Herausforderungen für die Aufbereitung des Trinkwassers und somit für die Wasserversorger entstanden.

Bei Beschaffung und Reaktivierung der Aktivkohle sind daher Anforderungen und Testverfahren festzulegen und regelmäßige Überprüfungen zu planen. Im Folgenden wird dies am Beispiel des Wasserwerks Hossengrund vorgestellt.

# Aktivkohlefiltration

## Auswahl und Reaktivierungsstrategie am Beispiel des WW Hossengrund

### Vorgeschichte

Zu Beginn des Jahres 2007 wurde Nordrhein-Westfalen vom Orkan Kyrill getroffen. Infolgedessen kam es zu erheblichen Schäden. Einige dieser Schäden hatten nicht nur kurzfristige Effekte, sondern sollten ihre Spätfolgen auch noch über Jahre hinweg zeigen.

Auch die Trinkwasserförderung des Wasserwerks Hossengrund der Eggewasserwerke war von einer dieser Folgen betroffen.

Im Wassereinzugsgebiet kam es aus der mengenmäßig zu einem großen Anteil genutzten Wasserfassung bei Starkregen oder Tauwetter zu hohen Eintrübungen und stark erhöhten TOC-Gehalten. Folge waren Geruchs- und Geschmacksbeeinträchtigung bei den Verbrauchern. Ursache dafür ist im Oberboden verrottendes Wurzelmaterial aus der durch Kyrill geschädigten Fläche.



# Aktivkohlefiltration

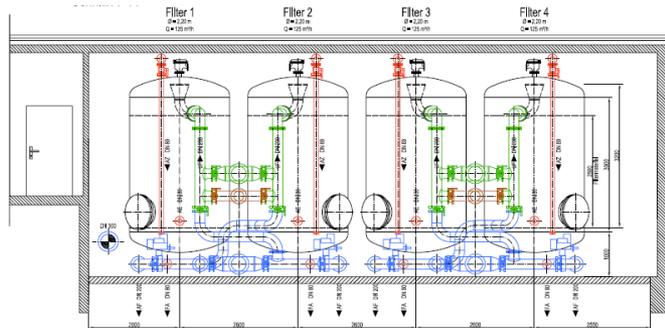
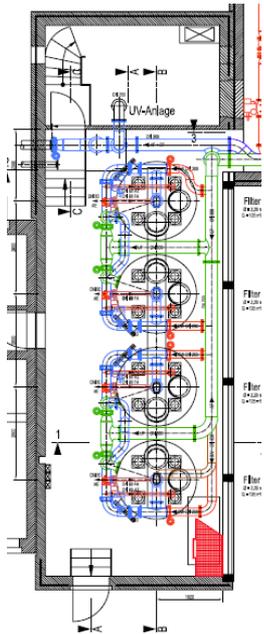
## Auswahl und Reaktivierungsstrategie am Beispiel des WW Hossengrund

### Planung

Zum Jahreswechsel 2011/2012 wurde mit der Planung einer Aktivkohlefiltration für das Wasserwerk Hossengrund begonnen. Die neue Filtrationsanlage sollte in einem bestehenden Gebäude errichtet werden. Daher war der Gebäudebestand der limitierende Faktor für die gesamt mögliche Filtergröße.

Daten Filteranlage:

Höhe: 2,5 m    Durchmesser: 2,2 m    Gesamtvolumen: 38 m<sup>3</sup>  
Q<sub>h</sub> = 250 m<sup>3</sup>/h    Q<sub>a</sub> = 1.000.000 m<sup>3</sup>/a  
Mindestkontaktzeit 10 Minuten  
Reihen- und Parallelbetrieb möglich



# Aktivkohlefiltration

## Auswahl und Reaktivierungsstrategie am Beispiel des WW Hossengrund

### Aktivkohleauswahl

Für die Auswahl der Aktivkohle war hauptsächlich die Abbauleistung der im Wasser in Summe vorkommende TOC entscheidend und nicht die mögliche Leistung im Bezug auf einzelne Spurenstoffe.

Hierzu wurde aus den vorhandenen und begleitenden Analysen des Roh- und Trinkwassers eine theoretische Jahresfrachtbetrachtung des TOC für das Wasserwerk erstellt. Diese diente dann als Grundlage für die Auswahl der am besten geeigneten Aktivkohle und für die mögliche Laufzeit der Filter und der damit in Zusammenhang stehenden Reaktivierung der Aktivkohle.

Für die Ermittlung der TOC-Gesamtfracht wurden für 335 Tage ein TOC-Wert von 1 mg/l und für 30 Tage (Belastungsphase) ein TOC-Wert von 2,5 mg/l angenommen. Unter Berücksichtigung einer gleichmäßigen Wasserförderung ergibt sich daraus eine TOC-Gesamtfracht von 1123 kg für 1 Mio. m<sup>3</sup>/a.

# Aktivkohlefiltration

## Auswahl und Reaktivierungsstrategie am Beispiel des WW Hossengrund

### Aktivkohleauswahl

Für die mögliche Aufnahmeleistung des im Wasser enthaltenen TOCs wurde für die drei repräsentativ ausgewählten Testkohlen neben den nach DIN 12915 für granuliert Aktivkohle enthaltenen Prüfverfahren (Siebanalyse, Iodzahl, Aschegehalt usw.) auch jeweils die TOC-Isothermen mit dem Originalwasser aus einer Belastungsphase erstellt.

Zur ersten Abschätzung der Eignung der Aktivkohle wurde zusätzlich für jedes einzelne Produkt für die verwendete Masse in der Filteranlage die Beladung mit TOC berechnet und dieser Wert als Grenzlinie in das jeweilige Isothermendiagramm eingetragen. Hierbei ist zu beachten, dass die Berechnung des Beladungspunktes für jede Aktivkohle wegen der produktabhängigen Rückspüldichte einen anderen Wert ergibt. Die Isotherme muss einen Schnittpunkt mit der Grenzlinie ergeben, da ansonsten die Filtrationsleistung über den geplanten Zeitraum nicht gegeben sein könnte.

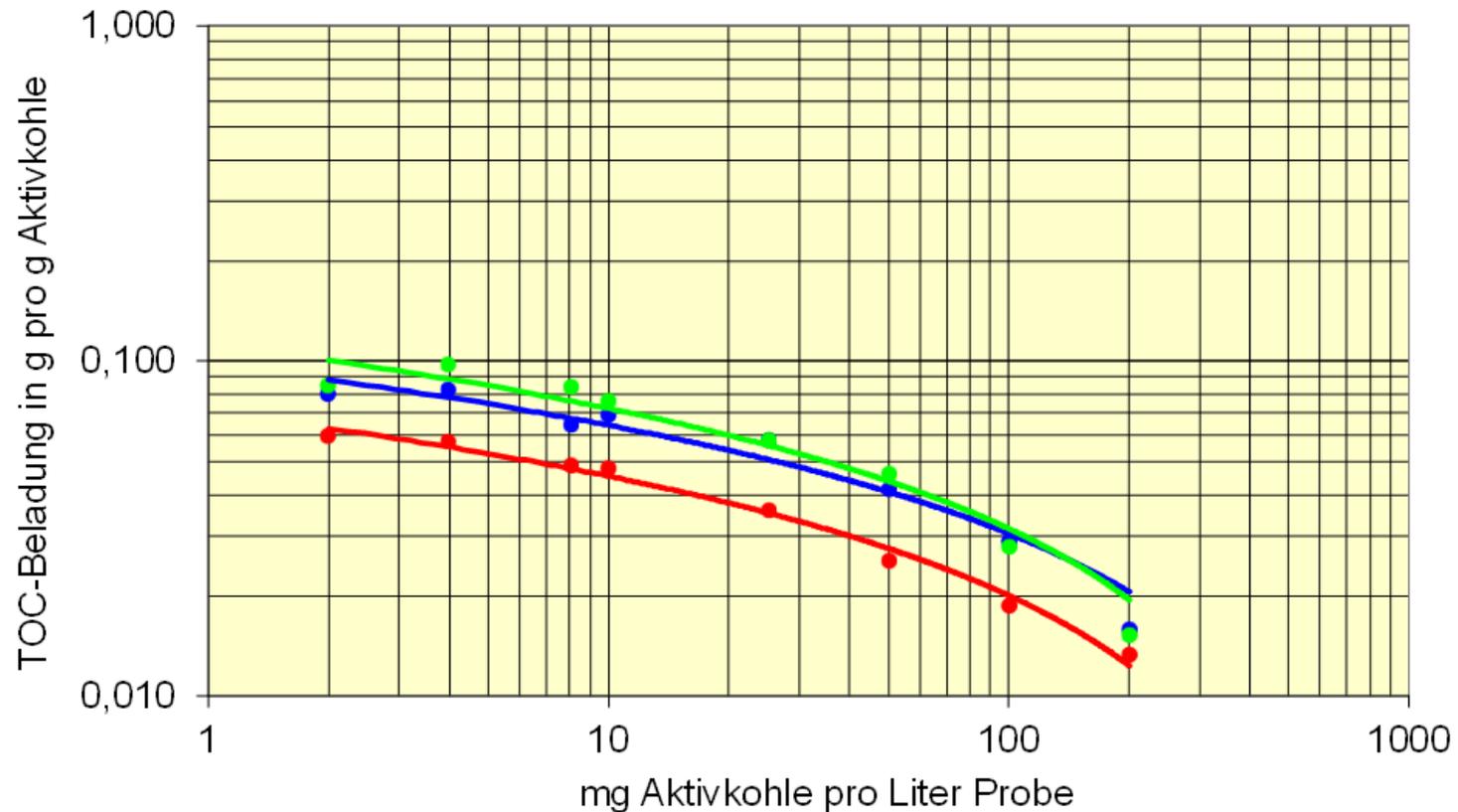
Nach Vorlage aller Ergebnisse wurde durch Benotung eine Rangfolge der Eignung bzw. auch der mögliche Ausschluss für ein Produkt erstellt.

# Aktivkohlefiltration

Auswahl und Reaktivierungsstrategie am Beispiel des WW Hossengrund

## Aktivkohleauswahl

Isothermendigramm der Testkohlen 1 bis 3 im Vergleich:



# Aktivkohlefiltration

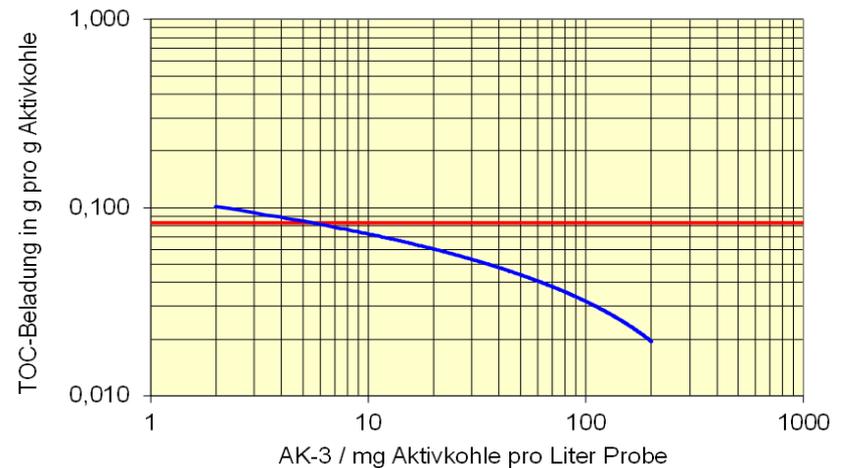
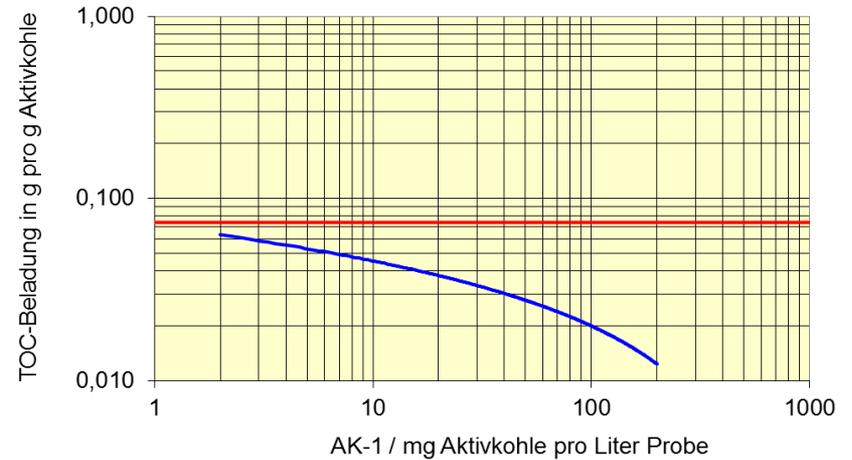
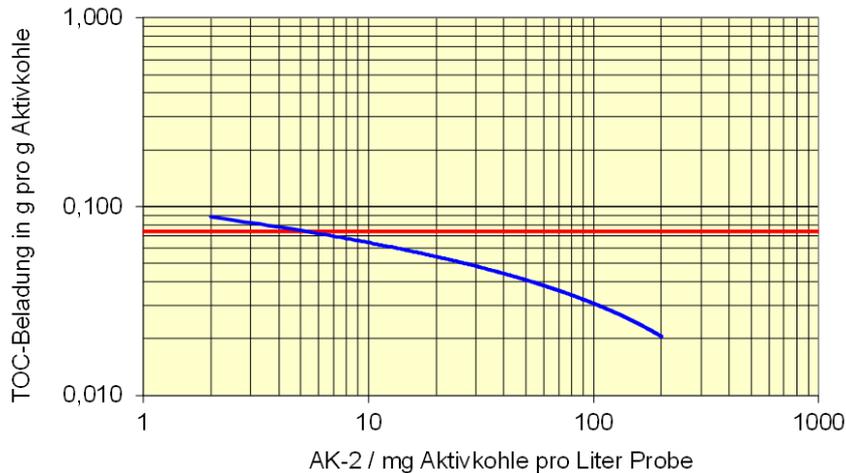
Auswahl und Reaktivierungsstrategie am Beispiel des WW Hossengrund

## Aktivkohleauswahl

Isothermendigramme

der Testkohlen 1 bis 3

mit Frachtgrenze (rote Linie)



# Aktivkohlefiltration

Auswahl und Reaktivierungsstrategie am Beispiel des WW Hossengrund

## Aktivkohleauswahl

Bewertungs-/Auswahltabelle

Typ	Iodzahl g/g	BET m <sup>2</sup> /g	BET Gesamt m <sup>2</sup>	Rückspühdichte t/m <sup>3</sup>	Gesamtmasse t	Frachtgrenzschnittwert mg/l Aktivkohle	Druckverlust gering	Druckverlust mittel	Druckverlust hoch
AK - 1	0,95	950	1,7E+10	0,460	17,48	0,0			x
AK - 2	1,00	1150	1,7E+10	0,400	15,2	5,0		x	
AK - 3	1,10	1300	1,8E+10	0,355	13,49	5,5	x		
Bewertungsnote									Gesamtnote
AK - 1	4	4	2	3	6	3	4		
AK - 2	3	3	2	2	1	2	2		
AK - 3	1	1	1	1	1	1	1		

# Aktivkohlefiltration

## Auswahl und Reaktivierungsstrategie am Beispiel des WW Hossengrund

### **Aktivkohlebeschaffung**

Nach Abschluss der Eignungstests der Aktivkohlen und Auswahl der entsprechenden Produkte wurden die möglichen Lieferanten durch die Übermittlung der erarbeiteten Ausschreibungsunterlagen zur Angebotsabgabe aufgefordert.

In dieser Ausschreibung war auch die Reaktivierung der Aktivkohle Bestandteil der Ausschreibung. Hier ist von großer Bedeutung, dass nicht nur der Abbrandverlust ausgeglichen wird, sondern ein zuvor festgelegter Anteil durch neue Aktivkohle ersetzt wird.

Im Rahmen der Vergabeverhandlung wurden alle Punkte der Anforderungen sowohl der Neukohle als auch der zu erbringenden Reaktivierungsleistung nochmals eingehend mit den Lieferanten erörtert.

Im Folgenden werden einige wichtige Eckpunkte, die im Rahmen einer solchen Ausschreibung beachtet werden sollten, aufgeführt.

# Aktivkohlefiltration

Auswahl und Reaktivierungsstrategie am Beispiel des WW Hossengrund

## Aktivkohlebeschaffung

### Spezifikationsdaten:

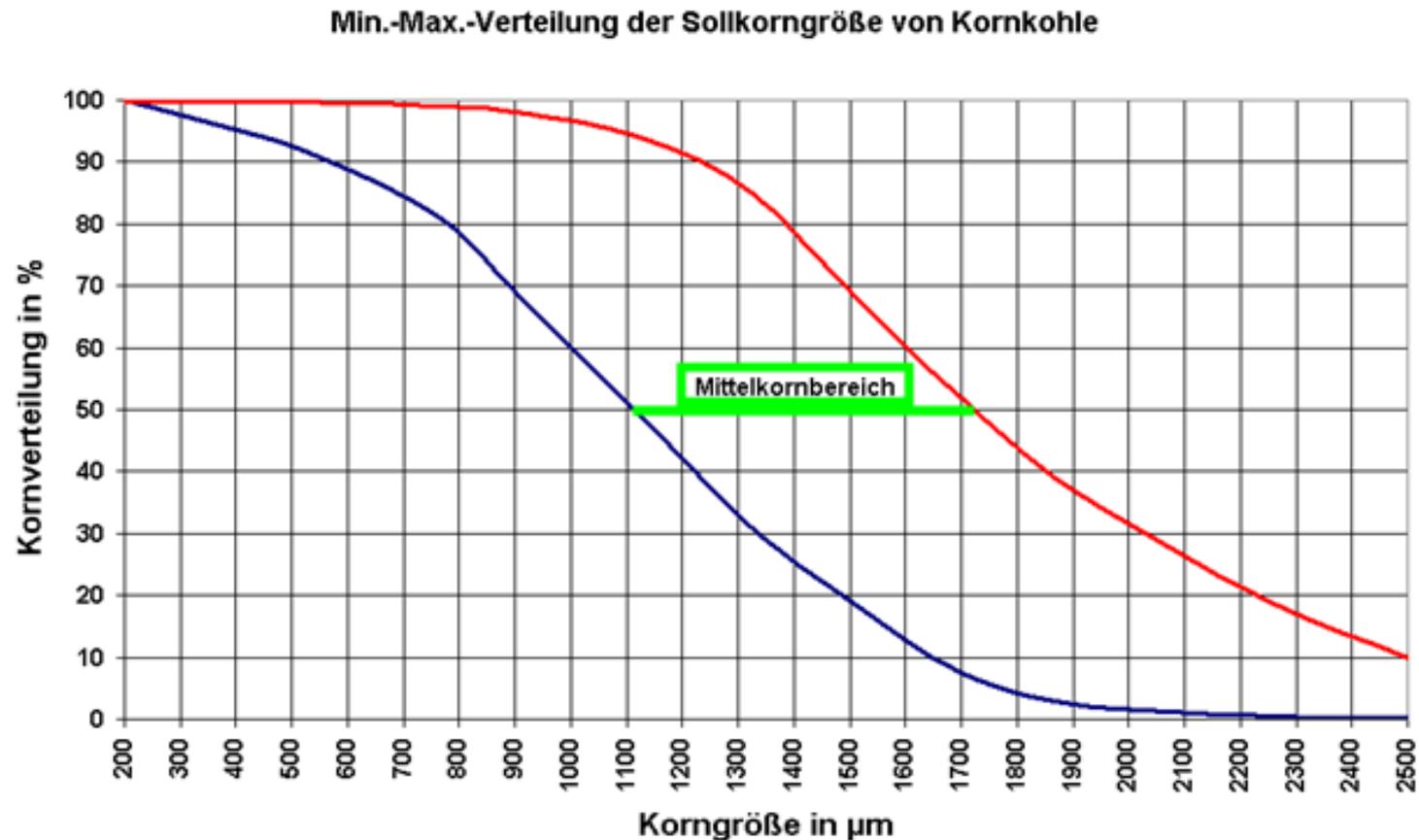
- Aktivkohle nach EN12915-1  
(z.B. Verunreinigungen wie Spurenelemente As, Ni oder Ur)
- Jodzahl  $\geq 950$  mg/g
- Kornaktivkohle oder extrudierte (Formkohle) Aktivkohle
- Härte (nach 12915-1 „Kugelhärte“)  $> 75$
- Feuchtigkeit bei Abpackung  $\leq 2$  Gew.-%
- Aschegehalt  $< 10$  Gew.-%
- Benetzbarkeit  $\geq 99$  Gew.-%
- Oberkornanteil
  - Kornaktivkohle  $\leq 15$  Gew.-%
  - extrudierte Aktivkohle  $\leq 5$  Gew.-%
- Unterkornanteil
  - Kornaktivkohle  $\leq 5$  Gew.-%
  - extrudierte Aktivkohle  $\leq 3$  Gew.-%
- mittlere Korngröße
  - Kornaktivkohle 1,2 bis 1,7 mm
  - extrudierte Aktivkohle 0,75 bis 1,00 mm
- Ungleichförmigkeitsgrad bei Kornaktivkohle  $< 2,1$
- Rütteldichte  $> 400$  und  $< 550$  kg/m<sup>3</sup>
- neue Aktivkohle muss in gleichbleibender Qualität für min. 15 Jahre in ausreichender Menge verfügbar sein.

# Aktivkohlefiltration

Auswahl und Reaktivierungsstrategie am Beispiel des WW Hossengrund

## Aktivkohlebeschaffung

Kornverteilungsdiagramm für Kornaktivkohle:

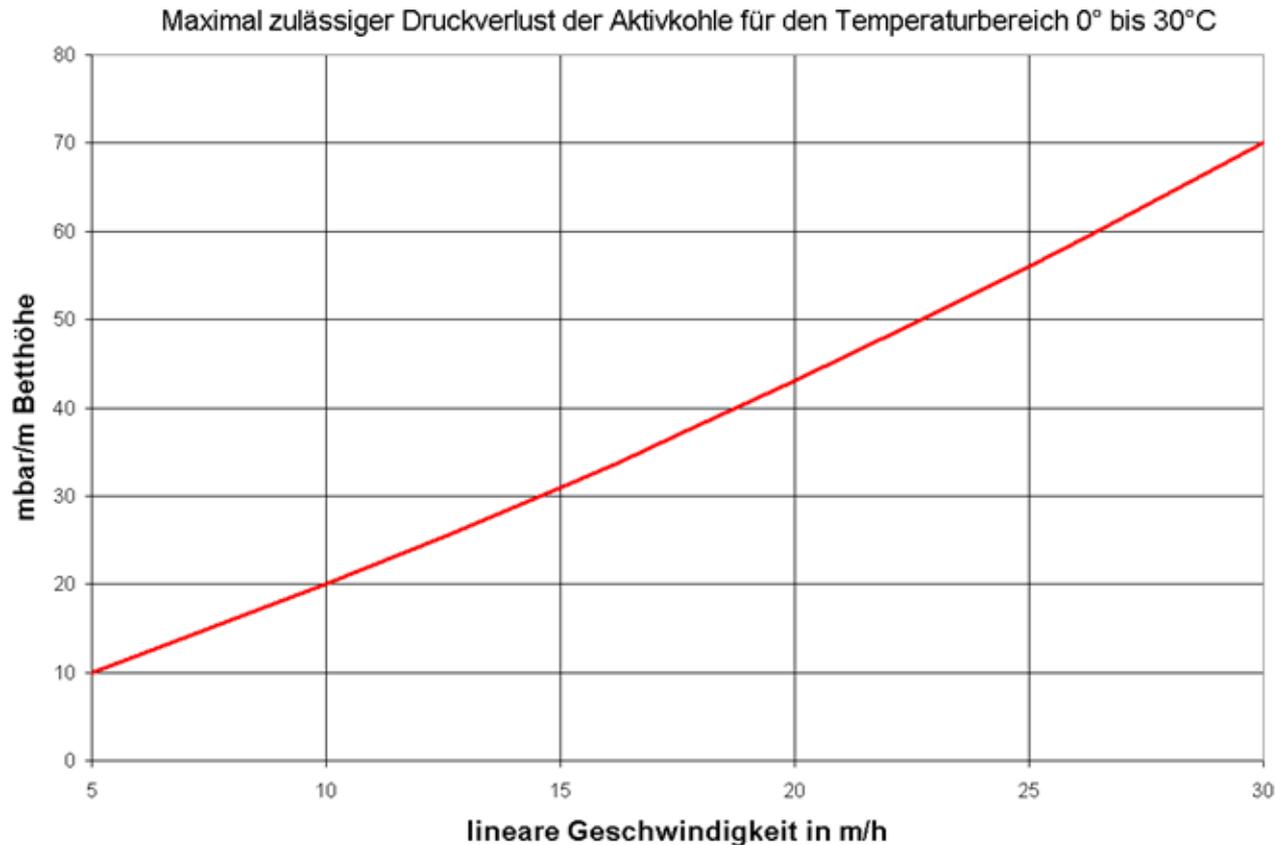


# Aktivkohlefiltration

Auswahl und Reaktivierungsstrategie am Beispiel des WW Hossengrund

## Aktivkohlebeschaffung

Druckverlustdiagramm:

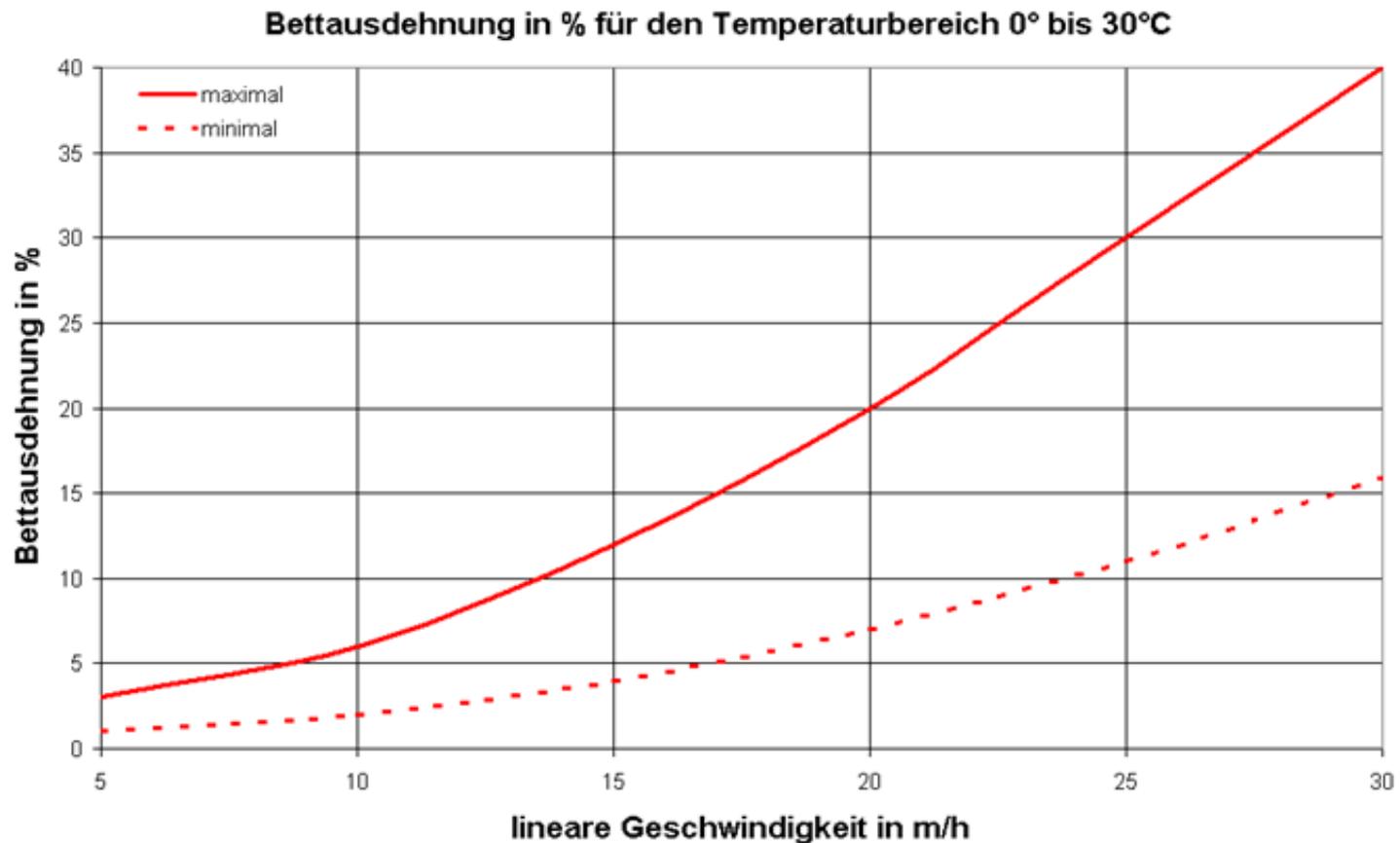


# Aktivkohlefiltration

Auswahl und Reaktivierungsstrategie am Beispiel des WW Hossengrund

## Aktivkohlebeschaffung

Bettausdehnung bei Rückspülung:



# Aktivkohlefiltration

Auswahl und Reaktivierungsstrategie am Beispiel des WW Hossengrund

## Angebotsbewertung

AktivkohleDaten															
Hersteller	Typ	Iodzahl g/g	BET m <sup>2</sup> /g	Rückspüldichte t/m <sup>3</sup>	Gesamtmasse t	BET Gesamt m <sup>2</sup>	Iodzahl der Gesamtmasse t	Hauptkorndurchmesser in mm	Gleichförmigkeitskoeffizient	Nutzungsfaktor aus Adsorptionsverhalten, Hauptkorn, Gleichförmigkeit	Druckverlust gering	Druckverlust mittel	Druckverlust hoch	nutzbare km <sup>2</sup> BET	nutzbare Iodzahl in t
A	1	0,98	1100	0,420	15,96	1,76E+10	15,56	1,5	1,7	0,60		x		10534	9,3
	2	1,00	1100	0,435	16,53	1,82E+10	16,53	1,5	1,7	0,60		x		10910	9,9
	3	1,10	1300	0,355	13,49	1,75E+10	14,84	0,8	1,1	0,75	x			13153	11,1
B	4	0,95	950	0,460	17,48	1,66E+10	16,61	1,6	1,9	0,60		x		9964	10,0
	5	1,05	1050	0,450	17,1	1,8E+10	17,96	1,0	1,7	0,65			x	11671	11,7
	6	0,90	900	0,420	15,96	1,44E+10	14,36	1,6	1,8	0,60		x		8618	8,6

# Aktivkohlefiltration

Auswahl und Reaktivierungsstrategie am Beispiel des WW Hossengrund

## Angebotsbewertung

Kostendaten							
Hersteller	Typ	Preis in € / m <sup>3</sup>	Lieferpreis in €	Lieferanzahl	Gesamtkosten in €	km <sup>2</sup> BET pro €	Iodzahl in g pro €
A	1	748,00			28424	0,3706	328
	2	1092,00			41496	0,2629	239
	3	1110,00			42180	0,3118	264
B	4	1018,00	1256	2	41196	0,2419	242
	5	952,00	1256	2	38688	0,3017	302
	6	647,00	1256	2	27098	0,3180	318

# Aktivkohlefiltration

Auswahl und Reaktivierungsstrategie am Beispiel des WW Hossengrund

## Angebotsbewertung

Datenbewertung (Punktsystem)								Ergebnis
Hersteller	Typ	Druckverlust	nutzbare BET	nutzbare Iodzahl in t	Gesamtkosten in €	BET pro €	Iodzahl pro €	
A	1	7,0	16,0	16,0	10,0	10,0	10,0	69,0
	2	7,0	16,6	17,0	6,8	7,1	7,3	61,8
	3	10,0	20,0	19,0	6,7	8,4	8,0	72,2
B	4	7,0	15,2	17,0	6,9	6,5	7,4	60,0
	5	4,0	17,7	20,0	7,3	8,1	9,2	66,4
	6	7,0	13,1	14,7	10,0	8,6	9,7	63,1
Maximum		10,0	20,0	20,0	10,0	10,0	10,0	80,0

# Aktivkohlefiltration

Auswahl und Reaktivierungsstrategie am Beispiel des WW Hossengrund

## Aktivkohleauswahl

Nach Prüfung der vorliegenden Angebote und Bewertung der Eigenschaften der Angebote wurde nicht die Aktivkohle mit den niedrigsten Kosten, sondern das Angebot mit dem besten Kosten-/Nutzenverhältnis für die Beschaffung ausgewählt.

Die Lieferung erfolgte gegen Ende des Jahres 2012. Zur Sicherstellung der in der Ausschreibung festgelegten Qualitätskriterien wurden diese durch entsprechende Analysen überprüft.

Erfreulich war in diesem Zusammenhang, dass die gelieferte Aktivkohle sogar besser war als die Angaben in den technischen Datenblättern des Herstellers.

# Aktivkohlefiltration

Auswahl und Reaktivierungsstrategie am Beispiel des WW Hossengrund

## Anlieferungskontrolle

Untersuchungsstelle: RWW-Zentrallabor: Moritzstraße 16-22 - 45476 Mülheim - Tel.: (0208) 4433-268 - Fax: (0208) 4433-285

Prüfbericht zur Aktivkohleuntersuchung	Aktivkohle: Eggewasserwerk AKF1/neu von Hossengrund	Aktivkohle: Eggewasserwerk AKF2/neu von Hossengrund	Aktivkohle: Eggewasserwerk AKF3/neu von Hossengrund	Aktivkohle: Eggewasserwerk AKF4/neu von Hossengrund	Aktivkohle: Eggewasserwerk AKF1- 4/neu von Hossengrund					
Parameterbezeichnung und Dimension	357287 AK-0000287 AK: Egge AKF1/neu	357288 AK-0000288 AK: Egge AKF2/neu	357289 AK-0000289 AK: Egge AKF3/neu	357290 AK-0000290 AK: Egge AKF4/neu	357291 AK-0000291 AK: Egge AKF1-4/neu					
Probenahmedatum	13.11.12	13.11.12	13.11.12	13.11.12	13.11.12					
Siebanalyse nach EN 12902:2004 <sup>(1)</sup>										
Unterkornanteil <400µm	% 0,5	% 0,4	% 0,4	% 0,3						
Unterkornanteil <630µm	% 1,1	% 1,0	% 0,9	% 0,7						
Oberkornanteil >2000µm	% 0,6	% 0,5	% 0,1	% 0,4						
Oberkornanteil >2500µm	% 0,0	% 0,1	% 0,0	% 0,1						
Korngröße Gesamt	mm 1,03	mm 0,99	mm 0,97	mm 1,00						
Korngröße 400 bis 2500 µm	mm 1,03	mm 1,00	mm 0,97	mm 1,00						
Korngröße 630 bis 2000 µm	mm 1,03	mm 0,99	mm 0,97	mm 1,00						
Asche nach EN 12902:2004 <sup>(2)</sup>										
Asche	%				8,4					
Iodzahl nach EN 12902:2004 <sup>(3)</sup>										
Iodzahl ohne Aschekorrektur	mg/g				>1400					

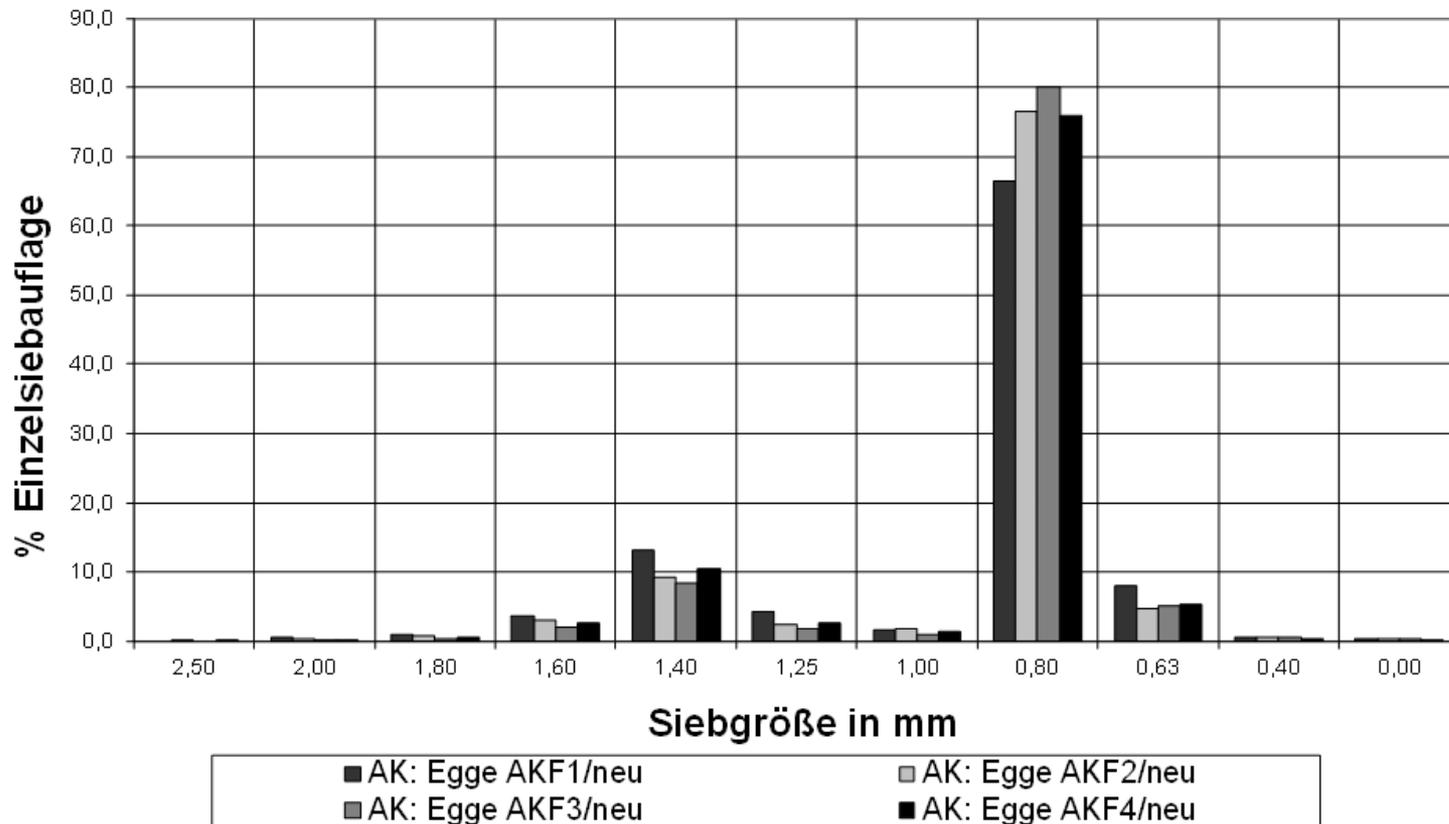
(1) = Siebanalyse unter Berücksichtigung der DIN 66165 T2 / (2) = Aschegehalt entspricht ASTM 2866-94 / (3) = Iodzahl entspricht ASTM 4607-94

# Aktivkohlefiltration

Auswahl und Reaktivierungsstrategie am Beispiel des WW Hossengrund

## Anlieferungskontrolle

### Siebanalysendiagramm



# Aktivkohlefiltration

## Auswahl und Reaktivierungsstrategie am Beispiel des WW Hossengrund

### Fazit

Nach der Inbetriebnahme der Aktivkohlefiltration ist bisher keine Beeinträchtigung bei den Verbrauchern in Form von Geschmacks- und Geruchsproblemen mehr aufgetreten.

In der Zwischenzeit wurde eine Reaktivierung der Aktivkohle durchgeführt. Auch die Untersuchungen, die im Zuge der Anlieferung der Reaktivante durchgeführt wurden, zeigten eine gute Qualität auf.

Zudem erscheint die Aktivkohle wie beim „Mülheimer Verfahren“ der RWW durch mikrobiologische Aktivität auf dem Filtermaterial einen besseren Rückhalt des TOCs zu ermöglichen und dadurch eine höhere Effektivität zu erreichen.

Die Gesamtkosten der Maßnahme beliefen sich auf ca. 430.000,- €.

**VIELEN DANK FÜR DIE  
AUFMERKSAMKEIT.**

**2. Westfälische  
Trinkwassertagung**



WASSERWERKE  
PADERBORN GMBH



**Guido Lens  
RWW - OE Qualität**

**0208 4433 546  
Guido.lens@rwe.com**

**VORWEG GEHEN**