

# Anlagen

**Anlage 1:  
Auslegung  
Varianten 1 bis 4**

## Stadtwerke Wesel GmbH Kläranlage Wesel

**Projekt:** Studie 4. Reinigungsstufe  
**Projektnummer** 675 009  
**Variante:** Eingangsdaten

### Auslegungsdaten Hydraulik

<i>Gesamtlauf Kläranlage</i>			
Max. TW-Zufluss (mit Fremdwasser)	Q <sub>t</sub>	277,78 l/s 1.000 m <sup>3</sup> /h	
Maximaler Wasserzufluss	Q <sub>m</sub>	555,56 l/s 2.000 m <sup>3</sup> /h	
Jahresabwassermenge Auswertung Studie		5.848.275 m <sup>3</sup> /a	Auswert. Daten 2012/13
<i>Teilstrombehandlung IST-Zustand (4. Reinigungsstufe)</i>			
Min. Volumenstrom für Teilstrombehandlung	Q <sub>Teil,min</sub>	100 m <sup>3</sup> /h	Daten 2012/13
Max. Volumenstrom für Teilstrombehandlung	Q <sub>Teil,max</sub>	1.000 m <sup>3</sup> /h	Auswert. Daten 2012/13
		278 l/s	
Behandelte Abwassermenge im Teilstrom	Q <sub>Teil,a</sub>	5.269.026 m <sup>3</sup> /a	Auswert. Daten 2012/13
Behandelte Teilstrommenge pro Tag	Q <sub>Teil,d</sub>	14.436 m <sup>3</sup> /d	
<i>Teilstrombehandlung PROGNOSE-Zustand (4. Reinigungsstufe)</i>			
Min. Volumenstrom für Teilstrombehandlung	Q <sub>Teil,min</sub>	100 m <sup>3</sup> /h	Daten 2012/13
Max. Volumenstrom für Teilstrombehandlung	Q <sub>Teil,max,Prog</sub>	1.200 m <sup>3</sup> /h	Festlegung Projektteam
		333 l/s	

Die **Auslegung der 4. Reinigungsstufe** erfolgt mit für den max. Teilstrom im PROGNOSE-Fall von 1.200 m<sup>3</sup>/h

Die **Berechnung der Einsatz- und Betriebsmengen** beruht auf der behandelten Abwassermenge bei einem Teilstrom von max. 1.000 m<sup>3</sup>/h aus, die dem gegenwärtigen Betriebszustand (IST) entspricht.

Eingabefelder

Berechnungsfelder

## Stadtwerke Wesel GmbH Kläranlage Wesel

**Projekt:** Studie 4. Reinigungsstufe  
**Projektnummer** 675 009  
**Variante:** 1  
**PAK-Dosierung mit Rücklaufkohleführung**

### Auslegungsdaten Hydraulik

Gesamtzulauf Kläranlage			
Max. TW-Zufluss (mit Fremdwasser)	Q <sub>t</sub>	277,78 l/s 1.000 m <sup>3</sup> /h	
Maximaler Wasserzufluss (Trennsystem)	Q <sub>m</sub>	555,56 l/s 2.000 m <sup>3</sup> /h	
Teilstrombehandlung (4. Reinigungsstufe)			
Min. Volumenstrom für Teilstrombehandlung	Q <sub>Teil,min</sub>	100 m <sup>3</sup> /h	Daten 2012/13
Max. Volumenstrom für Teilstrombehandlung	Q <sub>Teil,max</sub>	1.200 m <sup>3</sup> /h	Prognose
		333 l/s	
Behandelte Abwassermenge im Teilstrom	Q <sub>Teil,a</sub>	5.269.026 m <sup>3</sup> /a	Auswert. Daten 2012/13
Behandelte Teilstrommenge pro Tag	Q <sub>Teil,d</sub>	14.436 m <sup>3</sup> /d	

### Auslegung Zwischenhebewerk

Vorgaben			
Volumenstrom, gesamt	Q <sub>Teil,max</sub>	1.200 m <sup>3</sup> /h	
Anzahl Straßen	n <sub>Str</sub>	2	
Volumenstrom, je Straße	Q <sub>Teil,max,Str</sub>	600 m <sup>3</sup> /h	
Förderhöhe, abgeschätzt, <b>zusätzlich</b>	h <sub>gesch</sub>	3,1 m	
spez. Energiebedarf		7 Wh/(m <sup>3</sup> ·m)	
Bemessung			
Energiebedarf		114.338 kWh/a	

Neubau Pumpwerk in bestehenden Spitzenausgleichsbecken  
 → Auslegung Pumpwerk für zweistrassigen Betrieb  
 Regelung Pumpe über FU

### Auslegung Kontaktbecken

Vorgaben			
Aufenthaltszeit (ohne Berücksichtigung RLK)	t <sub>a,min</sub>	30 min	
Bemessung			
erforderliches Gesamtvolumen KB	V <sub>KB,erf,ges</sub>	600 m <sup>3</sup>	
Anzahl Becken	n <sub>KB,ist</sub>	2	
Kantenlänge Becken	l <sub>KB,ist</sub>	10 m	
Höhe Wasserspiegel	h <sub>WS,KB,ist</sub>	3,30 m	
Volumen eines KB	V <sub>KB,ist,n</sub>	330 m <sup>3</sup>	
Gesamtvolumen KB	V <sub>KB,ist,ges</sub>	660 m <sup>3</sup>	
Nachweise bezogen auf Q <sub>Teil,max</sub>			
Aufenthaltszeit (ohne Berücksichtigung RLK)	t <sub>a,ist</sub>	33,00 min	

**Auslegung Rührwerk Kontaktbecken**

<i>Vorgaben</i>		
Energieeintrag		8,00 W/m <sup>3</sup>
Anzahl Rührwerke, insgesamt	n_RW	2
Laufzeit, anteilig		24 h/d
<i>Bemessung</i>		
Leistungsbedarf	P_RW,KB	2,64 kW
Energiebedarf Rührwerke		127 kWh/d
		46.253 kWh/a

Einsatz von Vertikalrührwerken geplant

**Auslegung Absetzbecken**

siehe gesondertes Blatt

**Auslegung Rücklaufkohlepumpwerk**

<i>Vorgaben</i>		
Rückführverhältnis	RV	1,00
Förderhöhe, abgeschätzt	h_gesch	0,5 m
spez. Energiebedarf		8 Wh/(m <sup>3</sup> ·m)
<i>Bemessung</i>		
Volumenstrom Rücklaufkohle	Q_RLK	1200 m <sup>3</sup> /h
Energiebedarf		21.076 kWh/a

Regelung Pumpe über FU

1 Ersatzaggregat auf Lager, in Langzeitverpackung

**Auslegung Überschussskohleentnahme**

<i>Vorgaben</i>		
TS-Gehalt Schlamm		8,00 kg/m <sup>3</sup>
Tagesschlammmenge	V_ÜS	59,91 m <sup>3</sup> /d
angenommene Laufzeit		5,00 h/d
Förderhöhe, abgeschätzt	h_gesch	1,00 m
spez. Energiebedarf		8 Wh/(m <sup>3</sup> ·m)
<i>Bemessung</i>		
berechnete Fördermenge	Q_ber	11,98 m <sup>3</sup> /h
Gewählte Fördermenge	Q_gew	12,00 m <sup>3</sup> /h
Energiebedarf		1.749 kWh/a

Kreiselpumpe, gehärtetes Laufzeug

Steuerung über Zeit-Pausen-Schaltung

**Pulverkohledosierung***Vorgaben*

min. Dosierkonzentration	c_PAK,min	5,0 g/m <sup>3</sup>
max. Dosierkonzentration	c_PAK,max	20,0 g/m <sup>3</sup>
max. Dosierung		24,0 kg/h

*gewählte Dosiersysteme*

1 Dosiergerät, (Ger. 1)	m▪_Dos,Ger_1	5,0 kg/h
1 Dosiergerät, (Ger. 2)	m▪_Dos,Ger_2	2,5 kg/h
Regelbereich je Dosiergerät		1/10
min. c_PAK bei Q_Str,min (Ger. 1)		5 g/m <sup>3</sup>
max. c_PAK bei Q_Str,max (Ger. 1)		4 g/m <sup>3</sup>
min c_PAK bei Q_Str,min (Ger. 2)		3 g/m <sup>3</sup>
max c_PAK bei Q_Str,max (Ger. 2)		2 g/m <sup>3</sup>

*PAK-Bedarf*

mittlere PAK-Dosierkonzentration im Jahr	c_PAK,a	10,0 g/m <sup>3</sup>
Tagesbedarf	m_PAK,d	144 kg/d
Jahresbedarf	m_PAK.a	53 Mg/a

*PAK-Silo*

gewähltes Silo-Volumen	V_Silo	80 m <sup>3</sup>
Nutzvolumen	V_Silo,Nutz	27 m <sup>3</sup>
Lagerungsdichte PAK	rho_B,PAK	400 kg/m <sup>3</sup>
Masse PAK, nutzbar	m_PAK,nutz	11 Mg
Intervall Nachfüllung Silo		0,2 a
		75 d

**Pumpen Treibwasser für PAK-Dosierung***Vorgaben*

Anzahl Dosiergeräte mit Treibstahlpumpen	n_DG	2
Volumenstrom je Dosiergerät	Q_Treib,DG	5 m <sup>3</sup> /h
Volumenstrom Treibwasser, gesamt	Q_Treib,ges	10 m <sup>3</sup> /h
Förderhöhe, abgeschätzt (incl. Verluste)	h_gesch	55 m
spez. Energiebedarf		7 Wh/(m <sup>3</sup> ·m)
Laufzeit, anteilig		24 h/d

*Bemessung*

Energiebedarf		33.726 kWh/a
---------------	--	--------------

**Flockungsmitteldosierung (Me-Salze), gewählt: Fe(III)-Chlorid**

<i>Vorgaben</i>		
min. Dosierkonzentration	c_Me,min	2,0 g/m <sup>3</sup>
max. Dosierkonzentration	c_Me,max	8,0 g/m <sup>3</sup>
mittlere Dosierkonzentration im Jahr	c_Me,a	4,0 g/m <sup>3</sup>
WS-Gehalt FeCl im FM		0,138 kg Fe/kg FM
<i>FM-Bedarf</i>		
Tagesbedarf	m_FM,d	418 kg/d
Jahresbedarf	m_FM,a	153 Mg/a
<i>FM-Tank</i>		
gewähltes Volumen	V_Tank,FM	25 m <sup>3</sup>
Nutzvolumen	V_Tank,Nutz	20 m <sup>3</sup>
Dichte FM	rho_FM	1.430 kg/m <sup>3</sup>
Masse PAK, nutzbar	m_FM,nutz	28.600 kg
Intervall Nachfüllung Tank		68 d

**Flockungshilfsmitteldosierung**

<i>Vorgaben</i>		
min. Dosierkonzentration	c_Me,min	0,1 g/m <sup>3</sup>
max. Dosierkonzentration	c_Me,max	0,3 g/m <sup>3</sup>
mittlere Dosierkonzentration im Jahr	c_Me,a	0,2 g/m <sup>3</sup>
WS-Gehalt im FHM-Granulat		1,000 kg WS/kg Gr.
<i>FHM-Bedarf</i>		
Tagesbedarf	m_FM,d	2,9 kg/d
Jahresbedarf	m_FM,a	1,05 Mg/a

**Auslegung Tuchfiltration**

<i>Vorgaben</i>		
Filtergeschwindigkeit, maximal	v_F,max	8 m/h
Feststoffflächenbelastung	BA,max	0,250 kg/(m <sup>2</sup> ·h)
max. xTS-Konzentration im Zulauf	xTS,max,zu	35 mg/l
<i>Bemessung</i>		
erforderliche Filterfläche, gesamt nach V_F,max	A_F,erf,ges,vF	150 m <sup>2</sup>
erforderliche Filterfläche, gesamt nach BA,max	A_F,erf,ges,BA	168 m <sup>2</sup>
Anzahl Filterstraßen	n_Filt,ist	2
<i>gewählter Filtertyp (Beispielfabrikat)</i>		<i>Meccana SF 18/90</i>
Anzahl Scheiben je Filter	n_Scheiben	18
Filterfläche je Filter	A_F,ist,Str	90 m <sup>2</sup>
Filterfläche, gesamt	A_F,ist,ges	180 m <sup>2</sup>
<i>Nachweise bezogen auf Q_Teil,max</i>		
Filtergeschwindigkeit, maximal	v_F,ist,max	6,67 m/h
Feststoffflächenbelastung, maximal	BA,ist,max	0,233 kg/(m <sup>2</sup> ·h)

Optimierung Rückspülregime in weiterer Planung und Betrieb

Eingabefelder

Berechnungsfelder

## Stadtwerke Wesel GmbH Kläranlage Wesel

**Projekt:** Studie 4. Reinigungsstufe  
**Projektnummer:** 675 009  
**Variante:** 1  
**PAK-Dosierung mit Rücklaufkohleführung**  
**Bemessung Absetzbecken**

Beckentyp		Rechteckbecken
Schlammräumung (Schildräumung/Saugräumung)		Schildräumung
Durchströmung (vertikal/horizontal)		horizontal
Anzahl der Becken	n	2 Stück
wirksame Beckenlänge	l	32,50 m
Beckenbreite	b	10,30 m
Oberfläche	A	335 m <sup>2</sup>
Mind. Randbeckentiefe	$h_{\text{Rand,min}}$	3,00 m
Beckenrandtiefe	$h_{\text{Rand,ist}}$	3,20 m
Beckenvolumen	$V_{\text{Sed}}$	1.071 m <sup>3</sup>

### Festlegung der Bemessungsdaten

Max. Zulauf je Becken	$Q_{\text{max}}$	600 m <sup>3</sup> /h
		167 l/s
Rücklaufverhältnis	RV	1,00
Min. Aufenthaltszeit Sedimentation	$t_{\text{v,Sed}}$ , min	2,00 h
max. Oberflächenbeschickung	$q_{\text{a,max}}$	1,8 m/h
Schlammvolumen	ISV	100,0 ml/g
TS-Gehalt im Kontaktbecken	TS	4,0 g/l

Diss. Metzger

### Nachweis Flächenbeschickung und Aufenthaltszeit

Flächenbeschickung	$q_A$	$Q_{\text{max}}/A =$	1,8 m/h
Aufenthaltszeit	$t_{\text{v,sed}}$	$V_{\text{Sed}}/Q_{\text{max}} =$	1,79 h

Bedingung erfüllt

Unterschreitung  $t_{\text{v,min}}$ 

### Legende



Eingabewerte  
 Geänderte Eingabewerte  
 Rechenwerte  
 Hinweis, z.B. bei nicht erbrachtem Nachweis

## Stadtwerke Wesel GmbH Kläranlage Wesel

**Projekt:** Studie 4. Reinigungsstufe  
**Projektnummer** 675 009  
**Variante:** 2  
**GAK-Filtration**

### Auslegungsdaten Hydraulik

<i>Gesamtzulauf Kläranlage</i>			
Max. TW-Zufluss (mit Fremdwasser)	Q <sub>t</sub>	277,78 l/s 1.000 m <sup>3</sup> /h	
Maximaler Wasserzufluss (Trennsystem)	Q <sub>m</sub>	555,56 l/s 2.000 m <sup>3</sup> /h	
<i>Teilstrombehandlung (4. Reinigungsstufe)</i>			
Max. Volumenstrom für Teilstrombehandlung	Q <sub>Teil,max</sub>	1200 m <sup>3</sup> /h 333 l/s	Prognose
Behandelte Abwassermenge im Teilstrom	Q <sub>Teil,a</sub>	5.269.026 m <sup>3</sup> /a	Auswert. Daten 2012/13
Behandelte Teilstrommenge pro Tag	Q <sub>Teil,d</sub>	14.436 m <sup>3</sup> /d	

### Auslegung Zwischenhebewerk mit Durchflussmessung

<i>Vorgaben</i>			
Volumenstrom	m <sup>3</sup> /h	1200 m/h	
Förderhöhe, abgeschätzt	h <sub>gesch</sub>	4,8 m	
spez. Energiebedarf		7 Wh/(m <sup>3</sup> ·m)	
<i>Bemessung</i>			
Energiebedarf pro Jahr		177.039 kWh/a	

Neubau Pumpwerk in bestehenden Spitzenausgleichsbecken  
 Regelung Pumpe über FU

**Auslegung GAK-Filter**

<i>Vorgaben</i>			
Leerbettkontaktzeit (Bereich)	EBCT	10...30 min	DVGW W 239 (A)
Leerbettkontaktzeit, gewählt	EBCT, gew	30 min	
Filtergeschwindigkeit (Bereich)	v_F	5...20 m/h	DVGW W 239 (A)
Filtergeschwindigkeit, gewählt	v_F,gew	5,00 m/h	
Filterbetthöhe GAK (Bereich)		1,5...3,0 m	DVGW W 239 (A)
Filterbetthöhe GAK, gewählt	h_GAK,gew	2,50 m	
Gesamthöhe Filteraufbau	h_Filter,ges	2,80 m	
Anzahl Filter	n_Filter	6	
Schüttdichte GAK	rho_Schütt	400 kg/m <sup>3</sup>	
<i>Bemessung Filter</i>			
erforderliches Leerbettvol., ber. über EBCTgew	V_GAK	600 m <sup>3</sup>	
erforderliche Filterfläche, ber. über EBCTgew	A_Filter,erf	240,00 m <sup>2</sup>	
Fläche Filter, berechnet	A_Filter,erf,n	40,00 m <sup>2</sup>	
Länge Filter, gewählt	l_Filter,gew	8,00 m	
Breite Filter, gewählt	b_Filter,gew	5,00 m	
Filterfläche, gewählt je Filter	A_Filter,gew	40,00 m <sup>2</sup>	
Filterfläche, gewählt, gesamt	A_Filter,ges	240,00 m <sup>2</sup>	
Leerbettvolumen, gewählt, gesamt	V_GAK,ges	600,00 m <sup>3</sup>	
Masse GAK, gesamt	M_GAK,ges	240,00 Mg	
<i>Nachweise bezogen auf Q_Teil,max</i>			
Filtergeschwindigkeit	v_F,ist	5,00 m/h	
Filtergeschwindigkeit, bei (n-1) Filter	v_F,ist,n-1	6,00 m/h	
tatsächliche Kontaktzeit im Filterbett	EBCT, ist	30,00 min	
Kontaktzeit bei (n-1) Filter	EBCT,ist,n-1	25,00 min	

**Auslegung Spülwasserpumpe**

<i>Vorgaben</i>			
Spülgeschwindigkeit (Bereich)	v_Spül,W	25...35 m/h	Sontheimer u.a., 1985
Spülgeschwindigkeit gewählt	v_Spül_W,gew	30 m/h	
<i>Bemessung</i>			
Volumenstrom Spülwasser	Q_Spül,W	1200 m <sup>3</sup> /h	
Volumenstrom Spülwasserpumpe, gewählt	Q_Spül,W,gew	1200 m <sup>3</sup> /h	

Regelung Spülwasserpumpe über FU

**Auslegung Spülgebläse**

<i>Vorgaben</i>		
Spülgeschwindigkeit (Bereich)	v_Spül,L	60...80 m/h
Spülgeschwindigkeit gewählt	v_Spül_L,gew	70 m/h
<i>Bemessung</i>		
Volumenstrom Spülluft	Q_Spül,L	2800 m³/h
Volumenstrom Spülluftgebläse, gewählt	Q_Spül,L,gew	2800 m³/h

Sontheimer u.a., 1985

Regelung Gebläse über FU

**Rückspülregime**

<i>Vorgaben</i>		
Spülintervall, gewählt		24 h
		7 /Woche
<i>Spülprogramm</i>		
Luftspülung	t_Spül,L,gew	90 s
		1,5 min
Wasserspülung	t_Spül,L,gew	300 s
		5,0 min
<i>Berechnung</i>		
Spülwasserbedarf pro Spülung (rechnerisch)		100 m³/Spül.
Spülwasserbedarf (rechnerisch)		4200 m³/Wo.
		600 m³/d
Spülwasserspeicher (Gewählt)	V_Spülsp,GAK	200 m³
Energiebedarf je Spülung (mit RF Schlammwasser)		7,98 kWh
Bedarf Spülluftgebläse		2,20 kWh
Bedarf Spülwasserpumpen		5,78 kWh
Bedarf Schlammwasserförderungen		0,00 kWh
Energiebedarf pro Woche		335 kWh/Wo
Energiebedarf pro Jahr		17436 kWh/a
Bedarf Spülluftgebläse		4802 kWh/a
Bedarf Spülwasserpumpen		12634 kWh/a
Bedarf Schlammwasserförderungen		0 kWh/a

MIKROFLOCK

MIKROFLOCK

Optimierung Rückspülregime in weiterer Planung und Betrieb

**Filterlaufzeit/GAK-Bedarf**

Berechnung über ausgetauschte Bettvolumina		
Bettvolumina bis Durchbruch (Bereich)		5.000...30.000
Bettvolumina bis Durchbruch	BVgew	8.000
Standzeit Füllung GAK	t_Stand	333 d
Jahresbedarf GAK (rechnerisch), Volumen	V_GAK,a	659 m³/a
Jahresbedarf GAK (rechnerisch), Masse	M_GAK,a	263 Mg/a

hohe Werte aus TWA

Annahme

Eingabefelder

Berechnungsfelder

## Stadtwerke Wesel GmbH Kläranlage Wesel

**Projekt:** Studie 4. Reinigungsstufe  
**Projektnummer** 675 009  
**Variante:** 3  
**Ozon mit nachgeschaltetem Filter** (kontinuierlich gespült)

### Auslegungsdaten Hydraulik

<i>Gesamtzulauf Kläranlage</i>			
Max. TW-Zufluss (mit Fremdwasser)	Q <sub>t</sub>	277,78 l/s	
		1.000 m <sup>3</sup> /h	
Maximaler Wasserzufluss (Trennsystem)	Q <sub>m</sub>	555,56 l/s	
		2.000 m <sup>3</sup> /h	
<i>Teilstrombehandlung (4. Reinigungsstufe)</i>			
Max. Volumenstrom für Teilstrombehandlung	Q <sub>Teil,max</sub>	1200 m <sup>3</sup> /h	Prognose
		333 l/s	
Behandelte Abwassermenge im Teilstrom	Q <sub>Teil,a</sub>	5.269.026 m <sup>3</sup> /a	Auswert. Daten 2012/13
Behandelte Teilstrommenge pro Tag	Q <sub>Teil,d</sub>	14.436 m <sup>3</sup> /d	

### Auslegung Zwischenhebewerk

<i>Vorgaben</i>			
Volumenstrom, gesamt	Q <sub>Teil,max</sub>	1.200 m <sup>3</sup> /h	
Anzahl Straßen	n <sub>Str</sub>	2	
Volumenstrom, je Straße	Q <sub>Teil,max,Str</sub>	600 m <sup>3</sup> /h	
Förderhöhe, abgeschätzt, <b>zusätzlich</b>	h <sub>gesch</sub>	5,75 m	
spez. Energiebedarf		7 Wh/(m <sup>3</sup> ·m)	
<i>Bemessung</i>			
Energiebedarf		212.078 kWh/a	

Neubau Pumpwerk in bestehenden Spitzenausgleichsbecken

→ Auslegung Pumpwerk für zweistrassigen Betrieb

Regelung Pumpe über FU

**Auslegung Kontaktreaktor Ozon**

<i>Vorgaben</i>		
Kontaktzeit (Bereich)	t_KR	10...30 min
Kontaktzeit, gewählt	t_KR,ges,gew	25 min
davon im Kontaktreaktor		20 min
in der Ausgasungszone		5 min
Straßen	n_Str	2
<i>Bemessung Reaktor</i>		
erforderliches Volumen	V_KR,ges	500 m <sup>3</sup>
davon im Kontaktreaktor		400 m <sup>3</sup>
in der Ausgasungszone		100 m <sup>3</sup>
<i>Geometrie</i>		
Straßen	n_Str	2
Wasserspiegelhöhe	h_WS	6,00 m
Länge (innen)	l_KR,gew	11,00 m
Breite (innen), Straße	b_KR,gew	3,80 m
Volumen,ist,Str	V_KR,ist,Str	251 m <sup>3</sup>
Volumen,ist,ges	V_KR,ist,ges	502 m <sup>3</sup>
<i>Nachweise bezogen auf Q_Teil,max</i>		
tatsächliche Kontaktzeit im Reaktor	t_KR,ist	25,08 min
Kontaktzeit bei (n-1) Straßen	t_KR,ist,n-1	12,54 min

**Auslegung Ozonerzeuger**

<i>Vorgaben</i>		
min. Dosis	c_O3,min	2,0 g/m <sup>3</sup>
max. Dosis	c_O3,max	10,0 g/m <sup>3</sup>
mittlere Dosis im Jahr	c_O3,a	7,0 g/m <sup>3</sup>
Prozessgas für Ozonerzeugung		Sauerstoff
spez. O3-Konzentration bez. auf Prozessgas		0,143 kgO3/Nm <sup>3</sup> O2
Dichte O2 bei Standardbedingungen	rho_O2,Norm	1,337 kgO2/m <sup>3</sup>
spez. Energiebedarf O3-Erzeugung mit Restvernicht.		9,4 kWh/kgO3
<i>Bemessung</i>		
O3-Bedarf bei max. O3-Dosis und Q_Teil,max		12,00 kg O3/h
gewählte Anlage		12,00 kg O3/h
Bedarf bei mittlerer Konzentration und Q_Teil,d		101 kg O3/d
Bedarf bei mittlerer Konzentration und Q_Teil,a		36.883 kg O3/a
<i>Sauerstoffbedarf</i>		
Bedarf bei max. Dosierung und Q_Teil,max		112 kg O2/h
Bedarf bei mittlerer Konzentration und Q_Teil,d		945 kg O2/d
Bedarf bei mittlerer Konzentration und Q_Teil,a		344.845 kg O2/a
<i>Energiebedarf</i>		
Bedarf bei max. Dosierung und Q_Teil,max		113 kWh
Bedarf bei mittlerer Konzentration und Q_Teil,d		950 kWh/d
Bedarf bei mittlerer Konzentration und Q_Teil,a		346.702 kWh/a

**Pumpen Kühlwasser Ozonerzeuger**

<i>Vorgaben</i>			
Volumenstrom	Q_Kühl	17	m³/h
Förderhöhe, abgeschätzt (incl. Verluste)	h_gesch	30	m
spez. Energiebedarf		7	Wh/(m³·m)
Laufzeit, anteilig		24	h/d
<i>Bemessung</i>			
Energiebedarf		31.273	kWh/a

**Auslegung Filtration (kontinuierlich gespülter Sandfilter)**

<i>Vorgaben</i>				
AFS im Zulauf	xTS_AN	< 20	mg/l	Vorgabe
Oberflächenbelastung		12,5	m/h	Ang. Nordic Water
Filterfläche, gesamt	A_F,ges	96,0	m²	Ang. Nordic Water
Anzahl Filter	n_Filter	16		Ang. Nordic Water
Filterfläche je Filter, gewählt	A_F,n	6,0	m²	Ang. Nordic Water
Spülwassermenge	Q_Spül,max	80,0	m³/h	Ang. Nordic Water
Spülwassermenge im Mittel		2...3	% des Zulaufs	Ang. Nordic Water
Spülwassermenge im Mittel gewählt		3	%	
Luftbedarf maximal	Q_Luft,max	220	m³/h	Ang. Nordic Water
Luftbedarf normal	Q_Luft,normal	60	m³/h	Ang. Nordic Water
Luftbedarf, mittel, gew		60	m³/h	Abgeschätzt
Energiebedarf Druckluft		0,11	kWh/m³	Annahme
<i>Bemessung</i>				
Spülwasseranfall im Mittel pro Tag	Q_Spül,mittel,d	433	m³/d	
Spülwasseranfall im Mittel pro Jahr	Q_Spül,mittel,a	158.071	m³/a	
Druckluftbedarf pro Tag (mittlerer Bedarf)		1.440	m³/d	
Druckluftbedarf pro Jahr (mittlerer Bedarf)		525.600	m³/a	
<i>Energiebedarf</i>				
Druckluftherzeugung (ohne Adsorptionstrockner)		158	kWh/d	
Druckluftherzeugung (ohne Adsorptionstrockner)		57.816	kWh/a	
Schlammförderung -> freier Abfluss		0	kWh/a	

Eingabefelder

Berechnungsfelder

## Stadtwerke Wesel GmbH Kläranlage Wesel

**Projekt:** Studie 4. Reinigungsstufe  
**Projektnummer** 675 009  
**Variante:** 4  
**Ozonung mit nachgeschalteter BAK-Filtration**

### Auslegungsdaten Hydraulik

<i>Gesamtzulauf Kläranlage</i>			
Max. TW-Zufluss (mit Fremdwasser)	Q <sub>t</sub>	277,78 l/s 1.000 m <sup>3</sup> /h	
Maximaler Wasserzufluss (Trennsystem)	Q <sub>m</sub>	555,56 l/s 2.000 m <sup>3</sup> /h	
<i>Teilstrombehandlung (4. Reinigungsstufe)</i>			
Max. Volumenstrom für Teilstrombehandlung	Q <sub>Teil,max</sub>	1200 m <sup>3</sup> /h 333 l/s	Prognose
Behandelte Abwassermenge im Teilstrom	Q <sub>Teil,a</sub>	5.269.026 m <sup>3</sup> /a	Auswert. Daten 2012/13
Behandelte Teilstrommenge pro Tag	Q <sub>Teil,d</sub>	14.436 m <sup>3</sup> /d	

### Auslegung Zwischenhebewerk

<i>Vorgaben</i>			
Volumenstrom, gesamt	Q <sub>Teil,max</sub>	1.200 m <sup>3</sup> /h	
Anzahl Straßen	n <sub>Str</sub>	2	
Volumenstrom, je Straße	Q <sub>Teil,max,Str</sub>	600 m <sup>3</sup> /h	
Förderhöhe, abgeschätzt, <b>zusätzlich</b>	h <sub>gesch</sub>	5,1 m	
spez. Energiebedarf		7 Wh/(m <sup>3</sup> ·m)	
<i>Bemessung</i>			
Energiebedarf		188.104 kWh/a	

Neubau Pumpwerk in bestehenden Spitzenausgleichsbecken  
 → Auslegung Pumpwerk für zweistrassigen Betrieb  
 Regelung Pumpe über FU

**Auslegung Kontaktreaktor Ozon**

<i>Vorgaben</i>		
Kontaktzeit (Bereich)	t_KR	10...30 min
Kontaktzeit, gewählt	t_KR,ges,gew	25 min
davon im Kontaktreaktor		20 min
in der Ausgasungszone		5 min
Straßen	n_Str	2
<i>Bemessung Reaktor</i>		
erforderliches Volumen	V_KR,ges	500 m <sup>3</sup>
davon im Kontaktreaktor		400 m <sup>3</sup>
in der Ausgasungszone		100 m <sup>3</sup>
<i>Geometrie</i>		
Straßen	n_Str	2
Wasserspiegelhöhe	h_WS	6,00 m
Länge (innen)	l_KR,gew	9,20 m
Breite (innen), Straße	b_KR,gew	4,50 m
Volumen,ist,Str	V_KR,ist,Str	248 m <sup>3</sup>
Volumen,ist,ges	V_KR,ist,ges	497 m <sup>3</sup>
<i>Nachweise bezogen auf Q_Teil,max</i>		
tatsächliche Kontaktzeit im Reaktor	t_KR,ist	24,84 min
Kontaktzeit bei (n-1) Straßen	t_KR,ist,n-1	12,42 min

**Auslegung Ozonerzeuger**

<i>Vorgaben</i>		
min. Dosis	c_O3,min	2,0 g/m <sup>3</sup>
max. Dosis	c_O3,max	10,0 g/m <sup>3</sup>
mittlere Dosis im Jahr	c_O3,a	7,0 g/m <sup>3</sup>
Prozessgas für Ozonerzeugung		Sauerstoff
spez. O3-Konzentration bez. auf Prozessgas		0,143 kgO3/Nm <sup>3</sup> O2
Dichte O2 bei Standardbedingungen	rho_O2,Norm	1,337 kgO2/m <sup>3</sup>
spez. Energiebedarf O3-Erzeugung mit Restvernicht.		9,4 kWh/kgO3
<i>Bemessung</i>		
O3-Bedarf bei max. O3-Dosis und Q_Teil,max		12,00 kg O3/h
gewählte Anlage		12,00 kg O3/h
Bedarf bei mittlerer Konzentration und Q_Teil,d		101 kg O3/d
Bedarf bei mittlerer Konzentration und Q_Teil,a		36.883 kg O3/a
<i>Sauerstoffbedarf</i>		
Bedarf bei max. Dosierung und Q_Teil,max		112 kg O2/h
Bedarf bei mittlerer Konzentration und Q_Teil,d		344.845 kg O2/d
Bedarf bei mittlerer Konzentration und Q_Teil,a		22 kg O2/a
<i>Energiebedarf</i>		
Bedarf bei max. Dosierung und Q_Teil,max		113 kWh
Bedarf bei mittlerer Konzentration und Q_Teil,d		950 kWh/d
Bedarf bei mittlerer Konzentration und Q_Teil,a		346.702 kWh/a

**Pumpen Kühlwasser Ozonerzeuger**

<i>Vorgaben</i>		
Volumenstrom	Q_Treib	17 m³/h
Förderhöhe, abgeschätzt (incl. Verluste)	h_gesch	30 m
spez. Energiebedarf		7 Wh/(m³·m)
Laufzeit, anteilig		24 h/d
<i>Bemessung</i>		
Energiebedarf		31.273 kWh/a

**Auslegung GAK-Filter**

<i>Vorgaben</i>			
Leerbettkontaktzeit (Bereich)	EBCT	10...30 min	DVGW W 239 (A)
Leerbettkontaktzeit, gewählt	EBCT, gew	30 min	
Filtergeschwindigkeit (Bereich)	v_F	5...20 m/h	DVGW W 239 (A)
Filtergeschwindigkeit, gewählt	v_F,gew	5,00 m/h	
Filterbetthöhe GAK (Bereich)		1,5...3,0 m	DVGW W 239 (A)
Filterbetthöhe GAK, gewählt	h_GAK,gew	2,50 m	
Gesamthöhe Filteraufbau	h_Filter,ges	2,80 m	
Anzahl Filter	n_Filter	6	
Schüttdichte GAK	rho_Schütt	400 kg/m³	
<i>Bemessung Filter</i>			
erforderliches Leerbettvol., ber. über EBCTgew	V_GAK	600 m³	
erforderliche Filterfläche, ber. über EBCTgew	A_Filter,erf	240,00 m²	
Fläche Filter, berechnet	A_Filter,erf,n	40,00 m²	
Länge Filter, gewählt	l_Filter,gew	8,00 m	
Bereite Filter, gewählt	b_Filter,gew	5,00 m	
Filterfläche, gewählt je Filter	A_Filter,gew	40,00 m²	
Filterfläche, gewählt, gesamt	A_Filter,ges	240,00 m²	
Leerbettvolumen, gewählt, gesamt	V_GAK,ges	600,00 m³	
Masse GAK, gesamt	M_GAK,ges	240,00 Mg	
<i>Nachweise bezogen auf Q_Teil,max</i>			
Filtergeschwindigkeit	v_F,ist	5,00 m/h	
Filtergeschwindigkeit, bei (n-1) Filter	v_F,ist,n-1	6,00 m/h	
tatsächliche Kontaktzeit im Filterbett	EBCT, ist	30,00 min	
Kontaktzeit bei (n-1) Filter	EBCT,ist,n-1	25,00 min	

**Auslegung Spülwasserpumpe**

<i>Vorgaben</i>		
Spülgeschwindigkeit (Bereich)	v_Spül,W	25...35 m/h
Spülgeschwindigkeit gewählt	v_Spül_L,gew	35 m/h
<i>Bemessung</i>		
Volumenstrom Spülwasser	Q_Spül,L	1400 m³/h
Volumenstrom Spülwasserpumpe, gewählt	Q_Spül,L,gew	450 m³/h

Sontheimer u.a., 1985

Regelung Spülwasserpumpe über FU

**Auslegung Spülgebläse**

<i>Vorgaben</i>		
Spülgeschwindigkeit (Bereich)	v_Spül,L	60...80 m/h
Spülgeschwindigkeit gewählt	v_Spül_L,gew	70 m/h
<i>Bemessung</i>		
Volumenstrom Spülluft	Q_Spül,L	2800 m³/h
Volumenstrom Spülluftgebläse, gewählt	Q_Spül,L,gew	900 m³/h

Sontheimer u.a., 1985

Regelung Gebläse über FU

**Rückspülregime**

<i>Vorgaben</i>		
Spülintervall, gewählt		72 h
		2 /Woche
Spülprogramm		
Luftspülung	t_Spül,L,gew	90 s
		1,5 min
Wasserspülung	t_Spül,L,gew	300 s
		5,0 min
<i>Berechnung</i>		
Spülwasserbedarf pro Spülung (rechnerisch)		117 m³/Spül.
Spülwasserbedarf (rechnerisch)		1.050 m³/Wo.
		150 m³/d
Spülwasserspeicher (Gewählt)	V_Spülsp,GAK	250 m³
Energiebedarf je Spülung (mit RF Schlammwasser)		8,95 kWh
Bedarf Spülluftgebläse		2,20 kWh
Bedarf Spülwasserpumpen		6,75 kWh
Bedarf Schlammwasserförderungen		0,00 kWh
Energiebedarf pro Woche		125 kWh/Wo
Energiebedarf pro Jahr		6.514 kWh/a
Bedarf Spülluftgebläse		1.601 kWh/a
Bedarf Spülwasserpumpen		4.913 kWh/a
Bedarf Schlammwasserförderungen		0 kWh/a

MIKROFLOCK

MIKROFLOCK

Optimierung Rückspülregime in weiterer Planung und Betrieb

**Filterlaufzeit/GAK-Bedarf**

Berechnung über Betriebszeit		
Austausch GAK (Bereich)		5...12 a
Austausch Zeitraum GAK	T_gew	8 a
Standzeit Füllung GAK Bettvolumen	BW_gew	70.254 BV
Jahresbedarf GAK (rechnerisch), Volumen	V_GAK,a	75 m³/a
Jahresbedarf GAK (rechnerisch), Masse	M_GAK,a	30 Mg/a

Schätzung

Annahme

Eingabefelder

Berechnungsfelder

**Anlage 2:  
Investitionskosten  
Varianten 1 bis 4**

**Stadtwerke Wesel GmbH**  
**Kläranlage Wesel**

Projekt: Studie 4. Reinigungsstufe

Projekt-Nr.: 675 009

**Zusammenstellung Investitionskosten**

Pos.-Nr	Text		Variante 1 PAK m. Rücklaufk.	Variante 2 GAK-Filtration	Variante 3 Ozon mit Sandfilter	Variante 4 Ozon mit BAK
1	Bautechnik	EUR	1.167.353,00	911.022,20	758.659,00	1.237.821,20
2	Maschinentechnik	EUR	1.464.561,00	1.018.668,00	1.277.934,00	1.735.398,00
3	EMSR-Technik	EUR	431.000,00	510.000,00	512.000,00	868.000,00
<b>Summe Herstellungskosten, netto</b>		<b>EUR</b>	<b>3.062.914,00</b>	<b>2.439.690,20</b>	<b>2.548.593,00</b>	<b>3.841.219,20</b>
Nebenkosten (Ing.-Honoare, Prüfgebühr, usw.)		EUR	612.582,80	487.938,04	509.718,60	768.243,84
<b>Summe Baukosten, netto</b>		<b>EUR</b>	<b>3.675.496,80</b>	<b>2.927.628,24</b>	<b>3.058.311,60</b>	<b>4.609.463,04</b>
Mehrwertsteuer		EUR	581.953,66	463.541,14	484.232,67	729.831,65
<b>Summe Baukosten, brutto</b>		<b>EUR</b>	<b>4.257.450,46</b>	<b>3.391.169,38</b>	<b>3.542.544,27</b>	<b>5.339.294,69</b>
<b>Anteil</b>			<b>126%</b>	<b>100%</b>	<b>104%</b>	<b>157%</b>

**Stadtwerke Wesel GmbH**  
**Kläranlage Wesel**

Projekt: Studie 4. Reinigungsstufe

Projekt-Nr.: 675 009

Variante: 1

PAK-Dosierung mit Rücklaufkohle

Investitionskostenannahme

Pos.-Nr	Text	Menge	Einheit	Einheitspreis	Bautechnik	Masch.-Tech.	Elektro.-Tech.	Gesamtpreis	
0	<b>Baustelleneinrichtung</b> (10 % Bautechnik) (5 % Maschinenteknik)				106.123,00 €	69.741,00 €		175.864,00 €	
1	<b>Abbruch/Rückbau</b> Maschinenteknik Spitzenausgl.-becken Abbruch	1,00 1,00	psch psch	2.000,00 € 5.000,00 €	2.000,00 € 5.000,00 €			7.000,00 €	
2	<b>Zwischenhebewerk</b> Pumpenvorlage Anbindung Gerinne Ablauf Wehr Ablaufkanal Schlosserarbeiten (Gitterrost/Geländer) Dammballenverschluss Tauchmotorpumpen mit Arm. + Verrohr.	165,00 1,00 1,00 1,00 1,00 5,00	m³ psch psch psch psch St	350,00 € 10.000,00 € 5.000,00 € 9.000,00 € 4.000,00 € 21.000,00 €	57.750,00 € 10.000,00 € 5.000,00 € 9.000,00 € 4.000,00 €		105.000,00 €	190.750,00 €	
3	<b>Kontaktbecken</b> Kontaktbecken I + II Schlosserarbeiten (Bediengang + Treppe) Rührwerke Einbindung an Gerinne zu AB I + II Absenkschieber Zulauf	550,00 1,00 2,00 1,00 2,00	m³ psch St psch St	380,00 € 20.000,00 € 13.000,00 € 12.000,00 € 6.000,00 €	209.000,00 € 20.000,00 €	26.000,00 €		279.000,00 €	
4	<b>Absetzbecken</b> Absetzbecken I + II Zulaufgerinne AB I und II Schlosserarbeiten (Bediengang + Treppe) Bandräumer Schürze Einlauf Ablaufrinne VA AB I + II Absenkschieber Zulauf mit Antrieb RLK-Schacht mit Anbindung AB I + II	2.142,00 36,00 1,00 2,00 2,00 80,00 2,00 1,00	m³ m psch St St m St psch	180,00 € 750,00 € 25.000,00 € 65.000,00 € 12.000,00 € 1.000,00 € 12.000,00 € 40.000,00 €	385.560,00 € 27.000,00 € 25.000,00 €	130.000,00 € 24.000,00 € 80.000,00 € 24.000,00 €		735.560,00 €	
5	<b>Tuchfiltration</b> Becken Tuchfilter I + II Anbindung Ablauf AB I und II Schlosserarbeiten (Bediengang + Treppe) Absenkschieber mit E-Antrieb Steuerung + VOST Tuchfilter Tuchfilter Montage + IBN Filter Ablaufgerinne Filter I und II	130,00 1,00 1,00 2,00 1,00 2,00 1,00 36,00	m³ psch psch St psch St psch m	750,00 € 18.000,00 € 25.000,00 € 12.000,00 € 18.000,00 € 170.000,00 € 16.000,00 € 750,00 €	97.500,00 € 18.000,00 € 25.000,00 €	24.000,00 €	18.000,00 €	565.500,00 €	
6	<b>PAK-Silo 125 m³</b> Fundament Silo Silo mit Dosiereinrichtung Pumpe Treibwasser m. Verrohr Kompressor mit Lufttrocknung Steuerung	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00	psch St psch St St	8.000,00 € 285.000,00 € 8.000,00 € 8.000,00 € 46.000,00 €	8.000,00 €	285.000,00 € 8.000,00 € 8.000,00 €	46.000,00 €	355.000,00 €	
7	<b>Pulveraktivkohle (Erstbefüllung)</b> Aktivkohle	18,00	Mg	1.400,00 €		25.200,00 €		25.200,00 €	
8	<b>Rohrtech. Installation</b> <i>Rücklaufkohleleitung</i> RLK Leitung DN 400 VA Str. I + II Formstücke, Flansche tc. Armaturen <i>Zulaufleitung</i> Leitung DN 400 VA Str. I + II Rohrleitung VA incl. Formstücke Antriebe Armaturen <i>Schlammwasserleitung</i> Leitung DN 150 VA Str. I + II Rohrleitung VA incl. Formstücke	92,00 1,00 1,00 12,00 1,00 1,00 60,00 1,00	m psch psch m psch psch m psch	480,00 € 5.000,00 € 8.000,00 € 480,00 € 5.000,00 € 8.000,00 € 120,00 € 3.000,00 €		44.160,00 € 5.000,00 € 8.000,00 €	5.760,00 € 5.000,00 € 8.000,00 €	7.200,00 € 3.000,00 €	86.120,00 €
9	<b>Flockungsmitteldosierung (Me-Salze)</b> Dosierpumpen mit Dosierleit. 25 m³ PE-Tank Ertüchtigung vorh. Tank + Abfüllplatz Dosierleitungen (Schutzrohr + Schlauch)	1,00 1,00 1,00 70,00	psch St psch m	40.000,00 € 35.000,00 € 18.000,00 € 110,00 €		40.000,00 € 35.000,00 € 18.000,00 € 7.700,00 €		100.700,00 €	
10	<b>Flockungshilfsmitteldosierung</b> Bereitungsanlage mit Dosierleitungen Dosierleitungen	1,00 80,00	psch m	30.000,00 € 60,00 €		30.000,00 € 4.800,00 €		34.800,00 €	

**Stadtwerke Wesel GmbH**  
**Kläranlage Wesel**

Projekt: Studie 4. Reinigungsstufe

Projekt-Nr.: 675 009

Variante: 1

PAK-Dosierung mit Rücklaufkohle

Investitionskostenannahme

Pos.-Nr	Text	Menge	Einheit	Einheitspreis	Bautechnik	Masch.-Tech.	Elektro.-Tech.	Gesamtpreis
11	<b>Pumpen</b>							58.000,00 €
	Rücklaufkohlepumpe	2,00	St	24.000,00 €		48.000,00 €		
	ÜS-Kohlepumpe mit Verrohrung	1,00	St	10.000,00 €		10.000,00 €		
12	<b>Erdverlegte Rohrleitungen</b>							9.900,00 €
	ÜS-Kohle KB PE 100 SDR 17 63*3,8	30,00	m	100,00 €	3.000,00 €			
	Formstücke	1,00	psch	400,00 €	400,00 €			
	Treibwasser PE 100 SDR 17 63*3,8	30,00	m	100,00 €	3.000,00 €			
	Formstücke	1,00	psch	500,00 €	500,00 €			
	Einbindung Rohrleitung (Bohrungen usw.)	1,00	psch	3.000,00 €	3.000,00 €			
13	<b>Kabelschächte/Leerrohre</b>	2,00	St	9.000,00 €	18.000,00 €			18.000,00 €
14	<b>Strassen-/Wegebau/Aussenanlagen</b>	1,00	psch	8.000,00 €	8.000,00 €			8.000,00 €
15	<b>Einhausung Dosieranlagen</b>	96,00	m³	370,00 €	35.520,00 €			35.520,00 €
16	<b>Inbetriebnahme/Dokumentation</b>							11.000,00 €
	Dokumentation	1,00	psch	3.000,00 €	3.000,00 €			
	Dokumentation/Inbetriebnahme	1,00	psch	8.000,00 €		8.000,00 €		
17	<b>EMSR-Technik</b>							367.000,00 €
	Pauschal (25 % der MT)	1,00	psch	367.000,00 €			367.000,00 €	
	<b>Summe Herstellungskosten, netto</b>				<b>1.167.353,00 €</b>	<b>1.464.561,00 €</b>	<b>431.000,00 €</b>	<b>3.062.914,00 €</b>
	Nebenkosten (Ing.-Honoare, Prüfgebühr, usw.)			20%	233.470,60 €	292.912,20 €	86.200,00 €	612.582,80 €
	<b>Summe Baukosten, netto</b>				<b>1.400.823,60 €</b>	<b>1.757.473,20 €</b>	<b>517.200,00 €</b>	<b>3.675.496,80 €</b>
	Mehrwertsteuer			19%				581.953,66 €
	<b>Summe Baukosten, brutto</b>							<b>4.257.450,46 €</b>

<b>Kapitalkosten</b>				
Nutzungsdauer Bautechnik in Jahren	30			
Nutzungsdauer Masch.-Technik in Jahren		15		
Nutzungsdauer EMSR-Technik in Jahren			15	
Zinssatz i	3%	3%	3%	
<b>Kapitalwiedergewinnungsfaktor KFAKR (i;n)</b>				
Kapitalwiedergewinnungsfaktor Bautechnik	0,05102			
Kapitalwiedergewinnungsfaktor Masch.-Technik		0,08377		
Kapitalwiedergewinnungsfaktor EMSR-Technik			0,08377	
<b>Summe Kapitalkosten/a, netto</b>	<b>71.468,98 €</b>	<b>147.217,52 €</b>	<b>43.324,08 €</b>	<b>262.010,58 €</b>

<b>Wartung- und Instandhaltungskosten</b>				
1,0 %/a der Baukosten	14.008,24 €			
4,0 %/a der Kosten für technische Installationen		70.298,93 €		
2,0 %/a der Kosten für EMSR-Technik			10.344,00 €	
<b>Summe Wartungs-/Instandhaltungskosten/a, netto</b>	<b>14.008,24 €</b>	<b>70.298,93 €</b>	<b>10.344,00 €</b>	<b>94.651,16 €</b>

**Stadtwerke Wesel GmbH**  
**Kläranlage Wesel**

Projekt: Studie 4. Reinigungsstufe

Projekt-Nr.: 485 004

Variante: 2

GAK-Filtration

Investitionskostenannahme

Pos.-Nr	Text	Menge	Einheit	Einheitspreis	Bautechnik	Masch.-Tech.	Elektro.-Tech.	Gesamtpreis
0	<b>Baustelleneinrichtung</b> (10 % Bautechnik) (5 % Maschinentechnik)				82.820,20 €		48.508,00 €	131.328,20 €
1	<b>Abbruch/Rückbau</b> Mittelwand Becken Maschinentechnik Spitzenausgl.-becken	45,90 1,00	m³ psch	180,00 € 2.000,00 €	8.262,00 € 2.000,00 €			10.262,00 €
2	<b>Filterbauwerk mit Vorlage u Speicher</b> Bauwerk mit Abdichtung Pumpen Filterboden mit Düsen Anbindung PV an Gerinne Ablauf Wehr Ablaufkanal Schlosserarbeiten (Gitterrost/Geländer) Dambalkenverschluss Zulauf	1,00 240,00 1,00 1,00 1,00 1,00	psch m² psch psch psch psch	600.000,00 € 900,00 € 10.000,00 € 5.000,00 € 70.000,00 € 4.000,00 €	600.000,00 €  10.000,00 € 5.000,00 € 70.000,00 € 4.000,00 €	216.000,00 €		905.000,00 €
3	<b>Filtermaterial (Erstbefüllung)</b> Aktivkohle Stützsicht	240,00 72,00	Mg m³	1.300,00 € 280,00 €		312.000,00 € 20.160,00 €		332.160,00 €
4	<b>Rohrtech. Installation Filter</b> Rohrleitung VA incl. Formstücke Armaturen Antriebe Armaturen	1,00 1,00 1,00	psch psch psch	75.000,00 € 70.000,00 € 71.000,00 €		75.000,00 € 70.000,00 € 71.000,00 €		216.000,00 €
5	<b>Pumpen</b> Beschickungspumpen mit Arm. + Verrohr. Spülwasserpumpe mit Verrohrung Schlammwasserpumpe + Verrohrung	5,00 2,00 1,00	St St St	21.000,00 € 26.000,00 € 16.000,00 €		105.000,00 € 52.000,00 € 16.000,00 €		157.000,00 €
6	<b>Gebläse</b> Spülluftgebläse mit Verrohrung	1,00	St	25.000,00 €		25.000,00 €		25.000,00 €
7	<b>Auffüllung Becken (Rest)</b> Auffüllung Becken (Rest) Pflasterung	1.584,00 528,00	m³ m²	30,00 € 90,00 €	47.520,00 € 47.520,00 €			95.040,00 €
8	<b>Erdverlegte Rohrleitungen</b> Schlammw. PE 100 SDR 17 160*9,5 Formstücke Einbindung Rohrleitung (Bohrungen usw.)	30,00 1,00 1,00	m psch psch	120,00 € 800,00 € 1.500,00 €	3.600,00 € 800,00 € 1.500,00 €			5.900,00 €
9	<b>Kabelschächte/Leerrohre</b>	1,00	psch	9.000,00 €	9.000,00 €			9.000,00 €
10	<b>Hausinstallation/Entwässerung</b>	1,00	psch	8.000,00 €	8.000,00 €			8.000,00 €
11	<b>Strassen-/Wegebau/Aussenanlagen</b>	1,00	psch	8.000,00 €	8.000,00 €			8.000,00 €
12	<b>Inbetriebnahme/Dokumentation</b> Dokumentation Dokumentation/Inbetriebnahme	1,00 1,00	psch psch	3.000,00 € 8.000,00 €	3.000,00 €	8.000,00 €		11.000,00 €
13	<b>EMSR-Technik</b> Pauschal (50 % der MT)	1,00	psch	510.000,00 €			510.000,00 €	510.000,00 €
<b>Summe Herstellungskosten, netto</b>					<b>911.022,20 €</b>	<b>1.018.668,00 €</b>	<b>510.000,00 €</b>	<b>2.439.690,20 €</b>
Nebenkosten (Ing.-Honoare, Prüfgebühr, usw.) 20%					182.204,44 €	203.733,60 €	102.000,00 €	487.938,04 €
<b>Summe Baukosten, netto</b>					<b>1.093.226,64 €</b>	<b>1.222.401,60 €</b>	<b>612.000,00 €</b>	<b>2.927.628,24 €</b>
Mehrwertsteuer 19%								463.541,14 €
<b>Summe Baukosten, brutto</b>								<b>3.391.169,38 €</b>

**Stadtwerke Wesel GmbH**  
**Kläranlage Wesel**

Projekt: Studie 4. Reinigungsstufe

Projekt-Nr.: 485 004

Variante: 2

GAK-Filtration

Investitionskostenannahme

Pos.-Nr	Text	Menge	Einheit	Einheitspreis	Bautechnik	Masch.-Tech.	Elektro.-Tech.	Gesamtpreis
	<b>Kapitalkosten</b>							
	Nutzungsdauer Bautechnik in Jahren	30						
	Nutzungsdauer Masch.-Technik in Jahren					15		
	Nutzungsdauer EMSR-Technik in Jahren						15	
	Zinssatz i	3%			3%		3%	
	<b>Kapitalwiedergewinnungsfaktor KFAKR (i;n)</b>							
	Kapitalwiedergewinnungsfaktor Bautechnik	0,05102						
	Kapitalwiedergewinnungsfaktor Masch.-Technik				0,08377			
	Kapitalwiedergewinnungsfaktor EMSR-Technik					0,08377		
	<b>Zwischensumme Kapitalkosten/a, netto</b>				<b>55.775,61 €</b>	<b>102.396,40 €</b>	<b>51.265,15 €</b>	<b>209.437,16 €</b>
	<b>Wartung- und Instandhaltungskosten</b>							
	1,0 %/a der Baukosten	10.932,27 €						
	4,0 %/a der Kosten für technische Installationen				48.896,06 €			
	2,0 %/a der Kosten für EMSR-Technik						12.240,00 €	
	<b>Summe Wartungs-/Instandhaltungskosten/a, netto</b>	<b>10.932,27 €</b>			<b>48.896,06 €</b>	<b>12.240,00 €</b>		<b>72.068,33 €</b>

**Stadtwerke Wesel GmbH**  
**Kläranlage Wesel**

Projekt: Studie 4. Reinigungsstufe

Projekt-Nr.: 485 004

Variante: 3

Ozonung mit nachgeschal. Sandfilter (konti. gespült)

Investitionskostenannahme

Pos.-Nr	Text	Menge	Einheit	Einheitspreis	Bautechnik	Masch.-Tech.	Elektro.-Tech.	Gesamtpreis
0	<b>Baustelleneinrichtung</b> (10 % Bautechnik) (5 % Maschinenteknik)				68.969,00 €	60.854,00 €		327.573,00 €
1	<b>Abbruch/Rückbau</b> Maschinenteknik Spitzenausgl.-becken Abbruch	1,00 1,00	psch psch	2.000,00 € 5.000,00 €	2.000,00 € 5.000,00 €			7.000,00 €
2	<b>Zwischenhebewerk</b> Pumpenvorlage Anbindung Gerinne Ablauf Wehr Ablaufkanal Schlosserarbeiten (Gitterrost/Geländer) Dammalkenverschluss Tauchmotorpumpen mit Arm. + Verrohr.	165,00 1,00 1,00 1,00 1,00 5,00	m³ psch psch psch psch St	350,00 € 10.000,00 € 5.000,00 € 9.000,00 € 4.000,00 € 21.000,00 €	57.750,00 € 10.000,00 € 5.000,00 € 9.000,00 € 4.000,00 €		105.000,00 €	190.750,00 €
3	<b>Reaktionsbehälter</b> Behälter, gasdicht + Verteilschacht Installation VA (RL) allgemein Armaturen Antriebe Armaturen Bediensteg	500,00 1,00 1,00 1,00 1,00	m³ psch psch psch psch	600,00 € 15.000,00 € 26.000,00 € 15.000,00 € 8.000,00 €	300.000,00 €  8.000,00 €	15.000,00 € 26.000,00 € 15.000,00 €		364.000,00 €
4	<b>Rohrtech. Installation</b> <i>Zulaufleitung</i> Leitung DN 400 VA Str. I + II Rohrleitung VA incl. Formstücke Antriebe Armaturen <i>Schlammwasserleitung</i> Leitung DN 150 VA Str. I + II Rohrleitung VA incl. Formstücke	66,00 1,00 1,00 1,00 60,00 1,00	m psch psch psch m psch	480,00 € 8.000,00 € 8.000,00 € 8.000,00 € 120,00 € 3.000,00 €		31.680,00 € 8.000,00 € 8.000,00 € 7.200,00 € 3.000,00 €		57.880,00 €
5	<b>Ozonanlage</b> Anlage Ozonerzeuger (2*6 kg/h) Einsatzgasversorgung Instrumentenluft u. N <sub>2</sub> -Zudosierung Wärmetauscher Kühlwasser Eintragungssystem (32 Diffusoren) Restozonvernichter Raumluftüberwachung Ozongasüberwachung im Ozongas Ozonmessung Wasser Anlagensteuerung Ventile und Instrumente Verrohrung und Montage Über-/Unterdrucksicherung Kontaktbeh. Pumpen + Verroh. Kühlwasser	1,00 2,00  2,00         1,00 2,00 1,00	psch incl. incl. incl. incl. incl. incl. incl. incl. incl. incl. psch St psch	483.000,00 €            75.000,00 € 3.600,00 € 18.000,00 €	483.000,00 €	75.000,00 € 7.200,00 € 18.000,00 €		583.200,00 €
6	<b>Aufstellung O2/O3-Anlage m. Halle</b> Einhausung Ozonanlage-NSV Auffüllung Becken (Rest) Pflasterung Fundament O2-Anlage	105,00 660,00 220,00 1,00	m³ m³ m² psch	370,00 € 30,00 € 90,00 € 4.000,00 €	38.850,00 € 19.800,00 € 19.800,00 € 4.000,00 €			82.450,00 €
7	<b>Sandfilter, kontinuierlich gespült</b> Becken SF I + II Anbindung Ablauf KB I und II Install. Sandfilter mit IBN Ablaufgerinne Filter I und II	566,00 1,00 1,00 25,00	m³ psch psch m	240,00 € 18.000,00 € 400.000,00 € 750,00 €	135.840,00 € 16.000,00 € 400.000,00 € 18.750,00 €	400.000,00 €		570.590,00 €
8	<b>Erdverlegte Rohrleitungen</b> Schlammw. PE 100 SDR 17 160*9,5 Formstücke Einbindung Rohrleitung (Bohrungen usw.)	30,00 1,00 1,00	m psch psch	120,00 € 800,00 € 1.500,00 €	3.600,00 € 800,00 € 1.500,00 €			5.900,00 €
9	<b>Kabelschächte/Leerrohre</b>	1,00	psch	9.000,00 €	9.000,00 €			9.000,00 €
10	<b>Hausinstallation/Entwässerung</b>	1,00	psch	8.000,00 €	8.000,00 €			8.000,00 €
11	<b>Strassen-/Wegebau/Aussenanlagen</b>	1,00	psch	8.000,00 €	8.000,00 €			8.000,00 €
12	<b>Inbetriebnahme/Dokumentation</b> Dokumentation Dokumentation/Inbetriebnahme	1,00 1,00	psch psch	3.000,00 € 12.000,00 €	5.000,00 €	15.000,00 €		20.000,00 €

**Stadtwerke Wesel GmbH**  
**Kläranlage Wesel**

Projekt: Studie 4. Reinigungsstufe

Projekt-Nr.: 485 004

Variante: 3

Ozonung mit nachgeschal. Sandfilter (konti. gespült)

Investitionskostenannahme

Pos.-Nr	Text	Menge	Einheit	Einheitspreis	Bautechnik	Masch.-Tech.	Elektro.-Tech.	Gesamtpreis
13	<b>EMSR-Technik</b> Pauschal (40 % der MT)	1,00	psch	512.000,00 €			512.000,00 €	512.000,00 €
	<b>Summe Herstellungskosten, netto</b>				<b>758.659,00 €</b>	<b>1.277.934,00 €</b>	<b>512.000,00 €</b>	<b>2.548.593,00 €</b>
	Nebenkosten (Ing.-Honoare, Prüfgebühr, usw.)			20%	151.731,80 €	255.586,80 €	102.400,00 €	509.718,60 €
	<b>Summe Baukosten, netto</b>				<b>910.390,80 €</b>	<b>1.533.520,80 €</b>	<b>614.400,00 €</b>	<b>3.058.311,60 €</b>
	Mehrwertsteuer			19%				484.232,67 €
	<b>Summe Baukosten, brutto</b>							<b>3.542.544,27 €</b>

	<b>Kapitalkosten</b>							
	Nutzungsdauer Bautechnik in Jahren				30			
	Nutzungsdauer Masch.-Technik in Jahren					15		
	Nutzungsdauer EMSR-Technik in Jahren						15	
	Zinssatz i				3%	3%	3%	
	<b>Kapitalwiedergewinnungsfaktor KFAKR (i;n)</b>							
	Kapitalwiedergewinnungsfaktor Bautechnik				0,05102			
	Kapitalwiedergewinnungsfaktor Masch.-Technik					0,08377		
	Kapitalwiedergewinnungsfaktor EMSR-Technik						0,08377	
	<b>Zwischensumme Kapitalkosten/a, netto</b>				<b>46.447,46 €</b>	<b>128.457,79 €</b>	<b>51.466,19 €</b>	<b>226.371,44 €</b>

	<b>Wartung- und Instandhaltungskosten</b>							
	1,0 %/a der Baukosten				9.103,91 €			
	4,0 %/a der Kosten für technische Installationen					61.340,83 €		
	2,0 %/a der Kosten für EMSR-Technik						12.288,00 €	
	<b>Summe Wartungs-/Instandhaltungskosten/a, netto</b>				<b>9.103,91 €</b>	<b>61.340,83 €</b>	<b>12.288,00 €</b>	<b>82.732,74 €</b>

**Stadtwerke Wesel GmbH**  
**Kläranlage Wesel**

Projekt: Studie 4. Reinigungsstufe

Projekt-Nr.: 485 004

Variante: 4

Ozon mit nachgeschalteter BAK-Filtration

Investitionskostenannahme

Pos.-Nr	Text	Menge	Einheit	Einheitspreis	Bautechnik	Masch.-Tech.	Elektro.-Tech.	Gesamtpreis
0	<b>Baustelleneinrichtung</b> (10 % Bautechnik) (5 % Maschinentechnik)				112.529,20 €		82.638,00 €	195.167,20 €
1	<b>Abbruch/Rückbau</b> Mittelwand Becken Maschinentechnik Spitzenausgl.-becken	45,90 1,00	m³ psch	180,00 € 2.000,00 €	8.262,00 € 2.000,00 €			10.262,00 €
2	<b>Filterbauwerk mit Vorlage u Speicher</b> Bauwerk komplett mit Ozonreaktor Filterboden mit Düsen Anbindung PV an Gerinne Ablauf Wehr Ablaufkanal Schlosserarbeiten (Gitterrost/Geländer) Dambalkenverschluss Zulauf	1,00 240,00 1,00 1,00 1,00 1,00	psch m² psch psch psch psch	900.000,00 € 900,00 € 10.000,00 € 5.000,00 € 50.000,00 € 4.000,00 €	900.000,00 €	216.000,00 €		1.185.000,00 €
3	<b>Filtermaterial (Erstbefüllung)</b> Aktivkohle Stützsicht	240,00 72,00	Mg m³	1.300,00 € 280,00 €		312.000,00 € 20.160,00 €		332.160,00 €
4	<b>Tech. Installation Kontaktbecken Ozon</b> Installation VA (RL) allgemein Armaturen Antriebe Armaturen	1,00 1,00 1,00	psch psch psch	15.000,00 € 26.000,00 € 15.000,00 €		15.000,00 € 26.000,00 € 15.000,00 €		56.000,00 €
5	<b>Pumpen</b> Beschickungspumpen mit Arm. + Verrohr. Spülwasserpumpe mit Verrohrung Schlammwasserpumpe + Verrohrung	5,00 2,00 1,00	St St St	21.000,00 € 23.000,00 € 16.000,00 €		105.000,00 € 46.000,00 € 16.000,00 €		151.000,00 €
6	<b>Gebläse</b> Spülluftgebläse mit Verrohrung	1,00	St	25.000,00 €		25.000,00 €		25.000,00 €
7	<b>Rohrtech. Installation</b> <i>Zulaufleitung</i> Leitung DN 400 VA Str. I + II Rohrleitung VA incl. Formstücke Antriebe Armaturen <i>Schlammwasserleitung</i> Leitung DN 150 VA Str. I + II Rohrleitung VA incl. Formstücke <i>Filter</i> Rohrleitung VA incl. Formstücke Armaturen Antriebe Armaturen	40,00 1,00 1,00 60,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00	m psch psch m psch psch psch psch psch psch	480,00 € 5.000,00 € 8.000,00 € 120,00 € 3.000,00 € 75.000,00 € 70.000,00 € 71.000,00 €		19.200,00 € 5.000,00 € 8.000,00 € 7.200,00 € 3.000,00 € 75.000,00 € 70.000,00 € 71.000,00 €		258.400,00 €
8	<b>Ozonanlage</b> Anlage Ozonerzeuger (2*6 kg/h) Einsatzgasversorgung Instrumentenluft u. N₂-Zudosierung Wärmetauscher Kühlwasser Eintragssystem (32 Diffusoren) Restozonvernichter Raumluftüberwachung Ozongasüberwachung im Ozongas Ozonmessung Wasser Anlagensteuerung Ventile und Instrumente Verrohrung und Montage Über-/Unterdrucksicherung Kontaktbeh. Pumpen + Verroh. Kühlwasser	1,00 2,00 incl. incl. 2,00 incl. incl. incl. incl. incl. incl. incl. 1,00 2,00 1,00	psch incl. incl. incl. incl. incl. incl. incl. incl. incl. incl. incl. psch St psch	483.000,00 € incl. incl. incl. incl. incl. incl. incl. incl. incl. incl. incl. 75.000,00 € 3.600,00 € 18.000,00 €		483.000,00 € 75.000,00 € 7.200,00 € 18.000,00 €		583.200,00 €
9	<b>Aufstellung O2/O3-Anlage m. Halle</b> Einhausung Ozonanlage-NSV	105,00	m³	370,00 €	38.850,00 €			38.850,00 €
10	<b>Auffüllung Becken (Rest)</b> Auffüllung Becken (Rest) Pflasterung	1.188,00 396,00	m³ m²	30,00 € 90,00 €	35.640,00 € 35.640,00 €			71.280,00 €
11	<b>Erdverlegte Rohrleitungen</b> Schlammw. PE 100 SDR 17 160*9,5 Formstücke Einbindung Rohrleitung (Bohrungen usw.)	30,00 1,00 1,00	m psch psch	120,00 € 800,00 € 1.500,00 €	3.600,00 € 800,00 € 1.500,00 €			5.900,00 €
12	<b>Kabelschächte/Leerrohre</b>	1,00	psch	9.000,00 €	9.000,00 €			9.000,00 €

**Stadtwerke Wesel GmbH**  
**Kläranlage Wesel**

Projekt: Studie 4. Reinigungsstufe

Projekt-Nr.: 485 004

Variante: 4

Ozon mit nachgeschalteter BAK-Filtration

Investitionskostenannahme

Pos.-Nr	Text	Menge	Einheit	Einheitspreis	Bautechnik	Masch.-Tech.	Elektro.-Tech.	Gesamtpreis
13	Hausinstallation/Entwässerung	1,00	psch	8.000,00 €	8.000,00 €			8.000,00 €
14	Strassen-/Wegebau/Aussenanlagen	1,00	psch	8.000,00 €	8.000,00 €			8.000,00 €
15	Inbetriebnahme/Dokumentation	1,00	psch	5.000,00 €	5.000,00 €			20.000,00 €
	Dokumentation/Inbetriebnahme	1,00	psch	15.000,00 €		15.000,00 €		
16	EMSR-Technik							868.000,00 €
	Pauschal (50 % der MT)	1,00	psch	868.000,00 €			868.000,00 €	
<b>Summe Herstellungskosten, netto</b>					<b>1.237.821,20 €</b>	<b>1.735.398,00 €</b>	<b>868.000,00 €</b>	<b>3.841.219,20 €</b>
Nebenkosten (Ing.-Honoare, Prüfgebühr, usw.)				20%	<b>247.564,24 €</b>	<b>347.079,60 €</b>	<b>173.600,00 €</b>	<b>768.243,84 €</b>
<b>Summe Baukosten, netto</b>					<b>1.485.385,44 €</b>	<b>2.082.477,60 €</b>	<b>1.041.600,00 €</b>	<b>4.609.463,04 €</b>
Mehrwertsteuer				19%				<b>729.831,65 €</b>
<b>Summe Baukosten, brutto</b>								<b>5.339.294,69 €</b>

<b>Kapitalkosten</b>								
Nutzungsdauer Bautechnik in Jahren					30			
Nutzungsdauer Masch.-Technik in Jahren						15		
Nutzungsdauer EMSR-Technik in Jahren							15	
Zinssatz i					3%	3%	3%	
<b>Kapitalwiedergewinnungsfaktor KFAKR (i;n)</b>								
Kapitalwiedergewinnungsfaktor Bautechnik					0,05102			
Kapitalwiedergewinnungsfaktor Masch.-Technik						0,08377		
Kapitalwiedergewinnungsfaktor EMSR-Technik							0,08377	
<b>Zwischensumme Kapitalkosten/a, netto</b>					<b>75.783,26 €</b>	<b>174.442,03 €</b>	<b>87.251,27 €</b>	<b>337.476,56 €</b>

<b>Wartung- und Instandhaltungskosten</b>								
1,0 %/a der Baukosten					14.853,85 €			
4,0 %/a der Kosten für technische Installationen						83.299,10 €		
2,0 %/a der Kosten für EMSR-Technik							20.832,00 €	
<b>Summe Wartungs-/Instandhaltungskosten/a, netto</b>					<b>14.853,85 €</b>	<b>83.299,10 €</b>	<b>20.832,00 €</b>	<b>118.984,96 €</b>

**Anlage 3:  
Betriebskosten  
Varianten 1 bis 4**

**Stadtwerke Wesel GmbH**  
**Kläranlage Wesel**

**Projekt: Studie 4. Reinigungsstufe**

**Projektnum 675 009**

**Zusammenstellung Betriebskosten**

	<b>Text</b>		<b>Variante 1</b> PAK m. Rücklaufk.	<b>Variante 2</b> GAK-Filtration	<b>Variante 3</b> Ozonung + SF	<b>Variante 4</b> Ozonung + BAK
B	Betriebsgebundene Kosten	EUR/a	134.651,16	112.068,33	122.732,74	158.984,96
C	Verbrauchsgebundene Kosten	EUR/a	171.324,32	384.819,22	200.315,99	227.864,06
	<b>Summe Betriebskosten, netto</b>	<b>EUR/a</b>	<b>305.975,49</b>	<b>496.887,55</b>	<b>323.048,73</b>	<b>386.849,02</b>
	Mehrwertsteuer: 19%	EUR/a	58.135,34	94.408,64	61.379,26	73.501,31
	<b>Summe Betriebskosten, brutto</b>	<b>EUR/a</b>	<b>364.110,83</b>	<b>591.296,19</b>	<b>384.427,99</b>	<b>460.350,34</b>
	<b>Anteil</b>		<b>100%</b>	<b>162%</b>	<b>106%</b>	<b>126%</b>

**Stadtwerke Wesel GmbH**  
**Kläranlage Wesel**
**Projekt: Studie 4. Reinigungsstufe**  
**Projektnummer: 675 009**  
**Laufende Kosten Varianten**

Pos.	Bezeichnung		Variante 1 PAK mit Rücklaufkohle	Variante 2 GAK	Variante 3 Ozonung + Sandfilter	Variante 4 Ozonung + BAK
<b>A</b>	<b>Kapitalgebundene Kosten</b>	<b>EUR/a</b>	<b>262.010,58</b>	<b>209.437,16</b>	<b>226.371,44</b>	<b>337.476,56</b>
<b>B</b>	<b>Betriebsgebundene Kosten</b>	<b>EUR/a</b>	<b>134.651,16</b>	<b>112.068,33</b>	<b>122.732,74</b>	<b>158.984,96</b>
<b>1.0</b>	<b>Personalkosten</b>	<b>EUR/a</b>	<b>40.000,00</b>	<b>40.000,00</b>	<b>40.000,00</b>	<b>40.000,00</b>
	Menge	MA/a	1,00	1,00	1,00	1,00
	spez. Preis	EUR/MA	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00
			40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00
<b>2.0</b>	<b>Wartungs- und Instandhaltungskosten</b>	<b>EUR/a</b>	<b>94.651,16</b>	<b>72.068,33</b>	<b>82.732,74</b>	<b>118.984,96</b>
<b>C</b>	<b>Verbrauchsgebundene Kosten</b>	<b>EUR/a</b>	<b>171.324,32</b>	<b>384.819,22</b>	<b>200.315,99</b>	<b>227.864,06</b>
<b>1.0</b>	<b>Energiekosten</b>	<b>EUR/a</b>	<b>44.340,81</b>	<b>34.955,93</b>	<b>106.728,15</b>	<b>94.811,96</b>
	Menge	kWh/a	280.106,19	220.820,78	674.214,48	598.938,46
	spez. Preis	EUR/kWh	0,16	0,16	0,16	0,16
			44.340,81	34.955,93	106.728,15	94.811,96
<b>2.0</b>	<b>Chemikalienkosten</b>	<b>EUR/a</b>	<b>82.723,70</b>	<b>342.486,66</b>	<b>86.211,21</b>	<b>125.675,47</b>
2.1	PAK/GAK	Menge	52,69	263,45		30,00
		spez. Preis	1.500	1.300		1.300
			79.035,38	342.486,66		39.000,00
	<i>Kontrollrechnung GAK</i>	<i>Menge</i>		<i>658,63</i>		
		<i>spez. Preis</i>		<i>515</i>		
				<i>339.193,52</i>		
2.2	Fäll-/Flockungsmittel	Menge	152,73			
		spez. Preis				
2.3	Flockungshilfsmittel	Menge	1,05			
		spez. Preis	3.500			
			3.688,32			
2.4	Sauerstoff (flüssig) inkl. Tankmiete	Menge			344.844,82	346.702
		spez. Preis			0,25	0,25
					86.211,21	86.675,47
<b>3.0</b>	<b>Schlammverbrennungs-/Entsorgungskosten</b>		<b>44.259,81</b>	<b>7.376,64</b>	<b>7.376,64</b>	<b>7.376,64</b>
3.1	zusätz. Schlamm d. PAK/Filter Entwässerungskosten	Menge	158,07	26,35	26,35	26,35
		spez. Preis TS	80,00	80,00	80,00	80,00
	Entsorgungskosten (Verbrenn.)	spez. Preis	43,25	43,25	43,25	43,25
	Entwässerungsergebnis		22%	22%	22%	22%
		spez. Preis TS	200,00	200,00	200,00	200,00
	Entwässerungskosten					
			44.259,81	7.376,64	7.376,64	7.376,64
	<i>Annahmen Var. 1 (PAK):</i>					
	<i>1 Mg TR: 1/3 PAK, 2/3 AFS aus</i>					
	<i>Organik und Fällung</i>					
	<i>Annahmen tur Var. 2-4</i>					
	<i>(Filtration): zusätzlicher</i>					
	<i>Rückhalt von 5 mg AFS/l im</i>					
	<i>Filter gegenüber IST-Zustand</i>					
	<b>Summe A: Kapitalgebundene Kosten</b>	<b>EUR/a</b>	<b>262.010,58</b>	<b>209.437,16</b>	<b>226.371,44</b>	<b>337.476,56</b>
	<b>Summe B: Betriebsgebundene Kosten</b>	<b>EUR/a</b>	<b>134.651,16</b>	<b>112.068,33</b>	<b>122.732,74</b>	<b>158.984,96</b>
	<b>Summe C: Verbrauchsgebundene Kosten</b>	<b>EUR/a</b>	<b>171.324,32</b>	<b>384.819,22</b>	<b>200.315,99</b>	<b>227.864,06</b>
	<b>Gesamtsumme Jahreskosten, netto</b>	<b>EUR/a</b>	<b>567.986,07</b>	<b>706.324,72</b>	<b>549.420,18</b>	<b>724.325,58</b>
	Mehrwertsteuer	19%	107.917,35	134.201,70	104.389,83	137.621,86
	<b>Summe Jahreskosten, brutto</b>		<b>675.903,42</b>	<b>840.526,41</b>	<b>653.810,01</b>	<b>861.947,44</b>

**Stadtwerke Wesel GmbH**  
**Kläranlage Wesel**

**Projekt:** Studie 4. Reinigungsstufe  
**Projektnummer:** 485 004  
**Energiebedarf Varianten**

Pos.	Bezeichnung		Variante 1 PAK mit Rücklaufkohle	Variante 2 GAK	Variante 3 Ozonung + Sandfilter	Variante 4 Ozonung + BAK
<b>1.0</b>	<b>Pumpen</b>	<b>kWh/a</b>	<b>176.320</b>	<b>189.674</b>	<b>243.351</b>	<b>224.291</b>
1.1	Beschickungspumpen	kWh/a	114.338	177.039	212.078	188.104
1.2	Rücklaufkohlepumpe	kWh/a	21.076			
1.3	Überschussskohlepumpe	kWh/a	1.749			
1.4	Dosierpumpen	kWh/a	5.431			
	Flockungsmittel (Me-Salze)	kW	0,1			
	Flockungshilfsmittel	kW	0,5			
	Laufzeit	h/d	24			
1.5	Spülwasserpumpe	kWh/a		12.634		4.913
1.6	Schlammwasserpumpe <i>entfällt, da freier Abfluss in Vorklärung</i>	kWh/a	0	0	0	0
1.7	Treibwasser für PAK-Dosierung	kWh/a	33.726			
1.8	Kühlwasser für Ozonerzeuger	kWh/a			31.273	31.273
<b>2.0</b>	<b>Gebläse</b>	<b>kWh/a</b>		<b>4.802</b>		<b>1.601</b>
2.1	Spülluftgebläse	kWh/a		4.802		1.601
<b>3.0</b>	<b>Räumer</b>	<b>kWh/a</b>	<b>8.760</b>			
	Anzahl Räumer		2			
3.1	Räumer Absetzbecken	kWh/a	4.380,0			
	Antrieb	kW	0,50			
	Laufzeit	h/d	24			
<b>4.0</b>	<b>Rührwerke</b>	<b>kWh/a</b>	<b>46.253</b>			
4.1	Rührwerke Kontaktbecken	kWh/a	46.253			
<b>5.0</b>	<b>Doiserggerät PAK</b>	<b>kWh/a</b>	<b>5.782</b>			
	Anzahl Dosiergeräte		2			
5.1	Antrieb Dosierschnecke	kWh/a	2.891			
	Antrieb	kW	0,55			
	Auslastung		60%			
	Laufzeit	h/d	24			
<b>6.0</b>	<b>Ozonanlage</b>	<b>kWh/a</b>			<b>346.702</b>	<b>346.702</b>
6.1	Ozonerzeugung					
6.2	Restozonvernichtung					

<b>7.0</b>	<b>Tuchfilter</b>	<b>kWh/a</b>	<b>16.646</b>			
	Anzahl Filter		2			
7.1	Betrieb Filter		2.738,6			
7.1.1	Antrieb Filter	kWh/a	2.738,6			
	Antrieb	kW	1,83			
	Laufzeit	h/d	4,1			
7.2	Rückspülung Filter		5.584,5			
7.2.1	Filterabsaugpumpen	kWh/a	5.518,8			
	Antrieb	kW	1,80			
	Anzahl	n	6			
	Laufzeit	h/d	1,4			
7.2.2	Bodenschlammumpen	kWh/a	65,7			
	Antrieb	kW	1,80			
	Anzahl	n	2			
	Laufzeit	h/d	0,05			
<b>8.0</b>	<b>Sandfilter, kontinuierlich gespült</b>	<b>kWh/a</b>			<b>57.816</b>	
8.1	Druckluftversorgung	kWh/a			57.816	
<b>9.0</b>	<b>Messtechnik</b>	<b>kWh/a</b>	<b>26.345</b>	<b>26.345</b>	<b>26.345</b>	<b>26.345</b>
	pauschal	0,005 kWh/m <sup>3</sup>	26.345	26.345	26.345	26.345
	<b>Summe 1: Pumpen</b>	<b>kWh/a</b>	<b>176.320</b>	<b>189.674</b>	<b>243.351</b>	<b>224.291</b>
	<b>Summe 2: Gebläse</b>	<b>kWh/a</b>	<b>0</b>	<b>4.802</b>	<b>0</b>	<b>1.601</b>
	<b>Summe 3: Räumler</b>	<b>kWh/a</b>	<b>8.760</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
	<b>Summe 4: Rührwerke</b>	<b>kWh/a</b>	<b>46.253</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
	<b>Summe 5: Dosiergerät PAK</b>	<b>kWh/a</b>	<b>5.782</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
	<b>Summe 6: Ozonanlage</b>	<b>kWh/a</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>346.702</b>	<b>346.702</b>
	<b>Summe 7: Tuchfilter</b>	<b>kWh/a</b>	<b>16.646</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
	<b>Summe 8: Sandfilter, kont. gespült</b>	<b>kWh/a</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>57.816</b>	<b>0</b>
	<b>Summe 9: Messtechnik</b>	<b>kWh/a</b>	<b>26.345</b>	<b>26.345</b>	<b>26.345</b>	<b>26.345</b>
	<b>Gesamtsumme</b>	<b>kWh/a</b>	<b>280.106</b>	<b>220.821</b>	<b>674.214</b>	<b>598.938</b>

## **Anlage 4: Jahreskosten**

**Stadtwerke Wesel GmbH**  
**Kläranlage Wesel**

Projekt: Studie 4. Reinigungsstufe

Projekt-Nr.: 675 009

**Zusammenstellung Jahreskosten**

Pos.-Nr	Text		Variante 1 PAK m. Rücklaufk.	Variante 2 GAK-Filtration	Variante 3 Ozonung + SF	Variante 4 Ozonung + BAK
A	Kapitalgebundene Kosten	EUR/a	262.010,58	209.437,16	226.371,44	337.476,56
B	Betriebsgebundene Kosten	EUR/a	134.651,16	112.068,33	122.732,74	158.984,96
C	Verbrauchsgebundene Kosten	EUR/a	171.324,32	384.819,22	200.315,99	227.864,06
<b>Summe Jahreskosten, netto</b>		<b>EUR/a</b>	<b>567.986,07</b>	<b>706.324,72</b>	<b>549.420,18</b>	<b>724.325,58</b>
Mehrwertsteuer: 19%		EUR/a	107.917,35	134.201,70	104.389,83	137.621,86
<b>Summe Jahreskosten, brutto</b>		<b>EUR/a</b>	<b>675.903,42</b>	<b>840.526,41</b>	<b>653.810,01</b>	<b>861.947,44</b>
<b>Anteil</b>			<b>103%</b>	<b>129%</b>	<b>100%</b>	<b>132%</b>

Abwassermenge (100%)	m <sup>3</sup> /a	5.848.275
<b>Teilstrommenge (90%)</b>	<b>m<sup>3</sup>/a</b>	<b>5.269.026</b>

spez. Kosten, netto	EUR/m <sup>3</sup>	0,10780	0,13405	0,10427	0,13747
<b>spez. Kosten, brutto</b>	<b>EUR/m<sup>3</sup></b>	<b>0,12828</b>	<b>0,15952</b>	<b>0,12409</b>	<b>0,16359</b>