



Nachhaltige Klärschlammbehandlung

Vom Abfallprodukt zur alternativen Energiequelle

WABAG Klärschlammbehandlung

Technologien zur Schlammbehandlung

Nachhaltige Lösungen von WABAG

Die mechanisch/biologische Abwasserbehandlung ist das weltweit am häufigsten eingesetzte Verfahren zur Reinigung von kommunalen Abwässern. Moderne Kläranlagen arbeiten hocheffizient und sind im Ablauf nahezu frei von Feststoffen. Als Nebenprodukt fallen Klärschlämme an, die ein erhebliches Potential an nutzbarer Energie sowie Nährstoffen enthalten.

Die Verwertung der Klärschlämme setzt eine fachgerechte Schlammbehandlung voraus, die vor allem den hohen Wasseranteil (>95%), die Belastung durch Schadstoffe, pathogene Keime sowie geruchsintensiven Stoffen reduziert bzw. entfernt.

Mit unserem Angebot an ausgereiften Verfahren und Anlagen können diese Aufgaben problemlos erfüllt und weiters auch das Potential der Klärschlämme genutzt werden. Die Anforderungen an eine moderne Schlammbehandlung als wichtiger Bestandteil einer umweltgerechten Abwasserentsorgung sind heute vielseitig:

- Wirtschaftlichkeit hinsichtlich Investitions- und Betriebskosten
- Energieeffizienz: Geringer Energieverbrauch und Nutzung von Eigenreserven
- Minimierung des Schlammvolumens
- Hohe Klärschlammqualität
- Umweltschonende Deponierung

Für die fachgerechte Schlammbehandlung stehen zwei klassische Verfahren zur Verfügung:

Die aerobe Schlammstabilisierung erfolgt in offenen Schlammbecken unter Zufuhr von Sauerstoff. Voraussetzung ist ein genügend großes Platzangebot. Belüftung und Rührwerke erfordern einen höheren Energieaufwand im Vergleich zur anaeroben Stabilisierung.

Die vorteilhafte Lösung: Die anaerobe Schlammstabilisierung. Für Kläranlagen mit mittleren und großen Ausbaupazitäten (ab ca. 20.000 EW) ist die beste Lösung hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, Energieeffizienz und Umweltschonung die anaerobe Stabilisierung. Hier entsteht während der kontrollierten Faulung brennbares Biogas, welches energetisch genutzt werden kann.

Abhängig von den individuellen Anforderungen an eine Anlage, kann auch die **duale Stabilisierung** - eine Kombination von beiden Verfahren - die optimale Lösung darstellen.



Hauptkläranlage Oran, Algerien

- Ausbaupazität: 270.100 m³/d, 1.526.000 EW
- Mechanisch/biologische Abwasserbehandlung und Desinfektion im Ablauf.
- Schlamm Eindickung: statisch, mechanisch
- 4 Faultürme à 9.600 m³, 1 Gasspeicher à 6.800 m³
- Entwässerung: Bandfilterpressen
- Schlüssel fertige Realisierung der Hauptkläranlage in Oran.
- DBO, 2 Jahre Betriebsführung

Die Klärschlämme werden anaerob stabilisiert, das Biogas wird thermisch verwertet und die Wärme für die Bioreaktoren genutzt.

Die anaerobe Schlammstabilisierung

Wesentliche Vorteile

Klärschlamm – Abfall oder alternative Energiequelle?

Steigender Energiebedarf und steigende CO₂-Emissionen sind weltweit dringend zu lösende Probleme. Und werden Klärschlämme unbehandelt auf Deponien gelagert, wird der Treibhauseffekt verstärkt, weil über Jahrzehnte hinweg umweltschädliches Deponiegas in die Atmosphäre gelangt. Dabei ist vor allem das frei werdende Methan relevant, da es 25mal treibhausaktiver ist als Kohlendioxid.

Die anaerobe Schlammbehandlung bietet einen alternativen Lösungsansatz mit einer Reihe von ökologischen und ökonomischen Vorteilen:

- Abbau der organischen Inhaltsstoffe um ~50% - diese werden in brennbares Biogas umgewandelt.
- Produktion erneuerbarer Energie
- Autarke Energieversorgung der Kläranlagen möglich
- Reduzierte Betriebskosten
- Stabiler und zuverlässiger Prozess
- Geringerer Platzbedarf
- Reduktion von geruchsbildenden Substanzen
- Hygienisierung des Schlammes (u.a. Keimreduktion)
- Klimaschutz durch verbesserte CO₂-Bilanz der Kläranlagen

Ihr kompetenter Partner

Wir bieten Erfahrung, Know-how, Innovation

WABAG hat umfassende Erfahrungen in der Auslegung, Errichtung und im Betrieb von Anlagen mit sowohl aerober als auch anaerober Stabilisierung von Klärschlämmen. Rund 80 anaerobe Stabilisierungsanlagen wurden in den letzten 20 Jahren in den verschiedensten Regionen der Welt installiert.

Unsere Leistungen reichen vom Basic & Detail-Design, Engineering, Lieferung, Installation, Montage und Inbetriebnahme bis hin zur langjährigen Betriebsführung. Für neue Anlagen oder für die Erweiterung und Modernisierung bestehender Anlagen.

Darüber hinaus hat WABAG ein innovatives Verfahren zur Schlamm-Desintegration entwickelt: der BIOZONE-AD®-Prozess nutzt das Oxidationspotential von Ozon für eine noch effektivere anaerobe Stabilisierung.

Anaerobe Schlammbehandlungsanlagen leisten einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz.



Kläranlage Kayseri, Türkei

- Ausbaukapazität:
110.000 m³/d, 800.000 EW
- Mechanisch/biologische Abwasserbehandlung inklusive Stickstoff- und Phosphorentfernung.
- Schlammeindickung:
statisch, mechanisch
- 1 Bioreaktor 6.750 m³,
1 Gasspeicher 3.000 m³
- 2 Blockheizkraftwerke (2 x 690 kW)
- Schlamm entwässerung:
Siebbandpressen
- DBO (Design-Build-Operate),
12 Monate Betriebsführung.

Duale Stabilisierung: Sekundärschlamm wird aerob, der Primärschlamm anaerob stabilisiert.

Die im BHKW produzierte Energie wird direkt für den Anlagenbetrieb genutzt: 30% der benötigten Elektrizität und die komplette Beheizung der Anlage werden sichergestellt.

Anlagen nach dem Stand der Technik

Ein wichtiger Beitrag zum Umweltschutz und zur nachhaltigen Energieversorgung

- ✓ **Volumenreduktion**
- ✓ **Biologische Stabilität**
- ✓ **Keimminderung**
- ✓ **Reduktion geruchsin-
tensiver Stoffe**
- ✓ **Biogasproduktion**
- ✓ **Verbesserte Entwässer-
ungseigenschaften**

Schlammeindickung zur Vorbehandlung

Mit einer Eindickung vor der Stabilisierung wird eine signifikante Reduktion des Schlammvolumens und folglich der hydraulischen Fracht im Faulturm mit einer besseren Gasausbeute und einem höheren Wärmegrad erzielt.

Der Prozess der anaeroben Schlammstabilisierung

Für das Design einer anaeroben Stabilisierung sind die wichtigsten Eingangsparameter der gewählte Temperaturbereich und die daraus resultierende Verweilzeit des Schlammes im Faulturm.

Die klassische Stabilisierung erfolgt in Bioreaktoren, den sogenannten Faultürmen. Innerhalb von rund 20 Tagen wird der Schlamm unter Ausschluss von Sauerstoff einer kontrollierten Faulung unterzogen, wobei die organischen Inhaltsstoffe in Wasser und Biogas umgewandelt werden. Das freiwerdende Faulgas (Biogas) - eine Mischung aus 50-70% Methan, 30-40% CO₂, 0-1 % Wasserdampf und Spurenstoffe - ist brennbar und kann energetisch genutzt werden.

Die Schlammstabilisierung kann in verschiedenen Temperaturbereichen stattfinden und ein- oder zweistufig ausgeführt werden. Üblicherweise wenden wir die mesophile Stabilisierung bei 30-37 °C an, welche rund 20 Tage benötigt. Eine weitere Lösung ist die thermophile Stabilisierung bei >53°C, die den Prozess auf weniger als 15 Tage verkürzt.

Für einen optimalen Prozess sind drei wichtige Punkte zu berücksichtigen:

- Umwälzen des Klärschlammes mittels Rührwerken oder Pumpen sowie durch (Bio)-Gaseinpressung
- Vermeidung von Schwimmschlammdecken
- Beheizung des Reaktors vorzugsweise durch Abwärme aus der Energieerzeugung.

Kläranlage Kodungaiyur Phase I, Chennai, Indien

- Ausbaukapazität: 110.000 m³/d
- Mechanisch/biologische Abwasserbehandlung
- Schlammeindickung: statisch
- 2 Faultürme à 6.075 m³
- Blockheizkraftwerk: 1 MW
- Schlammmentwässerung mit Zentrifugen
- DBO, 10 Jahre Betriebsführung.

Realisierung einer neuen Abwasserbehandlungsanlage mit anaerober Schlammbehandlung. Das Biogas wird verstromt und die Energie für die Versorgung der Kläranlage genutzt.



Grüne Energie produzieren

Die Verwertung von Biogas

Erneuerbare Energie. Die Möglichkeiten der Biogasverwertung.

Der Heizwert des während der anaeroben Stabilisierung im Faulturn produzierten Gases beläuft sich auf etwa 6,5 kWh/m³. Das entspricht mehr als der Hälfte des Heizwertes von Erdgas (~10 kWh/m³). Wird das Biogas energetisch genutzt, kann elektrische und thermische Energie für die Eigenversorgung von Kläranlagen gewonnen bzw. ins öffentliche Netz eingespeist werden.

- Erzeugung von elektrischer Energie und Abwärme in einem Blockheizkraftwerk:
~ 35-40% elektrische Energie, ~60% thermische Energie.

1 m³ Biogas = 6,5 kWh = 2,3 kWh elektrisch + 4,2 kWh thermisch

- Direktverwertung in Gasmotoren
- Thermische Nutzung durch Erzeugung von Dampf oder Warmwasser

Mit einer effizienten Verwertung kann eine weitgehend autarke Energieversorgung der Kläranlage mit Strom u.a. für die Belüftung der Belebungsbecken sowie mit Wärme für die Beheizung der Bioreaktoren, der Anlagegebäude und zur Warmwasserversorgung gewährleistet werden.

Große Kläranlagen können bis zu 100% ihres Energiebedarfs selbst abdecken.

Reinigung des Biogases

Abhängig von der Zusammensetzung des Abwassers kann eine Entschwefelung, Entfeuchtung oder Siloxanentfernung vor der energetischen Verwertung erforderlich sein. Dafür setzen wir individuell unterschiedliche Verfahren wie Adsorption, Biogaspäsche oder Sauerstoffinjektion ein.

Beispiel Schlammbehandlung Xiaohongmen, China:

Bioreaktorvolumen:
60.000 m³

Biogasproduktion:
30.000 m³ Biogas/Tag

Energieproduktion:
120.000 kWh therm./Tag
70.000 kWh el/Tag

Dies entspricht dem
Energiegehalt von
~20.000 m³ Erdgas/Tag.

Energieersparnis:
Strom: ~7.000 €/Tag
zuzüglich therm. Energie

Kläranlage Teheran Süd, Iran

- Ausbaukapazität:
450.000 m³/d, 2.100.000 EW
- Mechanisch/biologische
Abwasserbehandlung mit
Desinfektion im Ablauf.
- Schlammeyndickung:
statisch, mechanisch
- 6 Faultürme à 9.000 m³
- Gasspeicher: 2 x 5.000 m³
- Biologische Biogasentschwefelung
- Blockheizkraftwerke: 4 x 1,25 MW
- Schlammeyntwässerung:
Bandfilterpressen
- DBO, 5 Jahre Betriebsführung.

Die Klärschlammbehandlung erfolgt anaerob. Das Biogas wird in Blockheizkraftwerken verstromt, wodurch der Energiebedarf der gesamten Anlage bis zu 90% abgedeckt wird.



Optimale Nachbehandlung

für ein geschlossenes Schlammanagement

Nachbehandlung: Nacheindickung, Schlammentwässerung, Schlamm Trocknung, Schlammverbrennung

Bei der Nachbehandlung soll dem Schlamm das Wasser so weit als möglich entzogen werden. Dadurch wird das Volumen des Schlammes weiter verringert und die nachfolgenden Verfahrensschritte werden entlastet.

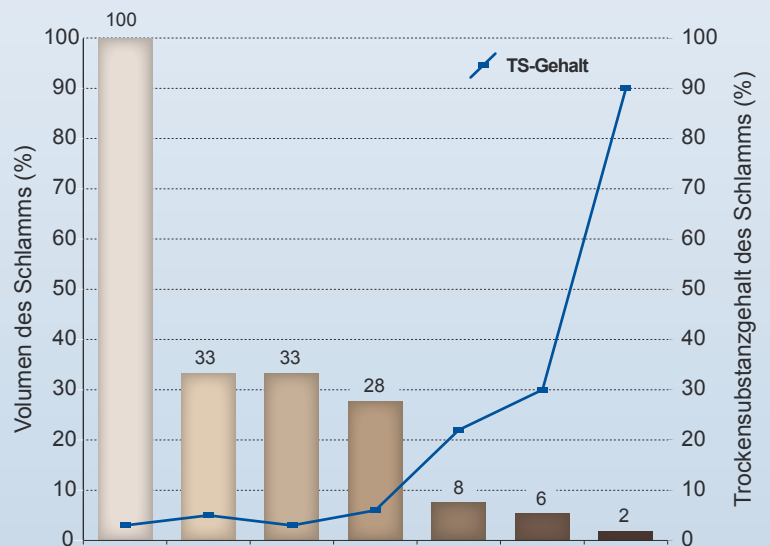
Abhängig von den Schlammeigenschaften und dem eingesetzten Verfahren weist stabilisierter Klärschlamm einen Trockensubstanzgehalt (TS) von 2-4% auf. Die Feststofffracht insgesamt wird mit der anaeroben Stabilisierung um rund 30% vermindert. Die TS-Konzentration erhöht sich mit einer Nacheindickung auf 4-7%.

Wird der Klärschlamm anschließend in Zentrifugen oder Filterpressen entwässert, wird ein TS-Gehalt von 20-35% erzielt. Bei einer zusätzlichen Trocknung in z.B. Fließbetтанlagen werden Trockensubstanzgehalte von bis zu 95% erreicht. Dies ermöglicht eine weitere Verwertung des Schlammes als Zusatzbrennstoff oder in der Landwirtschaft.

Schlammhygienisierung

Stabilisierter Klärschlamm enthält hohe Konzentrationen an Stickstoff und Phosphor und kann deshalb in der Landwirtschaft als Dünger verwendet werden. Voraussetzung dafür: Der Schlamm muss hygienisch einwandfrei, stabil und transportfähig sein. Zur Reduktion potentieller Umweltbelastungen, Gesundheitsrisiken sowie einer optimierten Abbaubarkeit stehen mehrere Verfahren, wie Wärmetrocknung mit einer Temperatur > 80°C und Reduktion des Wassergehalts auf <10% oder Kalkkonditionierung bis zu einem pH-Wert von mind.12, zur Verfügung. Dadurch werden u.a. pathogene Keime und Viren aus dem Schlamm abgetötet bzw. inaktiviert.

Reduktion des Schlammvolumens - Erhöhung des Trockensubstanzgehalts



Volumen des Schlammes:

- Rohschlamm
- Voreindickung
- Anaerob stabilisierter Schlamm
- Nacheindickung
- Entwässerter Schlamm Bandfilterpresse
- Entwässerter Schlamm Zentrifuge
- Getrockneter Schlamm

Kläranlage Adana West, Türkei

- Ausbaukapazität:
250.000 m³/d, 1.150.000 EW
- Mechanisch/biologische Abwasserbehandlung
- Schlammeindickung: statisch
- 6 Bioreaktoren à 9.000 m³,
2 Gasspeicher à 3.100 m³
- Biologische Biogasentschwefelung
- Blockheizkraftwerk (880 kW)
- Schlammentwässerung:
Siebbandpressen
- DBO, 5 Jahre Betriebsführung.

Die Klärschlämme werden anaerob behandelt. Die Hälfte des Biogases wird energetisch verwertet, womit rund 50% der benötigten Elektrizität und die komplette Beheizung der Kläranlage sichergestellt werden.

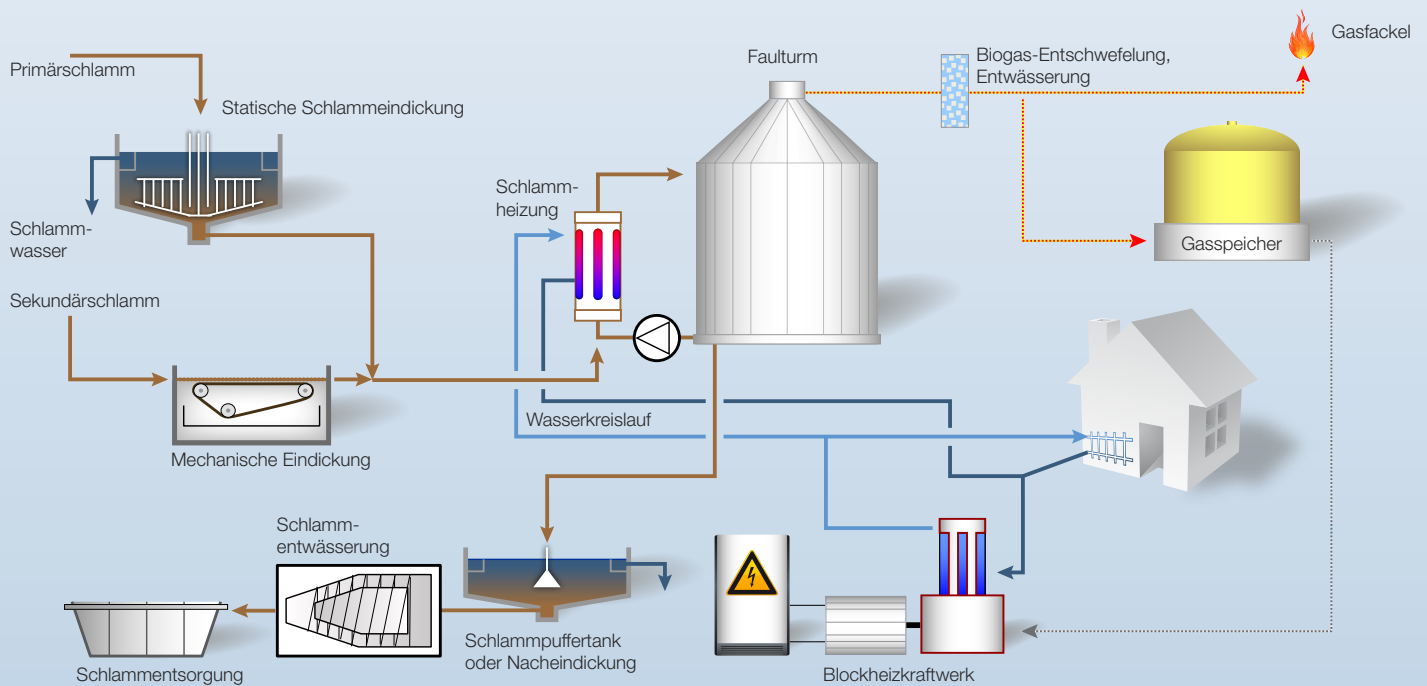


Das optimale Design

Individuelle Lösungen

designed by WABAG

Typisches Verfahrensschema einer anaeroben Schlammbehandlung mit Biogasverwertung



Klassischer Faulbehälter (Kläranlage Weifang, V.R. China, 100.000 m³/d)

Wir erstellen auf Basis der spezifischen Rahmenbedingungen das optimale Design für Ihre Anlage hinsichtlich Effektivität, Wirtschaftlichkeit und Umweltfreundlichkeit. Mit der umfassenden Erfahrung eines internationalen Anlagenbauers.

Hauptkomponenten einer modernen Schlammbehandlungsanlage und deren Varianten

Eindickung:

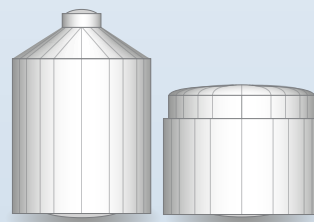
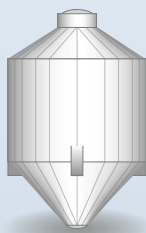
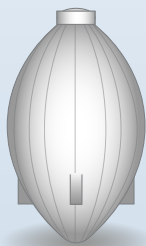
Bauformen von Faulbehältern:

statisch, mechanisch

Eiform

klassisch

flache Bauformen



Homogenisierung:

Biogasentschwefelung:

Biogasverwertung:

Entwässerung:

Trocknung:

Verwertung/Entsorgung:

Rührwerk, Pumpen, Gaseinpressung

Adsorption, Biogaswäsche, Sauerstoffinjektion

Blockheizkraftwerk, Heizkessel, Gasmotor

Bandfilterpressen, Kammerfilterpressen, Zentrifugen

Fließbettrocknung, Trockenbeete

Dünger, Landbau, Mitverbrennung, Monoverbrennung, Deponie



Schlammumwälzung mit Gaseinpressung



Blockheizkraftwerk



Schlammindickung (mechanisch)



Schlamm entwässerung (Bandfilterpresse)



Biogasentschwefelung, Gasspeicher, Gasfackel

Eine Musteranlage

Kläranlage Xiaohongmen, Peking, China

Die Kläranlage Xiaohongmen im Südosten Pekings ist eine der größten Abwasserbehandlungsanlagen Chinas. Täglich werden 600.000 m³ kommunale Abwässer aus dem Gebiet um das Becken des Liangshui-Flusses behandelt, in dem mehr als 2 Millionen Menschen leben. Für die Stabilisierung der Klärschlämme hat WABAG eine schlüsselfertige Anlage mit fortschrittlicher Technologie realisiert. Die fünf Faultürme sind imposante Bauwerke, die mittlerweile zu den technischen Sehenswürdigkeiten der Stadt zählen.

Ausbaukapazität Kläranlage:	600.000 m ³ /d
Schlammeindickung:	mechanisch
Anaerobe Stabilisierung:	5 Faultürme à 12.000 m ³
Bauform Faulturm:	Egg-shaped Type
Homogenisierung im Reaktor:	Gaseinpressung (1 fixe Kompressoreinheit je Bioreaktor)
Schlammrezirkulation:	Pumpen (2 je Reaktor inklusive 1 Standby).
Schlammheizsystem:	1 Wärmetauscher je Reaktor
Schlammfracht (gesamt):	124.000 kg TS/Tag
- Primärschlamm:	72.000 kg TS/Tag
- Überschussschlamm:	52.000 kg TS/Tag
Verweilzeit im Faulturm	22 Tage
Temperatur im Faulturm:	35 – 36 °C
Biogasproduktion:	30.000 m ³ /Tag gesamt (Durchschnitt)
Schlammabzug:	3.000 m ³ /Tag gesamt
TSS Fracht:	90.000 kg/Tag gesamt
Energieverbrauch Stabilisierung:	7.000 kWh/Tag
Energieproduktion (Biogas):	67.000 kWh/Tag

Da nur etwa 10% der gesamten produzierten Energiemenge für die Schlammstabilisierung selbst benötigt werden, können ~ 60.000 kWh/Tag für den Betrieb der Kläranlage genutzt werden.



Referenzanlagen

Eine Auswahl

Projekt		Kläranlage- Kapazität (m³/d)	Faulturm- Volumen (m³)	Biogas- verwertung
Kläranlage Guheswori, Nepal	DBO (10 Jahre O&M)	32,400	2 x 2.500	BHKW, 230 kW
Kläranlage Adana West, Türkei	DBO (5 Jahre O&M)	250.000	6 x 9.000	BHKW, 880 kW
Kläranlage Sanliurfa, Türkei	EPC, Turn-key	144.833	3 x 5.400	BHKW, 1.8 MW
Kläranlage Choutrana, Tunis, Tunesien	EPC	130.000	4 x 5.400	BHKW, 980 kW
Hauptkläranlage Baraki, Algier, Algerien	Revitalisierung DBO (2 Jahre O&M)	150.000	3 x 12.000	Thermisch
Hauptkläranlage Oran, Algerien	Turn-key Realisierung DBO (2 Jahre O&M)	270.100	4 x 9.600	Thermisch
Kläranlage Xiaohongmen, Peking, V.R. China	EPC (turn-key)	600.000	5 x 12.000	Gasmotor, 2,1 MW
Kläranlage Kondli, Delhi, Indien	DBO (11 Jahre O&M)	204.500	4 x 4.685	BHKW, 2 MW
Kläranlage Kondungaiyur-Phase I, Chennai, Indien	DBO (10 Jahre O&M)	110.000	2 x 6.074	BHKW, 1 MW
Kläranlage Perungudi, Tamil Nadu, Indien	DBO (10 Jahre O&M)	54.000	2 x 2.200	BHKW, 1 MW
Kläranlage Teheran Süd, Iran	Turn-key Realisierung DBO (5 Jahre O&M)	450.000	6 x 9.000	BHKW, 5 MW



Als internationaler Systemanbieter realisiert WABAG nachhaltige Lösungen in den Bereichen:

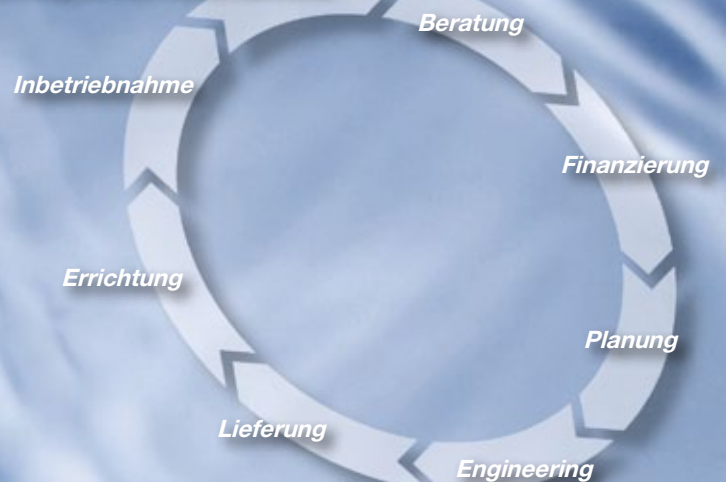
- Trinkwasseraufbereitung
- Industrie- und Betriebswasseraufbereitung
- Wasserrückgewinnung
- Meer- und Brackwasserentsalzung
- Kommunale Abwasserreinigung
- Industrielle Abwasserreinigung
- Schlammbehandlung

WABAG ist eines der weltweit innovativsten Unternehmen mit fundiertem Know-how in spezifischen und in-house entwickelten Verfahren:

- | | |
|---------------------------------------|--|
| ■ Biofiltration | BIOPUR® |
| ■ Wirbelbettverfahren | FLUOPUR® |
| ■ Belebtschlammverfahren | Hybrid™, SBR, MICROPUR-CAS® |
| ■ Membranbioreaktor | MARAPUR®, MICROPUR-MBR® |
| ■ Membranfiltration | RO, MF, UF, NF CERAMOPUR®, CERAMOZONE® |
| ■ Oxidationsverfahren | ADOX®, BIOZONE® |
| ■ Thermische Entsalzung | MED, TVC, MVC, MSF |
| ■ Denitrifikation | BIODEN®, ENR® |
| ■ Adsorption | CARBOPUR®, PACOPUR® |
| ■ Anaerobe biologische Prozesse | UASB, EGSB |
| ■ Energieoptimierte Schlammbehandlung | ENOPUR® und |

Die WABAG Gruppe ist ein führendes multi-nationales Unternehmen mit Gesellschaften und Büros in mehr als 25 Ländern und einem Fokus auf Emerging Markets in Europa, Afrika, Mittlerer Osten, Südostasien und Indien.

*Betriebsführung (DBO, BOT, BOOT)
Wartung & After Sales Services*



sustainable solutions. *for a better life.*

VA TECH WABAG Ltd.

"WABAG House"
No.17, 200 Feet Thoraipakkam
– Pallavaram Main Road
Sunnambu Kolathur, Chennai
600 117, Indien
wabag@wabag.in

VA TECH WABAG GmbH

Dresdner Str. 87-91 1200
Wien,
Österreich

contact@wabag.com