

RESUMEN

Prüfinstitut für Abwassertechnik GmbH

*Prüfeinrichtung des Prüf- und Entwicklungsinstituts
für Abwassertechnik an der RWTH Aachen*

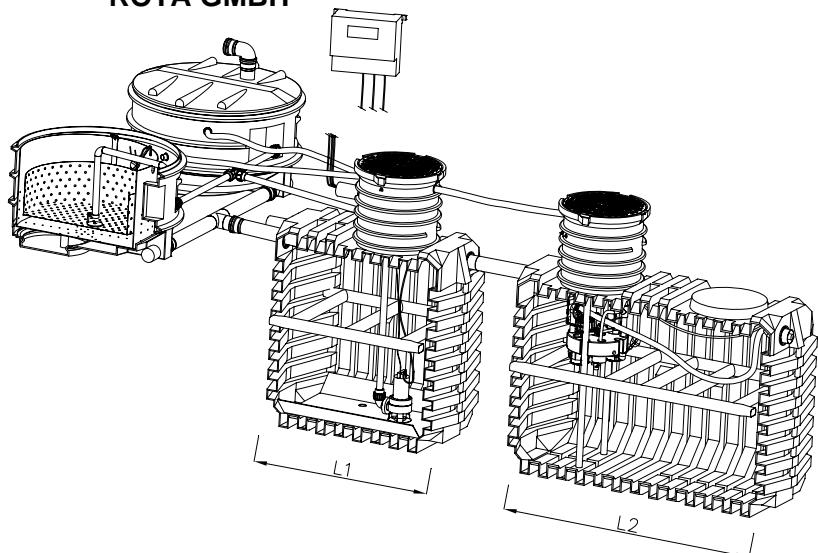
PIA
GmbH

**Abschlussbericht
über die Prüfung der
SBR – Kleinkläranlage
MONOfuido
mit Schlamm-Kompostierungs-system (SKS)
der Firma
ROTA GmbH**

Instituto de Pruebas para tecnología de Aguas Residuales GmbH

**Instituto de pruebas y desarrollo para tecnología de Aguas residuales en la
RWTH de Aquisgrán (Universidad Técnica de Renania del Norte Westfalia)**

**Informe final sobre la prueba realizada
a la depuradora compacta SBR
MONOfuido
con sistema de compostado de fangos (SKS)
de la empresa
ROTA GMBH**



En el marco del proceso general de homologación para depuradoras compactas por parte el Instituto Alemán de Técnicas de Construcción (DIBt), se examinó en el campo de pruebas del Instituto PIA y bajo condiciones de uso la depuradora compacta MONOfuido SKS - fabricada por la empresa ROTA GmbH, perteneciente al grupo REWATEC.

A continuación se presenta un resumen de los diferentes extractos del informe final de esta prueba práctica.

La depuradora MONOfuido SKS fue sometida a una prueba de uso de 8 meses de duración de acuerdo con las directrices de la Norma Europea DIN EN 12566-3.

Se perseguía el cumplimiento de los valores límite de la clase de efluente D (depuradoras compactas para aguas residuales de tipo doméstico con degradación de carbón y nitrógeno, así como desnitrificación) de acuerdo con las bases de homologación del DIBt:

Die Kleinkläranlage MONOfuido SKS der Firma ROTA GmbH wurde gemäß der Leistungsstufe D auf Kohlenstoff- und Stickstoffelimination überprüft. Folgende Anforderungen werden an den Ablauf der Kleinkläranlage gestellt:

BSB₅:	≤ 15 mg/l aus einer 24 h – Mischprobe, homogenisiert
CSB:	≤ 75 mg/l aus einer 24 h – Mischprobe, homogenisiert
NH₄-N	≤ 10 mg/l aus einer 24 h – Mischprobe, filtriert
N_{anorg}	≤ 25 mg/l aus einer 24 h - Mischprobe, filtriert
Abf. St.	≤ 50 mg/l aus einer Stichprobe

Se probó la eliminación de carga orgánica y de nitrógeno en la depuradora compacta MONOfuido SKS de la empresa ROTA GmbH, de acuerdo con el nivel de rendimiento D. Se plantearon las siguientes exigencias al efluente:

DBO₅:	≤ 15 mg/l de una prueba mixta de 24h, homogeneizada
DQO:	≤ 75 mg/l de una prueba mixta de 24h, homogeneizada
NH₄-N:	≤ 10 mg/l de una prueba mixta de 24h, filtrada
N_{anorg}:	≤ 25 mg/l de una prueba mixta de 24h, filtrada
SS:	≤ 50 mg/l de una prueba arbitraria

Alle Parameter wurden mittels der in den Normen angegebenen Verfahren bestimmt.

Folgende Parameter wurden gemessen:

Zulauf: T, pH, CSB_{ges}, BSB₅, NH₄-N, N_{ges}, P_{ges}, Leitfähigkeit, AFS, AS₁₂₀

Bioreaktor: T, O₂, SV₃₀, TS, GV

Ablauf: pH, CSB_{hom}, CSB_{fil}, BSB₅, NH₄-N, NO₃-N, N_{ges}, P_{ges}, Leitfähigkeit, AFS, AS₁₂₀

Die Bestimmung der Parameter CSB_{hom}, CSB_{fil}, BSB₅, NH₄-N, NO₃-N, N_{ges}, P_{ges} und AFS wurde durch das Umweltanalytische Labor des Institutes für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen, Krefelder Str. 299, 52070 Aachen durchgeführt.

Todos los parámetros se fijaron mediante los procedimientos descritos en la normativa correspondiente. Se midieron los siguientes parámetros:

Entrada: T, pH, DQO_{tot}, DBO₅, NH₄-N, N_{tot}, F_{tot}, conductividad, SS, AS₁₂₀

Bioreactor: T, O₂, SV₃₀, TS, GV

Efluente: pH, DQO_{hom}, DQO_{fil}, DBO₅, NH₄-N, NO₃-N, N_{tot}, F_{tot}, conductividad, SS, AS₁₂₀

La determinación de los parámetros DQO_{hom}, DQO_{fil}, DBO₅, NH₄-N, NO₃-N, N_{tot}, F_{tot}, y SS fue realizada por el Laboratorio de Análisis Medioambientales del Instituto de Aguas de Zonas Urbanizadas de la RWTH de Aquisgrán, Calle Krefelder, 299, DP 52070 Aquisgrán.

3 Verlauf und Besonderheiten der Prüfung

Der Prüfungsablauf ist in Tabelle 2 dargestellt.

Tab. 2: Prüfphasen der MONOfuido - SKS -Anlage

Prüfphase	Dauer/Datum
Prüfbeginn	01.04.2005
Nominell	6 Wochen
Unterlast	2 Wochen
Nominell/Stromausfall	6 Wochen
Geringe Belastung/Ferien	2 Wochen
Nominell	6 Wochen
Überlast	2 Wochen
Nominell/Stromausfall	6 Wochen
Unterlast	2 Wochen
Nominell	6 Wochen
Prüfende	23.12.2005

Die für 8 Einwohner bemessene Anlage wurde entsprechend den Vorgaben der EN 12566 Teil 3 - Computer gesteuert - täglich im Normalbetrieb (100%) mit 1.200 l Abwasser (150 l/(E*d)) beschickt. Die rechnerische Nominalbeschickung ergibt sich zu 960 g CSB/d.

Die Beschickung der KKA erfolgte während der Prüfung nach folgender Tagesganglinie:

Tab. 3: Tagesganglinie: MONOfuido - SKS -Anlage

Uhrzeit	Last
6:00 Uhr – 9:00 Uhr	30 %
9:00 Uhr – 12:00 Uhr	15 %
12:00 Uhr – 18:00 Uhr	0 %
18:00 Uhr – 20:00 Uhr	40 %
20:00 Uhr – 23:00 Uhr	15 %
23:00 Uhr – 6:00 Uhr	0 %

Während der Prüfungszeit konnte ein **mittlerer Stromverbrauch von 1,3 kWh/d** (8E) ermittelt werden.

3. Desarrollo y particularidades de la prueba

El desarrollo de la prueba está representado en la tabla 2.

Tabla 2: Fases de prueba del sistema MONOfuido SKS

Fase de prueba	Duración/Fecha
Inicio de la prueba	01.04.2005
Nominal	6 semanas
Carga baja	2 semanas
Nominal/Corte de corriente	6 semanas
Carga escasa/Vacaciones	2 semanas
Nominal	6 semanas
Sobrecarga	2 semanas
Nominal/Corte de corriente	6 semanas
Infracarga	2 semanas
Nominal	6 semanas
Final de la prueba	23.12.2005

El sistema, dimensionado para 8 habitantes, fue alimentado diariamente en funcionamiento normal (100%) de acuerdo con las indicaciones de EN 12566 parte 3 – dirigido por ordenador – con 1.200L de agua residual (150L / (H*d)). La alimentación nominal calculada resulta 960g DQO/d.

La alimentación de la depuradora durante la prueba se realizó según la siguiente pauta diaria:

Tabla 3: Pauta diaria sistema MONOfuido SKS

Hora	Carga
6:00 – 9:00h	30%
9:00 – 12:00h	15%
12:00 – 18:00h	0%
18:00 – 20:00h	40%
20:00 – 23:00h	15%
23:00 – 6:00h	0%

Durante el tiempo de duración de la prueba se determinó un **consumo promedio de energía de 1,3 kWh/d** (8H).

5.1 Auswertung der Prüfphasen

Mittelwerte, Minimal- und Maximalwerte der Prüfphasen mit 100 % Belastung sowie die entsprechenden Standardabweichungen und weitere Kennzahlen der Anlage sind Tabelle 4a zu entnehmen.

5.1. Análisis de las fases de la prueba

Los valores medios, mínimos y máximos en cada fase de prueba con 100% de carga, así como las desviaciones estándar correspondientes y otros índices del sistema están detallados en la tabla 4a.

Tab. 4a: Kennzahlen des Anlagenbetriebes - Nominalphasen (100 %)

	Mittelwert	Minimum	Maximum
Schlammbelastung [kg/kg*d]	0,08	0,04	0,14
Raumbelastung [kg/m ³ *d]	0,17	0,09	0,26
Wirkungsgrad BSB ₅ [%]	96,2	91,3	99,7
Wirkungsgrad CSB [%]	90,9	85,4	95,8
Wirkungsgrad AFS [%]	91,2	81,4	96,8
Wirkungsgrad NH ₄ -N [%] *	90,2	20,0	98,2
BSB ₅ im Ablauf [mg/l]	10	1	29
CSB im Ablauf [mg/l]	52	33	69
AFS im Ablauf [mg/l]	27	14	39
NH ₄ -N im Ablauf [mg/l] *	8,9	0,6	34,0
N _{anorg} im Ablauf [mg/l] *	16,4	6,1	34
N _{ges} im Ablauf [mg/l] *	19,4	8,7	34,0
P _{ges} im Ablauf [mg/l]	3,5	1,2	5,9

*Ermittelt mit Berücksichtigung der Temperaturen im Bioreaktor (≥12°C)

Tabla 4a: Índices de funcionamiento del sistema – fases nominales (100%)

	Valor medio	Mínimo	Máximo
Carga fango [kg/kg*d]	0,08	0,04	0,14
Carga espacio [kg/m ³ *d]	0,17	0,09	0,26
Grado rendimiento DBO ₅ [%]	96,2	91,3	99,7
Grado rendimiento DQO [%]	90,9	85,4	95,8
Grado rendimiento SS [%]	91,2	81,4	96,8
Grado rendimiento NH ₄ -N [%]*	90,2	20,0	98,2
DBO ₅ en efluente [mg/l]	10	1	29
DQO en efluente [mg/l]	52	33	69
SS en efluente [mg/l]	27	14	39
NH ₄ -N en efluente [mg/l]*	8,9	0,6	34,0
N _{anorg} en efluente [mg/l]*	16,4	6,1	34
N _{tot} en efluente [mg/l]*	19,4	8,7	34,0
F _{tot} en efluente [mg/l]	3,5	1,2	5,9

* Determinado tomando en consideración las temperaturas en el bioreactor (≥12°C)

En la prueba de uso, junto a los periodos de carga máxima del sistema (fase nominal 100%), se produjeron también periodos con cargas bajas y sobrecargas continuadas, con el fin de obtener una imagen realista del rendimiento de la depuradora.

Los resultados del efluente en las fases de sobrecarga y carga baja representados a continuación demuestran que el sistema se adaptó muy bien a las variaciones de carga.

Tab. 4c: Mittelwerte Wirkungsgrade - Unterlastphasen (50 %) und Überlastphase (150 %)

Parameter		Prüfphasen	
		150%	50%
CSB	[%]	90,1	92,3
BSB ₅	[%]	96,1	97,0
AFS	[%]	92,9	91,3
NH ₄ -N	[%]	92,4	99,5

Tabla 4c: Valores medios rendimiento – fases de carga baja (50%) y fases de sobrecarga (150%)

Parámetros		Fases de prueba	
		150%	50%
DQO	[%]	90,1	92,3
DBO ₅	[%]	96,1	97,0
SS	[%]	92,9	91,3
NH ₄ -N	[%]	92,4	99,5

En la prueba no sólo se analizó el rendimiento depurador del sistema, sino también el manejo general del mismo y la seguridad de uso. A continuación, un extracto del informe a este respecto:

<p>6 Beurteilung der Betriebssicherheit</p> <p>6.1 Betriebssicherheit der maschinellen und elektrotechnischen Anlagenteile</p> <p>Während des gesamten Untersuchungszeitraums traten keine elektrischen oder maschinentechnischen Störungen auf.</p> <p>6.2 Art und Betriebssicherheit des Sekundärschlammabzuges</p> <p>Anfallender biologischer Schlamm gelangt über eine Beschickungspumpe vom biologischen Reaktor in den Separator zurück und wird dort gespeichert. Dies funktionierte stets einwandfrei.</p> <p>6.3 Schlammabfuhr und Sicherheit gegen Schlammablagerungen</p> <p>Bei ordnungsgemäßer Wartung und regelmäßiger Kontrolle des Separators treten dort und in der Anlage keine unerwünschten Schlammablagerungen auf. In der Vorklärung stellte sich der Schlamm Spiegel konstant auf ca. 45cm ein. Im Separator wuchs ein kompostierbarer Schlammkuchen auf ca. 40cm (ca. 0,32m³) welcher nach Ende der Prüfung am 17.01.2006 kompostiert wurde. Hierzu hat die Firma Rota GmbH eine weitere Untersuchung beauftragt.</p>

6. Valoración de la seguridad de uso

6.1 Seguridad de uso de los componentes mecánicos y electrotécnicos del sistema

Durante todo el periodo de pruebas no se produjo ningún fallo mecánico o electrotécnico.

6.2 Modo y seguridad de funcionamiento de la retirada de fango secundaria

El fango biológico producido vuelve desde el reactor biológico al separador mediante una bomba de alimentación y se almacena allí. Esto funcionó siempre inmejorablemente.

6.3 Retirada de fango y seguridad contra sedimentación de fangos

Con un mantenimiento adecuado y un control regular del separador no aparecieron en éste ni en el sistema sedimentaciones de fango no deseadas. El nivel de fango en la preclarificadora se mantuvo constante a aprox. 45cm. En el separador se creó un pastel compostable de aprox. 40cm (aprox. 0,32m³) que se compostó al final de la prueba, el 17.01.2006. La empresa Rota GmbH encargó otro estudio a este respecto.

7 Umgebungsfragen

Von der Anlage gingen keine Geruchs- und Lärmbelästigungen aus.

7. Entorno del sistema

El sistema no emitió ni olores ni ruidos de ningún tipo.

En resumen, se certificaron para la depuradora compacta MONOfuido SKS rendimientos de limpieza muy buenos, que cumplen con todas las exigencias de la Norma Europea DIN EN 12566-3. La eficacia de depuración se colocó por encima del 90% en todos los parámetros de agua residual testados, e incluso por encima del 96% en la carga orgánica medida como DBO₅.

Además, el Instituto de Pruebas certifica que la depuradora MONOfuido SKS posee un equipamiento eléctrico y mecánico adecuado y de bajo mantenimiento. El sistema trabaja ahorrando energía, con un consumo medio de corriente de 1,3 kWh/d para 8H, lo que corresponde a menos de 60 kWh por año y habitante.

10 Zusammenfassung

Die von der Firma ROTA GmbH auf dem Testfeld des Prüfinstituts für Abwassertechnik (PIA) installierte MONOfluido SKS-Anlage mit Separator wurde nach EN 12566 Teil 3 geprüft.

Im Prüfzeitraum traten keine elektrischen oder maschinentechnischen Störungen auf. Alle Anlagenteile waren gut zugänglich. Von der Anlage gingen keine Lärm- und Geruchsbelästigungen aus. Während der Prüfungszeit konnte ein mittlerer Stromverbrauch von 1,3 kWh/d (8E) ermittelt werden.

Folgende mittlere Konzentrationen wurden aus 24 h - Mischproben im Ablauf der Anlage bestimmt (Prüfphasen mit 100 % Belastung):

- CSB: 52 mg/l
- BSB₅: 10 mg/l
- NH₄-N: 8,9 mg/l *
- N_{anorg}: 16,4 mg/l *
- N_{ges}: 19,4 mg/l *
- AFS: 27 mg/l

Die Reinigungsleistung betrug für die Prüfphasen mit 100 % Belastung im Mittel:

- CSB: 90,9 %
- BSB₅: 96,2 %
- NH₄-N: 90,2 % *

**Ermittelt unter Berücksichtigung der Temperaturen im Bioreaktor (T ≥ 12°C)*

10 Resúmen

Se testeó el sistema MONOfluido SKS con Separador instalado por la empresa ROTA GmbH en el campo de pruebas del Instituto PIA, según las exigencias de EN 12566 parte 3.

Durante el período de pruebas no se produjo ningún fallo eléctrico o mecánico. Todos los componentes del sistema eran de fácil acceso. El sistema no produjo molestias acústicas u olores de ningún tipo. Durante el tiempo de las pruebas se determinó un consumo eléctrico de 1,3 kWh/d (8H).

Se obtuvieron las siguientes concentraciones medias de muestras mixtas de 24h en el efluente (fases de prueba con 100% de carga):

- DQO 52 mg/l
- DBO₅ 10 mg/l
- NH₄-N 8,9 mg/l*
- N_{anorg} 16,4 mg/l*
- N_{tot} 19,4 mg/l*
- SS 27 mg/l

El rendimiento de limpieza alcanzó de media en las fases de prueba con carga del 100%:

- DQO 90,9 %
- DBO₅ 96,2 %
- NH₄-N 90,2 %*

* Determinado tomando en consideración las temperaturas en el bioreactor (≥12°C)