

# KLÄRSCHLAMM

## Bestimmung des Trockenmassegehalts

In einer Kläranlage wird das Eingangsprodukt (Abwasser) in Ausgangsprodukte umgewandelt, nämlich sauberes Wasser, Trockenmasse des Klärschlammes, mineralisch-organischer Dünger und Biogas. Die Behandlung des Klärschlammes in einer Kläranlage umfasst physikalische, chemische und biologische Verfahren, die das Schlammvolumen reduzieren und die Möglichkeit einer Geruchsbelästigung ausschließen. Die biologische Methode der Abwasserreinigung besteht in der Züchtung von Mikroorganismen in Form von Belebtschlammflocken. Belebtschlamm-Mikroorganismen nutzen die in den Ablagerungen vorhandenen Verunreinigungen in den Sauerstoffprozessen des Stoffwechsels als Energiequellen oder Baustoffe. Die Menge des bei physikalisch-chemischen und biochemischen Prozessen entstehenden Belebtschlammes muss regelmäßig kontrolliert werden, da eine zu hohe Dichte der Ablagerung eine erfolgreiche Belüftung der Belebtschlammkammer verhindert. Als Maß für die Belebtschlammmenge dient die Trockenmasse der Ablagerung, die mit Feuchtebestimmern von Radwag schnell und präzise bestimmt werden kann.



Das White Paper enthält grundlegende Informationen zur Validierung des Trocknungsprozesses von Klärschlämmen unter Verwendung von Feuchtebestimmern der Serien MA R, MA X2, MA X7 und MA 5Y von Radwag. Das White Paper kann als Grundlage für die Entwicklung einer eigenen Trocknungsmethode unter Berücksichtigung der spezifischen Eigenschaften des getesteten Produktes verwendet werden.



## Trockenmasse des Klärschlamm

Methode mit IR-Strahlung

Zentrum für Metrologie, Forschung und Zertifizierung, Radwag Elektronische Waagen, Polen

Toruńska 5, 26-600 Radom, Polen +48 48 386 60 00, e-mail: office@radwag.com, [www.radwag.com](http://www.radwag.com)

### Begriffe

**GENAUIGKEIT DER BESTIMMUNG DES WASSERGEHALTS/ DER TROCKENMASSE** – die Differenz zwischen dem Ergebnis des Wassergehalts/ der Trockenmasse, bestimmt nach der Methode unter Verwendung eines Feuchtigkeitsbestimmers, und dem Ergebnis des Wassergehalts/Trockengewichts, bestimmt durch Trocknen derselben Probe nach der Referenzmethode.

**PRÄZISION** – der Grad der Übereinstimmung zwischen unabhängigen Prüfergebnissen, die unter bestimmten Bedingungen erzielt wurden. Die Präzision wird anhand der Standardabweichung einer Reihe von Messungen gemessen.

### Referenzmethode

Die Trockenmasse des Schlammes wurde gemäß den Anforderungen der Norm EN 12880 „Charakterisierung von Klärschlamm - Bestimmung des Trockenrückstands und des Wassergehalts“ bestimmt.

### Probenvorbereitung

Flüssigschlamm ist in der Regel ein recht schnell absetzendes Gemisch. Proben mit flüssiger Struktur wurden vor der Prüfung gemischt, und von jeder Probe wurde ein homogener Teil für die Bestimmung entnommen. Die übrigen Schlammproben, die nicht gemischt werden mussten, wurden in ihrem vorliegenden Zustand getrocknet (fester, halbflüssiger Zustand).

### ZUBEHÖR

Labortrockenschrank, Quarzsand, Glaswägegefäße mit Deckeln, Glasstäbe, AS 220.X2-Waage, Laborlöffel.

### Beschreibung der Methode

Die Glasgefäße mit einem Glasstab und ca. 15 g vorgetrocknetem Quarzsand wägen.

Eine Probe von ca. 5 g mischen und dann in Glaswaagschalen auf vorgetrockneten Quarzsand legen. Die Probe mit dem Sand mit einem Glasstab mischen, der im Gefäß verbleiben sollte. Die Verwendung von Sand als Substrat soll die Krustenbildung auf der Oberfläche der getrockneten Probe verhindern. Die Gefäße erneut wägen und tatsächliche Masse der zu analysierenden Probe mit einer Waage mit einer Wägegenauigkeit von 0,1 mg bestimmen. Wägegefäße mit der Probe und Deckeln in einen temperaturgeregelten Labortrockenschrank stellen. Die Proben bei 105°C 3 Stunden lang trocknen lassen. Anschließend die Schalen herausnehmen, in einem Exsikkator abkühlen lassen und dann wägen. Die Proben erneut in den Labortrockner stellen und 30 Minuten lang trocknen lassen. Erneut abkühlen und wägen. Den Vorgang so lange wiederholen, bis eine konstante Probenmasse erreicht ist oder nach dem erneuten Trocknen eine Massenzunahme festgestellt wird. Den Trockenmassegehalt als Quotient aus der Masse der Probe nach dem Trocknen ( $m_2$ ) und der Masse der Probe vor dem Trocknen ( $m_1$ ) berechnen.

### ERGEBNISSE

Name der Probe	Klärschlamm nach dem Trocknen	Faulschlamm nach der Zentrifugation	Schlamm aus der Entfettungskammer
Trockenmasse (%)	98,32	5,96	0,84
Standardabweichung [%]	0,14	0,25	0,05

## TROCKENMASSE VON KLÄRSCHLAMM BESTIMMT UNTER VERWENDUNG VON EINEM FEUCHTEBESTIMMER

Das Ausmaß der Optimierung des Trocknungsverfahrens für Schlämme hängt von der Beschaffenheit der Testprobe, der festen oder halbflüssigen Probe, ab. In der Regel zielt die Optimierung darauf ab, ein genaues Ergebnis in möglichst kurzer Zeit zu erhalten.

### Probenvorbereitung

Die Probe sollte in dicht verschlossenen Behältern (Verpackungen) aufbewahrt werden. Halbflüssige Proben vor der Prüfung mischen, feste Proben mechanisch in kleinere Partikel zerkleinern.

### ZUBEHÖR

Feuchtebestimmer Serie MA R, MA X2, MA X7 oder MA 5Y, Wägegefäße mit Deckel, Laborlöffel, Quarzsand.

### Beschreibung der Methode

Die nachstehend angegebenen Trocknungsparameter einstellen. Eine ca. 1,5 ÷ 2 g schwere mechanisch zerkleinerte feste Probe in einer dünnen Schicht auf der ganzen Oberfläche der Schale verteilen. Proben mit einem Trockenmassegehalt von ca. 20 % ÷ 30 % - eine Probe von ca. 2 ÷ 3 g in einer dünnen Schicht auf der Oberfläche der Schale verteilen. Halbflüssige Proben - die Probe in einer Menge von ca. 2 ÷ 3 g auf Quarzsand legen. Die Trockenkammer schließen – entweder manuell oder automatisch.

### TROCKNUNGSPARAMETER / ERGEBNISSE

Name der Probe	Klärschlamm nach dem Trocknen	Faulschlamm nach der Zentrifugation	Schlamm aus der Entfettungskammer
Trocknungsprofil	Standard		
Trocknungstemperatur	90°C	105°C	105°C
Probemasse	~ 2,5	~ 2,2	~ 1,8
Abschluss der Analyse	Auto 2		
	97,10	5,89	0,79
Standardabweichung [%]	0,37	0,12	0,02
Analysezeit $\bar{x}$ (min)	03:35:00	08:24:00	14:05:00




### GENAUIGKEIT DER METHODE MA R, MA X2, MA X7, MA 5Y

Name der Probe	Schlamm nach dem Trocknen	Faulschlamm nach der Zentrifugation	Schlamm aus der Entfettungskammer
Trockenmassegehalt (%) – Ref.	98.32 ± 0.14	5.96 ± 0.25	0.84 ± 0.05
Trockenmassegehalt – MA (%)	97.10 ± 0.37	5.89 ± 0.12	0.79 ± 0.02
Analysegenauigkeit (%)	1.22	0.07	0.05

### HAFTUNGSAUSSCHLUSS

Die beschriebene Methode wurde durch das Prüflaboratorium verifiziert, die dargestellten Ergebnisse berücksichtigen jedoch nicht die Faktoren, die sich aus der unterschiedlichen Spezifität der untersuchten Proben, den persönlichen Fähigkeiten des Bedieners und den Messfähigkeiten der Waagenbenutzer ergeben. Daher kann Radwag keine Verantwortung für die Anwendung der dargestellten Trocknungsparameter übernehmen, sie können jedoch zur Entwicklung eigener Trocknungsmethoden verwendet werden.



	 <p><b>Feuchtebestimmer MA R</b></p> <p>Wägebereich [Max]: <b>50g - 210g</b> Ablesbarkeit [d]: <b>0,1mg - 1mg</b></p> <p><b>Ab € 1.870,68</b> inkl. 19% MwSt., zzgl. Versandkosten</p> <p><b>ZUM PRODUKT</b></p>	 <p><b>Feuchtebestimmer MA X7.A</b></p> <p>Wägebereich [Max]: <b>50g - 210g</b> Ablesbarkeit [d]: <b>0,1mg - 1mg</b></p> <p><b>Ab € 2.788,17</b> inkl. 19% MwSt., zzgl. Versandkosten</p> <p><b>ZUM PRODUKT</b></p>	 <p><b>Feuchtebestimmer MA 5Y</b></p> <p>Wägebereich [Max]: <b>50g - 210g</b> Ablesbarkeit [d]: <b>0,1mg - 1mg</b></p> <p><b>Ab € 5.187,21</b> inkl. 19% MwSt., zzgl. Versandkosten</p> <p><b>ZUM PRODUKT</b></p>
<b>Zielgruppe</b>	Standard-Laboranwendungen	Fortgeschrittene Industrie	High-End Forschung & Pharma
<b>Display</b>	5,3" LCD (hinterleuchtet)	<b>7" Touchscreen</b> (farbig)	<b>10" Touchscreen</b> (kapazitiv)
<b>Ablesbarkeit [d]</b>	1 mg	0,1 mg / 1 mg	<b>0,1 mg</b>
<b>Feuchte-Wiederholbarkeit</b>	+/- 0,05% (2g Probe)	+/- 0,05% (2g Probe)	<b>+/- 0,05% (2g Probe)</b>
<b>Trocknungskammer</b>	Manuell	<b>Automatisch</b>	<b>Automatisch</b>
<b>Justierung</b>	Extern	Extern	<b>Intern (Automatisch)</b>
<b>Datenbanken</b>	6 (Basis)	8 (Erweitert)	<b>10 (Vollständig)</b>
<b>Besonderheiten</b>	Einfache Bedienung	Näherungssensoren	<b>21 CFR Part 11 / EU GMP</b>
<b>Schnittstellen</b>	RS232, USB, Wi-Fi	Ethernet, RS232, USB, Wi-Fi	<b>HDMI, Ethernet, USB-C, Wi-Fi</b>

## Persönliche Beratung in Deutschland

Haben Sie Fragen zu den Trocknungsparametern oder benötigen Sie ein individuelles Angebot? Unser Team in Hilden ist für Sie da:

**Standort:** Radwag Waagen GmbH | Hofstraße 64 | 40723 Hilden

**Telefon:** +49 2103 9413231

**E-Mail:** [info@radwag-waagen.de](mailto:info@radwag-waagen.de)