

Nomenklatur für Feststoffkennwerte – Wie ist es eindeutig?

Arbeitsbericht der DWA-Arbeitsgruppe KEK-2.3 und des Fachausschusses KEK-2*)

Zusammenfassung

Die Arbeit an verschiedenen DWA-Merkblättern zur Klärschlammbehandlung hat wiederholt gezeigt, dass für die Beschreibung von Feststoffen sowohl verschiedene Bezeichnungen als auch verschiedene Messmethoden verwendet werden. Darüber hinaus differieren teilweise Bezeichnungen zwischen der Abwasserreinigung und der Klärschlammbehandlung. Vor diesem Hintergrund legen die DWA-Arbeitsgruppe KEK-2.3 „Konditionierung und Entwässerungskennwerte“ und der DWA-Fachausschuss KEK-2 „Mechanische und biologische Klärschlammbehandlung“ mit diesem Arbeitsbericht einen Vorschlag für eine erweiterte und vereinheitlichte Nomenklatur für wichtige Feststoffkennwerte vor. Für den Bereich der Klärschlammbehandlung werden verschiedene Feststoffkennwerte und Messmethoden benannt und exemplarisch an einer Feststoffbilanz für die Schlammströme einer Kläranlage mit einer Ausbaugröße von 100 000 Einwohnerwerten dargestellt. Ziel ist es, die hier für den Bereich der Klärschlammbehandlung vorgestellte Nomenklatur künftig einheitlich im DWA-Regelwerk zu verwenden und diese auch auf Ebene der nationalen und internationalen Normung einzubringen.

Schlagwörter: Klärschlamm, Feststoff, Kennwert, Definition, Nomenklatur, Messverfahren

DOI: 10.3242/kae2023.06.005

Abstract

A nomenclature for solid parameters – How is it clear?

Work Report from DWA Working Group KEK-2.3 and Technical Committee KEK-2

Work on various DWA advisory leaflets on sewage sludge treatment has repeatedly shown that different designations and different measurement methods are used to describe solids. Moreover, some designations differ between wastewater treatment and sewage sludge treatment. Bearing this in mind, DWA working group KEK-2.3 'Conditioning and dewatering parameters' and the DWA technical committee KEK-2 'Mechanical and biological sewage sludge treatment' are presenting a proposal for an extended and standardised nomenclature for key parameters for solids with this working report. It names different solids parameters and measurement methods for sewage sludge treatment. They are depicted using the example of a solids balance for sludge flows from a sewage treatment plant with a capacity of 100,000 population equivalents. The aim is to use the nomenclature presented here for sewage sludge treatment uniformly in the DWA rules and regulations in the future and to introduce it at the national and international standardisation level.

Keywords: sewage sludge, solid, parameter, definition, nomenclature, measurement method

Einheitliche Begriffe, Abkürzungen, Formelzeichen und Messmethoden

Die folgenden Betrachtungen fokussieren auf die Schlammströme, da es sich gezeigt hat, dass vor allem hier ein Handlungs-

*) Mitglieder der DWA-Arbeitsgruppe KEK-2.3 „Konditionierung und Entwässerungskennwerte“ sind: Dr.-Ing. Julia Kopp (Lengede, Sprecherin), Dr.-Ing. Ralf Denkert (Bochum), Dr.-Ing. Lars Günther (Bottrop), Dipl.-Ing. Helma Köster (Bremen), Dipl.-Ing. Yvonne Reza-Tehrani (Bochum), Dipl.-Ing. Heinrich Ripke (Braunschweig), Prof. Dr.-Ing. Michael Sievers (Clausthal-Zellerfeld), Dipl.-Ing. Ilka Strube (Arnsberg), Dipl.-Ing. Anja Wagenbach (Hamburg)

Mitglieder des DWA-Fachausschusses KEK-2 „Mechanische und biologische Klärschlammbehandlung“ sind: Dr.-Ing. Markus Roediger (Stuttgart, Obmann), Dr.-Ing. Katrin Bauerfeld (Braunschweig), Dr.-Ing. Ralf Denkert (Bochum), Prof. Dr.-Ing. Markus Grömping (Aachen), Dr.-Ing. Julia Kopp (Lengede), Dr.-Ing. Ole Kopplow (Viersen), Prof. Dr.-Ing. Karl-Georg Schmelz (Essen), Prof. Dr.-Ing. Michael Sievers (Clausthal-Zellerfeld), Dr.-Ing. Ingo Urban (Essen), Dipl.-Ing. Siegfried Wolf (Ottobrunn). – Kontakt in der DWA-Bundesgeschäftsstelle: Dipl.-Ing. Reinhard Reifenstuhl, E-Mail: reifenstuhl@dwa.de

bedarf für eine Vereinheitlichung von Bezeichnungen und Methoden insbesondere für die Parameter Trockenmasse (TM), Trockenrückstand (TR), Trockensubstanz (TS), Trockensubstanzkonzentration (C_{TS}) und Glühverlust (GV) besteht.

Auch sollten einige Bezeichnungen in den Bereichen der Abwasserreinigung und der Klärschlammbehandlung angepasst werden, um Mehrdeutigkeiten bzw. Verwechslungen zu vermeiden. So wird zum Beispiel die Abkürzung „RS“ bisher sowohl für den Rücklaufschlamm als auch für den Rohschlamm verwendet. Hier sollte zukünftig in der Klärschlammbehandlung die Abkürzung „RoS“ für den Rohschlamm benutzt werden.

Ferner wird bei der Bestimmung des Glühverlustes bisher nicht gekennzeichnet, ob der Messwert auf Basis der Analyse-methode zur Bestimmung des Trockenrückstands (TR, Eindampfen im Tiegel) oder zur Bestimmung der Trockensubstanz

(TS, Filtration) ermittelt wurde. Hierdurch kann es jedoch zu erheblichen Bilanzierungsfehlern kommen.

Feststoffbegriffe

Im Folgenden werden zunächst die Definitionen aus der internationalen Normung oder dem DWA-Regelwerk zitiert. Weitergehende Erläuterungen werden als Anmerkungen angefügt.

Trockenmasse [Abkürzung: TM, Formelzeichen: m_{TM} (g TM, kg TM)]¹⁾:

die nach dem festgelegten Trocknungsverfahren erhaltene Masse an fester Substanz. Sie wird in Gramm oder Kilogramm angegeben (DIN EN 12880:2001).

Anmerkung 1:

Die Trockenmasse enthält die in der Originalprobe gelösten nicht flüchtigen Stoffe.

Trockenrückstand [Abkürzung: TR, Formelzeichen: TR (%)]²⁾ Massenanteil einer Probe, der zurückbleibt, wenn die Probe unter festgelegten Bedingungen einem Trocknungsvorgang bei 105 °C unterzogen wird (DIN EN 15934:2012-11).

Anmerkung 1:

Der Trockenrückstand ist als Bezugs- und Vergleichsgröße im Trockenschrank bei (105 ± 5 °C) zu bestimmen, Bestimmung nach DIN EN 15934:2012-11.

Anmerkung 2:

Die Angabe des Trockenrückstandes sollte in Prozent erfolgen. Angaben in g/kg sind korrekt, führen aber erfahrungsgemäß leicht zu Verwechslungen mit anderen Feststoffbegriffen.

Trockensubstanz [Abkürzung: TS; Formelzeichen: m_{TS} (g TS, kg TS)]

Nach Filtration und Abdampfung verbleibende Masse (g oder kg), das heißt einschließlich nur eines geringen Teils der gelösten Stoffe, die in der Probe enthalten waren und nicht flüchtig sind (DWA-M 350:2014, DWA-M 366:2013, DWA-M 386:2011, DWA-M 383:2019).

Anmerkung 1:

Bei der Trockensubstanzbestimmung werden je nach Probe unterschiedliche Filtermaterialien und Porenweiten eingesetzt, wodurch Messergebnisse maßgeblich beeinflusst werden. Eine Kennzeichnung der Porenweite ist wichtig und anzugeben, um die Ergebnisse entsprechend auswerten zu können. (zum Beispiel $c_{TS-0,45\mu m, Zulauf}$)

Anmerkung 2:

Die hier für den Bereich der Schlammbehandlung beschriebene Trockensubstanz unterscheidet sich von dem in der Abwas-

serbehandlung üblichen Kennwert „Abfiltrierbare Stoffe“ (AFS), weil für dessen Bestimmung andere Filtermaterialien, zum Beispiel Glasfaserfilter, eingesetzt werden, während bei der Bestimmung der Trockensubstanz von Schlämmen die Verwendung von sog. „Schwarzbandfiltern“ üblich ist (siehe unten).

Anmerkung 3:

Der Begriff der Trockensubstanz ist in der internationalen Normung bisher nicht definiert. Definitionen auf nationaler Ebene (DIN 38414-2) sind zurückgezogen. Es wird angestrebt, künftig obige Definition in der Normung zu etablieren.

Trockensubstanzkonzentration [Abkürzung: C_{TS} , Formelzeichen: C_{TS} (kg TS/m³ oder g TS/l)]

Die Trockensubstanzkonzentration ist der Quotient aus der Trockensubstanz m_{TS} und dem Volumen der Originalprobe (DWA-M 383:2019).

Anmerkung 1:

Bei der Bestimmung der Trockensubstanzkonzentration C_{TS} nach DIN 38414-10 Beiblatt 1:2005 der abfiltrierten Probe ist ein Papierfilter (schnell filtrierend, ca. 6 s bis 12 s Filtriergeschwindigkeit gemäß DIN 53137:1977, informelle Bezeichnung „Black Ribbon“ oder „Schwarzbandfilter“) zu verwenden. DIN 38414-10 wurde im Rahmen der Harmonisierung der nationalen und europäischen Normen zurückgezogen. DIN EN 12880:2001 beschreibt heute die Bestimmung des Trockenrückstands und des Wassergehalts; die Bestimmung der Trockensubstanzkonzentration ist jedoch dort nicht beschrieben, sodass zunächst weiterhin das Beiblatt 1 zu DIN 38414-10:2005 für die Bestimmung eingesetzt wird.

Anmerkung 2:

Analog zur Trockensubstanz ist auch die Trockensubstanzkonzentration bisher international noch nicht definiert.

Glühverlust [Abkürzung: GV, Formelzeichen: GV (%)]

Der Glühverlust ist der Massenanteilverlust durch Verglühen einer getrockneten Probe bis zur Massenkonstanz bei einer festgelegten Temperatur (DIN EN 15935: 2021).

Anmerkung 1:

Der Glühverlust wird aus der Analyse des Glührückstands berechnet. Beim Glührückstand handelt es sich um den Massenanteil des Rückstands nach dem Glühen der Trockenmasse eines Schlamms unter festgelegten Bedingungen in einem Muffelofen bei (550 ± 25 °C) bis zur Gewichtskonstanz. Er wird auf die Trockenmasse bezogen und in Prozent angegeben. Der Glühverlust wird aus der Differenz der Massen vor und nach dem Glühvorgang errechnet.

Einfluss der Analysemethoden auf den Glühverlust

In der Praxis wird infolge des labortechnischen Ablaufs nicht immer die Trockenmasse (aus der TR-Analyse, ohne Filter) für die Bestimmung des Glühverlustes verwendet, sondern teilweise auch die Trockensubstanz (aus der TS-Analyse, nach Filtrierung). Auch werden bei den Verfahren der Abwasserbehandlung (vor Eindickung) in der Regel TS-Analysen durchgeführt, während in der Schlammbehandlung meist TR-Analysen erfol-

1) Hinweis: Die hier gewählte Angabe der Einheit „(kg TM)“ ist nicht konform mit den Vorgaben der internationalen Normung, wonach Einheiten keine Zusätze erhalten dürfen. Da es wesentliches Ziel dieses Arbeitsberichts ist, deutlich zu machen, welche Bestimmungsmethode verwendet wurde, werden hier jedoch bei Massenangaben die Einheiten durch die Zusätze TM/TR/oTM/oTS ergänzt.

2) Abkürzungen werden in Steilschrift, Formelzeichen *kursiv* geschrieben.

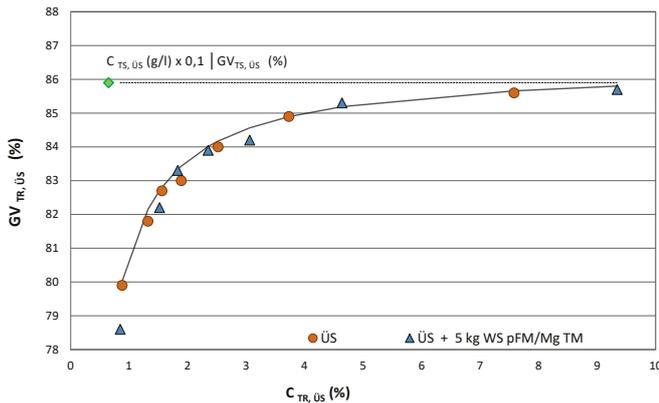


Abb. 1: Einfluss des TR-Messwertes auf den Messwert GV [1]

gen. Es hat sich gezeigt, dass insbesondere bei der Eindickung von Überschussschlamm häufig mit diesen abweichenden Analysemethoden gearbeitet wird und folglich unterschiedliche Werte ermittelt werden.

Die teilweise gängige Praxis, einen oft nicht einheitlich spezifizierten Filter für die TS-Bestimmung von belebtem Schlamm zu nutzen und für die Bestimmung des GV-Wertes auf eine TR-Messung zurückzugreifen, führt ebenfalls zu falschen Wertepaaren und zu Bilanzfehlern!

Für die Bewertung des Kennwertes Glühverlust (GV) ist es daher wichtig zu wissen, welche Analyse (TR- oder TS-Analyse mit welchem Filter) durchgeführt wurde.

Einfluss des Wassergehalts auf den Glühverlust

Weil bei der TR-Analyse (ohne Filter) gelöste Salze miterfasst werden (diese bleiben beim Trocknen als Salzkristalle zurück), fallen die Glühverlustmesswerte bei hohem Wassergehalten niedriger aus. Obwohl es sich um den „gleichen“ Schlamm handelt und die gleiche Analysemethode angewendet wird, können infolge des veränderten Wassergehalts die GV-Messwerte um bis zu 7 % vor und nach der maschinellen Eindickung abweichen (siehe Abbildung 1). Dieser Zusammenhang ist bei der Bilanzierung der Feststoffströme bei der Abwasser- und Schlammbehandlung zu berücksichtigen.

In Abbildung 1 ist der Zusammenhang zwischen dem Messwert GV und dem Messwert TR eines Überschussschlammes gezeigt, der jeweils unterschiedlich stark eingedickt wurde. Je „dicker“ die Eingangssprobe ist, desto höher ist der Glühverlust. Der in den letzten Jahren beobachtete Anstieg der Glühverlust-Messwerte von Faulschlammern kann teilweise auf diesen Zusammenhang zurückgeführt werden, da vor allem die Überschussschlämme vor der Faulung stärker eingedickt werden. Der Messwert GV nimmt mit steigendem TR zu und läuft asymptotisch auf den GV-Messwert aus der TS/GV-Analyse zu. Der GV-Messwert wird maßgeblich durch die Mengen von Feinsand, Salzen und Mineralstoffen bestimmt, die aus dem Schlammwasser mit eingedampft werden.

Einfluss von Polymerzugaben auf den Glühverlust

Des Weiteren wurde untersucht, in welchem Umfang durch eine Polymerzugabe organische Masse eingetragen wird und wie dies den Messwert GV beeinflusst. Die GV-Messwerte mit Konditionierung (im Beispiel Zugabe polymere Flockungsmittel:



WANGEN PUMPEN

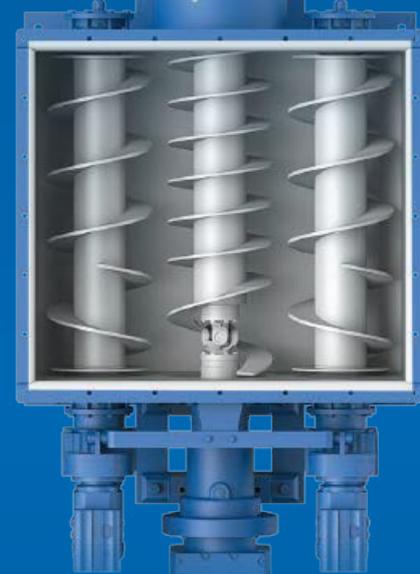
Part of the Atlas Copco Group

DIE BRÜCKENBRECHER

VERHINDERN BRÜCKENBILDUNG IM RACHENGEHÄUSE



KL-R TRIPLEX *



Spitzenqualität für einen wartungsarmen und störungsfreien Dauerbetrieb: WANGEN Pumpen fördern entwässerte Klärschlämme mit hohem Trockensubstanzgehalt optimal und verhindern Brückenbildung und Verzopfungen.

*Das optionale **WANGEN XIFT-Schnellwechselsystem** garantiert einen schnellen und platzsparenden Rotor-/Statorwechsel. Dadurch werden Ausfallzeiten bei Wartungen deutlich reduziert.

Die Experten für Klärschlammbehandlung.

WWW.WANGEN.COM

Ort der Probennahme / Parameter	Formelzeichen	Einheit	Quelle / Vorschrift	Material / Formel	Beispiel für 100.000 E
Überschussschlamm (ÜS)					
Trockensubstanzkonzentration	$C_{TS,ÜS}$	g TS/l	DIN 38414-10:1981	Papierfilter aschefrei*, „schnell filtrierend 9 s bis 12 s“	6
Feststofffracht Überschussschlamm	$B_{d,TS,ÜS}$	Mg TS / d		$C_{TS,ÜS} \times Q_{ÜS}$	3,2
organischer Feststoffanteil	$GV_{TS,ÜS}$	%	DIN EN 12879:2001	Filter, Tiegel	75
Trockenrückstand	$TR_{ÜS}$	%	DIN EN 12880 (S2a):2001	Tiegel	0,67
Glühverlust	$GV_{TR,ÜS}$	%	DIN EN 12879:2001	Tiegel	72
Überschussschlamm eingedickt (ÜS_{dick})					
Trockenrückstand	$TR_{ÜSdick}$	%	DIN EN 12880 (S2a):2001	Tiegel	6
Glühverlust	$GV_{TR,ÜSdick}$	%	DIN EN 12879:2001	Tiegel	76
Feststofffracht Überschussschlamm	$B_{d,TR,ÜSdick}$	Mg TM/d		$C_{TS,ÜS} \times Q_{ÜS} / 100$	3,2
organische Feststofffracht Überschussschlamm	$B_{d,oTR,ÜSdick}$	Mg oTM/d		$B_{TM,ÜSdick} \times GV_{ÜSdick}$	2,43
Schlammwasser ÜS-Eindickung (Filtrat/Zentrat)					
Trockensubstanzkonzentration	$C_{TS,Filtrat/Zentrat}$	g TS/l	DIN 38409-H1-2:1987	Papierfilter aschefrei*, „schnell filtrierend 9 s bis 12 s“	50
Feststofffracht	$B_{d,TS,Filtrat/Zentrat}$	kg TS/d		$C_{TS,Filtrat/Zentrat} \times Q_{Filtrat/Zentrat}$	20
Primärschlamm (PS) abgezogen					
Trockenrückstand	TR_{PS}	%	DIN EN 12880 (S2a):2001	Tiegel	0,9
Glühverlust	$GV_{TR,PS}$	%	DIN EN 12879:2001	Tiegel	75
Feststofffracht Primärschlamm	$B_{d,TR,PS}$	Mg TM/d		$TR_{PS} \times Q_{PS} / 100$	2,8
Primärschlamm_{eingedickt} (PS_{dick}) nach mechanischer oder statischer Eindickung					
Trockenrückstand	TR_{PSdick}	%	DIN EN 12880 (S2a):2001	Tiegel	5
Glühverlust	$GV_{TR,PSdick}$	%	DIN EN 12879:2001	Tiegel	76
Feststofffracht Primärschlamm	$B_{d,TR,PSdick}$	Mg TM/d		$TR_{PS} \times Q_{PS} / 100$	2,8
org. Feststofffracht Primärschlamm	$B_{d,oTR,PSdick}$	Mg oTM/d		$B_{d,TR,PS} \times GV_{PS}$	2,1
Rohschlamm (RoS)					
Trockenrückstand	TR_{RoS}	%	DIN EN 12880 (S2a):2001	Tiegel	5,6
Glühverlust	$GV_{TR,RoS}$	%	DIN EN 12879:2001	Tiegel	76
Feststofffracht Rohschlamm	$B_{d,TR,RoS}$	Mg TM/d		$TR_{RoS} \times Q_{RoS} / 100$	6
organische Feststofffracht Rohschlamm	$B_{d,oTR,RoS}$	Mg oTM/d		$B_{TM,RoS} \times GV_{RoS}$	4,6
Faulschlamm (FS)					
Trockenrückstand	TR_{FS}	%	DIN EN 12880 (S2a):2001	Tiegel	3,45
Glühverlust	$GV_{TR,FS}$	%	DIN EN 12879:2001	Tiegel	60
Feststofffracht Faulschlamm	$B_{d,TR,FS}$	Mg TM/d		$TR_{FS} \times Q_{FS} / 100$	3,8
organische Feststofffracht Faulschlamm	$B_{d,oTR,FS}$	Mg oTM/d		$B_{d,TR,FS} \times GV_{FS}$	2,3
Polymerlösung (pFM-Lsg)					
Trockenrückstand pFM Lösung	$TR_{pFM-Lsg}$	%	DIN EN 12880 (S2a):2001	Tiegel	0,4
spez. Polymerdosierung bez. auf die Wirksubstanz	$spez.pFM_{WS}$	kg WS/Mg TM			10
spez. Polymerdosierung bez. auf die Handelsware für Pulverprodukte	$spez.pFM_{HW}$	kg HW/Mg TM		Beispiel für 95 % WS	10,5
spez. Polymerdosierung bez. auf die Handelsware für Emulsionspolymere	$spez.pFM_{HW}$	kg HW/Mg TM		Beispiel für 45 % WS	22
Schlammwasser Entwässerung (Filtrat/Zentrat)					
Trockensubstanzkonzentration	$C_{TS,Zentrat/Filtrat}$	g TS/l	DIN 38409-H1-2:1987	Papierfilter aschefrei*, „schnell filtrierend 9 s bis 12 s“	0,15
Feststofffracht	$B_{d,TS,Filtrat/Zentrat}$	Mg TS/d		$C_{TS,Filtrat/Zentrat} \times Q_{Filtrat/Zentrat}$	17
Schlamm entwässert (entw)					
Trockenrückstand	TR_{entw}	%	DIN EN 12880 (S2a):2001	Tiegel	25
Glühverlust	$GV_{TR,entw}$	%	DIN EN 12879:2001	Tiegel	59
Feststofffracht entwässerter Schlamm	$B_{d,TR,entw}$	Mg TM/d		$TR_{entw} \times Q_{FS} / 100$	3,8

* (früherer Fachbegriff: Schwarzbandfilter)

Tabelle 1: Auflistung der Feststoffbezeichnungen für die Schlammbehandlung

5 Kilogramm Wirksubstanz je Megagramm Trockenmasse) lagen im Mittel um bis zu 1 % GV-Punkt über den Referenzwerten ohne Konditionierung [1].

Welcher Filter – wofür?

Bei der Analyse der Trockensubstanz oder der Trockensubstanzkonzentration werden in der Praxis verschiedene Filtermaterialien eingesetzt, wie Papier-, Glasfaser- oder Membranfilter. Dieses führt zu unterschiedlichen Ergebnissen. Insbesondere bei der Bestimmung der „abfiltrierbaren Stoffe“ in der Abwasserreinigung wird bisher nicht einheitlich vorgegangen [2]. Es wäre wünschenswert, wenn im Rahmen des Regelwerks der DWA bzw. einer Weiterentwicklung der DIN/CEN/ISO-Normen eine entsprechende Konkretisierung und insgesamt eine Harmonisierung der Messmethoden und der Nomenklatur im Hinblick auf die Feststoffanalytik erreicht werden könnte. Die Feststoffe und der organische Anteil (Glühverlust) sind sowohl in der Abwasser- als auch in der Schlammbehandlung eine zentrale Bezugsgröße zur Bemessung.

Zur Berechnung des Abscheidegrads bei der Eindickung und Entwässerung von Klärschlämmen werden nach den Merkblättern DWA-M 366:2013, DWA-M 381:2007 und DWA-M 383:2019 zur Bestimmung der Feststoffe in der Trockensubstanz (TS-Analyse) des Zulaufs der Überschussschlamm-Eindickung sowie des Filtrat- oder Zentratwassers aschefreie Papierfilter „schnell filtrierend“ eingesetzt (Kennung nach DIN siehe

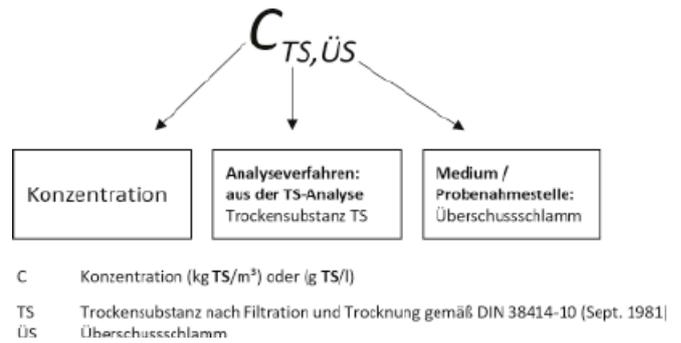


Abb. 2: Nomenklatur für die Trockensubstanzkonzentration von abgezogenem Überschussschlamm

oben, zum Beispiel „Macherey & Nagel MN 640w“ oder „Whatman Grade 589/1“). Bei anderen Filtereigenschaften wird das Kriterium einer ausreichenden Abscheideleistung $\geq 95\%$ (besser $\geq 98\%$) nicht korrekt bestimmt.

Zur Charakterisierung der Entwässerbarkeit eines Faulschlammes wird empfohlen, die gelöste Phosphatkonzentration zu untersuchen (DWA-M 383:2019). Für die fotometrische P-Analyse muss der Schlamm zunächst filtriert werden. Empfohlen wird hierfür, zuerst den Faulschlamm mit einem Papier- oder Glasfaserfilter vorzufiltrieren und anschließend das Filtrat nochmals mit einem „0,45- μm “-Membranfilter nachzufiltrieren. Das Filtrat nach dem „0,45- μm “-Filter wird für die Phosphat-Analyse genutzt.

Filtration

MACHEREY-NAGEL

Filterpapiere für Kläranlagen



Mehr Infos:



Filterpapiere für Kläranlagen



- Einfach – Sichere Bestimmung der Trockenmasse und des Glührückstands
- Verlässlich – DIN-konforme Analyse abfiltrierbarer Stoffe nach DIN 38409 bzw. DIN EN 872
- Hochwertig – Deutsche Markenqualität seit 1911

MACHEREY-NAGEL

www.mn-net.com



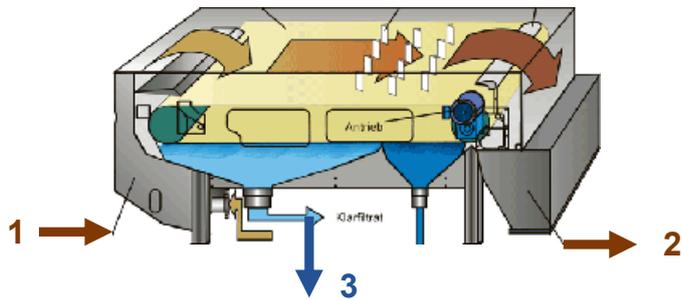
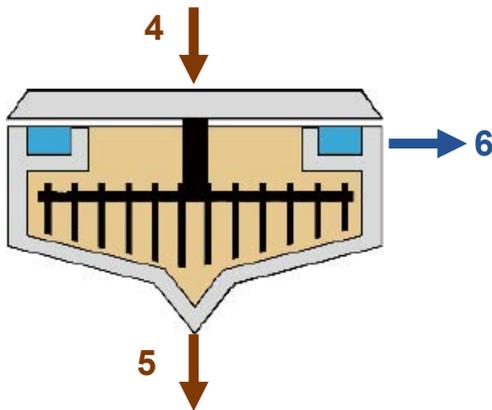
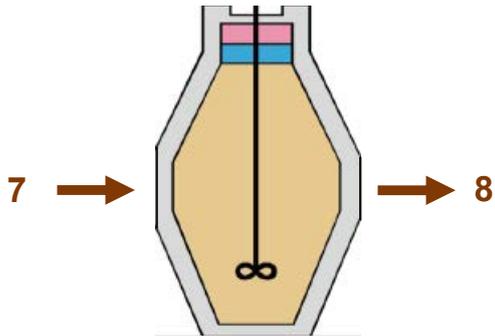
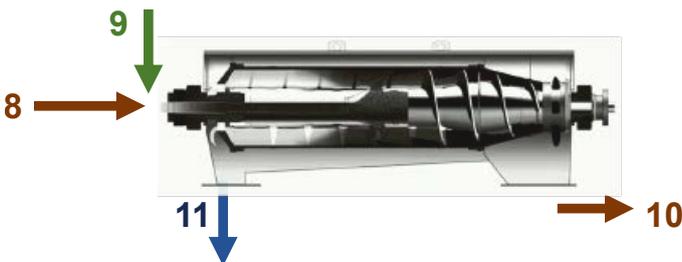
<p>Überschussschlamm (1)</p> <p>Abkürzung: ÜS Konzentration: $C_{TS,ÜS}$ (g TS/l) (6 g/l) Fracht: $B_{d,TS,ÜS}$ (Mg TS/d) (3,2 Mg/d) org. Feststoffanteil: $GV_{TS,ÜS}$ (%) (75 %)</p> <p>Trockenrückstand: $TR_{ÜS}$ (%) (0,67 %) Glühverlust: $GV_{TR,ÜS}$ (%) (72 %)</p> <p>Überschussschlamm eingedickt (2)</p> <p>Abkürzung: ÜS_{dick} Trockenrückstand: $TR_{ÜS,dick}$ (%) (6 %) Glühverlust: $GV_{TR,ÜS,dick}$ (%) (76 %) Feststofffracht: $B_{d,TR,ÜS,dick}$ (Mg TM/d) (3,2 Mg/d) $B_{d,oTR,ÜS,dick}$ (Mg oTM/d) (2,4 Mg/d)</p> <p>Methode TR: Tiegel DIN EN 12880 S2a Methode GV: Tiegel DIN EN 12879</p> <p>Schlammwasser (3)</p> <p>TS-Konzentration $C_{TS,Filterat}$ (mg TS/l) (50 mg/l) Feststofffracht $B_{d,TS,Filterat}$ (kg TS/d) (20 kg/d) Methode TS: Filtration Papierfilter aschefrei, „schnell filtrierend 9 s bis 12 s“</p>	
<p>Primärschlamm (4)</p> <p>Abkürzung: PS (abgezogener PS) Trockenrückstand: TR_{PS} (%) (0,9%) Glühverlust: $GV_{TR,PS}$ (%) (78%) Feststofffracht PS: $B_{d,TR,PS}$ (Mg TM/d) (2,8 Mg/d)</p> <p>Primärschlamm eingedickt (5)</p> <p>Abkürzung: PS_{dick} (eingedickt) Trockenrückstand: $TR_{PS,dick}$ (%) (5%) Glühverlust: $GV_{TR,PS,dick}$ (%) (82%) Feststofffracht PS: $B_{d,TR,PS,dick}$ (Mg TM/d) (2,8 Mg/d) $B_{d,oTR,PS,dick}$ (Mg oTM/d) (2,3 Mg/d)</p> <p>Methode TR: Tiegel DIN EN 12880 S2a:2001 Methode GV: Tiegel DIN EN 12879:2001</p> <p>Schlammwasser (6)</p> <p>TS-Konzentration $C_{TS,Dekantat}$ (mg TS/l) (150 mg/l) Feststofffracht $B_{d,TS,Dekantat}$ (kg TS/d) (38 kg/d) Methode TS: Filtration Papierfilter aschefrei, „schnell filtrierend 9 s bis 12 s“</p>	
<p>Rohschlamm (7)</p> <p>Abkürzung: RoS Trockenrückstand: TR_{RoS} (%) (5,6%) Glühverlust: $GV_{TR,RoS}$ (%) (78%) Feststofffracht PS: $B_{d,TR,RoS}$ (Mg TM/d) (6 Mg/d) $B_{d,oTR,RoS}$ (Mg TM/d) (4,6 Mg/d)</p> <p>Faulschlamm (8)</p> <p>Abkürzung: FS Trockenrückstand: TR_{FS} (%) (3,45%) Glühverlust: $GV_{TR,FS}$ (%) (67,5%) Feststofffracht PS: $B_{d,TR,FS}$ (Mg TM/d) (4 Mg/d) $B_{d,oTR,FS}$ (Mg TM/d) (2,4 Mg/d)</p> <p>Methode TR: Tiegel DIN EN 12880 S2a:2001 Methode GV: Tiegel DIN EN 12879:2001</p>	
<p>Schlammentwässerung</p> <p>Polymerlösung (9)</p> <p>Abkürzung: pFM-Lsg. Trockenrückstand: $TR_{pFM,Lsg}$ (%) (0,4 %) spez. pFM Pulver: $spez. pFM_{HW}$ (kg HW/Mg TM) (10 kg HW/Mg) spez. pFM Emulsion: $spez. pFM_{HW}$ (kg HW/Mg TM) (22 kg HW/Mg)</p> <p>Schlamm entwässert (10)</p> <p>Trockenrückstand: TR_{entw} (%) (25 %) Glühverlust: $GV_{TR,entw}$ (%) (59 %)</p> <p>Zentrat (11)</p> <p>Konzentration: $C_{TS,Zentrat}$ (g TS/l) (0,15 g/l) Feststofffracht: $B_{d,TS,Zentrat}$ (kg TS/d) (17 kg/d)</p> <p>Methode TR: Tiegel DIN EN 12880 S2a:2001 Methode GV: Tiegel DIN EN 12879:2001 Methode TS: Filtration Papierfilter aschefrei, „schnell filtrierend 9 s bis 12 s“</p>	

Tabelle 3: Beispielhafte Darstellung der Feststoffkenngößen bei der Schlammbehandlung einer kommunalen Kläranlage mit 100 000 E

Nomenklatur

Nachfolgend werden beispielhaft in Abbildung 2 die Nomenklatur der Trockensubstanzkonzentration für aus dem Rücklaufschlamm abgezogenen Überschussschlamm und in Abbildung 3 die Nomenklatur für die täglich anfallende Faul-

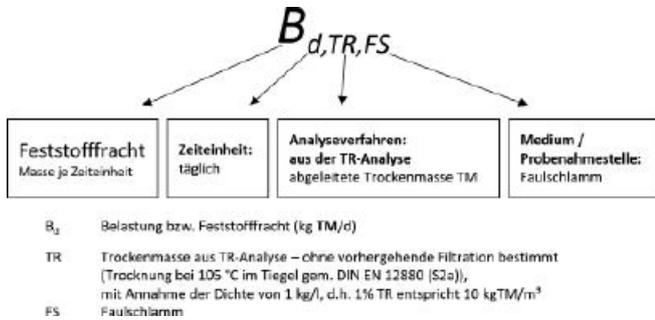


Abb. 3: Nomenklatur für die Feststofffracht von Faulschlamm

schlammfracht dargestellt. Der Anfangsbuchstabe steht für die Abkürzung einer Konzentration C, einer Fracht B oder einer Masse m. Mit dem ersten Index wird das Analyseverfahren gekennzeichnet, mit dem zweiten Index das Medium, bzw. die Probenahmestelle.

Zur Verdeutlichung der Nomenklatur werden in Tabelle 1 die Bezeichnungen für die Schlammbehandlung (Konditionierung, Eindickung und Entwässerung) zusammengestellt.

Anmerkung: Wird aus dem TR-Messwert eine Fracht abgeleitet, wird als Einheit zum Beispiel kg TM/d verwendet. Wird aus dem TS-Messwert eine Fracht abgeleitet, wird als Einheit zum Beispiel kg TS/h verwendet.

Beispiel für die Nomenklatur bei der Schlammbehandlung

In Tabelle 2 werden die Feststoffparameter exemplarisch für eine kommunale Kläranlage anhand einer Feststoffbilanz der anfallenden Schlämme dargestellt.

Formelzeichen	angenommene Werte	Einheit	Formelzeichen	angenommene Werte	Einheit
EW	100.000	E	V _{BB}	450	l/E
q _{E,d,Zulauf}	120	l/(E·d)	C _{TS,BB}	3	g/l
C _{TS,Zulauf}	580	mg TS/l	GV _{TS,ÜS}	75	%
b _{TS,E,d,Zulauf}	70	g TS/(E·d)	TR _{ÜSdick}	6	%
b _{TR,E,d,ÜS*}	32	g TM/(E·d)	TR _{PS}	5	%
b _{TR,E,d,PS*}	28	g TM/(E·d)	GV _{PS}	82	%
b _{TR,E,d,RoS*}	60	g TM/(E·d)	GV _{RoS}	78	%
b _{TR,E,d,FS*}	38	g TM/(E·d)	TR _{FS}	3,45	%
Reduktion in der Vorklärung	40	%	GV _{FS}	67,5	%

Für die Umrechnungen wird eine Dichte von 1 g/cm³ für Klärschlamm angenommen.

* gemäß DWA-M 368:2014 Tabelle 6

Tabelle 2: Daten einer fiktiven Kläranlage für das Zahlenbeispiel in Tabelle 3

www.dwa.de/mitgliedschaft



75 Jahre **DWA**
Klare Konzepte, Saubere Umwelt.

KA oder lieber KW? Digital keine Frage!

DWA-Mitglieder lesen doppelt



NEU

Informieren Sie sich ab sofort online oder per App über alle Aspekte der Wasserwirtschaft in Ihren beiden Verbandszeitschriften KA und KW.



online lesen




App jetzt downloaden

Der DWA-Fachausschuss KEK-2 und die Arbeitsgruppe KEK-2.3 würden es sehr begrüßen, wenn die hier vorgestellte Feststoffnomenklatur Eingang in die Praxis findet und bei der Arbeit der DWA-Fachgremien, bei Veröffentlichungen und bei technischen Berichten einheitlich verwendet wird. Tabelle 3 zeigt ein Beispiel.

Literatur

- [1] Kopp, J.: Klärschlammqualität – Änderung des Glühverlustes, DWA-Klärschlammstage, Einführungsvortrag vom 17. Juni 2021
- [2] Broß, L.; Badenberg, S. C.; Krause, S.; Schaum, C.: Abfiltrierbare Stoffe als Begleitparameter – Ist die Vergleichbarkeit von Messergebnissen gegeben? *KA Korrespondenz Abwasser, Abfall* 2020, 67 (1), 28–36

Technische Regeln

DIN EN 14702-1 (Juni 2006): *Charakterisierung von Schlämmen – Absetzeigenschaften – Teil 1: Bestimmung der Absetzbarkeit (Bestimmung des Schlammvolumens und des Schlammvolumenindex)*, Deutsche Fassung EN 14702-1:2006

DIN 53137 (Juli 1977): *Prüfung von Filtrierpapier – Bestimmung der Filtriergeschwindigkeit am frei hängenden Filter (ersatzlos zurückgezogen)*

DIN 38409-1 (Januar 1987): *Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Summarische Wirkungs- und Stoffkenngrößen (Gruppe H) – Teil 1: Bestimmung des Gesamttrockenrückstandes, des Filtrattrockenrückstandes und des Glührückstandes (H 1)*

DIN 38409-2 (März 1987): *Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Summarische Wirkungs- und Stoffkenngrößen (Gruppe H) – Teil 2: Bestimmung der abfiltrierbaren Stoffe und des Glührückstandes (H 2)*

DIN 38414-10 (September 1981): *Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Schlamm und Sedimente (Gruppe S) – Teil 10: Bestimmung des Schlammvolumenanteils und des Schlammindex (S 10)* (zurückgezogen, ersetzt durch DIN EN 14702-1:2006-06)

DIN 38414-10 Beiblatt 1 (Mai 2005): *Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Schlamm und Sedimente (Gruppe S) – Teil 10: Bestimmung des Schlammvolumenanteils und des Schlammindex (S 10); Bestimmung der Trockensubstanz von Belebtschlamm* (zurückgezogen, ersetzt durch DIN EN 14702-1:2006-06)

DIN EN 12879 (Februar 2001): *Charakterisierung von Schlämmen – Bestimmung des Glühverlustes der Trockenmasse. Deutsche Fassung EN 12879:2000* (ersatzlos zurückgezogen). Zur Anwendung wird empfohlen DIN EN 15935:2012-11: *Schlamm, behandelter Bioabfall, Boden und Abfall – Bestimmung des Glühverlustes*, Deutsche Fassung EN 15935:2012

DIN EN 12880 (Februar 2001): *Charakterisierung von Schlämmen – Bestimmung des Trockenrückstandes und des Wassergehalts*, Deutsche Fassung EN 12880:2000

DIN EN 15935 (Oktober 2021): *Boden, Abfall, behandelter Bioabfall und Schlamm – Bestimmung des Glühverlustes*, deutsche Fassung EN 15935:2021

DWA-M 350 (August 2014): *Aufbereitung von synthetischen polymeren Flockungsmitteln zur Klärschlammkonditionierung*

DWA-M 366 (Februar 2013): *Maschinelle Schlammmentwässerung*

DWA-M 368 (Juni 2014): *Biologische Stabilisierung von Klärschlamm*

DWA-M 381 (Oktober 2007): *Eindickung von Klärschlamm*

DWA-M 383 (Juli 2019): *Kennwerte der Klärschlammmentwässerung*

DWA-M 386 (Dezember 2011): *Thermische Behandlung von Klärschlämmen – Monoverbrennung* 

www.dwa.de



DWA-Gebrauchtmart

Verkauf, Ankauf, Miete, Leasing und Tausch von Wasser- und Abwassertechnik

Der DWA-Gebrauchtmart ist eine branchenspezifische Plattform für die Wasser- und Abwasserwirtschaft.

for
SALE

Gebrauchte, aber funktionsfähige Geräte müssen im Rahmen von Modernisierungen nicht entsorgt werden, sondern können einen wichtigen Beitrag zur Finanzierung leisten.

Auch gibt es zahlreiche Hersteller, die ihre Anlagen vermieten.

Den DWA-Gebrauchtmart finden Sie online:

www.dwa.de/Gebrauchtmart

Ihre Ansprechpartnerin:

Frau Monika Kramer

Tel.: +49 2242 872-130

E-Mail: kramer@dwa.de



© iwke32, Pixabay