

# Leistungsvergleich Stuttgarter Klärwerke 2013

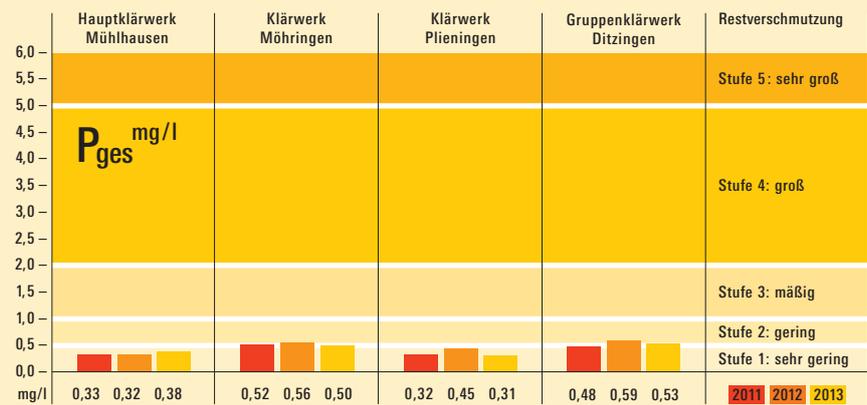
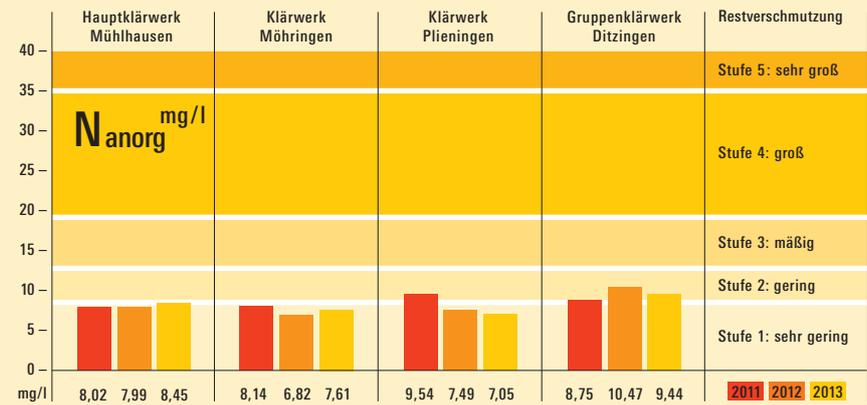
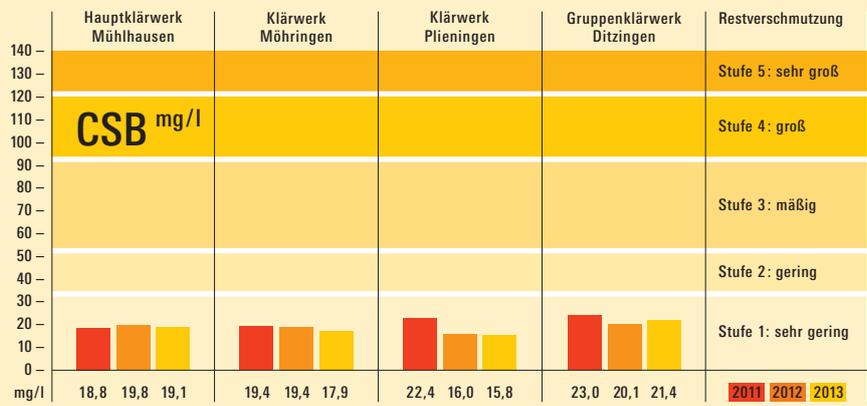


# Die Reinigungsleistung

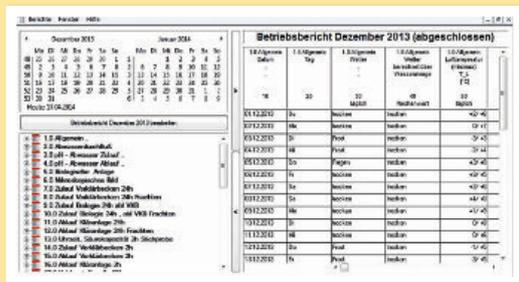
Der Stadtentwässerung Stuttgart ist es gelungen, durch stetige technologische Neuerungen sowie Aus- und Umbaumaßnahmen auf den von ihr betriebenen vier Stuttgarter Klärwerken über Jahrzehnte einen hohen Reinigungsstandard aufrechtzuerhalten bzw. diesen noch zu verbessern. Die Güte der Reinigungsleistung bemisst sich dabei einerseits an der organischen Restverschmutzung im Abwasser (Chemischer Sauerstoffbedarf = CSB) und andererseits an der Nährstoffbelastung, die anhand der im Kläranlagenablauf nachweisbaren Konzentrationen an Gesamtstickstoff ( $N_{anorg}$  = Summe aus Ammonium-, Nitrat- und Nitritstickstoff) und Gesamtphosphor ( $P_{ges}$ ) ermittelt wird. Während es in den letzten Jahren galt, die vom Gesetzgeber geforderten immer strengeren Vorschriften im Hinblick auf die Nitrifikation und Denitrifikation zu erfüllen, tritt heute die Phosphorelimination verstärkt in den Vordergrund. So sind von den Stuttgarter Klärwerken gesetzlich vorgegebene  $P_{ges}$ -Zielwerte für die durchschnittliche jährliche Ablaufkonzentration von 0,30 mg  $P_{ges}$ /l für das Hauptklärwerk Mühlhausen (nach Umbau des Sandfilters zur Flockungsfiltration) und das Klärwerk Plieningen sowie 0,50 mg  $P_{ges}$ /l für das Klärwerk Möhringen und das Gruppenklärwerk Ditzingen zu erreichen.

Wie die Abbildung rechts verdeutlicht, weisen alle Stuttgarter Klärwerke eine geringe bis sehr geringe Restverschmutzung für  $P_{ges}$  auf. Im Klärwerk Plieningen konnte nach einem Anstieg der  $P_{ges}$ -Ablaufkonzentration 2012 im Jahr 2013 wieder eine deutliche Reduktion erzielt werden. Dort wie auch im Hauptklärwerk Mühlhausen wird der  $P_{ges}$ -Zielwert von 0,30 mg/l in etwa erreicht. Dies gilt auch für das Klärwerk Möhringen und das Gruppenklärwerk Ditzingen für einen  $P_{ges}$ -Zielwert von 0,50 mg/l.

Im Hinblick auf Gesamtstickstoff haben sich zwar die Ablaufkonzentrationen für das Hauptklärwerk Mühlhausen sowie das Klärwerk Möhringen im Jahr 2013 gegenüber dem Vorjahr etwas erhöht, nach wie vor liegt jedoch eine geringe bis sehr geringe Restverschmutzung vor. Eine sehr gute Reinigungsleistung weist das Klärwerk Plieningen auf. Hier konnte der Ablaufwert über die letzten Jahre schrittweise gesenkt werden. Ein Ergebnis, das für das Klärwerk Plieningen gleichermaßen für den Chemischen Sauerstoffbedarf gilt. Darüber hinaus zeichnen sich alle Stuttgarter Klärwerke seit Jahren schon durch eine sehr geringe Restverschmutzung beim CSB aus.



# Automatisiertes Berichtswesen



Auszug aus dem Betriebstagebuch

Auf den Klärwerken der Stadtentwässerung Stuttgart fallen täglich viele Daten an, die für einen optimalen Betriebsablauf gesichtet, bewertet und weiterverarbeitet werden müssen. In der Regel entstammen diese Daten unterschiedlichen Quellen. Beispiele sind Prozessmessungen, Laboranalysen sowie anhand von Rundgängen protokollierte Messwerte. Als Sammelstelle dient meist das klärwerksinterne Betriebstagebuch. Mit dem Betriebstagebuch kommt der Klärwerksbetreiber zwar seiner Dokumentationspflicht nach, auf eine weiterführende Auswertung der erfassten Werte muss aufgrund des damit verbundenen erheblichen Zeitaufwands jedoch oftmals verzichtet werden. Ein effizientes Monitoring und eine betriebsnahe und optimierte Anlagensteuerung kann aber nur erreicht werden, wenn die vorhandenen Daten sinnvoll aufbereitet und analysiert sowie die daraus gewonnenen Erkenntnisse zeitnah umgesetzt werden.

Zu diesem Zweck wurde von der Stadtentwässerung Stuttgart das automatisierte Berichtswesen konzipiert und implementiert.

Das automatisierte Berichtswesen greift auf die im Betriebstagebuch protokollierten Werte zu und bereitet diese je nach Fragestellung tabellarisch als Summen, Mittelwerte oder Rangreihen und/oder grafisch als Linien-, Balken- oder Box-Plots auf. Zusätzlich werden spezifische Kennzahlen berechnet, die dem Benchmarking dienen. Die Ergebnisse können als monatlicher, vierteljährlicher, halbjährlicher oder Jahresbericht ausgegeben werden, wobei zudem ein Vergleich mit den Vorjahreswerten desselben Zeitraums durchgeführt wird. Somit ist es dem Klärwerksbetreiber möglich, sich rasch einen Überblick über verschiedene Themen wie etwa Zu- und Ablauf, Schlamm, Verbrennung, Betriebs- und Reststoffe

# Der Abfall

Seit 1962 betreibt die Stadtentwässerung Stuttgart auf dem Gelände des Hauptklärwerks Mühlhausen eine Schlammverbrennungsanlage, die es ermöglicht, den bei der Abwasserreinigung anfallenden Klärschlamm thermisch zu entsorgen. So belief sich im Jahr 2013 die im Hauptklärwerk Mühlhausen verbrannte Klärschlammmenge auf rund 23.110 t (in der Trockenmasse). Davon entstammen über 80 % den Stuttgarter Klärwerken. Der Rest wurde von externen Partnerklärwerken wie Büsnau oder Waiblingen angeliefert. Der Klärschlamm konnte zu 100 % der Verbrennung zugeführt werden, wobei 8.250 t Asche erzeugt worden sind. Die Asche gelangt vornehmlich als Versatzstoff in das Salzbergwerk Bad Friedrichshall.

Während allerdings bei der Klärschlammverbrennung organische Schadstoffe und endokrine Substanzen größtenteils zerstört werden, weist die in Stuttgart verbleibende Asche noch einen Phosphoranteil von durchschnittlich 7–8 % bzw.

einen Anteil von 18 % Phosphorpentoxid auf. Da Phosphor ein wichtiges Düngemittel ist und die weltweiten Phosphorreserven sukzessiv abnehmen, gewinnt die Phosphorrückgewinnung in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung. Von daher werden im Sinne der Nachhaltigkeit verstärkt Anstrengungen unternommen, Phosphor aus Klärschlamm und Klärschlammmasche rückzulösen.

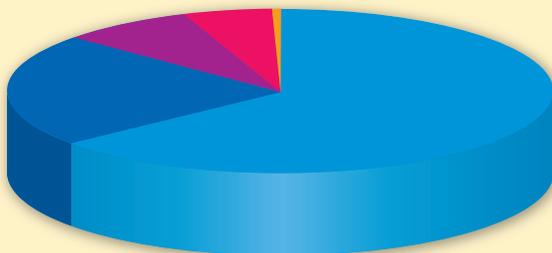
Auch die Stadtentwässerung Stuttgart widmet sich diesem Thema und hat bereits im Mai 2012 gemeinsam mit dem Institut für Siedlungswasserbau, Wasser- und Abfallwirtschaft der Universität Stuttgart sowie weiteren Kooperationspartnern aus Ulm und Karlsruhe ein Pilotprojekt auf den Weg gebracht. So ist zu prüfen, ob die Stuttgarter Asche phosphorrecyclfähig ist und welches Verfahren zur Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlammmasche angewandt werden kann. Dabei steht einerseits der Zuschnitt auf die in den Stuttgarter Klärwerken bei der Abwasserreinigung praktizierte Phosphorelimination, ande-

rerseits die verfahrenstechnische Effizienz im Vordergrund, da alle bisher vorhandenen Methoden nur sehr aufwendig umzusetzen sind.

Neben dem Klärschlamm konnten 42 % des im Jahr 2013 angefallenen Rechenguts in Höhe von rund 2.483 t (in der Trockenmasse) thermisch entsorgt werden. Der Rest wurde von externen Firmen einer umweltverträglichen Wiederverwertung zugeführt. Das im gleichen Jahr zu entsorgende Sandfanggut belief sich auf 1.817 t und entstammt zu knapp 48 % den Stuttgarter Klärwerken. Die verbleibenden 52 % setzen sich aus Straßenkehricht sowie den in den Kanälen der Landeshauptstadt geräumten Sand zusammen. Die umweltgerechte Aufbereitung des Sandfangguts erfolgt extern in Sandwaschanlagen. Demgegenüber wurden die im Zuge der Verbrennung ebenfalls entstandenen rund 25 t Rauchgasrückstände Untertage deponiert.

## Verfahrenstechnischer Abfall 2013 in t/a

■ Klärschlamm	23.110 t/a
■ Asche	8.250 t/a
■ Rechengut	2.483 t/a
■ Sandfanggut (mit Straßenkehricht)	1.817 t/a
■ Rauchgasrückstände	25 t/a

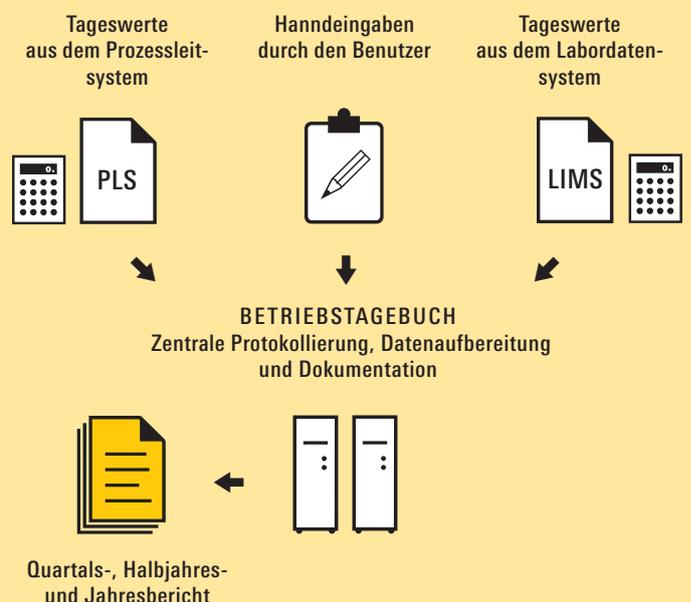


Ofenhalle mit Anfahrbrenner

oder Energie zu verschaffen und aktuelle Trends zu erkennen. Der Datenauszug wird am Bildschirm angezeigt und kann als PDF-Datei gespeichert oder ausgedruckt werden.

Das automatisierte Berichtswesen für die Klärwerke der Stadtentwässerung Stuttgart hat sich im täglichen Betrieb bewährt. „Quasi per Knopfdruck“ ist es jeder Mitarbeiterin und jedem Mitarbeiter möglich, aktuelle statistische Werte und Grafiken aus den aufgezeichneten Daten zu generieren und für weitere Zwecke zu verwenden. Damit unterstützt das automatisierte Berichtswesen auf allen Entscheidungsebenen die strategische und operative Betriebsführung.

**Fließschema von den Daten zum Quartalsbericht** ▶  
 Programmierung: Ralph Stetter, Kollotzek Software-Entwicklung



## Die Emissionswerte

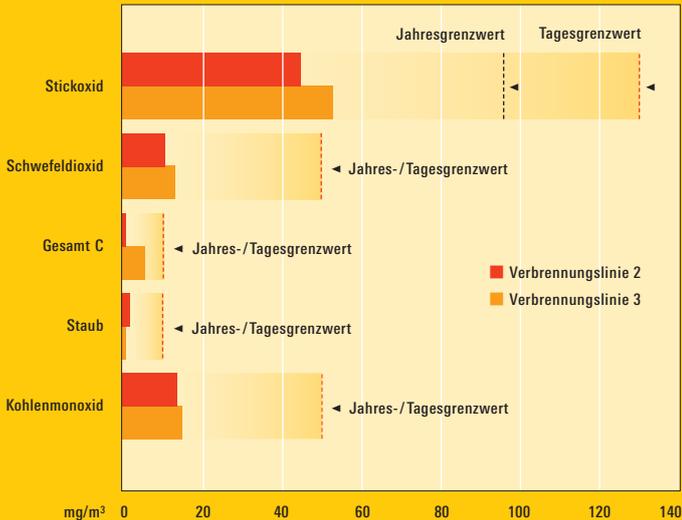
Die Klärschlammverbrennung im Hauptklärwerk Mühlhausen unterliegt einer strengen Kontrolle. So enthält die für die Verbrennung und Mitverbrennung von Abfällen gültige siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (17. BImSchV) nicht nur genaue gesetzliche Vorschriften zu der Errichtung, der Beschaffenheit, dem Anlagenbetrieb, den durchzuführenden Messungen und der Überwachung, sondern schreibt auch vor, dass die Anlagen mit Einrichtungen ausgestattet sind, die eine kontinuierliche Ermittlung, Registrierung, Auswertung und Beurteilung der Emissionen sowie die Weiterleitung der Messergebnisse an die zuständige Aufsichtsbehörden ermöglichen. Von daher wurde das Hauptklärwerk Stuttgart Mühlhausen bereits im Jahr 1997 mit der für die Emissionsdatenfernübertragung (EFÜ) notwendigen Hard- und Software ausgestattet. Das System konnte im Jahr 2000 den Betrieb aufnehmen. Die von der Verbrennungsanlage gelieferten Messwerte werden von einem Emissionsrechner verarbeitet bzw. ausgewertet und täglich der zuständigen Überwachungsbehörde, d. h. dem Regierungspräsidium Stuttgart, elektronisch übermittelt. Die Auswertung der kontinuierlichen Emissionsmessungen einschließlich der Emissionsdatenfernübertragung unterliegt den vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit unter dem Titel „Bundeseinheitlichen Praxis bei der Überwachung von Emissionen“ formulierten Richtlinien. Neben der Klassifizierung der Messwerte sehen diese auch automatische Meldungen an die Überwachungsbehörden bei bestimmten Ereignissen wie z. B. einer doppelten Überschreitung der Emissionsgrenzwerte vor.

Die nebenstehenden Abbildungen enthalten die anhand der kontinuierlichen Emissionsmessungen für die Parameter Stickoxid, Schwefeldioxid, Gesamt C, Staub, Kohlenmonoxid sowie Quecksilber im Jahr 2013 ermittelten durchschnittlichen Emissionswerte sowie die dazugehörigen Grenzwerte. Je Parameter liegen bei einer Betriebszeit der Wirbelschichtöfen 2 und 3 von maximal 8.000 Stunden ca. 10.000 bis 14.000 Halbstunden-Messwerte vor. Wie ersichtlich, wurden im Mittel die Grenzwerte bei allen Parametern sicher eingehalten. Mit Ausnahme von Gesamt C und Stickoxid beim Wirbelschichtofen 3 beträgt bei allen verbleibenden Parametern die Unterschreitung des Grenzwerts sogar mehr als 60 %.

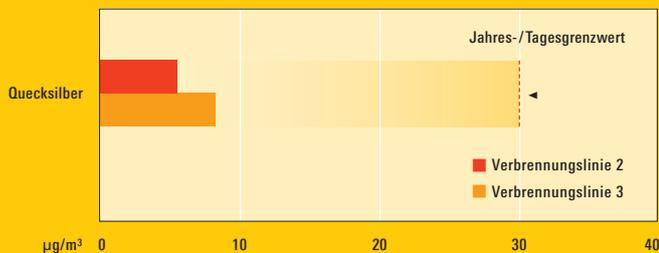
Ebenfalls sehr günstig gestaltet sich die Situation für die vom Anlagenbetreiber stichprobenartig durchgeführten 9 bis 10 Einzelmessungen für Schwermetalle, Dioxine/Furane, Fluorwasserstoff und Chlorwasserstoff. Die Tabelle verdeutlicht, dass selbst die gemessenen Maximalwerte deutlich unter den gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerten liegen. Letzteres gilt für den Wirbelschichtofen 2 insbesondere für die Schwermetalle, für den Wirbelschichtofen 3 für Fluorwasserstoff.

### Jahresmittelwerte 2013 aus kontinuierlichen Einzelmessungen

	Einheit	Grenzwert	Verbrennungslinie 2	Verbrennungslinie 3
Stickoxid	mg/m <sup>3</sup>	100 / 130	44,60	53,17
Schwefeldioxid	mg/m <sup>3</sup>	50	10,39	13,05
Gesamt C	mg/m <sup>3</sup>	10	0,35	5,42
Staub	mg/m <sup>3</sup>	10	1,94	0,71
Kohlenmonoxid	mg/m <sup>3</sup>	50	13,73	15,05



	Einheit	Grenzwert	Verbrennungslinie 2	Verbrennungslinie 3
Quecksilber	µg/m <sup>3</sup>	30	5,59	8,30



### Halbstunden-Mittelwerte und -Maxima 2013 aus diskontinuierlichen Einzelmessungen

	Einheit	Grenzwert	VBL 2	VBL 3	VBL 2	VBL 3
			Mittelwerte		Maximalwerte	
Cd + Ti	mg/m <sup>3</sup>	0,03	n.n.*	0,0001	n.n.*	0,0001
Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V + Sn	mg/m <sup>3</sup>	0,3	0,0008	0,0066	0,003	0,01
As, B(a)P, Cd, Co, Cr	mg/m <sup>3</sup>	0,03	0,0003	0,001	0,0007	0,002
Dioxine/Furane	ngTE/m <sup>3</sup>	0,1	0,001	0,001	0,002	0,001
Fluorwasserstoff	mg/m <sup>3</sup>	1	0,125	0,06	0,2	0,08
Chlorwasserstoff	mg/m <sup>3</sup>	10	6,3	4,5	8,8	8,3

\* nicht nachweisbar



Saugzuggebläse

© Landeshauptstadt Stuttgart, Tiefbauamt / SES; alle Rechte vorbehalten  
Konzeption, Texte und Tabellen: Dr. Margit Popp,  
GOE Gesellschaft für Organisation und Entscheidung Stuttgart  
Reproduktionen: Stadtentwässerung Stuttgart SES  
Layout und Produktion: Aufdemkamp, Gestaltung für Unternehmen, Bielefeld  
Printed in Germany, 2014