

Leistungsvergleich Stuttgarter Klärwerke 2009



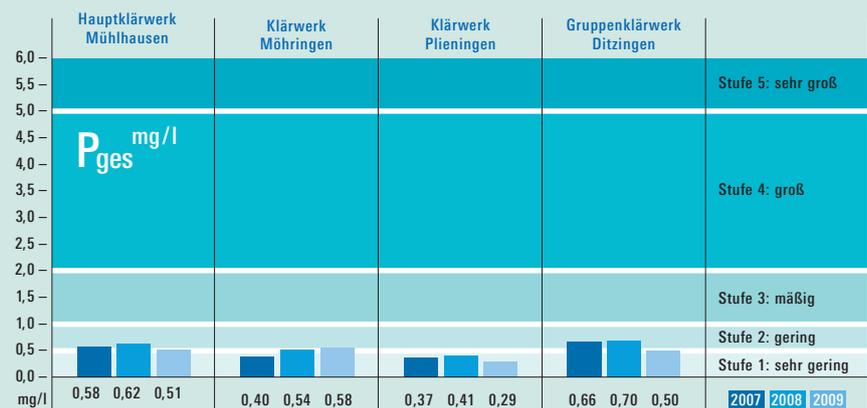
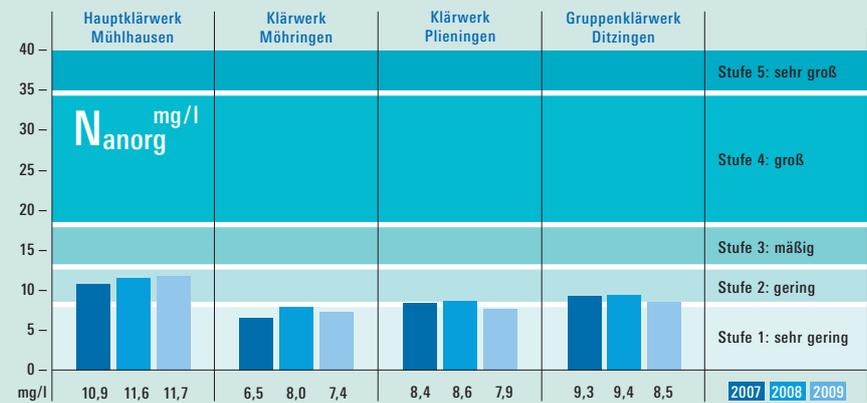
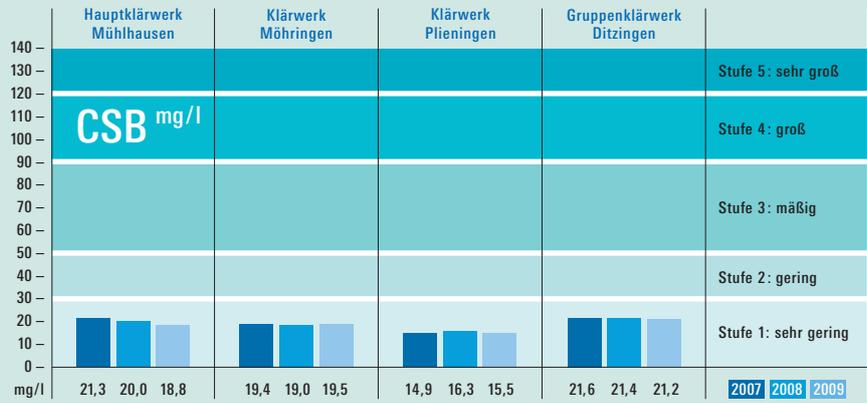
Die Reinigungsleistung

Nach der Abwasserverordnung (AbwV) sind die Betreiber von Abwasserreinigungsanlagen verpflichtet, beim Einleiten von kommunalem und häuslichem Abwasser in ein Gewässer vorgeschriebene Mindestanforderungen für die Schmutzparameter Chemischer Sauerstoffbedarf, anorganischer Stickstoff und Gesamtphosphor einzuhalten. Diese Parameter bilden auch die Grundlage für den jährlichen landes- und bundesweit durchgeführten Leistungsvergleich der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA).

Beim Chemischen Sauerstoffbedarf (CSB) handelt es sich um einen Summenparameter, der ein Maß aller im Abwasser vorhandenen organischen Verbindungen darstellt. Der CSB-Wert beschreibt die Menge an Sauerstoff, die benötigt wird, um diese organischen Stoffe vollständig zu oxidieren. Je höher der CSB-Wert desto höher ist auch die Restverschmutzung des Abwassers. Wie die Abbildung rechts belegt, liegt in allen Stuttgarter Klärwerken die Restverschmutzung beim CSB im untersten und somit sehr geringen Bereich.

Anorganischer Stickstoff (N_{anorg}) setzt sich aus dem im Abwasser gelösten Ammonium- (NH_4-N), Nitrat- (NO_3-N) und Nitritstickstoff (NO_2-N) zusammen. Während des Reinigungsprozesses wird durch Sauerstoffzufuhr NH_4-N über NO_2-N in NO_3-N umgewandelt und dann unter Ausschluss von Sauerstoff in gasförmigen Stickstoff N_2 überführt. Für N_{anorg} weisen alle Stuttgarter Klärwerke ebenfalls eine sehr geringe bis geringe Restverschmutzung auf. Der leichte Anstieg der N_{anorg} -Ablaufwerte für das Hauptklärwerk Mühlhausen in den letzten drei Jahren lässt sich auf den Umbau der biologischen Reinigungsstufe zurückführen, bei dem immer wieder Anlagenteile außer Betrieb genommen werden mussten.

Der größte Teil des Gesamtphosphors (P_{ges}) liegt im Abwasser als anorganisches, gelöstes Orthophosphat vor. Die Phosphorelimination im Abwasser erfolgt entweder biologisch durch Mikroorganismen oder chemisch mit Fällmitteln. Die von den Stuttgarter Klärwerken bereits für CSB und N_{anorg} erzielten sehr guten Ablaufwerte sind ebenfalls für P_{ges} zu erkennen. Während für das Hauptklärwerk Mühlhausen, das Außenklärwerk Möhringen und das Gruppenklärwerk Ditzingen durchgängig eine geringe Restverschmutzung vorhanden ist, liegt diese für das Außenklärwerk Plieningen sogar im sehr geringen Bereich.



Aus schmutzigem Schlamm wird sauberer Strom



Faulbehälter im Außenklärwerk Plieningen

Bereits 1988 ging im Gruppenklärwerk Ditzingen das erste Blockheizkraftwerk der Stadtentwässerung Stuttgart ans Netz. Das Ziel war, die Eigenversorgung mit Strom und Wärme unter Nutzung der bei der Abwasserreinigung anfallenden Nebenprodukte wie Klärgas oder Klärschlamm sukzessiv auszubauen und sich dabei – dem damaligen Stand der Technik entsprechend – der Kraft-Wärme-Kopplung von Blockheizkraftwerken zu bedienen. Bereits zehn Jahre später konnte mit dem Blockheizkraftwerk der für den Betrieb des Gruppenklärwerks Ditzingen benötigte Strom zu mehr als 50 % und der Wärmebedarf zu 100 % gedeckt werden. Heute ist im Gruppenklärwerk Ditzingen bereits die zweite Generation von Blockheizkraftwerken in Betrieb. Auch die Außenklärwerke Möhringen und Plieningen verfügen seit dem Jahr 2000 über je drei Module. Ein weiteres ist seit 2006 auf dem Hauptklärwerk Mühlhausen im Einsatz. Insgesamt belief sich die von den Blockheizkraftwerken im Jahr 2009 gelieferte Strommenge auf knapp 6 Mio. kWh. Dies entspricht einer CO_2 -Einsparung von rund 2.000 t und einer Eigenstromerzeugung von knapp 12 %.

Aufgrund der technischen Weiterentwicklungen kann heute aber nicht nur das für die Strom- und Wärmegewinnung mit Blockheizkraftwerken eingesetzte Klärgas, sondern auch der Klärschlamm zur Energiegewinnung genutzt werden. So ist der seit 2007 auf dem Hauptklärwerk Mühlhausen für die Klärschlammverbrennung zur Verfügung stehende Wirbelschichtofen 3 mit einem Dampf-Kondensat-System ausgerüstet, das es ermöglicht, den bei der Verbrennung anfallenden Heißdampf mit Hilfe einer Turbine in elektrische Energie umzuwandeln. Allein mit der Dampfturbine konnten im letzten Jahr über 13 % des Strombedarfs des Hauptklärwerks Mühlhausen gedeckt und der CO_2 -Ausstoß um weitere rund 2.300 t verringert werden.

Die Abfallbilanz

In den vier Klärwerken der SES und dem Kanalbetrieb fallen neben den im Rahmen der Abwasserableitung und -behandlung zu entsorgenden verfahrenstechnischen Abfällen auch Siedlungsabfälle und diverse andere Abfallprodukte und -stoffe an. Alle auftretenden Abfälle sind nach dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW/AbfG) umweltgerecht zu behandeln, aufzubereiten, zu verwerten und/oder zu entsorgen.

Zu den verfahrenstechnischen Abfällen gehören das Sandfanggut, das Rechengut, der Klärschlamm sowie die Asche und die Rauchgasrückstände aus der Klärschlammverbrennung. Deren Mengen und Verteilung für das Jahr 2009 zeigt die Abbildung unten links.

Das Sandfanggut setzt sich aus dem Sand aus den Sandfängen der vier Stuttgarter Klärwerke sowie dem Sand aus der Kanalreinigung und dem Straßenkehrriecht zusammen. Das gesamte Sandfanggut belief sich im Jahr 2009 auf 1.793 t und wurde gänzlich zur Aufbereitung und Wiederverwertung an Drittfirmen abgegeben. Das Rechengut der vier Klärwerke in Höhe von insgesamt 2.676 t konnte zu 25 % in der Klärschlammverbrennung auf dem Hauptklärwerk Mühlhausen thermisch be-

handelt werden. Der Rest wurde einer externen Firma zu einer umweltverträglichen Wiederverwertung zugeführt. Im Jahr 2009 waren zudem 8.032 t Asche und 189 t Rauchgasrückstände zu entsorgen. Diese beiden Reststoffe der Klärschlammverbrennung werden vornehmlich als Versatzstoffe im Salzbergwerk Friedrichshall eingesetzt. Der im Jahr 2009 in den vier Stuttgarter Klärwerken insgesamt angefallene Klärschlamm belief sich auf 21.472 t Trockensubstanz. Dieser wurde gänzlich der thermischen Behandlung zugeführt. Zusätzlich konnte weiterer Klärschlamm von externen Kläranlagen sowie vom Flughafen Stuttgart in Höhe von 1.211 t Trockensubstanz zur Verbrennung auf dem Hauptklärwerk Mühlhausen angenommen werden. Dadurch war es möglich, der leicht rückläufigen Klärschlammmenge aus den vier Stuttgarter Klärwerken entgegenzuwirken und somit weiterhin eine für die Eigenstromgewinnung hinreichende Gas- und Schlammmenge aufrechtzuerhalten.

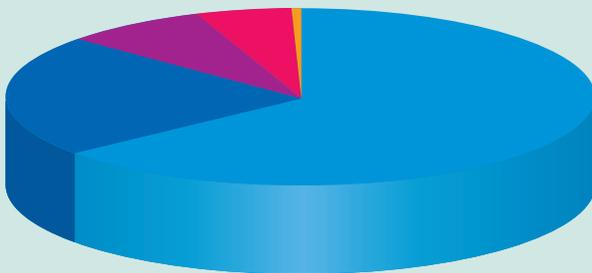
Zu den nicht verfahrenstechnischen Abfällen, die beim Betrieb von Abwasserreinigungsanlagen in größeren Mengen anfallen, gehören vornehmlich Grüngut und Altöl sowie Ölabscheiderückstände, Kabel- und Stahlschrott, Bauschutt, Kunststoffe

und allgemeiner Siedlungsabfall. Die Abbildung rechts unten gibt die Menge der im Jahr 2009 von der SES zu entsorgenden nicht verfahrenstechnischen Abfälle wieder.

Insgesamt gingen im Jahr 2009 rund 513 m³ Altöl und Grüngut sowie 151 t sonstige Abfälle wie Schrott an Externe, die für eine umweltgerechte Wiederverwertung zuständig waren. Darüber hinaus fielen 2009 in den vier Stuttgarter Klärwerken und dem städtischen Kanalbetrieb nicht wiederverwertbare Abfälle wie beispielsweise Chemikalien, Farben und Lacke von ca. 93 t an. Diese wurden ebenfalls externen Firmen zur Entsorgung übergeben.

Verfahrenstechnischer Abfall in t/a

■ Klärschlamm	22.684 t/a
■ Asche	8.032 t/a
■ Rechengut	2.676 t/a
■ Sandfanggut (mit Straßenkehrriecht)	1.793 t/a
■ Rauchgasrückstände	189 t/a



Sonstiger Abfall in m³/a bzw. t/a

■ Grüngut	499,40 m ³ /a	(Verwertung)
■ Altöl	13,81 m ³ /a	(Verwertung)
■ Ölabscheiderückstände, Bauschutt, Kunststoffe, Holz, Kabel- und Stahlschrott	151 t/a	(Verwertung)
■ Chemikalien, Farben, Lacke, Siedlungsabfall	92,58 t/a	(Entsorgung)

Erhöhung der Eigenstromerzeugung



Für eine moderne und umweltbewusste Energiegewinnung wurde von der SES Ende 2007 die europaweit erste, mit Klärgas betriebene Brennstoffzelle im Außenklärwerk Möhringen in Betrieb genommen. Nach einem einjährigen Probetrieb lieferte die Brennstoffzelle 2008 bereits eine Strommenge von rund 1.000 kWh. Mit der Brennstoffzelle sowie den drei Blockheizkraftwerken war es im Jahr 2009 möglich, ca. 43 % des für das Außenklärwerk Möhringen benötigten Stroms selbst zu erzeugen.

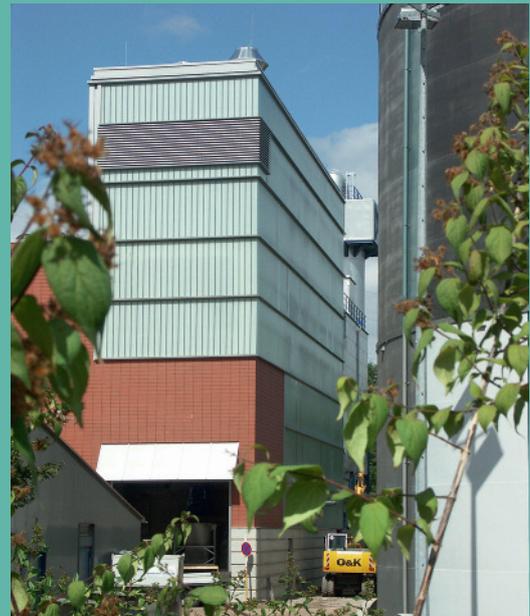
Die Abbildung links verdeutlicht, dass sich die gesamte Eigenstromgewinnung auf den vier Klärwerken der Stadtentwässerung Stuttgart von lediglich 3,8 % im Jahr 1999 auf mittlerweile 25 % erhöht hat. Dies entspricht einem Anstieg der CO₂-Einsparung von anfänglich rund 500 t/a auf heute 5.000 t/a. Die SES strebt an, durch den Einsatz neuester Technologien, die Eigenstromversorgung in naher Zukunft durch das im Abwasser enthaltene Potenzial auf bis zu 40 % auszubauen.

Die Emissionswerte

Seit Juni 2007 ist auf dem Hauptklärwerk Mühlhausen für die Klärschlammverbrennung der neue Wirbelschichtofen 3 (WSO 3) in Betrieb. Dieser verfügt über ein Dampf-Kondensat-System, mit dem der erzeugte Dampf – im Gegensatz zu seinem Vorgänger, dem Wirbelschichtofen 2 (WSO 2) – mittels einer Turbine zur Stromgewinnung eingesetzt werden kann. Die so erzielte Strommenge ist ausreichend, um den Strombedarf des Wirbelschichtofens 3 weitestgehend zu decken. Zusätzliche Energie in Form von Heizöl wird vornehmlich für den Anfahrbetrieb benötigt. Aufgrund verfahrenstechnischer Verbesserungen ist es allerdings gelungen, den Heizölverbrauch in den letzten Jahren kontinuierlich zu senken.

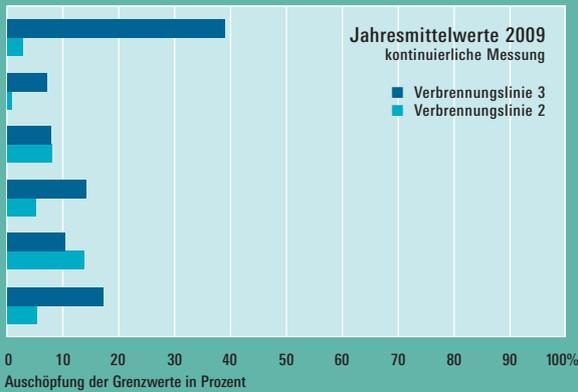
Nach der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA-Luft) sowie der 17. Bundesimmissionsschutz-Verordnung (BImSchV) sind beim Betrieb von Verbrennungsanlagen strenge Emissionsgrenzwerte für eine Reihe gesundheitsgefährdender Stoffe wie Staub, Kohlenmonoxid oder Dioxine einzuhalten. Die Tabellen geben für den WSO 3 (Verbrennungslinie 3) und den WSO 2 (Verbrennungslinie 2) die bei den überwachungsrelevanten Schadstoffen im Jahr 2009 aufgetretenen Emissionskonzentrationen und die zulässigen Grenzwerte wieder. Die prozentuale Ausschöpfung dieser Grenzwerte ist den dazugehörigen Grafiken zu entnehmen.

Insgesamt konnten im Jahr 2009 die Grenzwerte sowohl bei den kontinuierlichen Messungen als auch bei den diskontinuierlichen Einzelmessungen gesichert eingehalten werden. Eine Ausschöpfung des Grenzwerts von über 50 % liegt einzig für den Wirbelschichtofen 3 bei Chlorwasserstoff in Bezug auf die Maxima-Werte vor. Ein günstigeres Ergebnis für diesen Schadstoff zeigt sich allerdings für die Halbstunden-Mittelwerte mit einer Ausschöpfung von lediglich knapp 28 %. Bei den kontinuierlichen Messungen wurden im Jahr 2009 bei beiden Verbrennungslinien die Grenzwerte für Schwefeldioxid, Gesamt C, Staub, Kohlenmonoxid und Quecksilber im Mittel um über 80 % unterschritten. Einzige Ausnahme stellt Stickoxid beim WSO 3 mit einer Unterschreitung von lediglich rund 60 % dar. Ebenfalls sehr gute Werte liegen für die Verbrennungslinie 3 bezogen auf die Halbstunden-Mittelwerte und die Maxima-Werte für die Schwermetallgruppen, Dioxine/Furane und Fluorwasserstoff vor. Für Dioxine/Furane ist für den WSO 3 sogar lediglich eine Ausschöpfung der Grenzwerte von 0,30 % bzw. 0,40 % zu erkennen. Die vorliegenden, insgesamt sehr geringen Emissionskonzentrationen sind in erster Linie auf ständige, von der SES durchgeführte verfahrenstechnische Optimierungen zurückzuführen.

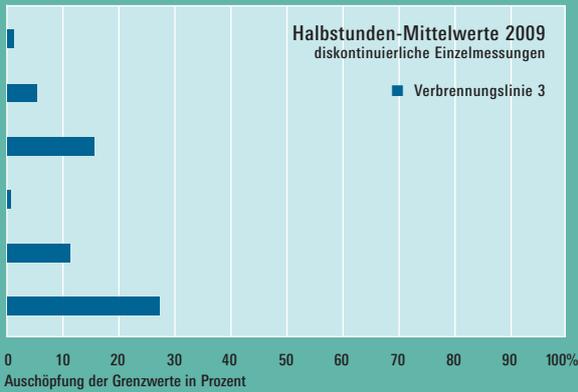


Neuer Wirbelschichtofen 3 im Hauptklärwerk Mühlhausen

	Einheit	Grenzwert	Verbrennungslinie 3	Verbrennungslinie 2
Stickoxid	mg/m ³	130	50,31	3,58
Schwefeldioxid	mg/m ³	50	3,61	0,25
Gesamt C	mg/m ³	10	0,81	0,81
Staub	mg/m ³	10	1,43	0,52
Kohlenmonoxid	mg/m ³	50	5,21	6,95
Quecksilber	µg/m ³	30	5,19	1,66



	Einheit	Grenzwert	Verbrennungslinie 3	Verbrennungslinie 2
Cd + Ti	mg/m ³	0,03	0,0003	keine Werte
Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V + Sn	mg/m ³	0,3	0,0153	
As, B(a)P, Cd, Co, Cr	mg/m ³	0,03	0,0046	
Dioxine/ Furane	ngTE/m ³	0,1	0,0003	
Fluorwasserstoff	mg/m ³	1	0,11	
Chlorwasserstoff	mg/m ³	10	2,72	



	Einheit	Grenzwert	Verbrennungslinie 3	Verbrennungslinie 2
Cd + Ti	mg/m ³	0,03	0,0004	keine Werte
Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V + Sn	mg/m ³	0,3	0,023	
As, B(a)P, Cd, Co, Cr	mg/m ³	0,03	0,006	
Dioxine/ Furane	ngTE/m ³	0,1	0,0004	
Fluorwasserstoff	mg/m ³	1	0,20	
Chlorwasserstoff	mg/m ³	10	8,00	

