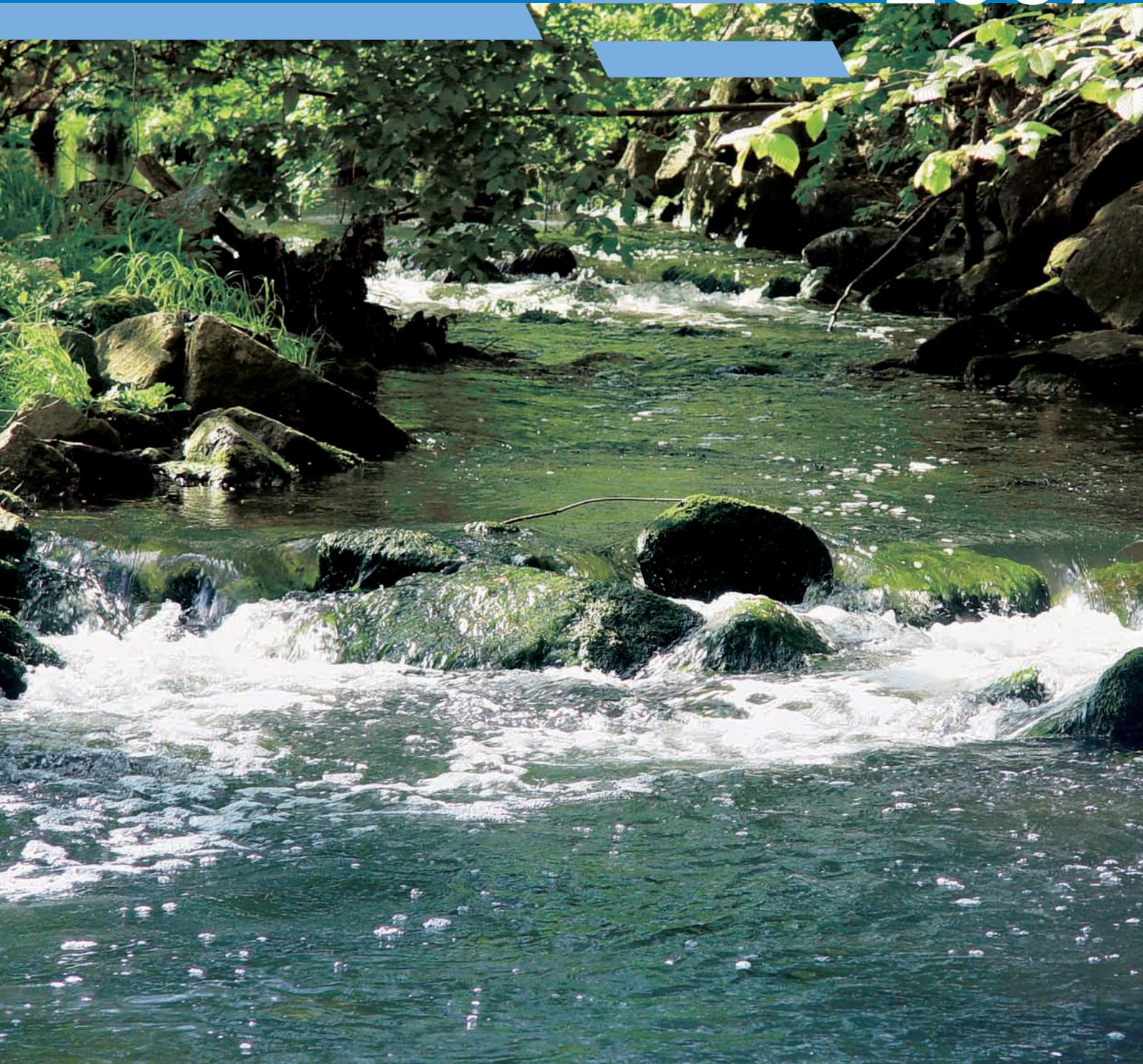


Leistungsvergleich Stuttgarter Klärwerke 2007



Die Reinigungsleistung

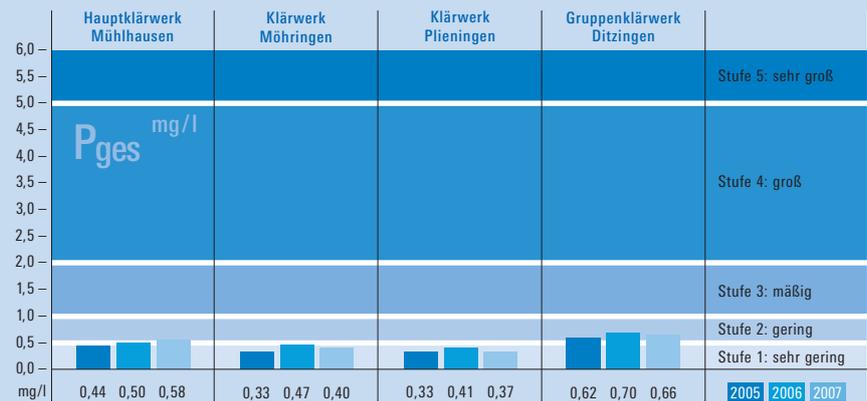
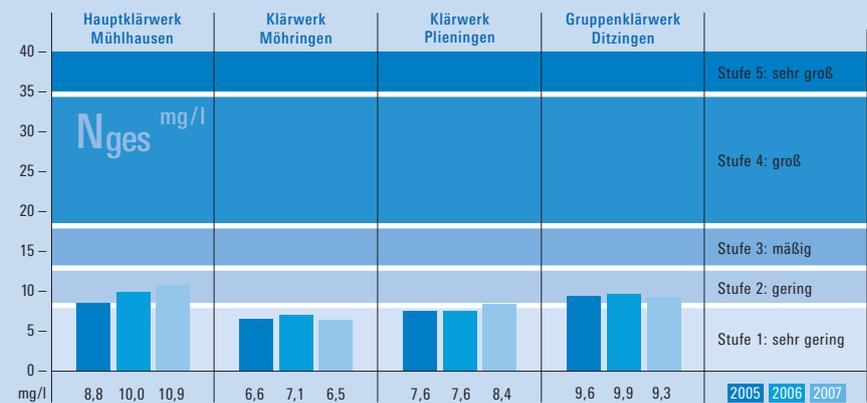
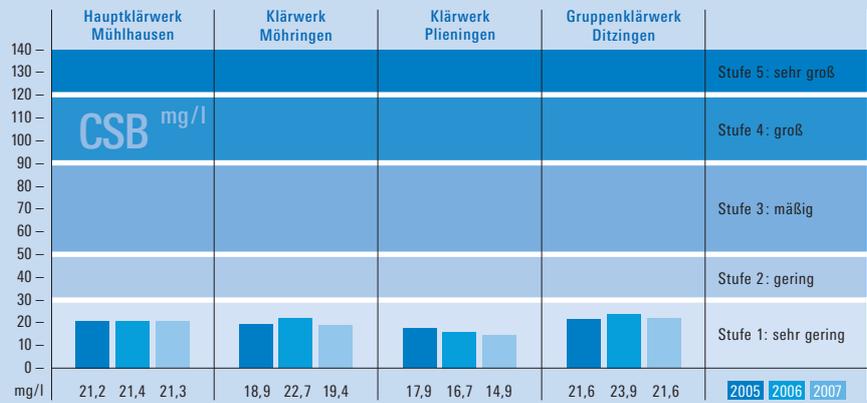
Im Jahr 1916 wurde im Stadtteil Mühlhausen das erste Stuttgarter Klärwerk, das heutige Hauptklärwerk Stuttgart-Mühlhausen errichtet. Ihm folgten im Jahr 1954 das Klärwerk Möhringen, 1958 das Klärwerk Plieningen auf Gemarkung Ostfildern und 1967 das Gruppenklärwerk Ditzingen, eine gemeinsame Anlage der Städte Stuttgart und Ditzingen. Heute betreibt der im Jahr 1995 gegründete Eigenbetrieb Stadtentwässerung Stuttgart (SES) diese vier Klärwerke.

Alle vier Klärwerke arbeiten dem Stand der Technik entsprechend nach dem Prinzip einer mechanisch-biologisch-(chemischen) Abwasserbehandlungsanlage. Dazu gehören im Wesentlichen eine Rechenanlage und ein Sandfang zur Eliminierung von Grob- und Faserstoffen sowie Sand, eine Vorklärung zur Abtrennung der absetzbaren Feststoffe und der Schwimmstoffe, eine biologische Reinigungsstufe zum aeroben Abbau der organischen Stoffe, zur Entnahme der Stickstoffverbindungen durch Nitrifikation und Denitrifikation und zur chemischen und biologischen Phosphorentfernung sowie eine Nachklärung. Die Klärwerke Mühlhausen und Plieningen sind zusätzlich mit einem Sandfilter ausgestattet. Durch diese verfahrenstechnischen Maßnahmen ist es möglich, die gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte für das Einleiten von Abwasser in Gewässer gesichert einzuhalten.

Die Abbildungen belegen, dass der von der Stadtentwässerung Stuttgart (SES) erreichte hohe Standard bei der Abwasserreinigung in den letzten Jahren insbesondere im Hinblick auf die Restverschmutzung beim CSB (Chemischer Sauerstoffbedarf) noch weiter verbessert werden konnte. So konnte die bei allen vier Klärwerken bereits erzielte geringe Restverschmutzung im Jahr 2007 gegenüber dem Vorjahr nochmals reduziert werden.

Auch beim Nährstoff N_{ges} (Summe aus Ammonium-, Nitrat- und Nitritstickstoff) liegen die Stuttgarter Klärwerke im Bereich einer geringen bzw. sehr geringen Restverschmutzung. Der beim Hauptklärwerk Mühlhausen leicht steigende Trend lässt sich auf die rege Bautätigkeit mit ihren Provisorien zurückführen. Beim Klärwerk Plieningen ist die Erhöhung im Jahr 2007 vornehmlich durch saisonal unterschiedliche Beschickung bedingt.

Für P_{ges} (Gesamtphosphor) ist zwar für das Hauptklärwerk Mühlhausen aufgrund der Bautätigkeit ebenfalls ein Anstieg über die Jahre 2005 bis 2007 zu erkennen, die Restverschmutzung ist aber nach wie vor als gering einzustufen. Dies gilt auch für das Gruppenklärwerk Ditzingen. Eine durchgängig sehr geringe Restverschmutzung weisen die Klärwerke Möhringen und Plieningen auf.



Brennstoffzelle statt Blockheizkraftwerk – ein Forschungsprojekt bringt Klarheit

Im November 2007 ging die europaweit erste, ausschließlich mit Klärgas betriebene Hochtemperatur-Brennstoffzelle (HotModule) im Klärwerk Möhringen in einen zwei-jährigen Forschungsbetrieb. Die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, der EnBW, der Firma CFC Solution und dem Land Baden-Württemberg geförderte, rund 3,6 Mio. Euro teure Pilotanlage soll während dieser Zeit das auf dem Klärwerk Möhringen bislang eingesetzte Blockheizkraftwerk ersetzen bzw. ergänzen und wesentlich umweltfreundlicher und effizienter Strom und Wärme aus dem bei der Abwasserreinigung anfallenden Klärgas gewinnen. So liegt der elektrische Wirkungsgrad der Zelle mit ca. 47 % um 10 % höher als beim Blockheizkraftwerk. Und während die drei Module des Möhringer Blockheizkraftwerks derzeit rund 40 % des Strombedarfs und 100 % des Wärmebedarfs des Klärwerks abdecken, soll mit der klärgasbetriebenen Brennstoffzelle künftig ein deutlich höherer Eigenanteil an Strom erzeugt werden.



Die Hochtemperatur-Brennstoffzelle im Klärwerk Möhringen

Die Abfallbilanz

Der Eigenbetrieb Stadtentwässerung Stuttgart (SES) umfasst fünf operative Betriebe. Dabei handelt es sich um das Hauptklärwerk Mühlhausen, die Klärwerke Möhringen und Plieningen, das Gruppenklärwerk Ditzingen sowie den Kanalbetrieb. In diesen Betriebsstätten fallen insgesamt 31 verschiedene Arten von Abfällen an, die nach dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW/AbfG) jeweils umweltverträglich behandelt, aufbereitet, verwertet und/oder entsorgt werden müssen. Zu den wichtigsten Abfällen gehören das Rechengut, das Sandfanggut, der Klärschlamm sowie die bei der Klärschlammverbrennung verbleibenden Reststoffe Asche und Rauchgasrückstände.

Die drei Abbildungen geben die im Jahr 2007 angefallenen Abfälle aus der Abwasserreinigung und dem Kanalbetrieb wieder.

Insgesamt belief sich die nasse Menge des 2007 zu entsorgenden Rechenguts für alle vier Klärwerke auf 4.342 t. Nach der mechanischen Entwässerung verblieb eine Restmenge von 2.508 t. Somit hat sich die Rechengutmenge gegenüber 2006 um rund 40% erhöht. Dies ist auf die Einrichtung des Sandfangs Mühlhausen zurückzuführen. Allerdings konnten bedingt durch die Umstellung vom bestehenden zum neuen Wirbelschichtofen 3 nur 1.440 t bzw. 57,4%

des Rechenguts verbrannt werden. Die restliche Menge von 1.068 t wurde durch eine private Entsorgungsfirma einer Kompostierung zugeführt.

Ein Großteil des Sandfangguts entstammt dem Kanalbetrieb. Im Jahr 2007 fielen bei der Reinigung von Kanälen, Straßen und Regenüberlaufbecken Abfälle in Höhe von 579 t an. Für die vier Stuttgarter Klärwerke lag die Sandfanggutmenge im gleichen Zeitraum bei 967 t, wobei der neu eingerichtete Sandfang in Mühlhausen fast eine Verdopplung des Sandfangguts gegenüber den Vorjahren mit sich bringt. Das Sandfanggut wurde 2007 zu 100% zur Wiederverwendung als Baustoff aufbereitet.

Die thermisch entsorgte Klärschlammmenge hat sich 2007 im Vergleich zum Jahr 2006 um rund 2,4% erhöht. So konnten 23.002 t TS, d.h. 99,5% verbrannt werden. Lediglich 125 t TS bzw. 0,5% des gesamten Klärschlammes im Jahr 2007 mussten kompostiert werden. Im Vergleich zum Vorjahr ist der Schlammanfall im Hauptklärwerk Mühlhausen um ca. 2,1% und der zur Verbrennung angelieferte Schlamm aus dem Klärwerk Plieningen um ca. 4,5% zurückgegangen, während sich die Schlammmenge im Klärwerk Möhringen um 9,6% und im Gruppenklärwerk Ditzingen um 15,6% erhöht hat. Die erhöhten Schlammengen für

das Klärwerk Möhringen und das Gruppenklärwerk Ditzingen sind darauf zurückzuführen, dass durch die Inbetriebnahme des Wirbelschichtofens 3 über das ganze Jahr Schlamm angenommen werden konnte. Ab Mitte des Jahres wurde zudem Klärschlamm der Stadt Waiblingen in der Klärschlammverbrennung des Hauptklärwerks Mühlhausen thermisch entsorgt.

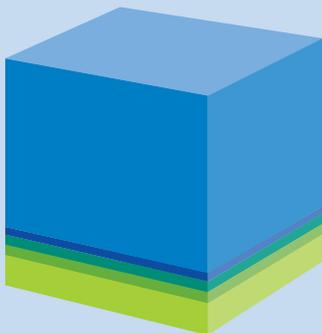
Bei der Klärschlammverbrennung fallen Reststoffe in Form von Asche und Rauchgasrückstände an. So belief sich die im Jahr 2007 zu entsorgende Asche auf insgesamt 7.252 t, wobei die Asche vornehmlich als Versatzmaterial zur Füllung des Salzbergwerks Bad Friedrichshall verwendet wurde. Die 236 t Rauchgasrückstände wurden durch eine private Entsorgungsfirma umweltverträglich beseitigt bzw. verwertet.

Verwertungswege

	thermisch	stofflich	deponiert
Rechengut	57,4 %	42,6 %	–
Sandfanggut	–	100 %	–
Klärschlamm	99,5 %	0,5 %	–

Rechengut

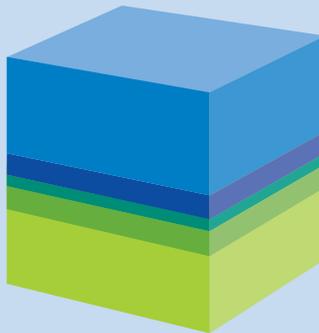
4.342 t/a (nass) 2.508 t/a (trocken)



Hauptklärwerk Mühlhausen	3.190 t/a
Klärwerk Möhringen	134 t/a
Klärwerk Plieningen	198 t/a
Gruppenklärwerk Ditzingen	190 t/a
Kanalbetrieb	630 t/a

Sandfanggut

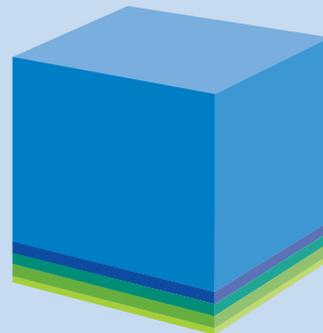
1.546 t/a



Hauptklärwerk Mühlhausen	604 t/a
Klärwerk Möhringen	135 t/a
Klärwerk Plieningen	71 t/a
Gruppenklärwerk Ditzingen	157 t/a
Kanalbetrieb	579 t/a

Klärschlamm

23.127 t TS



Hauptklärwerk Mühlhausen	18.336 t TS/a
Klärwerk Möhringen	1.343 t TS/a
Klärwerk Plieningen	1.277 t TS/a
Gruppenklärwerk Ditzingen	1.741 t TS/a
Klärschlammannahme	430 t TS/a

Da das Klärgas direkt, d.h. chemisch, in Strom und Wärme umgewandelt wird und nicht wie beim Blockheizkraftwerk über einen Verbrennungsmotor mit Generator, arbeitet die Anlage wesentlich leiser. Darüber hinaus besitzt die Brennstoffzelle gegenüber dem Blockheizkraftwerk den Vorteil, dass als Endprodukt Wasserdampf entsteht und nur wenig Kohlendioxid freigesetzt wird. Somit leistet die Brennstoffzelle einen entscheidenden Beitrag zur CO₂-Vermeidung. Während der Pilotphase wird das Projekt von der Universität Stuttgart wissenschaftlich begleitet. Alle wichtigen Messdaten der Brennstoffzelle werden erfasst und ausgewertet, so dass die Brennstoffzelle laufend optimiert werden kann. Langfristiges Ziel ist es, durch entsprechende Serienfertigung Brennstoffzellen für viele Klärwerke finanziell erschwinglich zu machen und somit maßgeblich zum Umweltschutz beizutragen.

Wichtige Kennzahlen und Investitionsmittel

Elektrische Leistung:	> 250 kW _{el}	Reduzierung Strombezug:	≈ 600.000 kWh/a
Thermische Leistung:	≈ 180 kW _{el}	CO ₂ -Einsparung:	≈ 230 t CO ₂ /a
Wirkungsgrad:	η _{el} 47 %	Eigenstromerzeugung:	70 – 80 %
Landeshauptstadt Stuttgart (SES):	ca. 1 Mio. Euro		
Eingeworbene Finanzmittel:	ca. 3 Mio. Euro		



Schematischer Aufbau der Brennstoffzelle am Steuerungscomputer

Die Emissionswerte

Mit der feierlichen Einweihung des Wirbelschichtofens 3 auf dem Hauptklärwerk Stuttgart-Mühlhausen am 13. Juni 2007 hat die Stadtentwässerung Stuttgart (SES) ein neues Kapitel in der umweltgerechten, ökonomischen Entsorgung der Reststoffe aus der Abwasserreinigung aufgeschlagen. Gegenüber dem bisherigen Wirbelschichtofen 2 (Verbrennungslinie 2) verfügt die neue Verbrennungslinie 3 über ein zusätzliches Dampf-Kondensat-System. Dadurch kann der erzeugte Dampf mit Hilfe einer Turbine zur Stromgewinnung genutzt werden. Die verbleibende Restwärme wird einerseits zur Klärschlamm-trocknung eingesetzt, andererseits in das bestehende Wärmeverbundnetz eingespeist.

Der Wirbelschichtofen 3 wurde erstmalig ab Mitte Januar 2007 hochgeheizt und der Kessel ausgeblasen. Insgesamt betrug die Betriebszeit der Anlage 3 im Jahr 2007 3523 Stunden plus 885 Stunden für den Anfahrbetrieb. Von Anfang Mai bis 13. August 2007 erfolgte jedoch zunächst ein Probebetrieb mit 1174 Stunden. Daneben kam teilweise einzeln, teilweise parallel weiterhin die Verbrennungslinie 2 zum Einsatz. Ihre Betriebszeit betrug im Jahr 2007 3906 Stunden plus 347 Stunden für den Anfahrbetrieb. Die Anlagen sind seit Jahren über ein Emissionsfernüberwachungssystem (EFÜ) an die zuständige Behörde (RP) angeschlossen.

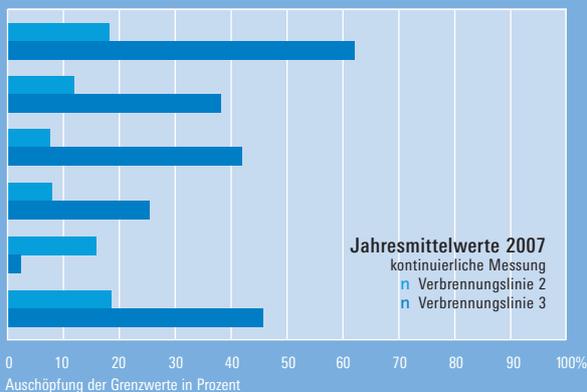
Die Tabellen enthalten für die überwachungsrelevanten Schadstoffe die bei der Verbrennungslinie 2 und 3 im Jahr 2007 aufgetretenen Emissionskonzentrationen und die jeweils gesetzlich erlaubten Grenzwerte. Die Grafiken zeigen die prozentuale Unterschreitung bzw. Ausschöpfung dieser Grenzwerte, wobei für die Verbrennungslinie 3 die kontinuierlich gemessenen Werte des gesamten Jahres einschließlich des Probebetriebs berücksichtigt sind.

Bei den kontinuierlichen Messungen trat 2007 im Mittel bei keinem Schadparameter eine Verletzung des Grenzwerts auf. Einzig bei Stickoxid beträgt die Unterschreitung bei der Verbrennungslinie 3 weniger als 50%. Etwas ungünstiger gestaltet sich die Situation bei den jährlichen Einzelmessungen. So konnte bei der Verbrennungslinie 2 bei Chlorwasserstoff der Grenzwert bezogen auf die Maximumwerte nicht durchgängig eingehalten werden. (Diese Überschreitung entsteht durch die Auswertung entsprechend der neuen DIN EN 14181.) Allerdings ist bei den Halbstunden-Mittelwerte ausschließlich eine Ausschöpfung von rund 71% zu beobachten. Bei der Verbrennungslinie 3 sind die hohen Werte für die Schwermetallgruppe Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V und Sn augenscheinlich. Während bei den Halbstunden-Mittelwerte der Grenzwert zumindest um knapp 10% unterschritten wurde, liegt die Ausschöpfung bei den Maximumwerten bei über 180%. Zu berücksichtigen ist allerdings, dass die Werte das gesamte Jahr 2007 umfassen, also auch den Probebetrieb der Anlage. Bei allen anderen Schadparameter wird bei beiden Verbrennungslinien sowohl bezogen auf die Halbstunden-Mittelwerte als auch die Maximum-Werte der Grenzwert gesichert eingehalten bzw. um über 90% und mehr unterschritten.

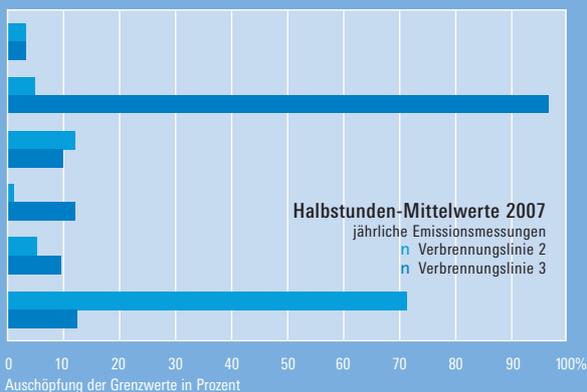


Wirbelschichtofen 3 im Hauptklärwerk Mühlhausen

	Einheit	Grenzwert	Verbrennungslinie 2	Verbrennungslinie 3
Stickoxid	mg/m ³	130	23,76	80,68
Schwefeldioxid	mg/m ³	50	5,99	19,04
Gesamt C	mg/m ³	10	0,77	4,19
Staub	mg/m ³	10	0,81	2,55
Kohlenmonoxid	mg/m ³	50	7,92	1,22
Quecksilber	µg/m ³	30	5,60	13,74



	Einheit	Grenzwert	Verbrennungslinie 2	Verbrennungslinie 3
Cd + Ti	mg/m ³	0,03	0,001	0,001
Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V + Sn	mg/m ³	0,3	0,0147	0,2895
As, B(a)P, Cd, Co, Cr	mg/m ³	0,03	0,0036	0,003
Dioxine/ Furane	ngTE/m ³	0,1	0,001	0,012
Fluorwasserstoff	mg/m ³	1	0,053	0,095
Chlorwasserstoff	mg/m ³	10	7,13	1,25



	Einheit	Grenzwert	Verbrennungslinie 2	Verbrennungslinie 3
Cd + Ti	mg/m ³	0,03	0,004	0,001
Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V + Sn	mg/m ³	0,3	0,035	0,557
As, B(a)P, Cd, Co, Cr	mg/m ³	0,03	0,011	0,0075
Dioxine/ Furane	ngTE/m ³	0,1	0,001	0,012
Fluorwasserstoff	mg/m ³	1	0,07	0,10
Chlorwasserstoff	mg/m ³	10	10,80	1,50

