



Stuttgarter Klärwerke Leistungsvergleich 2003

Hauptklärwerk Mühlhausen
Klärwerk Möhringen
Klärwerk Plieningen
Gruppenklärwerk Ditzingen



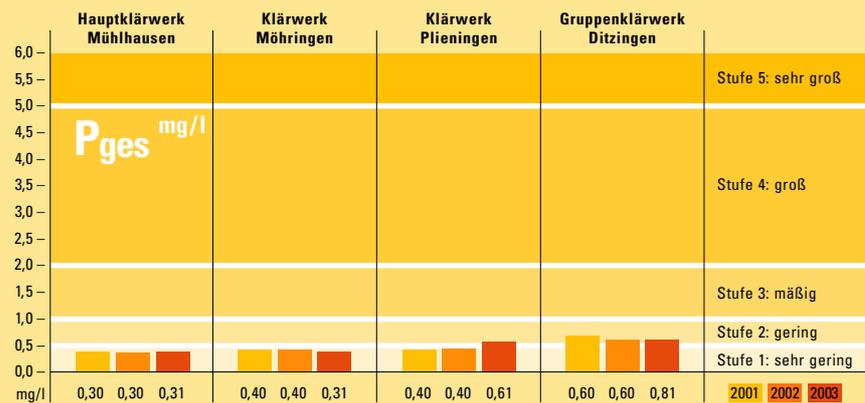
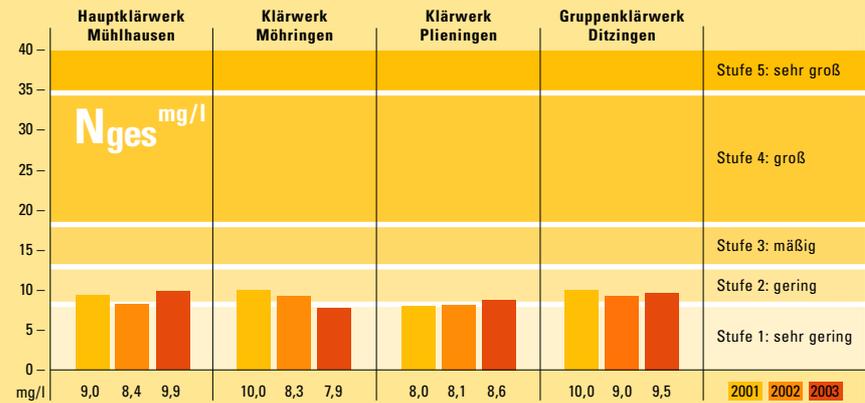
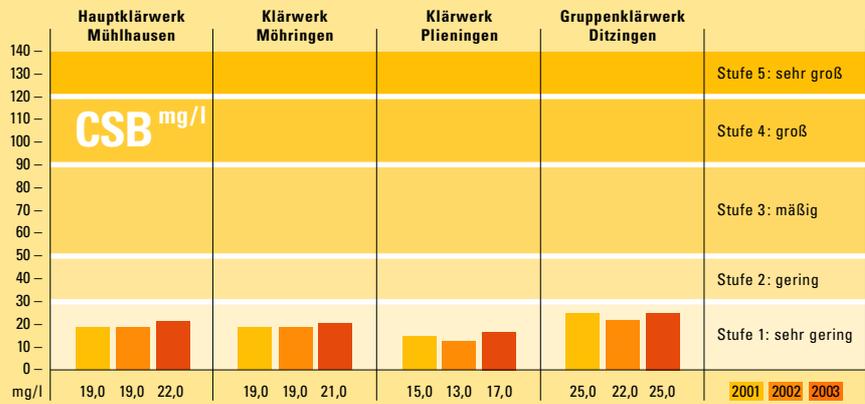
Die Reinigungsleistung

In der Landeshauptstadt Stuttgart und in den Partnergemeinden fiel im Jahr 2003 eine Abwassermenge von über 83 Mio. m³ an. Dieses Abwasseraufkommen wird, bedingt durch die Topographie, fünf Klärwerken zur Reinigung zugeführt. Vier dieser Klärwerke werden vom Eigenbetrieb Stadtentwässerung Stuttgart (SES) betrieben: Das Hauptklärwerk Mühlhausen, das mit einer jährlichen Abwassermenge von rund 63 Mio. m³, das Größte in Baden-Württemberg ist, sowie die Klärwerke Möhringen und Plieningen mit einer jährlichen Abwassermenge von je ca. 6 Mio. m³ und das Gruppenklärwerk Ditzingen mit 7 Mio. m³. Das Lehr- und Forschungsklärrwerk Büsnau (0,7 Mio. m³/Jahr) wird von der Universität Stuttgart betreut.

Die nebenstehenden Abbildungen verdeutlichen, dass bei der Abwasserreinigung seit Jahren ein hoher Standard erreicht wird. Ausschlaggebend dafür sind fortlaufende verfahrenstechnische und bauliche Maßnahmen. Obwohl aufgrund des trockenen Jahres 2003 der Fremdwasserzufluss im Vergleich zum Vorjahr deutlich zurückgegangen ist und somit eine geringere Abwasserverdünnung gegeben war, zeigt sich für die Stuttgarter Klärwerke keine gravierende Verschlechterung der Ablaufwerte. So kann bei allen Stuttgarter Klärwerken die Restverschmutzung beim Parameter CSB (Chemischer Sauerstoffbedarf) nach wie vor als sehr gering eingestuft werden.

Beim Nährstoff N_{ges} (Summe aus Ammonium-, Nitrat-, und Nitritstickstoff) ist für das Klärwerk Möhringen im Jahr 2003 im Vergleich zu den Vorjahren sogar ein Rückgang der Ablaufkonzentration zu erkennen. Hier bewirkte die reduzierte Abwasserverdünnung eine Verbesserung des prozentualen Abbaugrads, so dass der Bereich einer sehr geringen Restverschmutzung erreicht wird. Bei den anderen drei Klärwerken liegen die N_{ges}-Ablaufwerte durchgängig unter 10 mg/l und somit im Bereich einer geringen Belastung.

Eine sehr gute Reinigungsleistung ist insgesamt auch für den Nährstoff P_{ges} (Gesamtphosphor) gegeben. Bei den Klärwerken Möhringen und Plieningen konnten die Ablaufwerte über die letzten drei Jahre konstant im Bereich einer sehr geringen, beim Gruppenklärwerk Ditzingen im Bereich einer geringen Restverschmutzung gehalten werden. Auch das Hauptklärwerk Mühlhausen liegt innerhalb der niedrigsten Belastungsstufe.



Stuttgarter Klärwerke gewinnen aus Schlamm Energie



Gasmotor des Blockheizkraftwerks im Klärwerk Möhringen

Im Zuge der Abwasserreinigung fällt Klärschlamm an, der vor seiner Weiterverwertung zunächst im Faulbehälter unter Luftabschluss über einen Zeitraum von 12 bis 24 Tagen bei etwa 35°C einem Gärprozess unterzogen wird. Dabei werden die im Schlamm enthaltenen organischen Nährstoffe von anaerob, das heißt ohne Sauerstoff, lebenden Bakterien zersetzt, wodurch der Schlamm stabilisiert wird. Der Schlamm ist danach einerseits weitgehend geruchlos und lässt sich andererseits besser entwässern.

Endprodukte dieses auch als Faulung bezeichneten Verfahrens sind organische Reststoffe und das aus rund 63% Methan und 37% Kohlendioxid bestehende, gut brennbare Klärgas mit einem Heizwert von ca. 6 bis 7 kWh/m³. Obwohl Klärgas somit nicht den Energiegehalt von beispielsweise Erdgas auf-

weist, fällt bei der Faulung doch so viel Gas an, dass nicht nur der Faulbehälter konstant auf der erforderlichen Betriebstemperatur gehalten werden kann, sondern zusätzlich ein Gasüberschuss besteht. Allerdings handelt es sich sowohl beim Methan als auch beim Kohlendioxid um Treibhausgase, die entsprechend nicht unverbrannt in die Atmosphäre abgelassen werden dürfen. Das Abfackeln des Gases ist zwar zulässig, aber sowohl aus ökologischer als auch ökonomischer Sicht wenig sinnvoll.

Bereits 1988 wurde deshalb vom Eigenbetrieb Stadtentwässerung Stuttgart (SES) ein anderer Weg eingeschlagen. Man entschied sich dafür, das überschüssige Klärgas zur Gewinnung von Energie, das heißt zum Heizen und zur Stromproduktion einzusetzen. Dabei machte man sich – erstmalig im Gruppenklär-

Die Abfallbilanz

Nach dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) müssen Betreiber von Klärwerken dafür sorgen, dass die Rückstände aus der Abwasserreinigung umweltverträglich weiter behandelt, aufbereitet, verwertet und/oder entsorgt werden. Zu den Rückständen aus der Abwasserreinigung gehören

Rechengut: Größere absetzbare oder schwimmende Partikel, die in der mechanischen Reinigungsstufe mit einem Rechen abgetrennt werden.

Sandfanggut: Mineralische Feststoffe wie Sand, die in einem Sandfang zurückgehalten werden.

Klärschlamm: Endprodukt des in der biologischen Stufe des Reinigungsprozesses ablaufenden Abbaus verschiedener Verbindungen durch Mikroorganismen.

Grundsätzlich stehen für die Entsorgung der genannten Abfallprodukte drei Möglichkeiten offen. Diese sind die thermische Behandlung, die Kompostierung bzw. Rekultivierung und die Unterbringung auf einer Deponie. Sofern die Schadlosigkeit der Abfälle gesichert ist, ist eine hochwertige Verwertung einer Beseitigung vorzuziehen.

Die drei Abbildungen zeigen die Menge der im Hauptklärwerk Mühlhausen und den Klärwerken Möhringen und Plieningen sowie dem Gruppenklärwerk Ditzingen im Jahr 2003 angefallenen Rückstände aus der Abwasserreinigung.

Im Jahr 2003 musste eine **Rechengutmenge** von insgesamt 2.617 t entsorgt werden. Im Vergleich zu den Jahren 2001 und 2002 hat sich somit das Rechengut um rund 1.000 t erhöht. Gleichwohl konnten von den 2.617 t/a knapp 1.600 t/a thermisch behandelt, das heißt verbrannt werden. Dies entspricht 61%. Bei den restlichen 39% erfolgte aus Kapazitätsgründen eine Deponierung.

Das im Jahr 2003 angefallene **Sandfanggut** setzt sich zu 56% aus Abfällen aus der Abwasserreinigung der Stuttgarter Klärwerke und zu 44% aus Rückständen zusammen, die bei der Reinigung von Kanälen, Straßen und Regenüberlaufbecken aufgefangen werden. Das Sandfanggut wurde zu 100% deponiert.

Die im Hauptklärwerk Mühlhausen im Jahr 2003 angefallene **Klärschlammmenge** von 22.254 t/a gemessen als Trockensubstanz (TS) wurde – wie auch die zusätzlichen 227 t TS Schlamm aus der Sonderentleerung der dortigen Faultürme – zu

100% verbrannt. Zudem wurden im Jahr 2003 in einem einmaligen Versuch 132 t TS Klärschlamm vom Klärwerk Fellbach übernommen. Auch dieser Schlamm konnte vollständig verbrannt werden.

Im Klärwerk Möhringen fiel 2003 Klärschlamm in Höhe von 1.228 t TS/a an, der ebenfalls zu 100% thermisch behandelt worden ist.

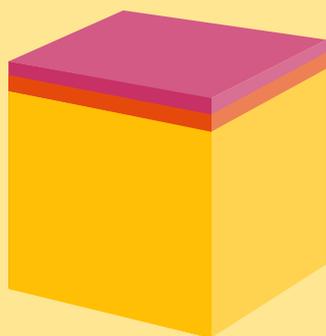
Beim Klärwerk Plieningen wurden über 99% des im Jahr 2003 zu entsorgenden Klärschlammes von 1.276 t TS/a umweltverträglich kompostiert. Ausschließlich der geringe Anteil von 0,3% gelangte in die Verbrennung.

Auch beim Gruppenklärwerk Ditzingen erfolgte 2003 bei 99% des insgesamt angefallenen und entwässerten Klärschlammes von 1.790 t TS/a eine Kompostierung. Der Rest wurde verbrannt.

Entsorgungswege

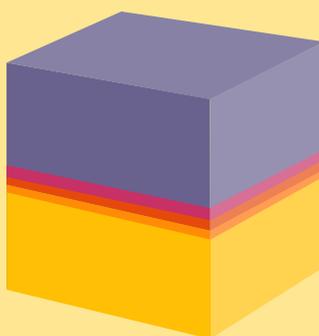
| | thermisch | kompostiert | deponiert |
|-------------|-----------|-------------|-----------|
| Rechengut | 61% | | 39% |
| Sandfanggut | | | 100% |
| Klärschlamm | 89% | 11% | |

Rechengut



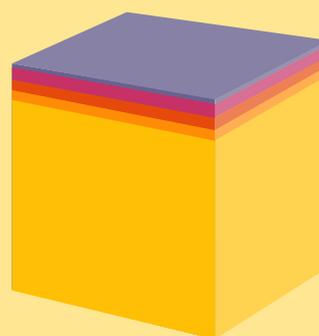
| | |
|---|-----------|
| ■ Gruppenklärwerk Ditzingen | 166 t/a |
| ■ Klärwerk Möhringen | 192 t/a |
| ■ Hauptklärwerk Mühlhausen einschließlich Klärw. Plieningen | 2.259 t/a |

Sandfanggut



| | |
|-----------------------------|-----------|
| ■ Kanalbetrieb | 1.101 t/a |
| ■ Gruppenklärwerk Ditzingen | 172 t/a |
| ■ Klärwerk Möhringen | 107 t/a |
| ■ Klärwerk Plieningen | 96 t/a |
| ■ Hauptklärwerk Mühlhausen | 1.008 t/a |

Klärschlamm



| | |
|---|-------------|
| ■ Sonderentleerung Faultürme Mühlhausen | 227 t TS |
| ■ Klärschlammannahme Klärwerk Fellbach | 132 t TS |
| ■ Gruppenklärwerk Ditzingen | 1.790 t TS |
| ■ Klärwerk Möhringen | 1.228 t TS |
| ■ Klärwerk Plieningen | 1.276 t TS |
| ■ Hauptklärwerk Mühlhausen | 22.254 t TS |

Kraft-Wärme-Kopplung hilft umweltverträglich Kosten sparen

werk Ditzingen – die Kraft-Wärme-Kopplung in einem sogenannten Blockheizkraftwerk zu nutzen.

Ein Blockheizkraftwerk besteht im Wesentlichen aus einem (oder mehreren) mit Gas betriebenen Verbrennungsmotor(en) und einem Generator, der die mechanische Energie in Strom umwandelt. Daneben wird die anfallende Wärme der Abgase und des Kühlwassers über einen Wärmetauscher an Heizungsanlagen weitergegeben. Durch diese Doppelnutzung der primär eingesetzten Energie wird ein hoher Wirkungsgrad erzielt und sichergestellt, dass der gesamte Energiegehalt des anfallenden Klärgases im Klärwerk verwertet wird. Der erzeugte Strom wird zum Betrieb der Anlage verwendet, und die Wärme steht zur Beheizung des Faulbehälters und der Betriebsgebäude zur Verfügung.

Blockheizkraftwerke besitzen nicht nur ein hohes Energie- und somit Kosteneinsparpotenzial, sondern tragen auch im großen Maße zur Schonung der Umwelt bei, da die bei der Verbrennung von Klärgas entstehenden Abgase nahezu frei von Schwefeldioxid, Staub, Schwermetallen und Halogenverbindungen sind. Darüber hinaus wird durch die Nutzung des Klärgases in einem Blockheizkraftwerk die Menge an fossilen Brennstoffen ersetzt, die ansonsten für die entsprechende Menge an Strom und Energie aufgewendet werden müsste.

So konnte vom Eigenbetrieb Stadtentwässerung Stuttgart (SES) der Kohlenstoffdioxid-Ausstoß im Gruppenklärwerk Ditzingen nach Inbetriebnahme des Blockheizkraftwerks um rund 37% gesenkt werden. Gleichzeitig werden mit der Kraft-Wärme-Kopplung in jedem Jahr maßgeblich Stromkosten eingespart.

Aufgrund der guten Erfahrungen wurden im Jahr 2000 auch die Klärwerke Möhringen und Plieningen mit einem dem Stand der Technik entsprechenden Blockheizkraftwerk ausgerüstet. Die Anlagen decken einen Großteil des jährlichen Strombedarfs ab. Dadurch verringern sich die Stromkosten in beiden Klärwerken erheblich. Mit den Blockheizkraftwerken wird zudem im Klärwerk Plieningen eine Kohlenstoffdioxid-Abnahme von 40%, im Klärwerk Möhringen von rund 63% erzielt.

Mit der Kraft-Wärme-Kopplung setzt der Eigenbetrieb Stadtentwässerung Stuttgart (SES) auf ein ressourcenschonendes, wirtschaftliches und ökologisches Energiekonzept. Aus diesem Grund soll auch im Hauptklärwerk Mühlhausen die Schlammverwertung in den nächsten Jahren weiter verbessert werden und die Kraft-Wärme-Kopplung zum Einsatz kommen.

Die Emissionswerte

Die hohen Klärschlammengen, die Vielzahl der Schadstoffe und die ungewisse Auswirkung der landwirtschaftlichen Verwertung im Boden und Grundwasser lassen bei umweltgerechter Betrachtung eine Unterbringung des Klärschlammes in der Landwirtschaft kaum mehr zu. Dies gilt im selben Maße auch für die Deponierung. Somit ist zur Zeit die Verbrennung die umweltfreundlichste Verwertung des Klärschlammes. Die dabei gewonnene Energie kann zudem an anderer Stelle genutzt werden.

Deshalb wurden bereits in den 60iger Jahren von der Landeshauptstadt Stuttgart auf dem Gelände des Hauptklärwerks Mühlhausen so genannte Etagenöfen zur Klärschlammverbrennung errichtet. Heute wird die Klärschlammverbrennung entsprechend dem Stand der Technik mit zwei Wirbelschichtöfen und einer modernen Rauchgasreinigung betrieben. Zum Einsatz kommen zur Zeit die Verbrennungslinie 1 (VBL 1) aus dem Jahr 1982 sowie die Verbrennungslinie 2 (VBL 2) aus dem Jahr 1992.

Die nebenstehenden Tabellen geben für die überwachungsrelevanten Schadstoffe die bei den beiden Verbrennungslinien im Jahr 2003 aufgetretenen Emissionskonzentrationen im Vergleich zu den Genehmigungswerten wieder. Die Grafiken verdeutlichen die prozentuale Unterschreitung bzw. Ausschöpfung dieser Grenzwerte.

Wie zu erkennen ist, werden bei keinem Schadstoff die Emissionsgrenzwerte bis zu 100% ausgeschöpft oder etwa überschritten. Bei den kontinuierlichen Messungen kann einzig beim Schwefeldioxid bei der Verbrennungslinie 1 im Jahresdurchschnitt eine Unterschreitung des Grenzwerts um weniger als 50% beobachtet werden. Noch günstiger gestaltet sich die Situation bei den jährlichen Einzelmessungen. Hier werden bei allen Schadstoffen die Grenzwerte um circa 75% bis 98% unterschritten. Das heißt die Emissionsgrenzwerte, die teilweise schärfer als die Vorgaben der 17. Bundesimmissionsschutz-Verordnung sind, werden sicher eingehalten.

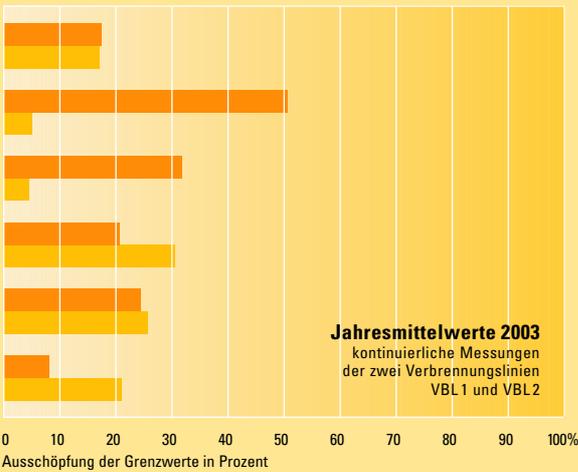
Um diesen hohen Standard auch weiterhin aufrecht halten zu können, wird der rund 25 Jahre alte Wirbelschichtofen 1 durch den neuen Wirbelschichtofen 3 ersetzt. Dieser nimmt ab 2007 den Dauerbetrieb auf. Der Wirbelschichtofen 2 steht dann als Reserve zur Verfügung. Im Gegensatz zu seinem Vorgänger verfügt der neue Wirbelschichtofen 3 über eine Dampfturbine wie in einem Kraftwerk. Mit der dadurch erzeugten Strommenge kann etwa der Eigenbedarf der Verbrennungslinie 3 gedeckt werden. Die verbleibende Restwärme wird sowohl zur Klärschlamm-trocknung als auch zur Versorgung anderer Wärmeverbraucher, wie z. B. der Faultürme, genutzt. Das heißt die bei der Abwasserreinigung anfallenden Brennstoffe (Klärschlamm und Klärgas) werden sinnvoll eingesetzt, so dass sowohl aus ökologischer als auch ökonomischer Sicht eine Optimierung der Energienutzung im Hauptklärwerk Mühlhausen erreicht wird.



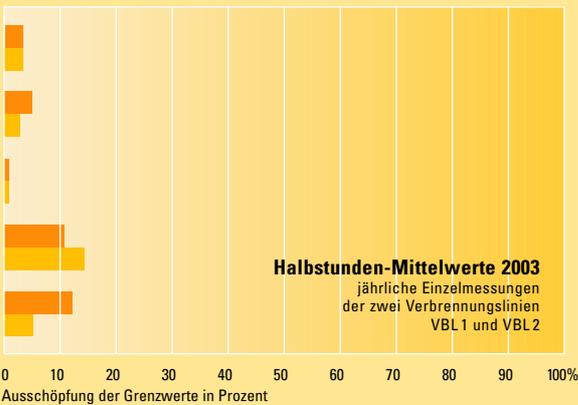
Modell des neuen Wirbelschichtofens 3 im Hauptklärwerk Mühlhausen

© Stadt Stuttgart, Tiefbauamt/SES; alle Rechte vorbehalten
 Konzeption, Texte und Tabellen:
 GOE Gesellschaft für Organisation und Entscheidung Stuttgart
 Reproduktionen: Elsner, Höllerer, SES, Stuttgart
 Satz und Gestaltung: Aufdemkamp, Design für Kommunikation, Bielefeld
 Printed in Germany, 7/2004

| | Einheit | VBL 1 | VBL 2 | Grenzwerte 1 | Grenzwerte 2 |
|----------------|-------------------|-------|-------|--------------|--------------|
| Stickoxid | mg/m ³ | 22,42 | 22,05 | 130 | 130 |
| Schwefeldioxid | mg/m ³ | 25,22 | 2,35 | 50 | 50 |
| Gesamt C | mg/m ³ | 3,17 | 0,45 | 10 | 10 |
| Staub | mg/m ³ | 2,04 | 3,01 | 10 | 10 |
| Kohlenmonoxid | mg/m ³ | 12,13 | 12,75 | 50 | 50 |
| Quecksilber | µg/m ³ | 2,39 | 6,26 | 30 | 30 |



| | Einheit | VBL 1 | VBL 2 | Grenzwerte 1 | Grenzwerte 2 |
|---|---------------------|-------|-------|--------------|--------------|
| Cd+ Ti+ | mg/m ³ | 0,001 | 0,001 | 0,03 | 0,03 |
| Sb+ As+ Pb+ Cr+ Co+ Cu+ Mn+ Ni+ V+ Sn+ | mg/m ³ | 0,015 | 0,009 | 0,3 | 0,3 |
| Dioxine/Furane | ngTE/m ³ | 0,001 | 0,001 | 0,1 | 0,1 |
| Fluorwasserstoff | mg/m ³ | 0,11 | 0,143 | 1 | 1 |
| Chlorwasserstoff | mg/m ³ | 1,23 | 0,533 | 10 | 10 |



| | Einheit | VBL 1 | VBL 2 | Grenzwerte 1 | Grenzwerte 2 |
|---|---------------------|-------|-------|--------------|--------------|
| Cd+ Ti+ | mg/m ³ | 0,002 | 0,001 | 0,03 | 0,03 |
| Sb+ As+ Pb+ Cr+ Co+ Cu+ Mn+ Ni+ V+ Sn+ | mg/m ³ | 0,03 | 0,011 | 0,3 | 0,3 |
| Dioxine/Furane | ngTE/m ³ | 0,002 | 0,001 | 0,1 | 0,1 |
| Fluorwasserstoff | mg/m ³ | 0,27 | 0,15 | 1 | 1 |
| Chlorwasserstoff | mg/m ³ | 1,80 | 0,10 | 10 | 10 |

