

BMUB – UMWELTINNOVATIONSPROGRAMM

Abschlussbericht

zum Vorhaben:

Energetische Optimierung
der Membrankläranlage Nordkanal

Fördernehmer:

Erftverband

Umweltbereich

Abwasser- und -entsorgung

Laufzeit des Vorhabens

2011 - 2015

Autor

Dr.-Ing. Kinga Drensla

**Gefördert aus Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit**

Datum der Erstellung

Oktober 2015

Berichts-Kennblatt

Aktenzeichen UBA:NKa3 - 001925	Projekt-Nr.: NKa3- 001925
Titel des Vorhabens: Energetische Optimierung der Membrankläranlage Nordkanal	
Autor(en); Name(n); Vorname(n) Kinga Drensla Andreas Janot	Vorhabenbeginn: 01. Okt. 2011 Vorhabenende (Abschlussdatum):01. Okt. 2015
Förderungsnehmer/ -in (Name, Anschrift): Erftverband, Am Erftverband 6, 50126 Bergheim	Veröffentlichungsdatum: Dezember 2015 Seitenzahl:53 Plus Anlagen
Gefördert (aus der Klimaschutzinitiative) ¹ im Rahmen des Umweltinnovationsprogramms des Bundesumweltministeriums.	
Kurzfassung: Auf der Membran-Bioreaktor-Anlage (MBR) Nordkanal wurden im Rahmen des BMU-Umweltinnovationsprogramms mit dem Förderschwerpunkt „Energieeffiziente Abwasseranlagen“ Optimierungsmaßnahmen durchgeführt. Diese haben eine Reduzierung des elektrischen Energieverbrauchs um 2,3 GWh/a bewirkt. Im Vergleich zum ursprünglichen Zustand mit einem Gesamtstromverbrauch von 5,5 GWh/a reduziert sich dieser im Erfolgskontrolljahr auf 3,2 GWh/a . Der spezifische Energieverbrauch der Membranbelebungsanlage Nordkanal beträgt für das Erfolgskontrolljahr im Mittel 0,65 kWh/m ³ bzw. ca. 40 kWh/(E·a). Bei einem sehr guten Kosten/ Nutzen- Verhältnis der Maßnahme von 0,12 konnte das ursprünglich gesetzte Ziel weit übertroffen werden. Summary: At the Nordkanal membrane bioreactor plant (MBR) measures of optimization have been carried out within the framework of the BMU Environmental Innovation Program, with its stated emphasis on “Energy Efficient Wastewater Treatment Plants“. These measures have produced a reduction in electrical energy consumption of 2.3 GW/yr. In comparison with the original status of total electrical consumption of 5.5 GW/yr, this represents a reduction of 3.2 GW/yr in the year of verification testing. The specific energy consumption of the Nordkanal MBR plant during the verification year amounted to an average of 0.65 kW/m ³ or approximately 40 kW/(E·yr). With a very good cost/ benefit proportion of 0.12 for the measures as a whole, the original objective is far surpassed.	

¹ soweit zutreffend bitte einfügen

Schlagwörter:

Membranfiltration, Energieoptimierung der Membranbelebungsanlage Nordkanal,

Keyword:

membrane filtration, specific energy consumption of the Nordkanal MBR

Anzahl der gelieferten Berichte

Papierform:1

Elektronischer Datenträger:1

Sonstige Medien:

Veröffentlichung im Internet geplant auf
der Webseite: www.eftverband.de

Summary

Within the framework of the BMU Environmental Innovation Program, with its stated emphasis on “Energy Efficient Wastewater Treatment Plants”, measures of optimization in process engineering and in equipment have been implemented at the Nordkanal membrane bioreactor plant (MBR) over the last three years. The federal ministry of environment provided funding of 146,100 euro for the innovative project.

These implemented measures have produced a reduction in energy consumption of 2.3 GW/yr, from 5.5 GW/yr to 3.2 GW/yr (in the year of verification testing). The specific energy consumption of the Nordkanal MBR plant during the verification year amounted to an average of 0.65 kWh/m³ or approximately 40 kWh/(E·yr).

With a very good cost/benefit proportion of 0.12 for the measures as a whole, the original objective is far surpassed.

The spread of membrane bioreactor technique in Germany is slowing at the moment for a variety of reasons. Advantages such as substantially smaller space requirement, high cleaning performance and removal of pathogens as well as removal of micro-pollutants and micro-plastics have not sufficiently convinced many wastewater treatment plant (WWTP) operators, although the assumed disadvantages such as high investment and membrane replacement costs and low energy efficiency have been disproven in recent years.

The originally calculated membrane life expectancy of five to eight years, independent of both membrane type (hollow fiber, flat sheet membranes) and membrane replacement cost, has also been refuted in the fifteen years of membrane technique in Germany.

Among the advantages of membrane technique, along with the outstanding treatment performance, is its ease of implementation at existing plants. By retrofitting the pre-treatment step with a sieve facility and by installing the membrane modules in separate filter basins or directly in nitrification basins, the desired scale or treatment performance can be quickly achieved at any conventional treatment plant without large-scale and lengthy construction measures.

As a result of the energy optimization of the Nordkanal MBR, changes in process technique/process engineering were carried out. Through implementation of new process engineering concepts, the achieved filtration rate of 40 (L/m²·h) was nearly double the originally planned rate of 22 (L/m²·h). The filtration time at equal back pulsing intervals of 50 seconds was also doubled, from 400 to 900 seconds.

Through the achieved energy savings a reduction in environmentally relevant CO₂ emissions of 1,432 tons per year was also accomplished, which corresponds to a reduction in CO₂ emissions in the 45 per cent range at the Nordkanal plant.

Through the implementation of optimization measures, energy use in sludge basins was strongly curtailed. Reduced circulation power and aeration of the activated sludge caused a tendency of rising viscosity. The resulting decrease in oxygen transfer was offset to a large extent by decrease in solid content of the activated sludge.

The measurement parameters for MBR plants are not clearly established. Many early assumptions based on measurements at the first membrane plants were subsequently refuted.

The further development of membrane technique often requires the operator to undertake retrofitting or optimization. Own initiative and creativity is in this case a precondition.

The continuation of expansion of the Nordkanal MBR plant to establish separate sludge stabilization with corresponding biogas production shows that membrane technique is an economical, environmentally friendly solution for both existing and new wastewater treatment plants. The currently perceived disadvantages of MBR plants, such as higher energy consumption and low oxygenation values, have been refuted while the advantages, as for example reduced activated sludge tank volumes, have been validated.

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung	6
1.1 Kurzbeschreibung des Unternehmens	6
1.2 Ausgangssituation	7
2. Vorhabensumsetzung	9
2.1 Ziel des Vorhabens	9
2.2 Darstellung der technischen Lösung	11
2.3 Darstellung der Umsetzung des Vorhabens	12
2.3.1 Austausch der Gebläse für die Nitrifikationsbelüftung (Membranbelüftung)	12
2.3.2 Optimierung der Überschussschlammmentnahme und der Schlammwässerung	16
2.3.3 Umstellung der Belüftungsregelung	17
2.3.4 Nachrüsten von FU für Rührwerke in der Belebungsstufe	17
2.3.5 Änderung der Taktung der Air-Regelung / Ergänzung von Armaturen in der Permeatleitung	18
2.3.6 Ersatz des Gebläses im Sand- und Fettfang	19
2.3.7 Zusammenfassung	19
2.4 Behördliche Anforderungen	20
2.5 Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten	21
2.5.1 Auslastung der Anlage: Ist-Zustand	21
3. Ergebnisse	30
3.1 Umwelt- und Energiebilanz	30
3.2 Konzeption, Durchführung und Ergebnisse des Messprogramms	33
3.2.1 Erstellung des Messprogramms zur Energieverbrauch-Erfassung	33
3.2.2 Untersuchung der hygienisch relevanten Parameter	40
3.2.3 Probenahme und Analyse der Spurenstoffe	41
3.3 Wirtschaftlichkeitsanalyse	50
3.4 Technischer Vergleich zu konventionellen Verfahren	52
4. Empfehlungen	53
4.1 Erfahrungen aus der Praxiseinführung	53
4.2 Modellcharakter	54
4.3 Zusammenfassung	55
5. Literatur	57

1. Einleitung

1.1 Kurzbeschreibung des Unternehmens

Als Körperschaft des öffentlichen Rechts ist der Erftverband ein umwelt- und gemeinwohlorientiertes Non-Profit-Unternehmen. Er wird getragen von rund 250 Mitgliedern aus Kommunen, Kreisen, Elektrizitätswirtschaft, Gewerbe, Industrie, Wasserversorgung, Fischerei, Landwirtschaft und Bergbau. Verantwortungsbewusst, nachhaltig und mit Augenmaß sorgt der Erftverband mit seinen über 500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für den wasserwirtschaftlichen Interessenausgleich in der Region.

Das Verbandsgebiet des Erftverbandes entspricht dem Einzugsgebiet der 105 km langen Erft. Mit seinen zahlreichen Nebengewässern hat es eine Größe von 1.900 km². Hier reinigt der Verband das häusliche Abwasser von rund 750.000 Einwohnern und zusätzlich das Abwasser von Gewerbe und Industrie, das einer Abwasserbelastung von 450.000 Einwohnern entspricht. Zudem pflegt er einen sensiblen Naturraum und trägt zum Schutz der Siedlungsgebiete vor Hochwasser bei.

Der Tätigkeitsbereich des Verbandes geht aber weit über das Verbandsgebiet hinaus. Er ist 4.220 km² groß und umfasst das Gebiet, das durch den Rheinischen Braunkohlenbergbau beeinflusst ist. Dort erforscht der Erftverband die komplexen wasserwirtschaftlichen Verhältnisse, bewirtschaftet das Grundwasser, stellt die Wasserversorgung sicher und schützt die zahlreichen Feuchtgebiete, siehe Abbildung 1.

Viele Aufgaben des Erftverbandes erfordern den Einsatz modernster Techniken und die Berücksichtigung neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse. Stehen diese nicht zur Verfügung, führt der Erftverband – oft in Zusammenarbeit mit Hochschulen oder anderen Institutionen – Forschungs- und Entwicklungsvorhaben durch. Solche Projekte werden in der Regel durch externe Förderung finanziell getragen oder unterstützt.

Aufgrund ihrer Tätigkeiten und Erfahrung sind Ingenieure und Naturwissenschaftler des Erftverbandes nicht nur an aktuellen Forschungsvorhaben beteiligt, sondern auch in verschiedenen wissenschaftlich-technischen Gremien und Ausschüssen vertreten. Der Austausch mit anderen Experten, daraus resultierende Empfehlungen und Regelwerke, kommen dem Verband bei der Bearbeitung eigener Problemfelder zugute. Forschung und Entwicklung ist die beste Investition in die Zukunft [1].

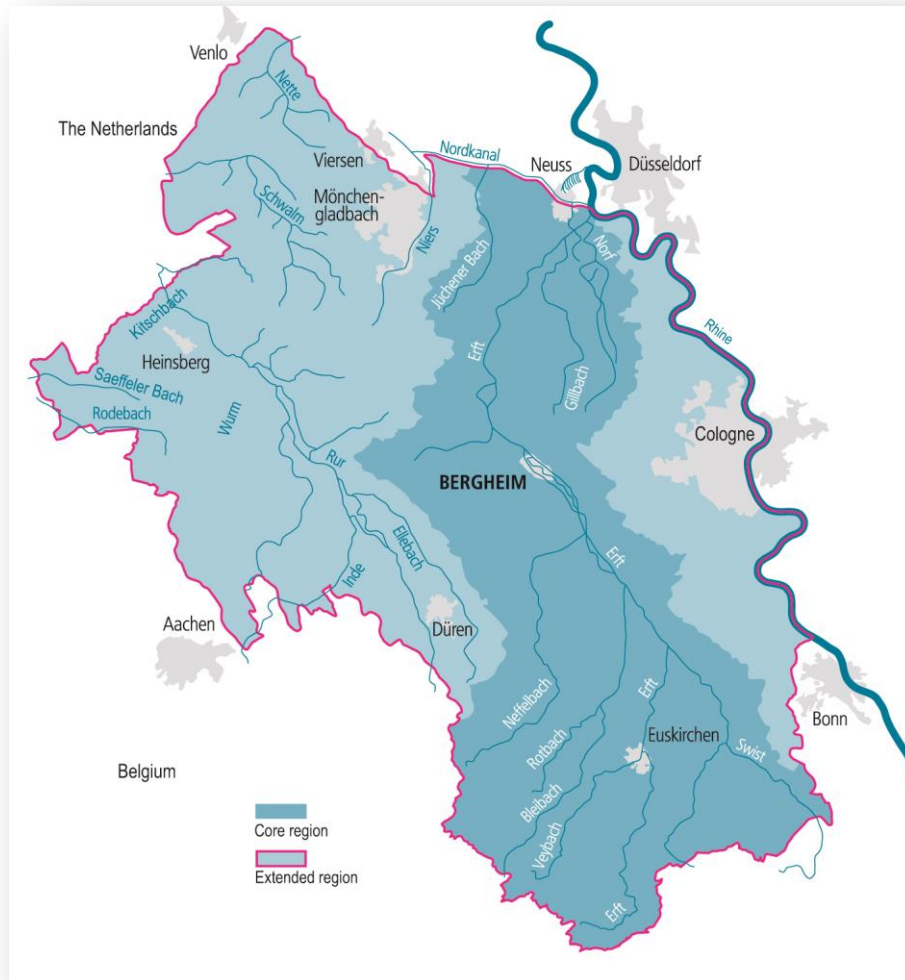


Abbildung 1: Verbandsgebiet/Tätigkeitsbereich des Erftverbandes

1.2 Ausgangssituation

Bei der MBR Nordkanal handelt es sich um eine der größten kommunalen Membranbehandlungsanlagen Europas mit einer Ausbaugröße von 80.000 EW. Die Anlage wird seit inzwischen 11 Jahren mit den ursprünglichen Membrankassetten erfolgreich betrieben. Die Anschlussgröße der Anlage liegt derzeit bei etwa 90 %.

Im Gruppenklärwerk (GKW) Nordkanal werden die Abwässer der Stadt Kaarst und einiger Ortsteile der Städte Korschenbroich und Neuss gereinigt.

Das geklärte Abwasser fließt dem Nordkanal zu, einem künstlichen Gewässer mit geringer Wasserführung und Fließgeschwindigkeit. Aufgrund der unmittelbaren Nähe zu einem Badegewässer im Unterwasser der Kläranlage ist eine verschärfte Überwachung in Bezug auf hygienisch relevante Parameter vorgeschrieben.

Verfahrenstechnik:

Auf dem GKW Nordkanal erfolgt die Beschickung der Feinrechenanlage (5 mm), siehe Abbildung 21, über die Druckrohrleitungen. Die Rechenanlage ist zweistraßig ausgeführt mit ei-

nem Notumlauf. Der Sand- und Fettfang ist ebenfalls zweistraßig ausgeführt. Im Anschluss an den Ablauf des Sand- und Fettfanges wird das Abwasser im Hauptstrom über eine zweistraßige Feinsiebanlage mit Maschenweite von 1,5 mm geführt. Die zwei Siebe sind zusammen auf den kompletten Mischwasserzufluss dimensioniert. Im Nebenstrom wurde ein Not-sieb mit der Spaltweite von 1,0 mm installiert. Das mechanisch gereinigte Abwasser wird im Verteilerbauwerk auf vier Belebungsstraßen aufgeteilt. Als Behandlungsverfahren wurde die simultane aerobe Schlammstabilisierung mit integrierter Membranfiltration (integriertes MBR-System) gewählt.

Im Rahmen der klärtechnischen Dimensionierung wurde von einem TS-Gehalt von 12 g/L ausgegangen. Die Belebung wurde mit einem Gesamtvolumen von 9.200 m³ vierstraßig ausgeführt. Die biologische Behandlung besteht aus der vorgeschalteten, unbelüfteten Denitrifikation, der nachgeschalteten belüfteten Nitrifikation und einer zwischengeschalteten Variozone.

Die Schlammrezirkulation erfolgt je Straße mittels zweier Rezirkulationspumpen. Damit verfügt das GWK Nordkanal über vier parallel angeordnete separate MBR-Anlagen.

In jedem Membran-Bioreaktor sind an den Längswänden zwei Membranstraßen mit 24 Modulen je Straße (32 m lang) installiert. Die Membranen sind in drei Blöcke zu je acht Membrankassetten aufgeteilt und hängen im oberen Bereich des Beckens. Die schwankenden Zulaufbedingungen auf den kommunalen Kläranlagen sind bei der Anwendung der Membran-technik ursächlich für den hohen spezifischen Energieverbrauch verantwortlich.

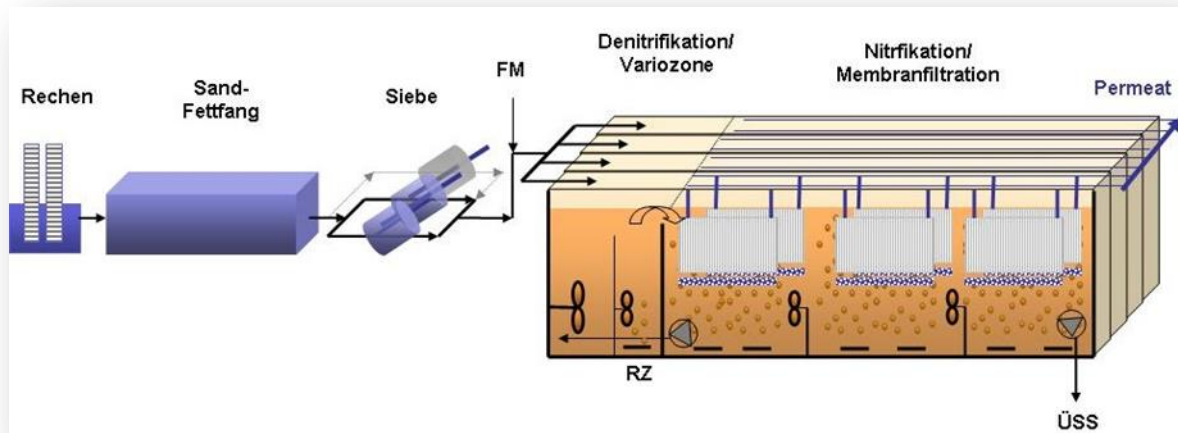


Abbildung 2: Schematische Darstellung des GWK Nordkanal.

Membranbelebungsanlagen, die -wie konventionelle Kläranlagen- auf die maximale Zulaufwassermenge ausgelegt sind, werden häufig im Teillastbetrieb besonders unwirtschaftlich betrieben.

Gerade bei dieser vierstraßigen Membrananlage können die ungünstigen, stark schwankenden Zulaufverhältnisse eines kommunalen Einzugsgebietes durch ein intelligentes Bewirtschaftungskonzept des MBR-Volumens kompensiert werden und es wird auf diese Weise eine effiziente Nutzung des tatsächlich erforderlichen Reaktorvolumens sichergestellt.

2. Vorhabensumsetzung

Im Rahmen des Umweltinnovationsprogramms mit dem Schwerpunkt „Energieeffiziente Abwasseranlagen“ fördert das Bundesumweltministerium bundesweit 11 innovative Vorhaben. Zu den ausgewählten Projekten gehört auch die energetische Optimierung kommunaler Membrananlagen am Beispiel des Gruppenklärwerks Nordkanal vom Erftverband. Voraussetzung für Optimierungsmaßnahmen war es das Steuerungssystem der gesamten Membrananlage auszuwechseln und neu zu strukturieren.

2.1 Ziel des Vorhabens

Kläranlagen nach dem Membranbelevungsverfahren erzielen Abwässer von höchster Reinigungsqualität und bewirken sogar eine deutliche Reduzierung der im Abwasser vorliegenden pathogenen Keime. Jedoch steht diesem positiven Aspekt ein etwa doppelt so hoher Energiebedarf gegenüber, wie er heute beim Einsatz von konventionellen Kläranlagen üblich ist.

Der Erftverband ist daher seit Inbetriebnahme der Membrananlage Nordkanal durchgehend bestrebt die Kläranlage verfahrenstechnisch zu verbessern, um den -durch die Membrantechnologie bedingten- erhöhten Energieverbrauch zu reduzieren. Der durchschnittliche spezifische Energieverbrauch der gesamten Membranbelevungsanlage Nordkanal lag in den letzten Betriebsjahren im Bereich zwischen 0,9 und 1,0 kWh/m³.

Die im Rahmen des Umweltinnovationsprogramms geplanten Maßnahmen stellen ein Arbeitspaket dar, das in diesem Jahr vollständig umgesetzt werden muss und eine Reduzierung des Energieverbrauchs von mindestens 20 % bewirken soll.

Im Rahmen des Förderprogramms vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit -BMU- wurden folgende Maßnahmen zur energetischen Optimierung geplant:

- Umstellung der Belüftungsregelung für die Nitrifikationsbecken
- Änderung der Taktung der Cross-Flow-Belüftung auf 30/10
- Optimierung der Überschussschlammabnahme und der Schlammabwasserung
- Nachrüsten von Frequenzumformern bei den Rührwerken in der Belevungsstufe
- Ergänzung von Armaturen in der Permeatleitung
- Austausch der Gebläse für die Nitrifikationsbelüftung
- Nachrüstung von Frequenzumformern bei der Cross-Flow-Belüftung sowie Ergänzung von Armaturen in der Luftleitung
- Ersatz des Gebläses im Sand- und Fettfang

Weitere wichtige Punkte im Rahmen der geplanten Optimierungsmaßnahmen war die Überprüfung und Anpassung der Luftmenge für die Belüftung der Membranen und in den Nitrifikationsbecken sowie ein optimiertes, witterungsgeführtes Schlammmanagement .

Die Betriebserfahrungen zeigen, dass gerade bei Mischwasserzufluss der Feststoffgehalt einer Membranbelevungsanlage relativ schnell ansteigen kann. Hohe Feststoffkonzentrationen wirken sich ungünstig auf den Sauerstoffübergang (α -Wert) bei der Belüftung aus, so dass mehr Gebläseleistung gefordert wird.

Eine automatisierte, übergeordnete Regelung zur Koordination des Feststoffgehaltes in der Belebung, des erforderlichen Schlammabzuges sowie des Einsatzes des Entwässerungsaggregates wurde die Regenvorhersage aus dem „Hochwasserinformationssystem ErfT“ des Verbandes (HOWIS) eingebunden. Mit diesem Vorhersagesystem werden neben der direkten Zuflussmessung auf dem Kläranlagenstandort auch die erst in mehreren Stunden erwarteten Zuflüsse prognostiziert und in der Festlegung des Belebtschlamm-Gehaltes berücksichtigt. Dieses witterungsgeführte Schlammmanagement sollte die erforderlichen Schlamm-speicherkapazitäten vor Eintreffen des Regenereignisses bereitstellen und den Feststoffgehalt in der Belebung über eine automatisierte variable Überschussschlammmentnahme auf das notwendige Maß beschränken. Die geregelte Ansteuerung der Entwässerungsaggregate führt zusätzlich zu einem optimierten Lastspitzenmanagement bei dem Strombezug der Anlage.

Ein wesentlicher Anteil der Energieeinsparungen wurde durch den Austausch der Drehkolbengebläse für das Nitrifikationsbecken auf modernste Technik bewirkt.

Durch die Nachrüstung der Aggregate für die Cross-Flow-Belüftung mit Frequenzumformern (FU) wird der Luftvolumenstrom der Membranbelüftung auf das erforderliche Maß reduziert. Durch Änderungen im Steuerungssystem wurde auch die Modifizierung der Membranbelüftung ermöglicht.

Der aktuelle Belüftungszyklus beträgt 10 Sekunden Belüftungszeit und 10 Sekunden Pausenzeit (Air-cycling 10/10). Geplant wurde die Erhöhung der Pausenzeit auf 30 Sekunden (Air-cycling 10/30) unter bestimmten Betriebsbedingungen, wie optimalen Fluxraten und ausreichend hohen Abwassertemperaturen. Diese Reduzierung der Membranbelüftung wird zurzeit auf sogenannten Stand-by Betrieb begrenzt.

2.2 Darstellung der technischen Lösung

Neben der Umsetzung der Optimierungsmaßnahmen aus dem Umweltinnovationsprogramm fand begleitend die verfahrenstechnische Optimierung statt.

Die einzelnen Maßnahmen wurden in zwei Gruppen, siehe Tabelle 1, aufgeteilt.

Tabelle 1: GWK Nordkanal - durchgeführte Optimierungsmaßnahmen

Maßnahmen im konventionellen/klassischen Bereich der Anlage	MBR-Verfahren spezifische Maßnahmen
Austausch der Gebläse für die Nitrifikation gegen Gebläse mit erhöhter Energieeffizienz	Betriebsweise der Membranfiltration
Nachrüstung von Frequenzumformern für <ul style="list-style-type: none"> • Tauchmotorrührwerke in der Belebungsstufe, • Sandfanggebläse 	<ul style="list-style-type: none"> • Nachrüstung von Frequenzumformern für die Gebläse der Cross-Flow Belüftung • temperaturabhängiger Fluss der Membranen • Erhöhung des Flusses der Membranen
Ergänzung aller Frequenzumformer mit einem zentralen aktiven elektronischen Filter zur Anpassung kapazitiver/induktiver Lasten bei Netzersatzbetrieb	<ul style="list-style-type: none"> • Anpassung der Filtrationsdauer • Änderung der Taktung der Air-Cycling-Belüftung (30/10)
Umstellung der N - Belüftungsregelung von Konstant- auf Gleitdruckregelung	Änderung der Abwasserverteilung
Witterungsgeführter Betrieb ohne Beaufsichtigung (BOB) der Schlammwässerung durch Einbindung meteorologischer Daten in die Steuerung und die Optimierung des Schlammmanagements	Senkung des Feststoffgehaltes im Belebungsbecken

2.3 Darstellung der Umsetzung des Vorhabens

Vor dem Beginn des Projektes hat der Erftverband die Fertigstellung eines neuen Steuerungsprogramms auf der Membrananlage Nordkanal als Eigenleistung beauftragt. Die Installation des Programms sollte in den ersten Monaten 2011 erfolgen.

Verzögerungen bei der Ausführung der Arbeiten führten zur unplanmäßigen Verschiebung der für 2012 geplanten Maßnahmen im Rahmen des BMUB-Projektes.

Zur Kompensation dieser Verzögerungen in Bezug auf den gesamten zeitlichen Projektablauf wurden die Maßnahmen vorzeitig umgesetzt, die vom Steuerungssystem nicht direkt abhängig waren.

In der ersten Projektphase wurden mehrfach Messungen und Tests zur Verifizierung der Wirtschaftlichkeit der beantragten Maßnahmen und der Zielvorgaben durchgeführt.

Die Verifizierung erfolgte immer auf dem Kenntnisstand der aktuellen Projektphase und führte so zum Teil zu abweichenden Ergebnissen (siehe Zwischenberichte). Die notwendigen Anpassungen in dem Projektplan wurden dementsprechend dargestellt und begründet.

Die einzelnen Maßnahmen des Vorhabens werden in den nachfolgenden Unterpunkten von der Planungsphase bis zur Inbetriebnahme beschrieben.

2.3.1 Austausch der Gebläse für die Nitrifikationsbelüftung (Membranbelüftung)

Für den ursprünglich geplanten Austausch der Gebläse für die Membranbelüftung fanden in der Planungsphase die verifizierenden Messungen der tatsächlichen Luftmenge und der erforderlichen Druckdifferenz der Membranbelüftung statt. Die ermittelnden Parameter sollten die Grundlagen der Ausschreibung für die energieeffizienteren Belüftungsaggregate vervollständigen.

Die im Förderungsantrag angegebenen möglichen Energieeinsparungen wurden im Vorfeld den bekannten Druckluftgebläse-Herstellern Fa. Atlas Copco und Fa. Aertzner mitgeteilt.

Bei der Angebotsanfrage mit neu erfassten Daten und verbindlichen Angaben zur Energieeinsparung hat sich herausgestellt, dass die in Vorgesprächen genannte Energieeffizienz der neuentwickelten Aggregate sich nur auf Druckbereiche von minimal 400 mbar beziehen.

In den Druckbereichen von ca. 300 mbar, in dem die Membranbelüftung betrieben wird, werden oft als Alternative sogenannte Seitenkanalverdichter (Ventilatoren) eingesetzt.

In niedrigen Druckbereichen bis 200 mbar sind Seitenkanalverdichter wesentlich effizienter und kostengünstiger als Drehkolben- oder Schraubenverdichter. Bei Druckbereichen von >300 mbar ist jedoch die Wirtschaftlichkeit und Energieeffizienz vom geforderten Luftvolumenstrom (m^3/h) abhängig. Bei einer Luftmenge von über 1.000 m^3/h und einer Einblastiefe von 3 m (300 mbar) müssten mehrere Aggregate dieses Typs parallel geschaltet werden, was zu einer deutlichen Minderung der Wirtschaftlichkeit führt.



Abbildung 3: Testversuch - Seitenkanalverdichter als Membranbelüfter

Die Einsetzbarkeit und Energieeffizienz der Seitenkanalverdichter wurde auf dem Gruppenklärwerk (GKW) Nordkanal getestet, siehe Abbildung 3. In diesem Fall gehörte zu den kritischen Parametern der Seitenkanalverdichter der hohe geforderte Luftvolumenstrom (ca. $2.400 \text{ m}^3/\text{h}$), der sich bei Einschalten des Aggregates erst nach einer längeren Betriebsphase einstellte. Somit würde der erforderliche Volumenstrom nicht sofort bei Anlaufen des Filtrationsvorgangs zur Verfügung stehen und dieses kann zur Verschammung der Membranmodule führen.

Nach der Testphase mit der maximalen möglichen Luftmenge von $150 \text{ m}^3/\text{h}$ pro Kassette fand eine Zustandskontrolle der Membrankassette statt. Die Schlammmassen zwischen den Membranfasern wiesen auf zu niedrigen Luftvolumenstrom hin, siehe Abbildung 4. Der Einsatz von weiteren Aggregaten stellt die Wirtschaftlichkeit der Seitenkanalverdichter gegenüber den Drehkolbenverdichtern in Frage.

Die durchgeführte Luftmengenmessung hat gezeigt, dass die vorhandenen Drehkolbenverdichter mehr Luft erzeugen als erforderlich ist.



Abbildung 4: GKW Nordkanal – Belüftungstest mit dem Seitenkanalverdichter bei der reduzierten Luftmenge von 150 m³/h pro Kasette bei der Air-cycling-Belüftung

Daraufhin wurde zunächst testweise ein vorhandener Drehkolbenverdichter mit einem Frequenzumformer nachgerüstet. Der Luftvolumenstrom für eine Membranstraße mit 24 Kassetten wurde auf den konstanten Wert von 3.300 m³/h (Air-cycling-Belüftung) reduziert. Nach zweimonatiger Testphase wurde keine Verschlämung der Kasette beobachtet, siehe Abbildung 5.



Abbildung 5: GKW Nordkanal – Belüftungstest mit dem Drehkolbenverdichter bei der reduzierten Luftmenge von 275 m³/h pro Kasette bei Air-cycling-Belüftung

Aufgrund der Erkenntnisse sollten die neuen Membranbelüfter mit der maximalen Luftmenge von 4.000 Nm³/h ausgeschrieben werden.

Zwischenzeitlich hat der Membranhersteller General Electric Company (GE) eine neue Generation der Membranen vorgestellt. Neben den Membranen hat die Firma GE das Belüftungssystem der Membranen soweit optimiert, dass die Luftmenge um ca. 30-50 % reduziert werden soll.

Angesichts des zu erwartenden Austausches der Membrankassetten in den nächsten Jahren wurde der Erwerb der Gebläse für die Membranbelüftung mit zu hoher Leistung als nicht zielführend eingestuft.

Für die Zwischenzeit wurde die Nachrüstung der vorhandenen Drehkolbenverdichter mit Frequenzumformen geplant, um die Luftmenge pro Kassette auf den optimalen Wert einzustellen. Das in der Testphase mit Frequenzumformer nachgerüstete Gebläse für die Membranbelüftung verbrauchte im Mittel nur noch ca. 41 kW (95 A), d.h. über 30 kW weniger als die restlichen Aggregate.

Durch die Optimierungsmaßnahmen an den Membranstraßen und den Filtrationsprozessen (Filtrationszeit 800 s, Flux von $30\text{-}40\text{ L}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$) wurde die Betriebszeit der Gebläse für die Membranbelüftung um fast 40 % reduziert. Als Folge des geringeren Sauerstoff- und Energieeintrages der Gebläse für die Membranbelüftung sind die Betriebszeiten der Gebläse für die Nitrifikation gestiegen, siehe Abbildung 6.

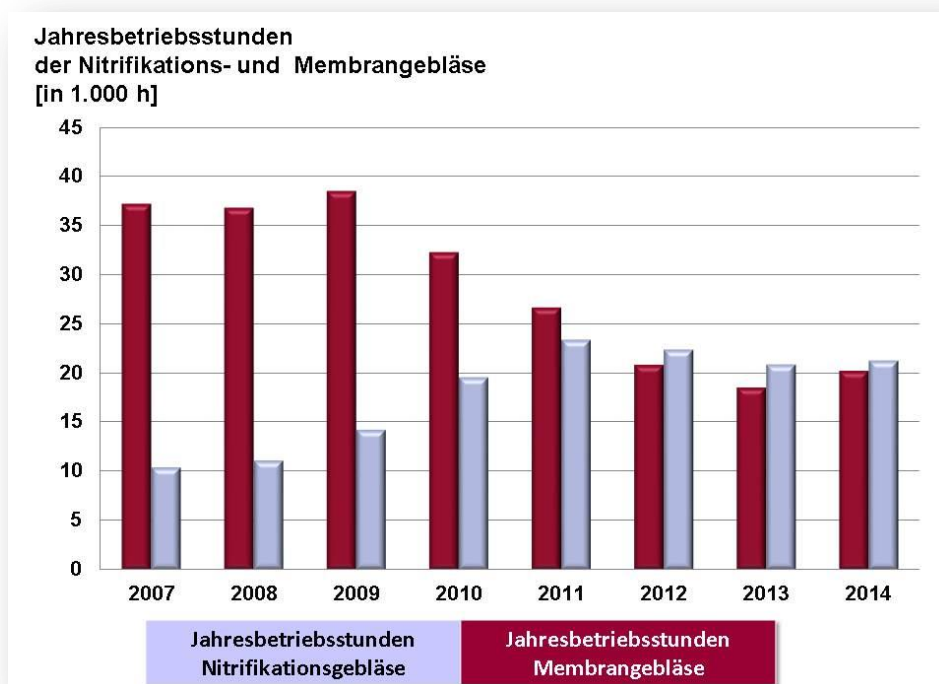


Abbildung 6: GWK Nordkanal- Jahresbetriebstunden der Nitrifikations- und Membrangebläse

Diese Steigerung der Betriebsstunden führte dazu, dass sich die Nitrifikationsgebläse zu den Energiehauptverbrauchern auf der Membrananlage Nordkanal entwickelten. Der Austausch der Drehkolbengebläse für das Nitrifikationsbecken gegen effizientere Verdichter konnte wegen der höheren Einblastiefe im Vergleich zu dem Gebläse für die Membranbelüftung als

wesentlich effektiver eingestuft werden. Bei dem Austausch der fünf Nitrifikationsgebläse war mit einer Reduktion des Energieverbrauches bis zu 10 % zu rechnen.

Ende 2012 wurden von der Bauabteilung des Erftverbandes die Gebläse ausgeschrieben, damit konnten die Engineeringkosten auf die Beschaffungskosten für die Gebläse überschrieben werden (< 20 %). Die erste Ausschreibung musste aus formalen Gründen aufgehoben werden. Als Ergebnis einer erneuten Ausschreibung wurde Fa. Aertzner mit der Lieferung und Montage beauftragt. Der Angebotspreis betrug jedoch 43.500 € (Überschreitung um 27 %) und somit mehr als für die ursprünglichen Gebläse und Engineeringkosten geplant war. Für die geplante Nachrüstung der vorhandenen Cross-Flow Gebläse mit Frequenzumformen waren keine Mittel mehr vorhanden. Der Mehrbedarf wurde zunächst aus den verfügbaren Haushaltsmitteln für das Gruppenklärwerk Nordkanal gedeckt. Ein entsprechender Antrag an die KfW wurde gestellt und positiv entschieden.

2.3.2 Optimierung der Überschussschlammmentnahme und der Schlammmentwässerung

Für die geplante Optimierung der Schlammmentwässerung und des Schlammmanagements wurde an der vorhandenen Zentrifuge eine große Inspektion mit dem notwendigen Austausch der Verschleißteile sowie Tests mit der automatisierten Verteilung des Schlammes in die Container durchgeführt.

Die für den Betrieb ohne Beaufsichtigung (BoB) notwendige Nachrüstung von Messtechnik im Bereich des Schlammabwurfes mit Ultraschallsensoren inklusive Zubehör sowie die erforderlichen Programmierarbeiten wurden planmäßig durchgeführt.

Die Wettervorhersagedaten aus dem Hochwasserinformations- und Warnsystems für das Erft-Einzugsgebiet (HOWIS Erft) zur Steuerung der Schlammmentwässerung wurde im Steuerungssystem der Kläranlage erfolgreich implementiert und kann nun als Steuerungsbaustein eingesetzt werden, siehe Abbildung 7. Im Rahmen des HOWIS-Programms laufen beim Erftverband umfangreiche Mess- und Modelldaten in (fast) Echtzeit zusammen. Dazu gehören die Niederschlags- und Pegeldata der Messstationen vom Erftverband und des Landes Nordrhein Westfalen, Einleit- und Entnahmemengen von RWE Power sowie Radardaten der Universität Bonn und des Deutschen Wetterdienstes. Darüber hinaus stellt der Deutsche Wetterdienst seine meteorologischen Modellvorhersagedaten zur Verfügung.

Die meteorologischen Daten werden zu jeder Stunde aktualisiert. Die Niederschlagsmenge wird in der senkrechten Skalierung in Millimetern angegeben. Steht ein Vorlagebehälter zur Entleerung bereit, überprüft das System die vorausgesagte Niederschlagshöhe in den nächsten 3 Stunden. Meldet die Wettervorhersage kein Regenereignis bzw. die Niederschlagshöhe ist kleiner einem vorgegebenen Grenzwert (variabel einstellbar, zur Zeit 3 mm) schaltet sich die maschinelle Schlammmentwässerung (MSE) automatisch an. Überschreitet die Niederschlagshöhe die vorgegebene Niederschlagshöhe wird die MSE automatisch durch die Steuerung ausgeschaltet. Bei längeren Regenereignissen und einer „Stark-Regen-Vorhersage“ für die nachfolgenden Tage (3 bis 7 Tage – frei einstellbar) schaltet das Programm die MSE trotz der Niederschläge an.

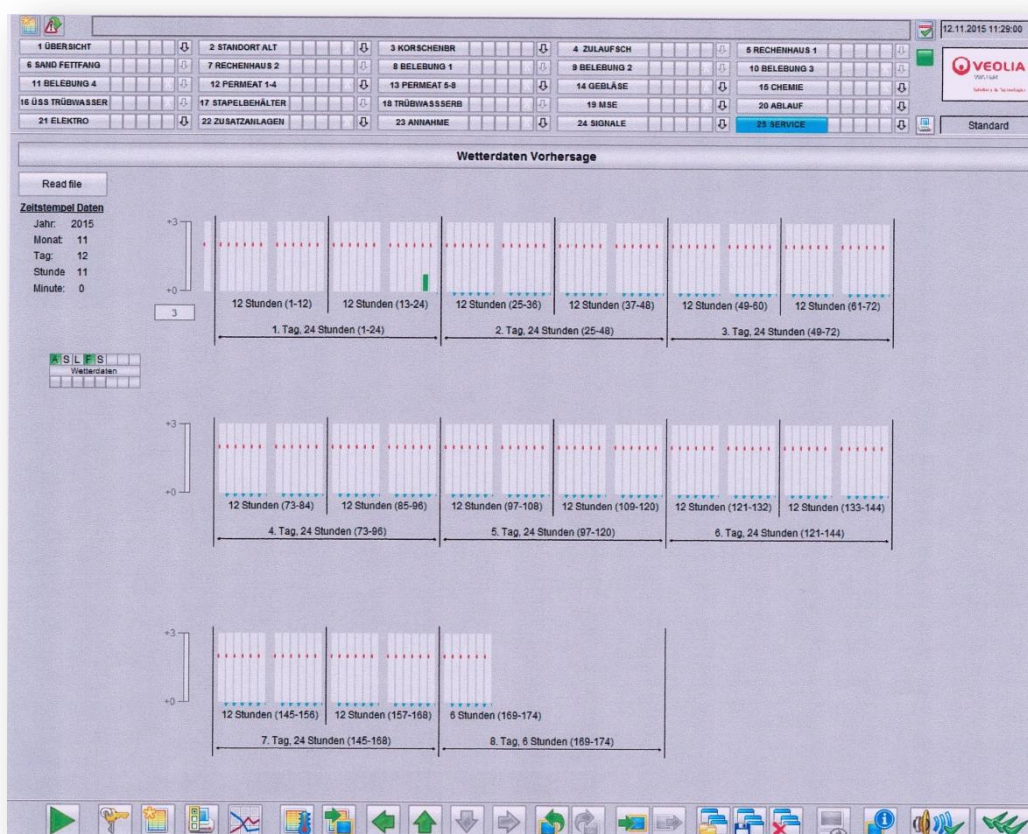


Abbildung 7: „Wetterdaten – Vorhersage“ im Steuerungssystem der MBR Nordkanal

2.3.3 Umstellung der Belüftungsregelung

Die feinblasige Druckbelüftung der Biomasse im Belebungsbecken wurde von einer Konstantdruckregelung auf eine Gleitdruckregelung umgestellt. Demzufolge wird der Systemdruck den Erfordernissen der Sauerstoffanforderung angepasst. Dadurch können gegenüber einer Konstantdruckregelung die Druckverluste reduziert werden und die Gebläse mit kleinerer Drehzahl betrieben werden.

Die Implementierung einer Gleitdruckregelung wurde durch eine Programmänderung im Prozessleitsystem realisiert.

2.3.4 Nachrüsten von FU für Rührwerke in der Belebungsstufe

Im Rahmen des Projektes wurde der Einsatz von Frequenzumrichter (FU) für diverse Rührwerke im Bereich der biologischen Reinigung und ergänzend für die Cross-Flow-Gebläse (siehe Zwischenbericht Oktober 2012) geplant.

Frequenzumrichter erzeugen Oberwellen in der Spannungsversorgung, die die vorgegebenen technischen Grenzwerte nicht überschreiten dürfen.

Die in diesem Zusammenhang vom Erftverband beauftragten Messungen haben gezeigt, dass durch den geplanten Einbau der Frequenzumformer die zulässigen Grenzwerte voraussichtlich überschritten werden. Dementsprechend war der zulässige Einbau der FU nur mit Zusatzausrüstung zulässig.

Das Ingenieurbüro „John Becker“ wurde mit der Abstimmung der technischen Randbedingungen, Leistungsbeschreibung, Vergabe und Prüfung der Ausführung beauftragt.

Erste Anfragen bei FU-Herstellern ergaben durch die zusätzliche Ausrüstung und Montage erhebliche Mehrkosten. Der Mehrbedarf wurde zunächst aus den verfügbaren Haushaltsmitteln für das Gruppenklärwerk Nordkanal gedeckt. Ein entsprechender Antrag an die KfW wurde gestellt und genehmigt.

Die geplante Nachrüstung der Rührwerke, der Gebläse für die Cross-Flow Belüftung und für den Sand- und Fettfang sowie Nachrüstung der Frequenzumformer mit aktiven elektronischen Filtern wurde von der Firma RITTER Starkstromtechnik GmbH & Co. KG aus Düsseldorf im Haushaltjahr 2013 durchgeführt.

2.3.5 Änderung der Taktung der Air-Regelung / Ergänzung von Armaturen in der Permeatleitung

Die geplanten Programmierarbeiten für die Änderung der Taktung der Air-Regelung von 10/10 (10 s Belüftung / 10 s Pause) auf 10/30 Betrieb (10 s Belüftung, 30 s Pause) wurden beauftragt und zusätzlich zur bestehenden Taktung im System implementiert. In Abhängigkeit von der Betriebsweise werden beide Varianten der Taktung eingesetzt.

Durchgeführte Luftmengenmessungen und Tests zur vorgesehenen Umstellung in der Belüftungsregelung haben gezeigt, dass die vorhandenen Gebläse für die Cross-Flow Belüftung mehr Luft erzeugen als erforderlich ist und dass die derzeit im Einsatz befindlichen Armaturen der Luftleitungen erhebliche Volumenstromverluste verursachten. Um den Druckverlust für die Gebläse zu verbessern, sollten die vorhandenen, schweren Klappen an den Luftleitungen (geeignet für den Einsatz in Wasserleitungen) durch leichte Klappen mit einem Elektroantrieb ersetzt werden. Diese Ergänzungsmaßnahme wurde ursprünglich nicht geplant.

Ursprünglich war die Ergänzung von Armaturen in der Permeatleitung vorgesehen. Deswegen wurden die Permeat-Volumenströme an einzelnen Straßen mit dem neuen Steuerungssystem erneut gemessen. Mit der Messung sollte die Permeatmenge ermittelt werden, die durch die Heberwirkung aus dem höher gelegenen Permeatgerinne bei abgeschalteten Membranstraßen/Permeatpumpen ins Belebungsbecken zurückfließt. Der gemessene Volumenstrom schwankte stark. Als Ursache wurde die dauerhafte Strömung in der Ablaufrinne und damit in den Permeatleitungen vermutet. Durch die nicht eindeutigen Messergebnisse wurde die geplante Maßnahme als wirtschaftlich bedenklich eingestuft und im Vergleich zur Ergänzung von Armaturen in den Luftleitungen nicht zwingend erforderlich. Eine Übertragung der Ausgaben von der Maßnahme „Ergänzung von Armaturen in der Taktung“ auf die Maßnahme „Änderung der Taktung der Air-Regelung“ wurde entsprechend beantragt und genehmigt.

2.3.6 Ersatz des Gebläses im Sand- und Fettfang

Die im Einsatz befindlichen Gebläse des Sand- und Fettfanges sollten auf betriebstechnisch effizientere Aggregate (Seitenkanalverdichter mit erheblich reduzierter Leistung) ausgetauscht werden.

Bei der konkreten Auslegung dieser neuen Gebläse stellte sich heraus, dass der prognostizierte Energieverbrauch höher liegt als ursprünglich geplant.

Weitere Untersuchungen und Vergleiche ergaben einen eindeutigen Kostenvorteil der vorhandenen Sand-, und Fettfang-Gebläse gegenüber den geplanten Aggregaten bei Nachrüstung des bestehenden Gebläses mit einem Frequenzumformer. Der entsprechende Änderungsantrag wurde gestellt und genehmigt.

Diese Optimierungsmaßnahme konnte im Zuge der Elektro-, und Programmierarbeiten an den geplanten Frequenzumformer für die Rührwerke und Membranbelüfter ausgeführt werden.

2.3.7 Zusammenfassung

Im Rahmen des BMU-Umweltinnovationsprogramms mit dem Förderschwerpunkt „Energieeffiziente Abwasseranlagen“ wurden auf der Membranbelebungsanlage Nordkanal in den letzten drei Jahren folgende verfahrenstechnische und investive Optimierungsmaßnahmen umgesetzt:

- Austausch der Gebläse für die Nitrifikationsbecken
- Nachrüsten der Rührwerke in der Belebungsstufe und Gebläse für die Cross-Flow Belüftung mit Frequenzumformern
- Nachrüstung der Frequenzumformer mit aktiven elektronischen Filtern zur Netzstabilisierung
- Nachrüstung des Sand- und Fettfanggebläses mit Frequenzumformer
- Änderung der Taktung der Air-Cycling-Regelung inklusive Austausch und Nachrüstung der Absperrklappen mit einem Pneumatik-Antrieb
- Umstellung der Belüftungsregelung
- Optimierung der Schlammwässerung und des Schlammanagements

Damit wurden alle anfangs geplanten Maßnahmen in einer an die aktuelle Situation auf der Kläranlage angepassten Form umgesetzt.

2.4 Behördliche Anforderungen

Einleitungserlaubnis gemäß §§ 8, 9 und 10 WHG

Die Erlaubnis zur Einleitung von biologisch gereinigtem Abwasser für die Membrananlage (max. 1.034 m³/0,5 h) wurde am 15.11.2000 unter dem Az.: 54.16.31 – 103/2000 durch die Bezirksregierung Düsseldorf erteilt.

Die Erlaubnis ist bis zum 30.06.2018 befristet. Mit dem 4. Änderungsbescheid vom 31.03.2011 wurde die Jahresschmutzwassermenge auf 3.350.000 m³/a festgesetzt.

Überwachungswerte:

CSB:	90 mg/l	
BSB ₅ :	20 mg/l	
NH ₄ -N:	10 mg/l	bei T ≥ 12°C
P _{ges} :	1 mg/l	
N _{anorg} :	18 mg/l	bei T ≥ 12°C
AOX	100 µg/l	

Genehmigung nach § 58 (2) LWG

Die Genehmigung nach § 58 (2) LWG zum Bau und Betrieb der Kläranlage wurde am 04.04.2000 unter dem Az.: 54.53.07 durch die Bezirksregierung Düsseldorf erteilt. Die Änderungen des Betriebes der Kläranlage wurden mit Schreiben vom 03.06.02, 11.06.04 und 18.12.2007 genehmigt. Weitergehende Anforderung gemäß der Genehmigung nach §58 (2) ist, nach erfolgtem Ausbau der Kläranlage, aus dem Ablauf der Kläranlage vierteljährig eine Probe zu entnehmen und auf bakteriologische Parameter untersuchen zu lassen, da der Vorfluter in unmittelbarer Nähe zu einem EG- Badegewässer liegt.

Der Untersuchungsumfang erstreckt sich auf folgende Parameter:

- Kolonie-bildende Einheiten bei 20° C, 36° C
- E.- Coli
- Coliforme Keime
- Salmonellen
- Streptococcus feacalis

Die Untersuchungen werden wie gefordert durchgeführt und die Ergebnisse hierzu sind unter Punkt 3.2.2, sowie im Anhang aufgelistet.

2.5 Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten

Das Gruppenklärwerk Nordkanal wurde auf der Basis folgender technischer Daten dimensioniert:

Tabelle 2: Bemessungswerte des GWK Nordkanal

Hydraulische Belastung			
Ausbaugröße	EW	80.000	EW
Tageswassermenge	Q_D	16.000	$m^3 \cdot d^{-1}$
Trockenwetterzufluss	Q_t	1.024	$m^3 \cdot h^{-1}$
max. Mischwasserzufluss	Q_m	1.881	$m^3 \cdot h^{-1}$
Tagesfrachten			
Chemischer Sauerstoffbedarf	CSB	9.600	$kg \cdot d^{-1}$
Kjeldahl- Stickstoff	KN	897	$kg \cdot d^{-1}$
Phosphor	P_{ges}	123	$kg \cdot d^{-1}$
Abfiltrierbare Stoffe	AFS	5.600	$kg \cdot d^{-1}$

Tabelle 3: Erklärte Ablaufwerte des GWK Nordkanal

Ablaufwerte			
Chemischer Sauerstoffbedarf	CSB	30	$mg \cdot L^{-1}$
Biochemischer Sauerstoffbedarf	BSB_5	6	$mg \cdot L^{-1}$
Stickstoff	N_{ges}	10	$mg \cdot L^{-1}$
Phosphor, gesamt	P_{ges}	0,8	$mg \cdot L^{-1}$
Organische Halogenverbindungen	AOX	100	$\mu g \cdot L^{-1}$

Tabelle 4: Technische Daten der MBR-Anlage Nordkanal

Technische Daten der MBR-Anlage	
Membranfläche	84.480 m^2
Modultyp	ZW 500C
Anzahl der Membrankassetten insgesamt	192
Anzahl der Membrankassetten pro Membranstraße	24

2.5.1 Auslastung der Anlage: Ist-Zustand

Auf der Grundlage der Betriebsdaten vom Jahr 2014 wurde folgende frachtmäßige Belastung ermittelt und demzufolge die Einwohnergleichwerte nach DWA 216 festgelegt:

Tabelle 5: Bestimmung der Einwohnerwerte nach DWA 216

Parameter	Einheit	CSB	P_{ges}	TNb
Mittelwert der Tagesfracht	kg/d	9.703,8	123,06	755,72
Standardwerte nach ATV	g/EW·d	120	1,8	11
Einwohnerwerte	EW	80.865	68.366	68.702

Im Zeitraum von Oktober 2014 bis Oktober 2015 betrug die durchschnittliche Abwassermenge bei Trockenwetter 8.000 m³/d, siehe Abbildung 8.

Die durchschnittliche Zulaufwassermenge bei Trockenwetter weicht vom Bemessungswert Q_{TW} 16.000 m³/d ab.

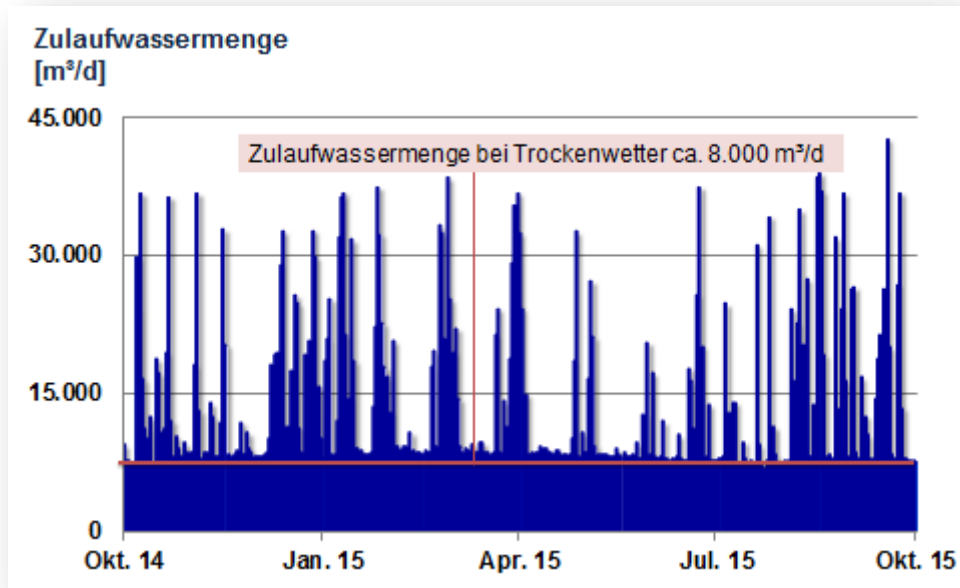


Abbildung 8: GWK Nordkanal – Zulaufwassermenge im Zeitraum von 01. Okt. 2014 bis 01. Okt. 2015

Die Abwassertemperatur in dem Zeitraum von Okt. 2014 bis Okt. 2015 schwankte zwischen 7° C und 22° C.

Die Kaltwetterperiode erstreckte sich zwischen Januar bis April, siehe Abbildung 9.

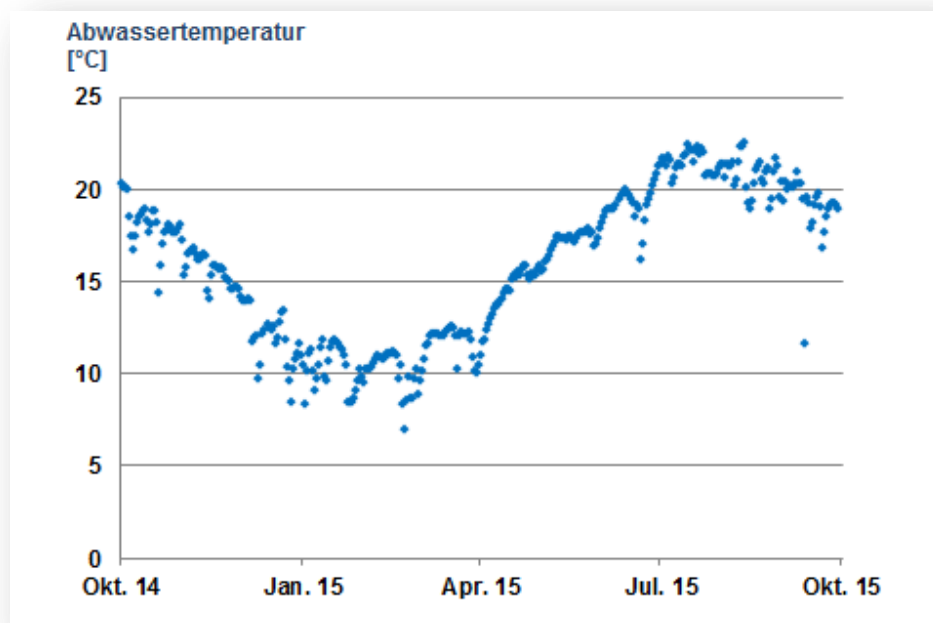


Abbildung 9: GWK Nordkanal – Abwassertemperatur im Belebungsbecken

Die Membrananlage Nordkanal wurde für einen TS-Gehalt im Belebungsbecken von $TS=12$ g/l bemessen, siehe Abbildung 10. Die konstante Einhaltung des TS-Gehalts im laufenden Betrieb setzt einen automatischen Schlammabzug voraus.

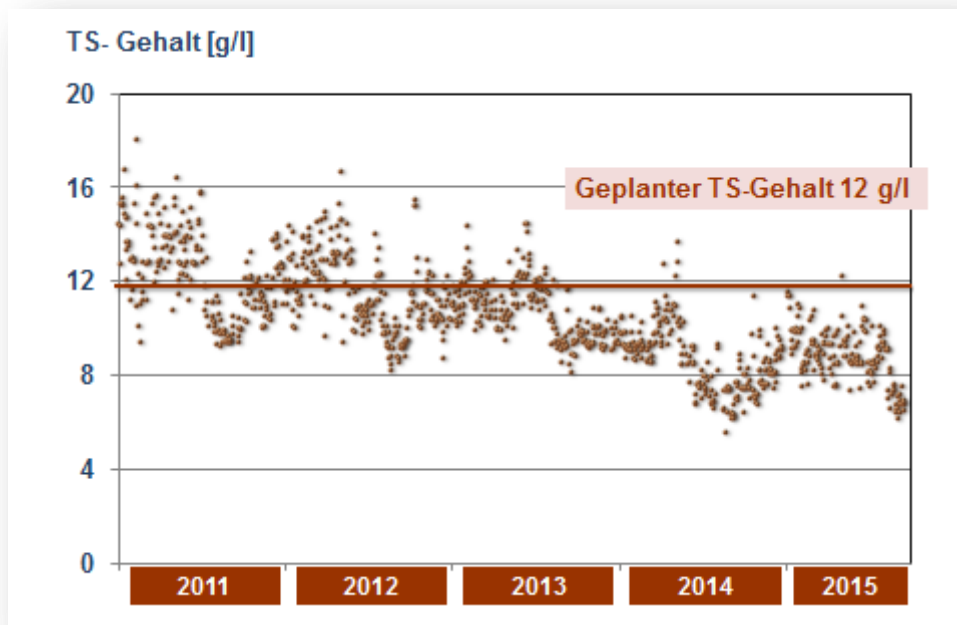


Abbildung 10: GWK Nordkanal – Verlauf des TS-Gehalts im Belebungsbecken

Bei Mischwasserzulauf kann der TS-Gehalt temporär um bis zu 4 g/l steigen. Diese in mehreren Stunden erfolgende kurzfristige Erhöhung hat keine negative Wirkung auf die Leistungsfähigkeit der Membranfiltration, siehe Abbildung 11.

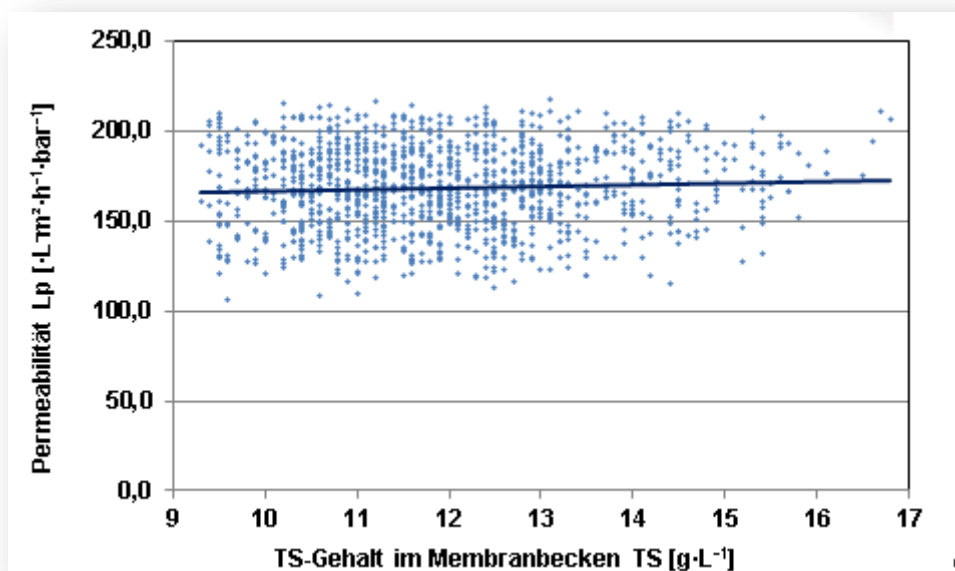


Abbildung 11: Abhängigkeit der kurzfristigen TS-Schwankung auf die Permeabilität der Membranen (Zeitraum: 2007 - 2012)

Der Einfluss des Feststoffgehaltes des Belebtschlammes in Bezug auf die Effizienz des Sauerstoffeintrages wurde jedoch unterschätzt. Die Reduzierung des Energieeintrages aus der verminderten grobblasigen Membranbelüftung und der reduzierten Drehfrequenz der Tauchmotorrührwerke bewirkte im strukturviskosen Belebtschlamm tendenziell einen Anstieg der Viskosität des Belebtschlammes und damit einen verminderten Sauerstoffeintrag. Dieses bewirkte letztendlich deutlich erhöhte Energieverbräuche der Nitrifikationsbelüfter.

Der TS-Gehalt im Belebungsbecken wurde als Konsequenz aus diesen Beobachtungen auf Werte bis minimal etwa 7 g/l gesenkt, siehe Abbildung 12.

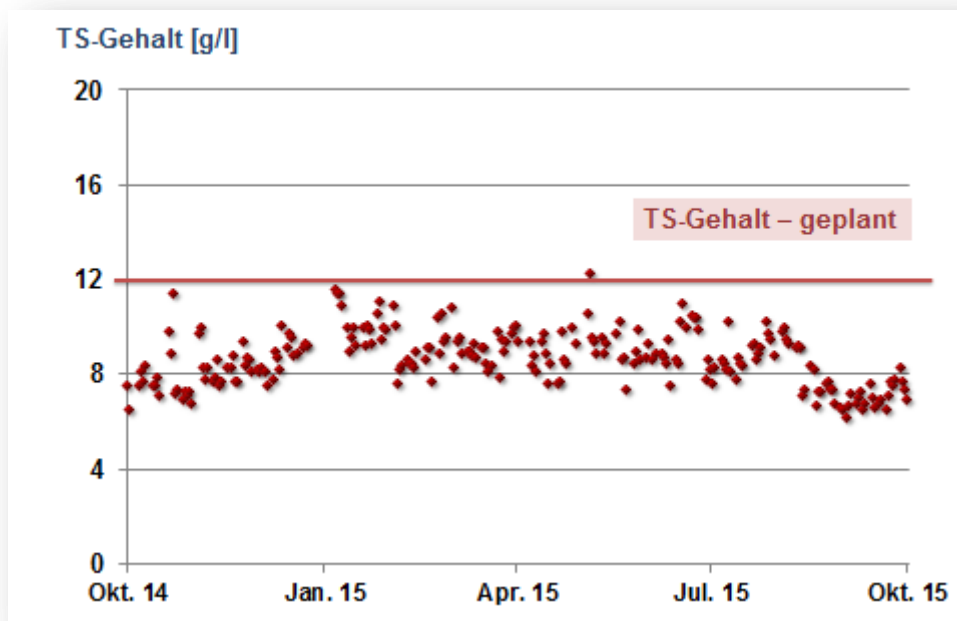


Abbildung 12: GWK Nordkanal – TS-Gehalt im Belebungsbecken im Zeitraum vom 1. Oktober 2014 bis 1. Oktober 2015

Die CSB-Zulaufkonzentration variierte sehr stark oft unabhängig von der Zulaufwassermenge, siehe Abbildung 13. Als Ursache für die Schwankungen wird die interne Rückbelastung vermutet. Die Speicherkapazitäten für den Überschussschlamm wurden für den TS-Gehalt im Belebungsbecken von 12 g/l ausgelegt. Mit der Senkung des TS-Gehalts hat sich dementsprechend der Schlammanfall erhöht.

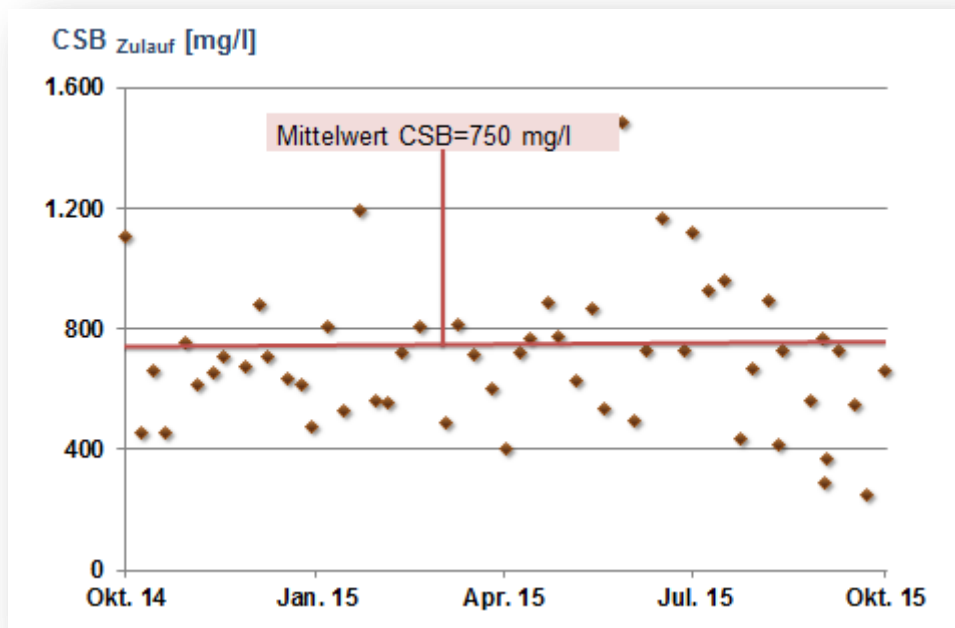


Abbildung 13: GWK Nordkanal – CSB-Zulaufkonzentrationen im Zeitraum vom 1. Oktober 2014 bis 1. Oktober 2015

Die Kohlenstoffoxidation war unabhängig vom TS-Gehalt im Belebungsbecken sehr weitgehend, siehe Abbildung 14.

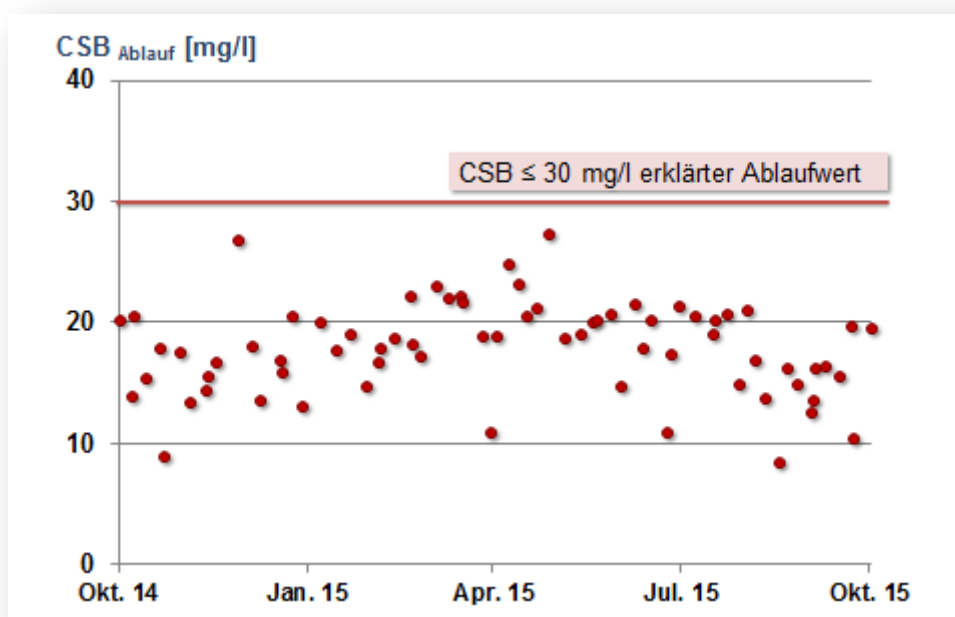


Abbildung 14: GWK Nordkanal – CSB-Ablaufkonzentrationen im Zeitraum vom 1. Oktober 2014 bis 1. Oktober 2015

Die leichten Erhöhungen der CSB-Ablaufkonzentrationen waren mit dem Austausch der ersten Membranstraße (April, Mai 2015) verbunden. Die Außerbetriebnahme eines Belebungs-

becken -und das damit verbundene Umpumpen und Verteilen des Belebtschlammes in die restlichen drei Belebungsbecken- hat zu Unregelmäßigkeiten im Steuerungssystem geführt.

Der mittlere Ablaufwert des CSB lag bei ca. 17 mg/l, siehe Abbildung 14. Trotz hoher einzelner Zulaufkonzentrationen konnte die Anlage CSB-Ablaufkonzentrationen deutlich unter 30 mg/l sicher erzielen.

Nach Abschluss der geplanten Umbaumaßnahmen zur getrennten Schlammstabilisierung sind die CSB-Konzentrationen durchgehend unter 20 mg/l zu erwarten.

Die Ablaufkonzentration in den letzten fünf Jahren zeigt keine eindeutige Abhängigkeit der CSB-Konzentrationen vom TS-Gehalt oder der Abwassertemperatur.

In den letzten drei Jahren hat sich die Zulaufwassermenge deutlich reduziert. Damit sind die CSB-Zulaufkonzentrationen gestiegen und erreichen durch erhöhte Rückbelastung aus der Schlammbehandlung oft Werte über CSB >1000 mg/l.

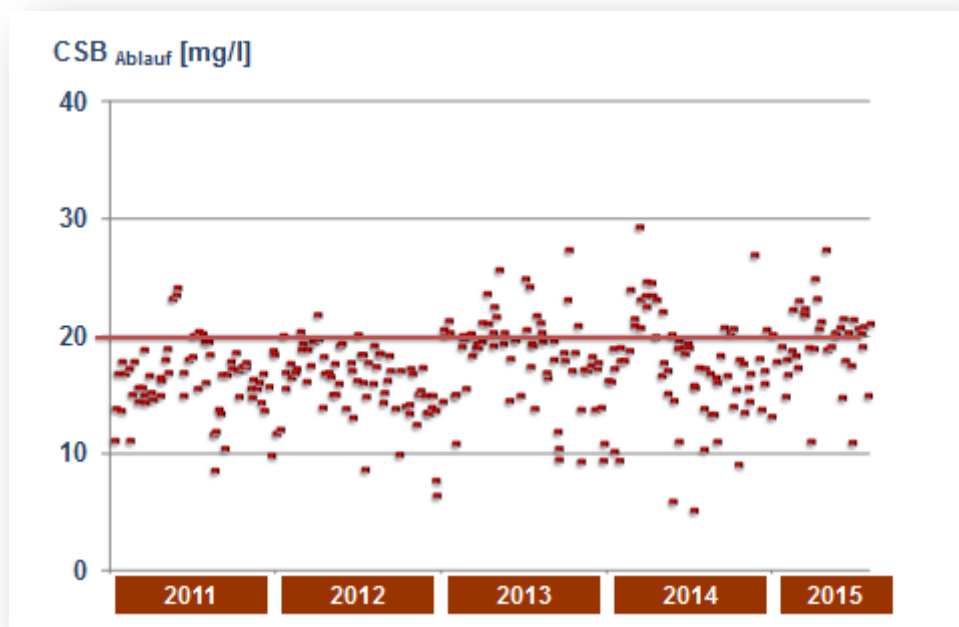


Abbildung 15: GWK Nordkanal – CSB-Konzentrationen im Ablauf der Anlage

Die Zulaufkonzentrationen von Gesamtstickstoff variierten in den Zeiträumen von Oktober 2014 bis Oktober 2015 sehr stark, siehe Abbildung 16. Die Schwankungen der Gesamtstickstoff-Konzentrationen sind auf die Zulaufwassermenge (Trockenwetter-, Regenwetterzulauf) zurückzuführen und wurden durch die Rückbelastung aus der Schlammbehandlung verstärkt.

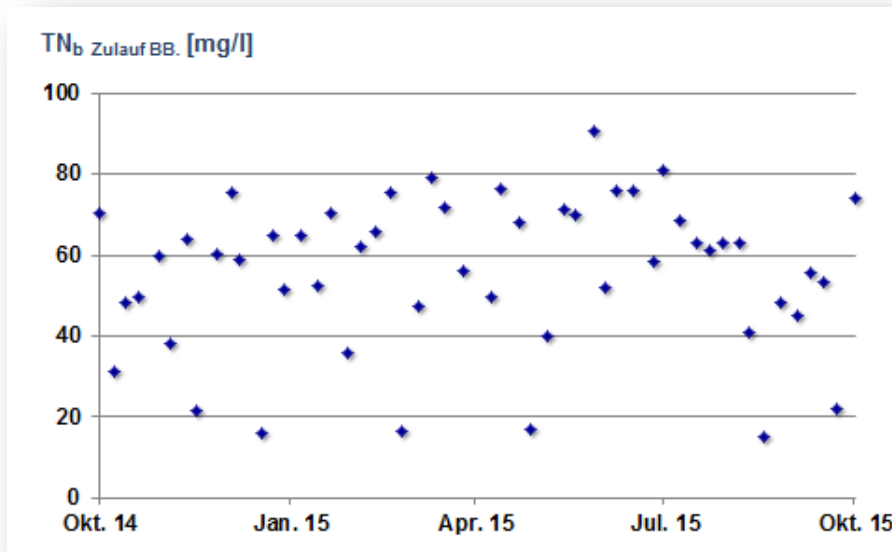


Abbildung 16: GWK Nordkanal- TN_b-Konzentrationen im Zulauf zur Belebungsbecken im Zeitraum vom 1. Oktober 2014 bis 1. Oktober 2015

Die TN_b Ablaufkonzentrationen stehen stark unter dem Einfluss der Abwassertemperatur, siehe Abbildung 16. Insgesamt kann die Einschränkung im Stickstoffabbau auch auf eine ungleichmäßige Verteilung des Abwassers im Belebungsbecken zurückgeführt werden, die nun durch den reduzierten Energieeintrag im Belebungsbecken verstärkt wurde. Eine inzwischen durchgeführte Strömungssimulation des Belebungsbeckens hat die Notwendigkeit der Nachrüstung einer Zulaufverteilung in der Form eines Rohres über die gesamte Beckenlänge im Nitrifikations-, Filtrationsbecken bestätigt.

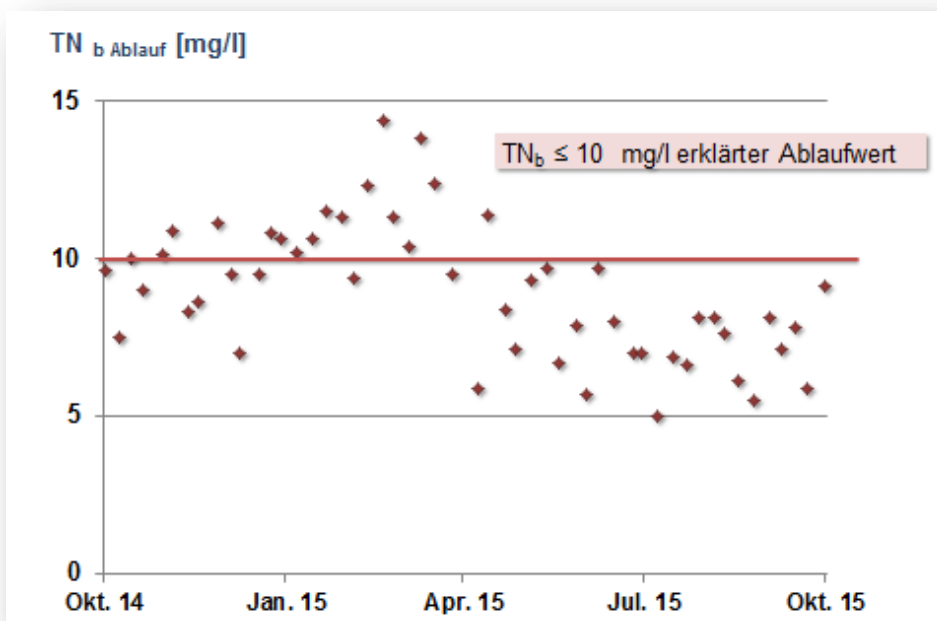


Abbildung 17: GWK Nordkanal – TN_b-Ablaufkonzentrationen im Zeitraum vom 1. Oktober 2014 bis 1. Oktober 2015

Die ungleichmäßige Verteilung des Abwassers im Nitrifikationsbecken sowie die Tatsache, dass die Membranen beidseitig entlang des Beckens aufgehängt sind, führen zur Filtration von Teilen des Abwassers direkt aus dem Zulaufbereich. Dadurch ergeben sich leichte Peaks bei der NH_4 Ablaufkonzentrationen. Diese haben dann automatisch höhere Sauerstoffkonzentrationen zur Folge, die letztendlich zu einem Sauerstoffüberschuss im Nitrifikationsbecken sowie zum Anstieg der $\text{NO}_3\text{-N}$ -Konzentrationen führen. Die $\text{NH}_4\text{-N}$ -Ablaufkonzentrationen waren unkritisch und lagen im Jahresmittel bei 0,5 mg/l, siehe Abbildung 18.

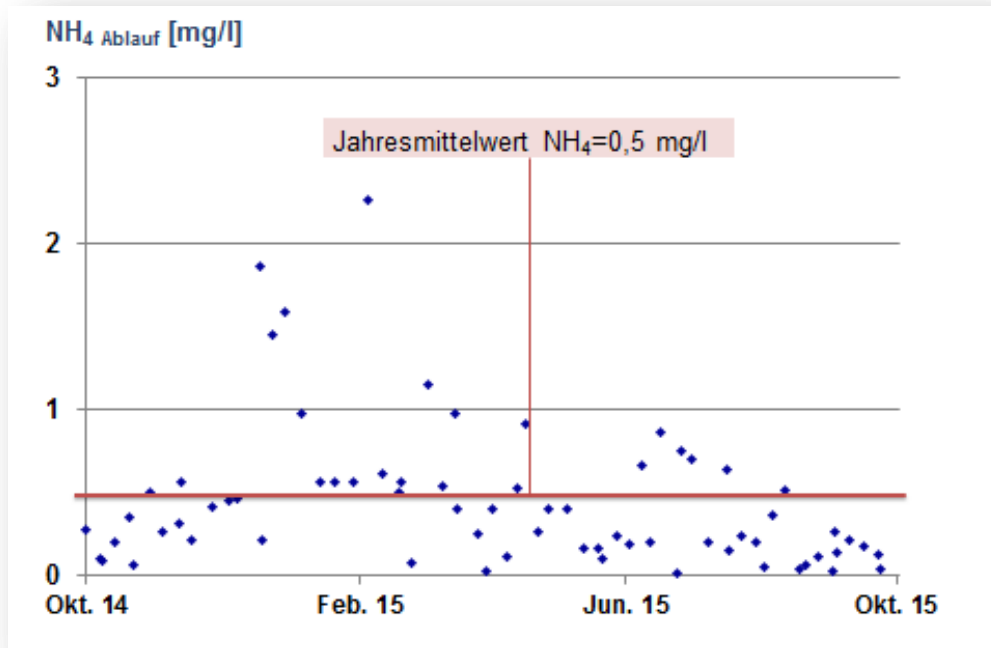


Abbildung 18: GWK Nordkanal – NH_4 -Ablaufkonzentrationen im Zeitraum vom 1. Oktober 2014 bis 1. Oktober 2015

Im Erfolgskontrolljahr lag die mittlere Phosphorzulaufkonzentration beim $P_{\text{ges}} = 10 \text{ mg/l}$, siehe Abbildung 19. Die Phosphorelimination wurde durch Fällung mit Eisenchlorid sichergestellt.

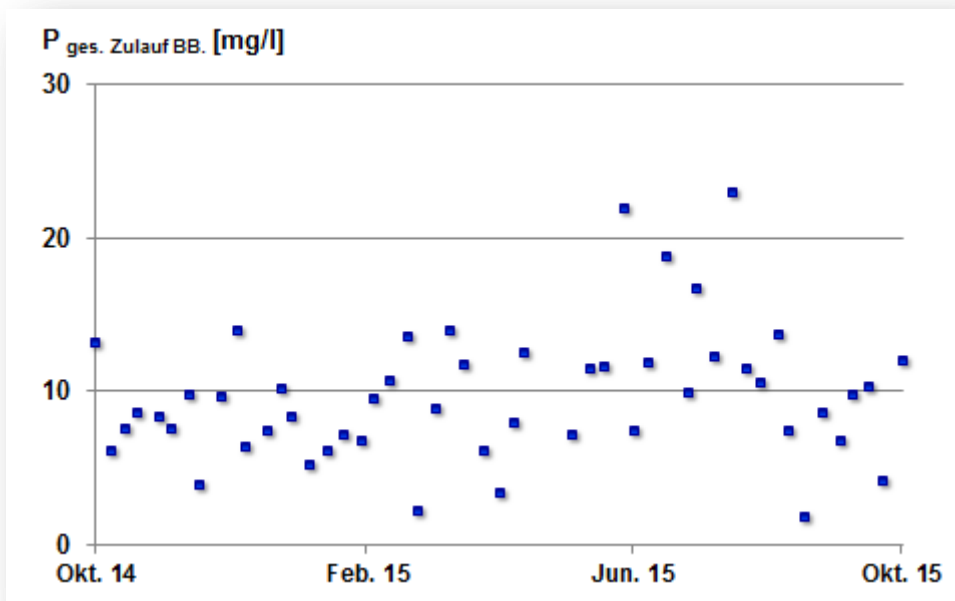


Abbildung 19: GWK Nordkanal – P_{ges.}-Zulaufkonzentrationen im Zeitraum vom 1. Oktober 2014 bis 1. Oktober 2015

Trotz hoher und schwankender Phosphorgehalte im Zulauf der Anlage lagen die gemessenen Ablaufwerte im Mittel stabil bei ca. 0,3 mg/l.

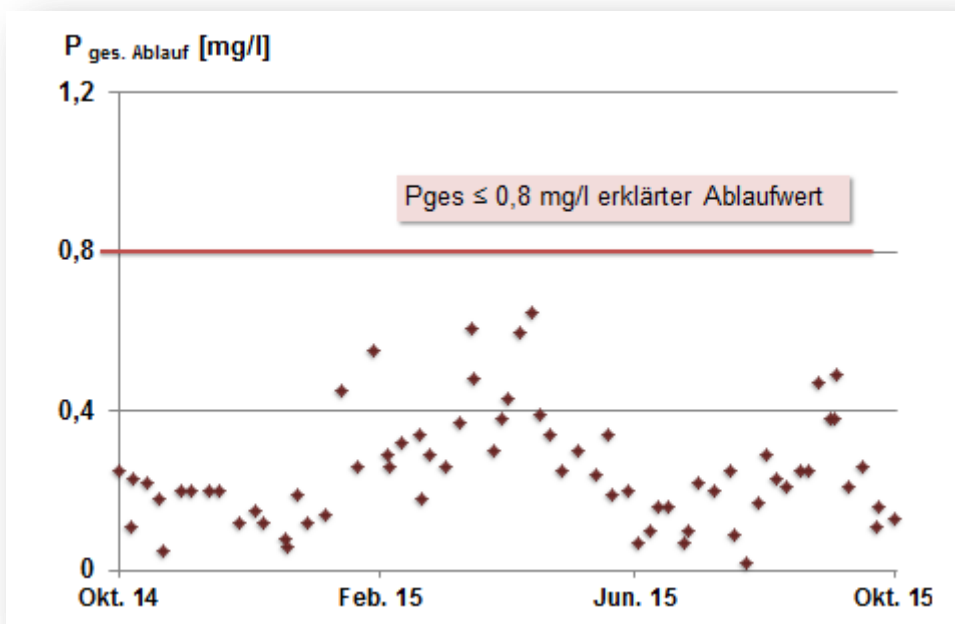


Abbildung 20: GWK Nordkanal – NH₄-Ablaufkonzentrationen im Zeitraum vom 1. Oktober 2014 bis 1. Oktober 2015

3. Ergebnisse

3.1 Umwelt- und Energiebilanz

Für die Umweltbilanz sind die Angaben der CO₂- Reduzierung von Bedeutung.

Das anfallende Kohlenstoffdioxid wird durch einen Emissionsfaktor berechnet. Dieser Faktor für die Stromerzeugung ergibt sich aus dem deutschlandweiten Strommix nach BMU. In der nachstehenden Tabelle 6 sind die Emissionsfaktoren für das Kohlenstoffdioxid aufgeführt [4]. Für das Jahr 2015 liegt noch kein Wert vor, so dass der Wert für das Jahr 2014 übernommen wurde.

Tabelle 6: CO₂- Emissionsfaktoren nach BMU

CO₂- Emissionsfaktor (2011):	579	g/kWh
CO₂- Emissionsfaktor (2012-13):	584	g/kWh
CO₂- Emissionsfaktor (2014):	569	g/kWh

Auf dem GWK Nordkanal wird durch Photovoltaikanlagen (PV) Energie gewonnen und für die Eigennutzung in das GWK eingespeist. Bei diesem Energiegewinn tritt keine CO₂- Belastung wie z.B. bei der Herstellung von Strom in Kohlekraftwerken auf. Die Maßnahme wurde im Jahr 2011 umgesetzt und im Jahr 2012 im Betrieb genommen. Grundsätzlich sollte eine Differenzierung zwischen dem theoretischen Stromanfall und dem Stromanfall mit PV- Einspeisung stattfinden. Hierdurch wird verdeutlicht wie viel Strom und CO₂ durch die PV- Anlage eingespart wird.

Zur Ermittlung der CO₂- Bilanzen sind in nachfolgender Tabelle die Energieverbräuche zwischen den Jahren 2011 und 2015 aufgelistet (Daten bis 1. Oktober 2015). Im dunkelgrau hinterlegten Bereich sind die Verbräuche für den Zeitraum Oktober 2014 bis Oktober 2015 dargestellt.

Tabelle 7: Stromverbrauch der Jahre 2011 bis zum 01. Oktober 2015

Zeitraum	Tatsächlicher Strombezug	Strombezug ohne PV Einspeisung	Differenz	Einheit
Jahr 2011	5.497.007	5.497.007		kWh/a
Jahr 2012	4.488.351	4.695.567	- 207.216	kWh/a
Jahr 2013	3.855.165	4.044.552	- 189.387	kWh/a
Jahr 2014	3.304.908	3.499.415	- 194.507	kWh/a
Jahr 2015 bis 01 Okt.	2.401.937	2.525.950	- 124.013	kWh/a
Okt 14 bis Okt 15	3.076.558	3.213.998	- 137.440	kWh/a

Zu erkennen ist zwischen den Jahren 2011 und 2014 ein Rückgang des Stromverbrauchs ohne Berücksichtigung der PV-Einspeisung von 1.997.592 kWh/a. Die Verminderung des Stromverbrauchs mit der Berücksichtigung der PV-Einspeisung lag bei 2.192.099 kWh/a.

Die Differenz ergibt sich durch die Subtraktion des Stromverbrauchs mit und ohne PV-Einspeisung.

Für den CO₂- Anfall, siehe Tabelle 8, werden die Stromverbräuche und die spezifischen CO₂- Emissionsfaktoren benötigt und wie folgt berechnet:

$$\text{CO}_2\text{-Anfall} = \frac{\text{Stromverbrauch} \cdot \text{CO}_2\text{-Emissionsfaktor}}{1.000.000}$$

Die aufgelistete Differenz ist der eingesparte CO₂- Anfall durch die Einspeisung der PV-Anlage.

Tabelle 8: CO₂- Anfall der Jahre 2011 bis zum 1. Oktober 2015

Zeitraum	Tatsächliche CO ₂ - Anfall mit PV-Einspeisung	CO ₂ - Anfall ohne PV- Einspeisung	Differenz	Einheit
Jahr 2011	3.183	3.183		CO ₂ t/a
Jahr 2012	2.621	2.742	- 121	CO ₂ t/a
Jahr 2013	2.251	2.362	- 111	CO ₂ t/a
Jahr 2014	1.880	1.991	- 111	CO ₂ t/a
Jahr 2015 bis Okt.	1.367	1.437	- 71	CO ₂ t/a
Okt 14 bis Okt 15	1.751	1.829	- 78	CO ₂ t/a

Für die Vergleichsrechnung wurden einmal das Jahr der Inbetriebnahme der Maßnahme (2011) und das Jahr 2014, sowie der Zeitraum Oktober 2014 bis Oktober 2015 herangezogen.

Berechnungen zum tatsächlichen CO₂- Anfall mit PV-Einspeisung:

- Zwischen den Jahren 2011 – 2014 sind 1.303 Tonnen CO₂ (3.183 CO₂ t/a – 1.880 CO₂ t/a) weniger angefallen. Dies entspricht einem prozentualen Anteil von etwa 41 %.
- Der Vergleichswert für das Jahr 2011 und dem Zeitraum Oktober 2014 bis Oktober 2015 ist etwas höher als der zuvor ermittelte Wert und liegt bei 1.432 Tonnen CO₂- Anfall (3.183 CO₂ t/a – 1.751 CO₂ t/a). Dies entspricht einer prozentualen Senkung von etwa 45 %.

Berechnungen zum CO₂- Anfall ohne PV-Einspeisung:

Die folgenden Vergleichswerte sind Repräsentativer, da erst Anfang 2012 die PV- Anlage angeschlossen wurde.

- Zwischen den Jahren 2011 – 2014 sind 1.192 Tonnen CO₂ (3.183 CO₂ t/a – 1.991 CO₂ t/a) weniger angefallen. Dies entspricht einer prozentualen Senkung von etwa 38 %.

- Der Vergleichswert für das Jahr 2011 und dem Zeitraum Oktober 2014 bis Oktober 2015 ist etwas höher als der zuvor ermittelte Wert und liegt bei 1.354 Tonnen CO₂-Anfall (3.183 CO₂ t/a – 1.829 CO₂ t/a). Dies entspricht einer prozentualen Senkung von etwa 43 %.

Um den Rückgang zu verdeutlichen ist im nachfolgenden ein Diagramm über den CO₂-Anfall dargestellt. Die Werte mit PV- Einspeisung wurden verwendet und zeigen das zwischen den Jahren 2014 und 2015 ein größerer Rückgang des CO₂- Anfalls vorliegt als bei den Jahren zuvor.

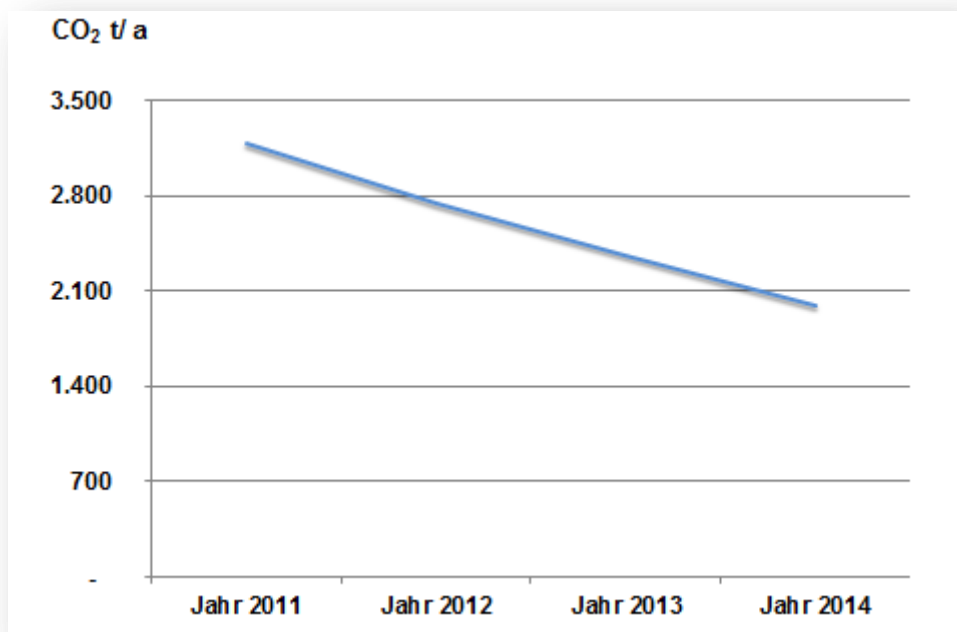


Abbildung 21: CO₂ Abfall im Verlauf der energetischen Optimierung

3.2 Konzeption, Durchführung und Ergebnisse des Messprogramms

Gemäß der Zuwendung vom 27.09.2011 Abschnitt III Ziffer 6 für das Vorhaben „Energetische Optimierung der kommunalen Membrankläranlage am Beispiel des Gruppenklärwerks Nordkanal“ sollte unmittelbar nach Erreichen einer stabilen Fahrweise der Anlage die Erfolgskontrolle durchgeführt und ausgewertet werden.

Nach der Implementierung eines Energiemessprogramms im Steuerungssystem der Anlage konnte am 1. Oktober 2014 die Erfolgskontrolle für 12 Monate starten.

Im Rahmen der Erfolgskontrolle wurden folgende Untersuchungen, Messungen durchgeführt:

- Erstellung des Messprogramms zum/zur Energieverbrauch/-Erfassung
- Untersuchung der hygienisch relevanten Parameter
- Probenahme und Analyse der Spurenstoffe

3.2.1 Erstellung des Messprogramms zur Energieverbrauch-Erfassung

Für die Erfolgskontrolle der Energieverbräuche auf dem GWK Nordkanal ist ein Messprogramm im Steuersystem der Anlage erstellt worden, siehe Abbildung 22. Im Messprogramm wird die Ist-Zustand-Erfassung der einzelnen Verbraucher gemessen und in folgende Hauptverbrauchergruppen zusammengefasst:

- Hebewerke
- Mechanische Vorbehandlung (Sandfang, Siebung, Siebgutbehandlung)
- Belüftung Belebungsbecken (BB)
- Umwälzung BB
- Rezirkulation BB
- Permeatpumpen
- Schlammwässerung
- Abluftbehandlung
- Sonstige Verbraucher

Durch die Erstellung eines Tages-, Wochen-, Monats und Jahres-Reports im Erfassungssystem der Kläranlage können die aufgenommenen Energieverbräuche in kWh mit Idealwerten nach DWA-A-216 verglichen werden.

Für das GWK Nordkanal wurde bereits eine energetische Feinanalyse unter dem Titel „Ermittlung energetischer Beurteilungskriterien für Membrankläranlagen mit Hohlfasermodule und deren Verifizierung am Beispiel einer Großanlage“ von Pöyry GWK GmbH, Essen durchgeführt. Der Betrachtungszeitraum für die Energieanalyse war das Jahr 2007, siehe Abbildung 23. In der Zwischenzeit wurden viele Änderungen auf dem GWK Nordkanal vorgenommen.

Im Zusammenhang mit den Maßnahmen im Rahmen des Umweltinnovationsvorhabens wie Nachrüstung wichtiger Aggregate mit den Frequenzumformern sowie neues Steuerungssys-

tem wurden wesentliche verfahrenstechnischen Änderungen vorgenommen. Dazu gehört der frachtabhängige Betrieb der einzelnen Membranbelebungsbecken mit separater Schlammrückführung und Schlammabzug. Die Optimierungmaßnahmen haben den Energieverbrauch der Membranfiltration deutlich reduziert. Die Membranstufe – bestehend aus der Membranbelebungs- und Permeatpumpen– wurde damit zum zweiten Hauptverbraucher nach der biologischen Reinigung (Nitrifikationsbelüfter und Rührwerke).

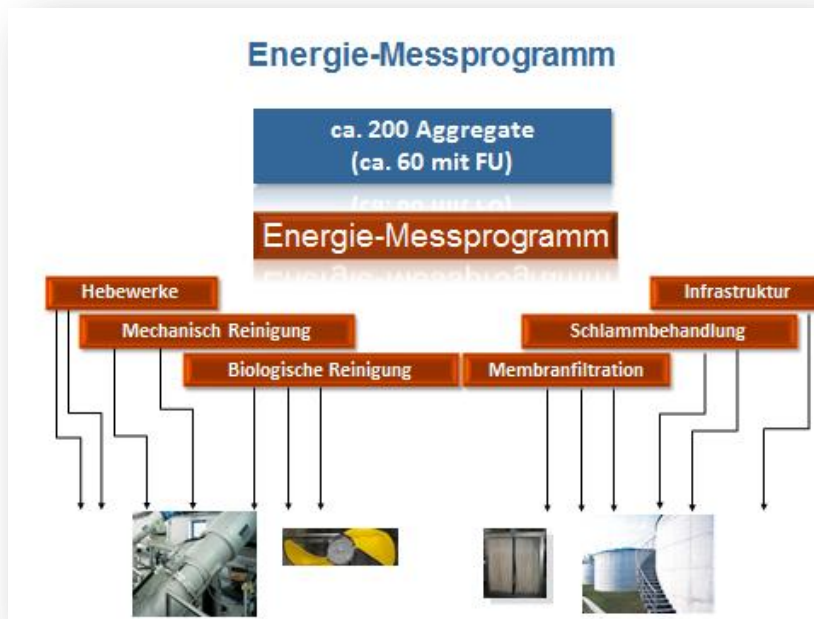


Abbildung 22: Aufbau des Energie-Messprogramms

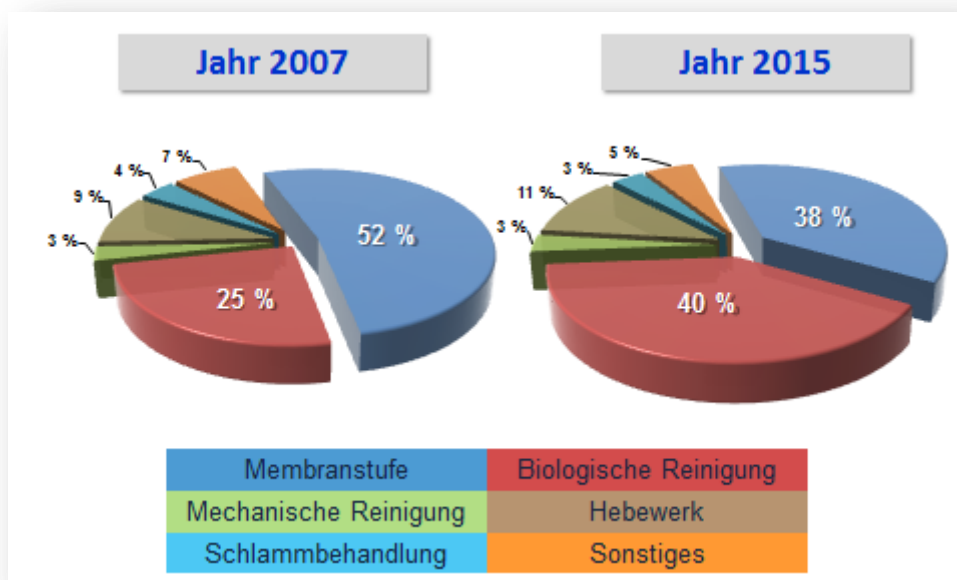


Abbildung 23: Vergleich der Stromverbräuche der einzelnen Verbraucherguppen in Jahren 2007 und 2015

Das formulierte Ziel im Antrag vom 2011 in Bezug auf dem Energieverbrauch von **4.359.930 kWh/a** bei einer Abwassermenge von 5,5 Mio. m³/a wurde auf der Membrananlage Nordkanal im Erfolgskontrolljahr mit **3.200.000 kWh/a** bei der Abwassermenge von 4,9 Mio. m³/a erheblich unterschritten. Durch die auf der Membrananlage installierte PV-Anlage mit einer Stromproduktion von ca. 200.000 kWh/a konnte der externe Strombezug auf ca. 3 GWh im Zeitraum von 1. Oktober 2014 bis 1. Oktober 2015 verringert werden.

Durch die umgesetzten Maßnahmen in Verbindung mit der verfahrenstechnischen Optimierung konnten bei der minimalen Zulaufwassermenge die spezifischen Energieverbräuche von 1 bis 2 kWh/m³ auf Werte <1 kWh/m³ und bei maximaler Zulaufwassermenge von 0,37 kWh/m³ auf 0,29 kWh/m³ reduziert werden, siehe Abbildung 24, Abbildung 25.

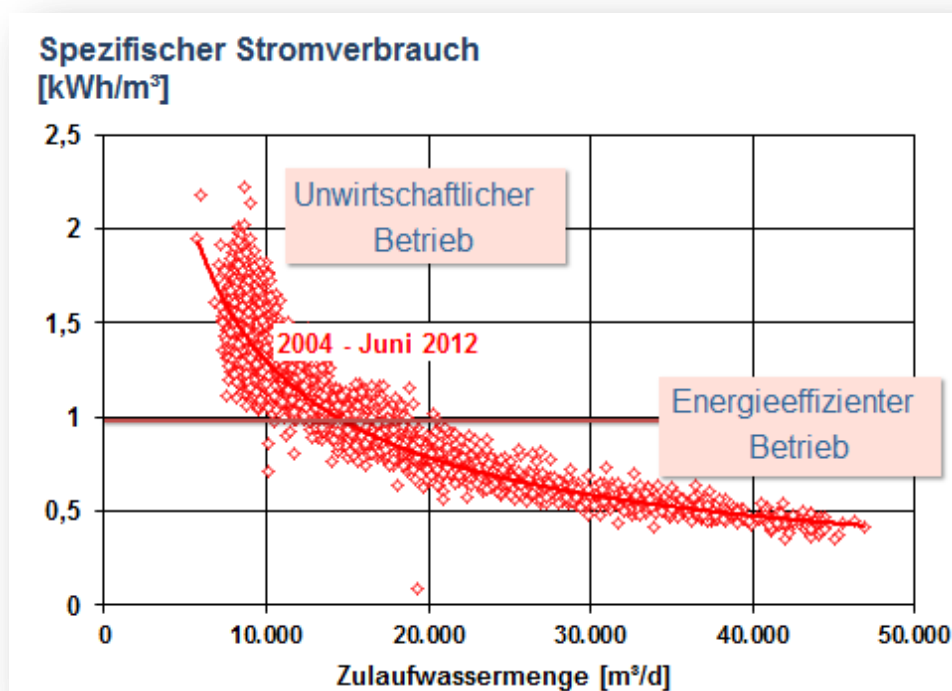


Abbildung 24: Spezifische Stromverbrauch pro Tag auf der Membrananlage Nordkanal im Zeitraum von 2004 bis Juni 2012

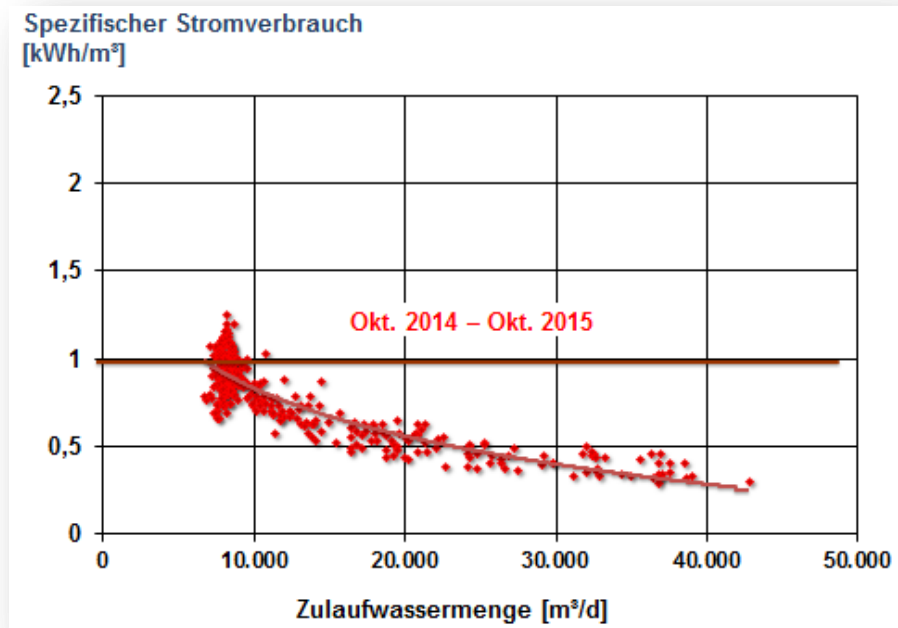


Abbildung 25: Spezifische Stromverbrauch pro Tag auf der Membrananlage Nordkanal im Zeitraum von Oktober 2014 bis Oktober 2015

Die Umsetzung der Maßnahmen hat im Verlauf des Projektes die erwünschte Wirkung gezeigt. Durch die zahlreichen Änderungen und Anpassungen bei den ursprünglich geplanten Maßnahmen wurde der Stromverbrauch Jahr für Jahr reduziert, siehe Abbildung 26.

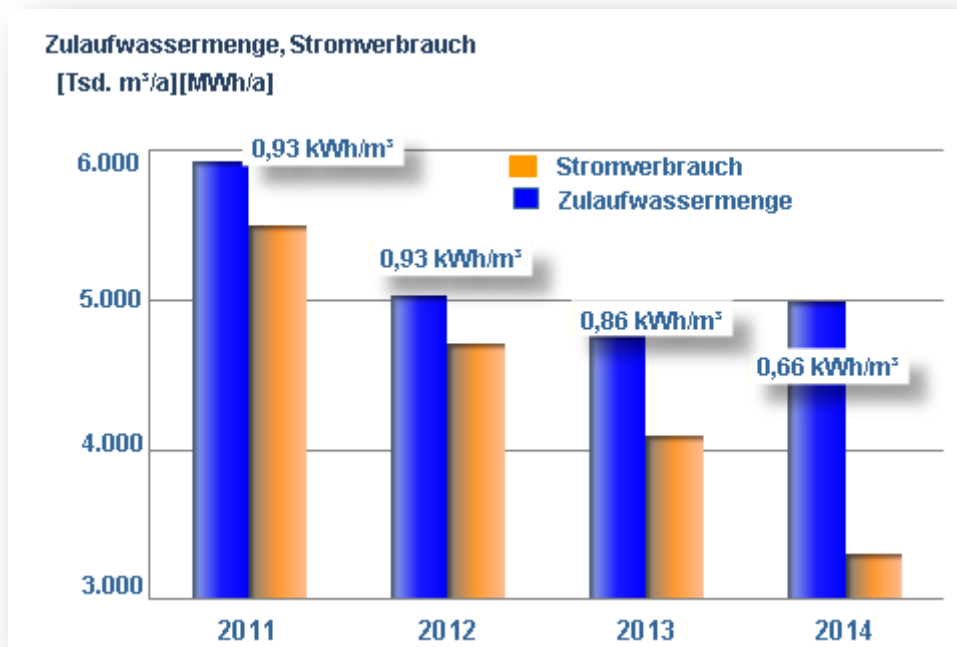


Abbildung 26: GWK Nordkanal – Darstellung der Zulaufwassermenge und des Stromverbrauchs im Zeitraum des Projektes

Das formulierte Ziel im Antrag vom 2011 in Bezug auf den spezifischen Stromverbrauch von **1 kWh/m³** bei der Abwassermenge von 5,5 Mio. m³/a wurde auf der Membrananlage Nordkanal im Erfolgskontrolljahr weitgehend mit **0,65 kWh/m³** bei der Abwassermenge von 4,9 Mio. m³/a unterschritten. Der tatsächliche Strombezug unter Berücksichtigung der Stromproduktion der PV-Anlage lag in diesem Zeitraum bei **0,60 kWh/m³**.

Die erhöhten spezifischen Energieverbräuche im Monat April und Mai resultierten aus der niedrigen Zulaufwassermenge und vor allem den Umbau-, Austauschmaßnahmen an einer Membranstraße.

Die damit verbundene Entleerung/Abpumpung des Belebungsbeckens sowie reduzierte Kontrolle der Prozesse und Energieverbräuche hat zum Mehrverbrauch überwiegend bei der Nitrifikationsbelüftung geführt.

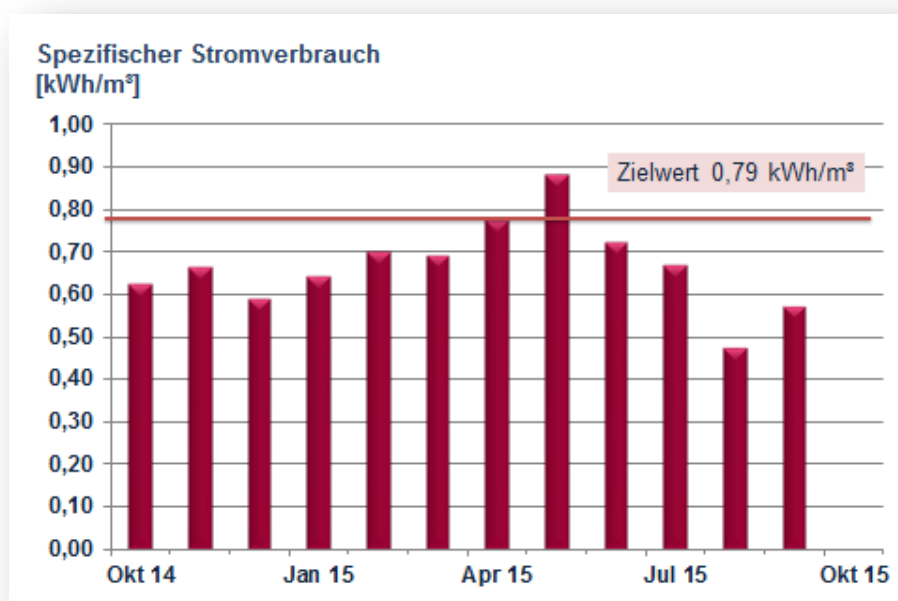


Abbildung 27: Spezifische Stromverbrauch pro Monat auf der Membrananlage Nordkanal im Zeitraum von Oktober 2014 bis Oktober 2015

Nach der durchgeführten Energieanalyse der Membranfiltration wurde festgestellt, dass die Permeatpumpe konstant 0,03 kWh/m³ verbraucht. Der spezifische Energieverbrauch der Membranbelüfter variiert stattdessen zwischen 0,13 – 0,20 kWh/m³. Die Unterschiede im Energieverbrauch der Membranbelüfter resultieren aus der notwendigen Belüftung während der Stand-by-Phase der Membranen, siehe Abbildung 28. Der Energieverbrauch der Membranbelüfter während der Stand-by-Phase, ist von der Zulaufwassermenge abhängig und beträgt ca. 20 % der Gesamtverbräuche der Membranfiltration.

Der Energieverbrauch der Nitrifikationsbelüftung war deutlich von der Viskosität des Abwassers und damit vom TS-Gehalt des Belebtschlammes und der Abwassertemperatur geprägt. Insgesamt lag der spezifische Energieverbrauch für die Nitrifikationsbelüfter durchschnittlich bei 1 kWh/EW·Monat und damit im Idealwertbereich für Anlagen mit aerober Schlammstabilisierung, siehe Abbildung 29.

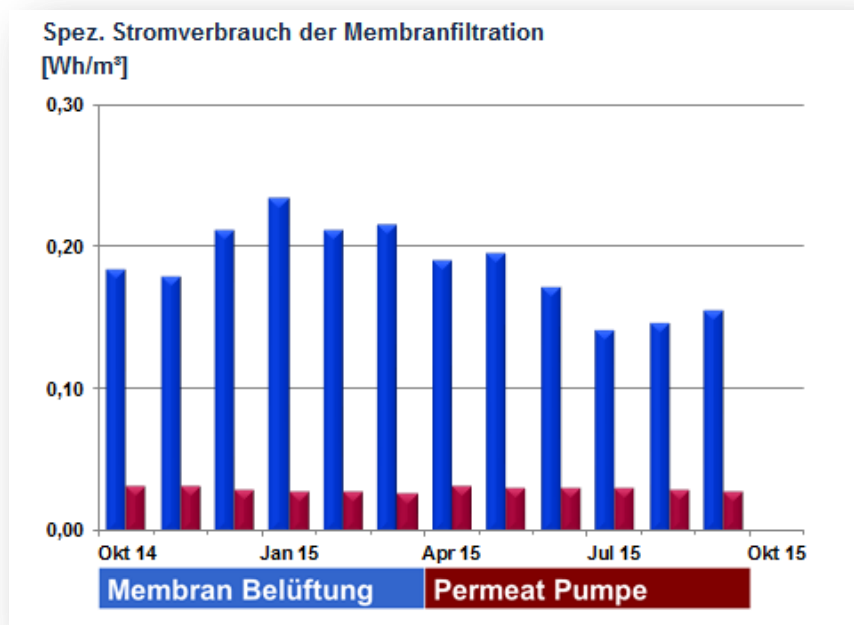


Abbildung 28: Spezifische Stromverbrauch der Membranfiltration pro Monat im Zeitrahmen vom Oktober 2014 bis Oktober 2015

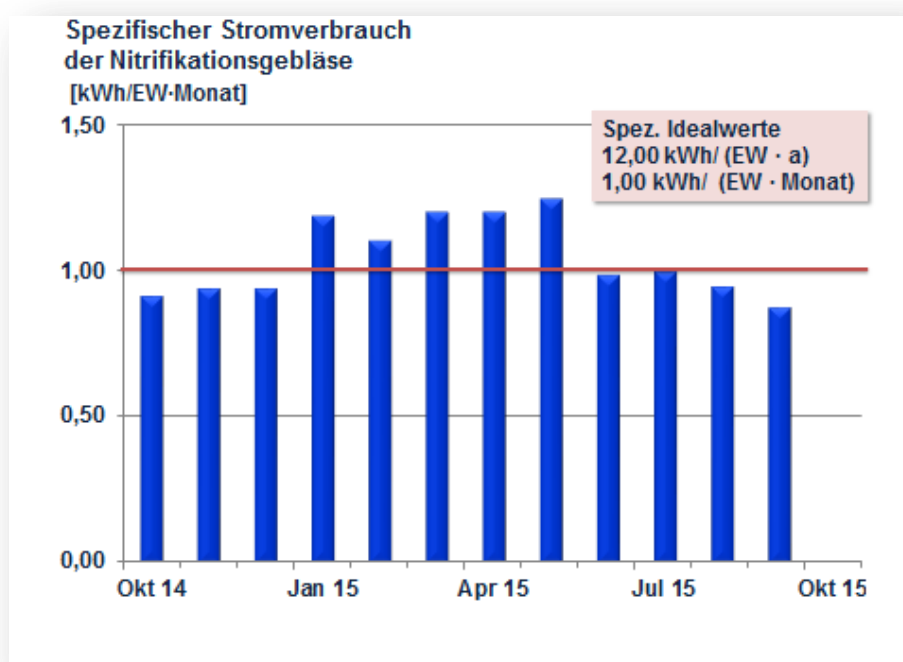


Abbildung 29: Spezifische Stromverbrauch der Membranfiltration pro Monat im Zeitrahmen vom Oktober 2014 bis Oktober 2015

Die wesentlichen Daten der durchgeführten Auswertung der Stromverbräuche wurden in der Tabelle 9 zusammengefasst.

Tabelle 9: GKW Nordkanal – Stromverbrauch - Übersicht

Zeitraum	Zulaufwassermenge	Bio. Reinigung/ Belüfter u. Rührwerke	spez. Verbrauch Biologische Reini- gung	Membran-Belüftung Straße 1 - 8	spezif. Verbrauch Membran-Belüftung	Permeat Pumpe	spezif. Verbrauch Permeat Pumpe	Nitrifikation Belüftung	spez. Verbrauch Nitrifikation-Belüftung	spez. Verbrauch Nitrifikation--Belüftung	Gesamtenergie verbrauch	spez. gesamt Energie verbrauch
	[m ³ / Mon.]	[kWh/ Mon.]	[kWh/ m ³]	[kWh/Mon.]	[kWh/m ³]	[kWh/Mon.]	[kWh/m ³]	[kWh/Mon.]	[kWh/m ³]	[kWh/ EW]	[kWh/ Mon.]	[kWh/ m ³]
Okt 14	405.887	127.410	0,31	75.086	0,18	12.638	0,03	73.179	0,18	0,91	253.736	0,63
Nov 14	348.027	129.198	0,37	62.535	0,18	10.883	0,03	75.296	0,22	0,94	231.366	0,66
Dez 14	478.161	130.522	0,27	101.544	0,21	13.629	0,03	75.037	0,16	0,94	282.473	0,59
Jan 15	545.598	151.781	0,28	128.022	0,23	14.940	0,03	94.878	0,17	1,19	349.835	0,64
Feb 15	391.524	136.989	0,35	83.251	0,21	10.885	0,03	88.082	0,22	1,10	274.574	0,70
Mrz 15	431.649	149.378	0,35	93.040	0,22	11.643	0,03	96.030	0,22	1,20	298.679	0,69
Apr 15	338.823	146.582	0,43	64.534	0,19	10.591	0,03	95.996	0,28	1,20	262.623	0,78
Mai 15	315.102	154.188	0,49	61.738	0,20	9.380	0,03	99.662	0,32	1,25	278.080	0,88
Jun 15	341.260	129.239	0,38	58.692	0,17	10.414	0,03	78.734	0,23	0,98	246.507	0,72
Jul 15	330.252	131.016	0,40	46.967	0,14	9.925	0,03	79.745	0,24	1,00	220.609	0,67
Aug 15	544.769	129.566	0,24	80.253	0,15	15.586	0,03	75.699	0,14	0,95	258.652	0,47
Sep 15	450.036	121.163	0,27	69.938	0,16	12.693	0,03	70.085	0,16	0,88	256.864	0,57
Gesamt:	4.921.088	1.637.031		925.601		143.207		1.002.423			3.213.998	
Mittelwert:	410.091	136.419	0,34	77.133	0,19	11.934	0,03	83.535	0,21	1,04	267.833	0,65

3.2.2 Untersuchung der hygienisch relevanten Parameter

Seit der Inbetriebnahme der Membranbelebungsanlage Nordkanal (2004) untersucht das Institut für Wasser- und Abwasseranalytik GmbH (IWA) aus Aachen quartalmäßig die hygienisch relevanten Parameter im Ablauf der Kläranlage. Die Untersuchungen umfassen folgende Parameter:


- E. coli (MPN-Methode) - nach Bundesgesundheitsblatt 10/1995
- Intestinale Enterokokken - nach DIN EN ISO 7899-1
- Salmonellen (MPN-Methode) - nach DIN 38414-13
- KBE - nach DIN EN ISO 6222

Trotz der 11-jährigen Betriebszeit der Membranen zeigt die Membrananlage relativ gute Ablaufwerte, siehe Tabelle 10 und Anlage. Daher wurde auf die erweiterten Untersuchungen der hygienisch relevanten Parameter verzichtet.

Tabelle 10: Hygienisch relevanten Parameter

Jahr	Quartal	Datum	Salmonellen	E-coli	Coliforme	KBE 20	KBE 36	intestinale Enterokokken
			38414-13 / Anreicherung	MPN-Colilert	MPN-Colilert	TVO 1990	TVO 1990	ISO 7899-2
2015	4.Quartal							
	3.Quartal	23. Jul.	<30	2	15	310	260	0
	2.Quartal	27. Apr.	<30	1	21	36	19	2
	1.Quartal	29. Jan.	<30	2	10	5	1	1
2014	4.Quartal	23. Okt.	<30	3	20	60	62	2
	3.Quartal	31. Jul.	<30	4	26	300	300	0
	2.Quartal	29. Apr.	<30	2	18,7	27	16	0
	1.Quartal	21. Jan.	<30	3,1	11	239	23	0
2013	4.Quartal	23.Sep.	<30	1	22,8	151	98	1
	3.Quartal	29. Jul.	<30	2	51	230	108	0
	2.Quartal	8. Apr.	<30	0	6,3	2	80	32
	1.Quartal	7. Jan.	<30	5,2	38,4	10.000	630	0
2012	4.Quartal	16. Okt.	<30	3	7	21	15	0
	3.Quartal	23. Jul.	<30	0	7	52	55	1
	2.Quartal	24. Apr.	<30	1	3	70	47	0
	1.Quartal	19. Jan.	<30	6	27	5	15	4
2011	4.Quartal	27. Okt.	<30	4	148	500	600	0
	3.Quartal	2. Aug.	<30	0	37	>300	>300	0
	2.Quartal	26. Apr.	<30	1	1	103	21	0
	1.Quartal	19. Jan.	<30	0	1	3	4	0

Die Leistungsfähigkeit der Membrananlage im Vergleich zur benachbarten konventionellen Kläranlage Glehn wurde in der Abbildung 30 dargestellt. Die Ablaufwerte entsprechen nach wie vor der EU Richtlinie über die Qualität der Badegewässer.



Quelle: Internet

GKW Nordkanal - Membranbelebungsanlage			
Parameter	Einheit	Durchschnitt. Wert	Max. Wert
Salmonellen ¹⁾	/100 ml	<30	<30
Intestinale Enterokokken ²⁾	/100 ml	1	4
E-coli ³⁾	/100 ml	1	6
Coliforme Bakt. ³⁾	/100 ml	<50	148

KA Glehn – konventionelle Kläranlage			
Parameter	Einheit	Durchschnitt. Wert	Max. Wert
Salmonellen ¹⁾	/100 ml	<30	<30
E-coli ³⁾	/100 ml	5.028	9.804
Coliforme Bakt. ³⁾	/100 ml	20.588	28.510

1) DIN 38414-13 (MPN-Methode) 2) DIN EN ISO 7899-2 3) Colilert -18/Quanti-Tray

Abbildung 30: Hygienische relevante Parameter im Vergleich zwischen Membranbelebungsanlage Nordkanal und konventionelle Kläranlage Glehn

3.2.3 Probenahme und Analyse der Spurenstoffe

Ergänzend zur Erfolgskontrolle der energetischen Optimierung wurden aus dem Zulauf sowie dem Ablauf des Gruppenklärwerks Nordkanal Spurenstoffgehalte bilanziert. Um die möglichen Störfaktoren (Vermischung, Verdünnung, Adsorption an der Biomasse) bei den korrespondierenden Proben „Zulauf/Ablauf“ der Anlage zu begrenzen, wurde der Anteil an aktivem Belegungsvolumen auf das notwendige Minimum reduziert. Deswegen wurden die geplanten Probenentnahmen unter Trockenwetterbedingung vorgenommen. Das aktive Belegungsvolumen der Membranbelebungsanlage wurde daher in diesen Phasen auf zwei von insgesamt vier Belebungsbecken begrenzt.

Wie im Antrag vorgesehen, wurden bei der Abwassertemperatur von ca. 20° C für einen Messzeitraum von 48 Stunden 12 mengenproportionale (4 h-Mischproben) im Zulauf entnommen. Die Ablaufuntersuchungen wurden leicht modifiziert. In den ersten 24 h wurden 6 korrespondierende mengenproportionale (4 h-Mischproben) Ablaufproben entnommen. In den nachfolgenden 24 h wurde nur eine 24 h-Mischproben im Ablauf bezogen.

Um die eventuelle Auswirkung der temperaturbedingten Biomasseaktivität auf die Elimination der Spurenstoffe festzustellen, wurde die gleiche Analyse bei Abwassertemperaturen von < 12° C im Dezember durchgeführt.

Für die Analyse der pharmazeutischen Spurenstoffe wurden die am häufigsten verordneten Arzneimittel der Stoffgruppen ausgewählt.

Tabelle 11: Zusammenstellung der ausgewählten Stoffgruppen

Stoffgruppe	Leitparameter
Antiepileptika	Carbamazepin
Analgetika	Ibuprofen
	Diclofenac
Betablocker	Metoprolol
Antibiotika	Sulfaamethoxazol
Antidiabetika	Metformin
Röntgenkontrastmittel	Amidotrizoesäure
Korrosionsschutzmittel	Benzotriazol
Flammschutzmittel	Tris (2-chlorisopropyl) phosphat

Die Untersuchungen der Zulaufkonzentrationen haben keinen eindeutigen Zusammenhang zwischen dem üblichen Verlauf der Tages-, Nachts-Konzentrationen gezeigt.

Die festgestellten Konzentrationen im Zulauf und Ablauf der Membrananlage Nordkanal entsprechen den allgemeinen Erkenntnissen wie in den Abbildungen (Abbildung 31, Abbildung 32) und Anlage zu Spurenstoffen dargestellt. Auch die Untersuchungen bei unterschiedlichen Temperaturen ergaben keine neuen Erkenntnisse.

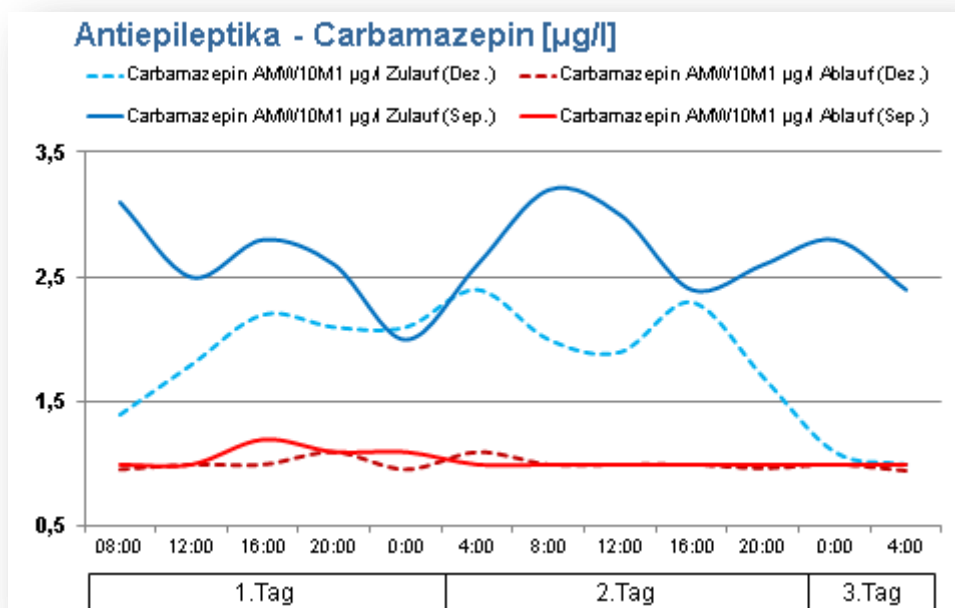


Abbildung 31: Zulauf und Ablaufkonzentrationen der Antiepileptika – Cabramazepin bei der Abwassertemperatur von ca. 20° C (September 2014) und ca. 10° C (Dezember 2014)

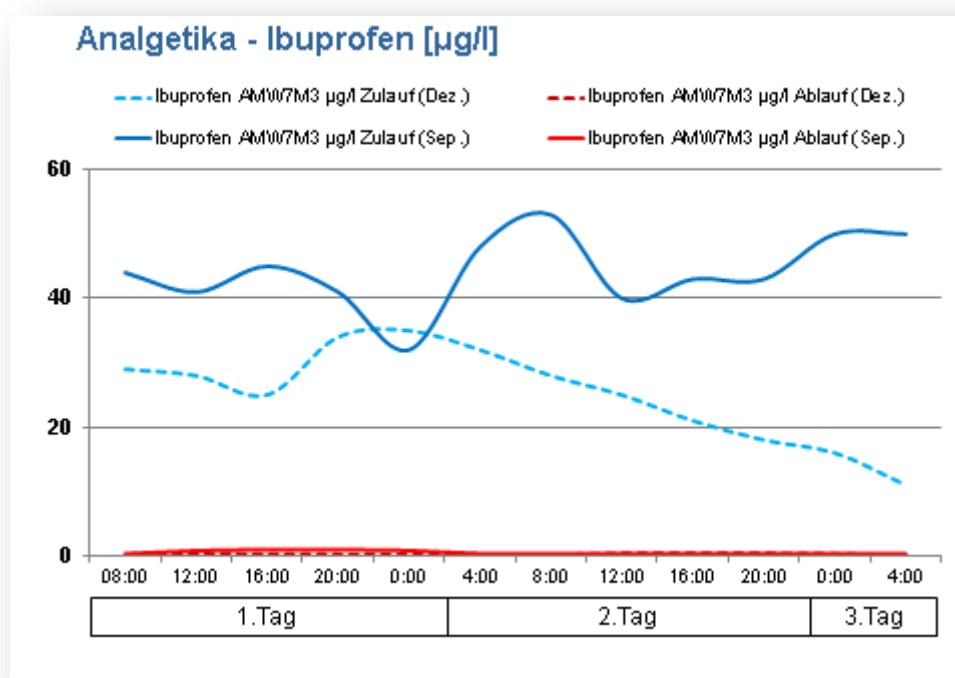


Abbildung 32: Zulauf und Ablaufkonzentrationen der Analgetika - Ibuprofen bei der Abwassertemperatur von ca. 20° C (September 2014) und ca. 10° C (Dezember 2014)

Wie in den Tabelle 12 und Tabelle 13 sowie in den Abbildung 33 und Abbildung 34 dargestellt, lagen bei den Spurenstoffen Diclofenac und Röntgenkontrastmittel die Ablaufkonzentrationen höher als die Zulaufkonzentrationen. Die ungewöhnlichen Ergebnisse können mit

der Adsorption der Stoffe an der Schlammflocke sowie nicht erfasstem Zeitverzug erklärt werden.

Zu den möglichen Ursachen könnte auch der Kurzschluss (verkürzte Aufenthaltszeit) zwischen dem Zulaufbereich Denitrifikation/Nitrifikation und der Membrankassetten gehören.

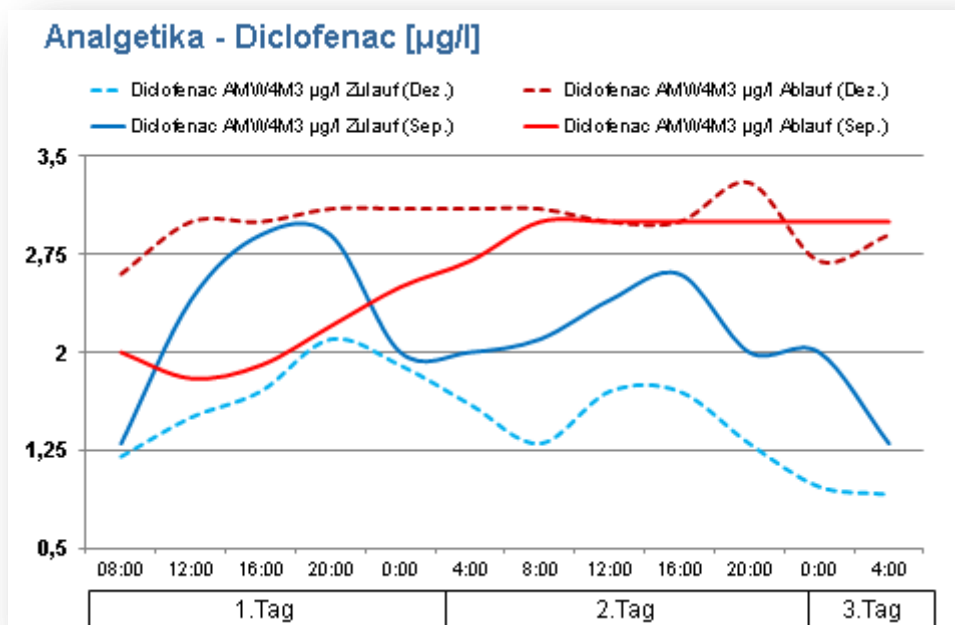


Abbildung 33: Zulauf und Ablaufkonzentrationen der Analgetika – Diclofenac bei der Abwassertemperatur von ca. 20° C (September 2014) und ca. 10° C (Dezember 2014)

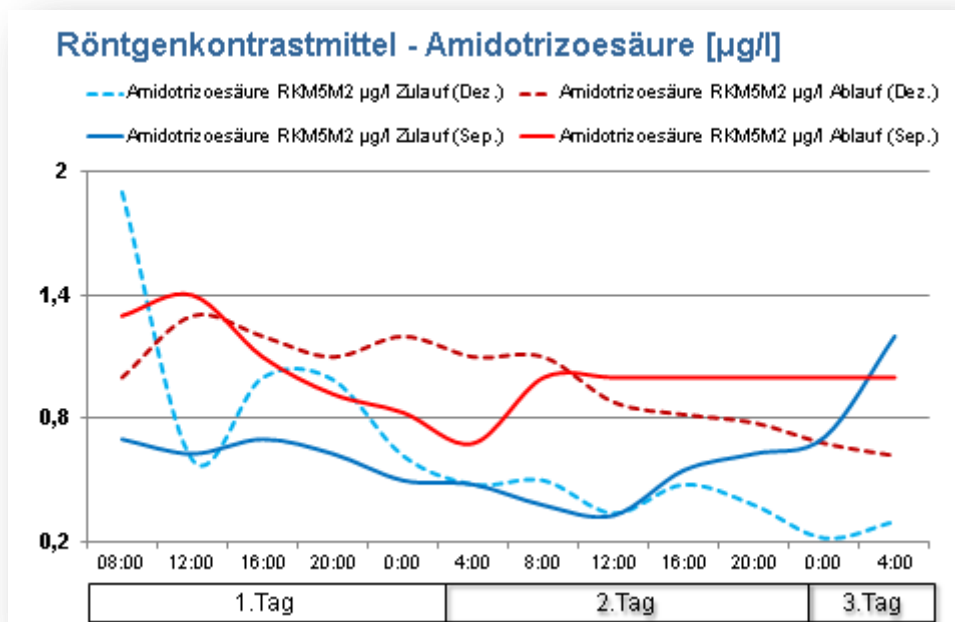


Abbildung 34: Zulauf und Ablaufkonzentrationen der Röntgenkontrastmittel - Amidotrizoesäure bei der Abwassertemperatur von ca. 20° C (September 2014) und ca. 10°C (Dezember 2014)

Zusätzlich zu den Untersuchungen im Zulauf und Ablauf der Anlage wurde das Permeat von einer Kassette und der Überstand des Belebtschlammes unmittelbar aus der Nähe der Membrankassette entnommen und untersucht. Das Überstandwasser des Belebtschlammes wurde sofort durch Papierfilter mit der Porengröße von 270 µm von der Schlammmasse abgetrennt. Um die Suspensa-freie Vergleichbarkeit der Schlamm- und Permeat-Proben herzustellen, wurden die vorfiltrierten Belebtschlamm-Proben im Labor zusätzlich mit Spritzenvorsatzfilter mit der gleichen Porengröße wie die Membranpore (0,1 µm) ergänzend filtriert.

Die Untersuchung sollte die eventuelle Wirkung der Biofilme auf der Membranoberfläche auf die Konzentrationen der Spurenstoffe feststellen. Der Vergleich der Spurenstoff-Konzentrationen im Permeat und dem filtrierten Belebtschlamm ergab keine Hinweise auf den Abbauprozess auf der Membranoberfläche, siehe Abbildung 35.

Versuche aus der Schweiz zeigen eine gute Spurenstoffelimination beim Einsatz der Membrantechnik in Kombination mit PAK (Pulver-Aktiv-Kohle).

Es sind hierzu Versuche in einem Belebungsbecken der Membrananlage Nordkanal geplant.

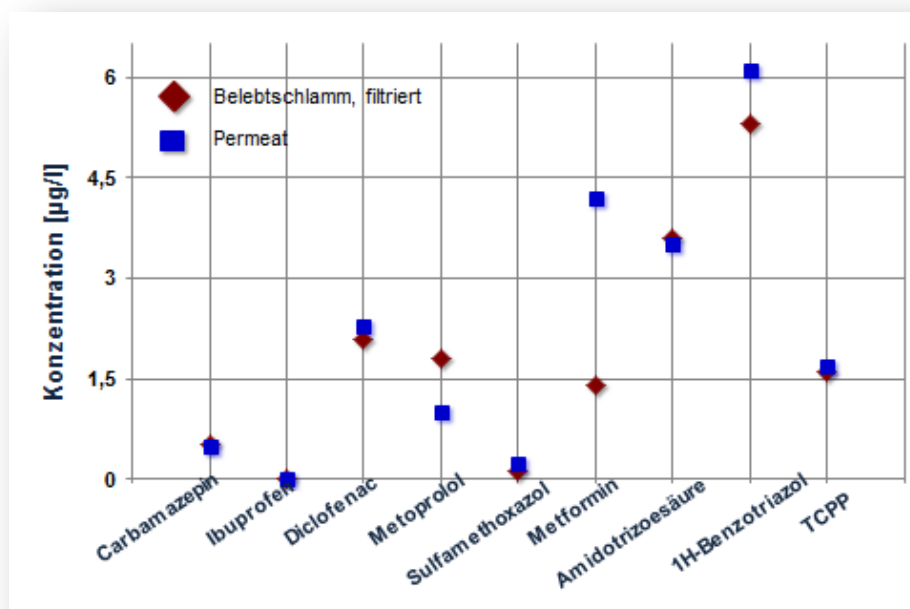


Abbildung 35: Spurenstoff-Konzentrationen im Belebtschlamm nach der Filtration mit Spritzenvorsatzfilter (Porengröße von 0,1µm) und im Permeat

Tabelle 12: Zusammenstellung – Analyse der Spurenstoffe bei der Abwassertemperatur von ca. 20 °C

Datum Uhrzeit (2014)	Stoffgruppen														
	Antiepileptika			Analgetika						Betablocker			Antibiotika		
	Carbamazepin			Ibuprofen			Diclofenac			Metoprolol			Sulfamethoxazol		
	AMW10M1			AMW7M3			AMW4M3			AMW16M2			AMW13M1		
	µg/l		%	µg/l		%	µg/l		%	µg/l		%	µg/l		%
	Zulauf	Ablauf	Rückhalt	Zulauf	Ablauf	Rückhalt	Zulauf	Ablauf	Rückhalt	Zulauf	Ablauf	Rückhalt	Zulauf	Ablauf	Rückhalt
3. Sep. 8:00	3,1	1	67,7	44	0,34	99,2	1,3	2	-53,8	4,2	2,3	45,2	1,8	0,13	92,8
3. Sep. 12:00	2,5	1	60,0	41	0,8	98,0	2,4	1,8	25,0	4,6	2,7	41,3	1,3	0	100,0
3. Sep. 16:00	2,8	1,2	57,1	45	1	97,8	2,9	1,9	34,5	4,7	3,1	34,0	1,1	0	100,0
3. Sep. 20:00	2,6	1,1	57,7	41	0,97	97,6	2,9	2,2	24,1	4,2	3,5	16,7	0,89	0	100,0
4. Sep. 0:00	2	1,1	45,0	32	0,81	97,5	2	2,5	-25,0	4,2	3,8	9,5	1,1	0	100,0
4. Sep. 4:00	2,6	1	61,5	48	0,35	99,3	2	2,7	-35,0	4,5	3,9	13,3	1,1	0,42	61,8
4. Sep. 8:00	3,2	1	68,8	53	0,3	99,4	2,1	3	-42,9	5,6	3,8	32,1	1,9	0,39	79,5
4. Sep. 12:00	3	1	66,7	40	0,3	99,3	2,4	3	-25,0	6,1	3,8	37,7	1,5	0,39	74,0
4. Sep. 16:00	2,4	1	58,3	43	0,3	99,3	2,6	3	-15,4	6	3,8	36,7	1,5	0,39	74,0
4. Sep. 20:00	2,6	1	61,5	43	0,3	99,3	2	3	-50,0	4,8	3,8	20,8	1,2	0,39	67,5
5. Sep. 0:00	2,8	1	64,3	50	0,3	99,4	2	3	-50,0	4,7	3,8	19,1	1,2	0,39	67,5
5. Sep. 4:00	2,4	1	58,3	50	0,3	99,4	1,3	3	-130,8	4,2	3,8	9,5	0,84	0,39	53,6

Datum Uhrzeit (2014)	Antidiabetika			Röntgen- kontrastmittel			Korrosions- schutzmittel			Flammschutzmittel		
	Metformin			Amidotrizoesäure			1H-Benzotriazol			Tris(2-chlorisopropyl) phosphat (TCPP)		
	AMW24M1			RKM5M2			OC1M2			OC3M3		
	µg/l		%	µg/l		%	µg/l		%	µg/l		%
	Zulauf	Ablauf	Rückhalt	Zulauf	Ablauf	Rückhalt	Zulauf	Ablauf	Rückhalt	Zulauf	Ablauf	Rückhalt
3. Sep. 8:00	140	5,1	96,4	0,7	1,3	-85,7	17	8,8	48,2	2,6	2,3	11,5
3. Sep. 12:00	220	13	94,1	0,63	1,4	-122,2	16	9,9	38,1	2	2,2	-10,0
3. Sep. 16:00	230	12	94,8	0,7	1,1	-57,1	15	9,4	37,3	2,2	2,2	0,0
3. Sep. 20:00	200	9,7	95,2	0,63	0,92	-46,0	19	10	47,4	2,6	2,1	19,2
4. Sep. 0:00	170	7,1	95,8	0,5	0,83	-66,0	20	11	45,0	3	2,4	20,0
4. Sep. 4:00	150	2,6	98,3	0,48	0,68	-41,7	23	12	47,8	2,2	2,5	-13,6
4. Sep. 8:00	180	3,1	98,3	0,38	1	-163,2	20	9,8	51,0	2,5	2,3	8,0
4. Sep. 12:00	260	3,1	98,8	0,33	1	-203,0	17	9,8	42,4	2,2	2,3	-4,5
4. Sep. 16:00	220	3,1	98,6	0,55	1	-81,8	17	9,8	42,4	2,6	2,3	11,5
4. Sep. 20:00	230	3,1	98,7	0,63	1	-58,7	20	9,8	51,0	3,2	2,3	28,1
5. Sep. 0:00	190	3,1	98,4	0,71	1	-40,8	23	9,8	57,4	3,1	2,3	25,8
5. Sep. 4:00	140	3,1	97,8	1,2	1	16,7	19	9,8	48,4	3,1	2,3	25,8

Tabelle 13: Zusammenstellung – Analyse der Spurenstoffe bei der Abwassertemperatur von ca. 10 °C

Datum Uhrzeit (2014)	Stoffgruppen														
	Antiepileptika			Analgetika						Betablocker			Antibiotika		
	Carbamazepin			Ibuprofen			Diclofenac			Metoprolol			Sulfamethoxazol		
	AMW10M1			AMW7M3			AMW4M3			AMW16M2			AMW13M1		
	µg/l		%	µg/l		%	µg/l		%	µg/l		%	µg/l		%
	Zulauf	Ablauf	Rückhalt	Zulauf	Ablauf	Rückhalt	Zulauf	Ablauf	Rückhalt	Zulauf	Ablauf	Rückhalt	Zulauf	Ablauf	Rückhalt
6. Dez. 8:00	1,4	0,96	31,4	29	0,08	99,7	1,2	2,6	-116,7	3,9	3,3	15,4	1,7	0,44	74,1
6. Dez. 12:00	1,8	1	44,4	28	0,35	98,8	1,5	3	-100,0	4,5	4	11,1	2,5	0,34	86,4
6. Dez. 16:00	2,2	1	54,5	25	0,26	99,0	1,7	3	-76,5	4,4	3,9	11,4	1,8	0,15	91,7
6. Dez. 20:00	2,1	1,1	47,6	34	0,21	99,4	2,1	3,1	-47,6	3,4	4,5	-32,4	1,7	0,24	85,9
7. Dez. 0:00	2,1	0,96	54,3	35	0,19	99,5	1,9	3,1	-63,2	3,5	3,4	2,9	1,4	0,34	75,7
7. Dez. 4:00	2,4	1,1	54,2	32	0,18	99,4	1,6	3,1	-93,8	4,5	3,9	13,3	1,6	0,49	69,4
7. Dez. 8:00	2	1	50,0	28	0,13	99,5	1,3	3,1	-138,5	4,2	3,4	19,0	2,2	0,45	79,5
7. Dez. 12:00	1,9	1	47,4	25	0,4	98,4	1,7	3	-76,5	4,6	3,8	17,4	1,8	0,06	96,7
7. Dez. 16:00	2,3	1	56,5	21	0,37	98,2	1,7	3	-76,5	4,1	4,2	-2,4	1,7	0,05	97,1
7. Dez. 20:00	1,7	0,97	42,9	18	0,4	97,8	1,3	3,3	-153,8	3,5	4,2	-20,0	1,2	0,05	95,8
8. Dez. 0:00	1,1	1	9,1	16	0,27	98,3	0,97	2,7	-178,4	2,6	3,6	-38,5	1	0,05	95,0
8. Dez. 4:00	1	0,95	5,0	11	0,13	98,8	0,91	2,9	-218,7	2,4	3,9	-62,5	0,68	0,29	57,4

Datum Uhrzeit (2014)	Antidiabetika			Röntgenkontrastmittel			Korrosions- schutzmittel			Flammschutzmittel		
	Metformin			Amidotrizoesäure			1H-Benzotriazol			Tris(2-chlorisopropyl) phosphat (TCPP)		
	AMW24M1			RKM5M2			OC1M2			OC3M3		
	µg/l		%	µg/l		%	µg/l		%	µg/l		%
	Zulauf	Ablauf	Rückhalt	Zulauf	Ablauf	Rückhalt	Zulauf	Ablauf	Rückhalt	Zulauf	Ablauf	Rückhalt
6. Dez. 8:00	150	1,8	98,8	1,9	1	47,4	17	6,6	61,2	0,76	0,88	-15,8
6. Dez. 12:00	210	5,1	97,6	0,6	1,3	-116,7	13	7,5	42,3	0,7	1	-42,9
6. Dez. 16:00	200	4	98,0	1	1,2	-20,0	17	7,4	56,5	0,82	0,93	-13,4
6. Dez. 20:00	160	2,9	98,2	0,99	1,1	-11,1	18	8,2	54,4	1,2	0,97	19,2
7. Dez. 0:00	150	2,8	98,1	0,62	1,2	-93,5	22	6,7	69,5	1,5	0,89	40,7
7. Dez. 4:00	170	1,9	98,9	0,48	1,1	-129,2	22	7,5	65,9	1,3	0,87	33,1
7. Dez. 8:00	180	1,6	99,1	0,5	1,1	-120,0	21	6,9	67,1	0,9	0,84	6,7
7. Dez. 12:00	200	5,1	97,5	0,34	0,88	-158,8	14	7,8	44,3	0,8	0,9	-12,5
7. Dez. 16:00	210	4,5	97,9	0,48	0,82	-70,8	20	8,6	57,0	0,91	1	-9,9
7. Dez. 20:00	140	4,5	96,8	0,38	0,78	-105,3	18	9	50,0	0,9	1,2	-33,3
8. Dez. 0:00	110	2,7	97,5	0,22	0,68	-209,1	20	8,8	56,0	0,91	1,3	-42,9
8. Dez. 4:00	77	1,3	98,3	0,3	0,62	-106,7	12	9	25,0	0,63	1,2	-90,5

3.3 Wirtschaftlichkeitsanalyse

Für die ökonomische Betrachtung wird das Handbuch LAWA (Leitlinien zur Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) herangezogen.

Bei dieser Vergleichsrechnung gelten die Investitionskosten als einmalige Fixkosten. Die variablen Kosten oder auch Jahreskosten sind Kosten, die abhängig sind von dem betrieblichen Umgang der Aggregate (Energieverbrauchs Differenzwert) und der variablen Stromkosten pro Kilowattstunde. Die Jahreskosten ergeben sich aus den zusätzlichen Betriebskosten und den Kapitalkosten, die entsprechend nach LAWA als Annuität wie folgt berechnet werden:

$$\text{Annuität} = I_{\text{InKo}} \cdot i \cdot \frac{(1+i)^n}{[(1+i)^n - 1]}$$

I_{InKo}	Investitionskosten [€]
i	Kalkulatorischer Zinssatz
n	Abschreibungszeitraum [a]

Tabelle 14: Werte nach LAWA zur Berechnung der Annuität

Aufgliederung der Annuitätswerte	Werte	Einheiten
Kalkulatorischer Zins (= i) :	3	%
Abschreibungsdauer Maschinen/ Elektrotechnik	15	Jahre
Wartung/- Reparaturkosten der Investitionssumme:	2	%
Betriebsmittel/ etc. der Investitionssumme:	2	%
spez. Strompreis:	0,19	€/kW

Es wird folgendes berechnet:

- Jahresnutzen
- Kosten/Nutzen-Verhältnis

Dieses Kosten/Nutzen-Verhältnis drückt aus, wie sinnvoll und wirtschaftlich eine Investition ist. Liegt das Verhältnis unter dem Wert 1, so wird die Maßnahme als wirtschaftlich angesehen.

Um einen Stromvergleichswert für die Jahre 2011 – 2014 zu erstellen, wurde der Gesamtstrom ohne PV-Einspeisung berücksichtigt, da erst Anfang 2012 die PV-Anlage in Betrieb genommen wurde.

Tabelle 15: Geplante und tatsächliche Ausgaben

Teilvorhaben	geplant	tatsächlich
(1) Maschinen	421.260,00 €	497.075,59 €
(2) Programmierarbeiten	44.982,00 €	45.394,70 €
(3) Personalkosten	20.761,21 €	23.741,82 €
Summe (1) - (3)	487.003,21 €	566.212,11 €

Tabelle 16: Energiedaten 2011 zu 2014

Energieverbrauch 2011	Energieverbrauch 2014	Differenz
5.497.007,00 kWh/a	3.499.415,00 kWh/a	1.997.592,00 kWh/a

Tabelle 17: Ermittlung der Kosten/ Nutzen- Verhältnis der Maßnahme

Wirtschaftlichkeit				Kosten/ Nutzen- Verhältnis
Investitionskosten	487.003	€		0,11
Kapitalkosten	40.795	€/a		
Betriebskosten	0	€/a	Keine zusätzlichen Betriebskosten	
Jahreskosten	40.795	€/a	Kapital + Betriebskosten	
Jahresnutzen	379.542	€/a	Energieeinsparung • spez. Strompreis	
Wirtschaftlichkeit tatsächlich				Kosten/ Nutzen- Verhältnis
Investitionskosten	566.212	€		0,12
Kapitalkosten	47.430	€/a		
Betriebskosten	0	€/a	Keine zusätzlichen Betriebskosten	
Jahreskosten	47.430	€/a	Kapital + Betriebskosten	
Jahresnutzen	379.542	€/a	Energieeinsparung • spez. Strompreis	

Der Abschlussbericht bezieht sich auf den Zeitraum Oktober 2014 bis Oktober 2015. Für diesen Zeitraum werden in nachstehender Tabelle die Verbräuche, spezifische Verbräuche und Einwohnerverbrauchswerte (EWW-Wert), sowie die Kosten mit den Ausgangswerten nach dem Antrag 2011 verglichen.

Tabelle 18: Kosten- und Verbrauchsvergleich

Ausbaugröße (EW)		80.000		
Bezugsdaten		Verbrauch	Kosten pro kWh	Kosten
		kWh/ a	€	€/ a
Ausgangswerte nach dem Antrag 2011		5.506.000	0,15	825.900
Erfolgskontrolle (10/2014 bis 10/2015)		3.213.998	0,19	610.660
Zeitraum		Abwassermenge	spez. Verbrauch	spez. EWW- Wert
		m³/ a	kWh/ m³	kWh/ (E · a)
Ausgangswerte nach dem Antrag 2011		5.519.586	1,00	68,83
Kontrollzeitraum (10/2014 bis 10/2015)		4.921.088	0,65	40,17

3.4 Technischer Vergleich zu konventionellen Verfahren

In der Abbildung 36 wurde der Vergleich zwischen der konventionelle Kläranlage und Membrananlage dargestellt.

Die schematische Darstellung macht jedoch nur die Vorteile wie: geringes BB – Volumen und geringer Flächenverbrauch deutlich.

Bei den konventionellen Kläranlagen mit UV-Behandlung gelangen die abgetötete Keime und Zellen-Trümmer ins Gewässer. Bei dem Membranverfahren dagegen werden die Keime durch die Porengröße zurückgehalten und mit dem Klärschlamm aus dem Abwasser ausgeschieden.

Die Membrantechnik kann darüber hinaus feinste Partikel, wie Mikroplastik, zurückhalten.

Ein weiterer wesentlichen Vorteil der Membrantechnik ist die optimale Vorbehandlung zur Spurenstoffentfernung bzw. -in Verbindung mit PAK- die parallel zu den biologischen Reinigungsprozessen stattfindende Spurenstoffelimination (bei der gleichzeitigen Verbesserung der CSB-Reinigungsleistung).

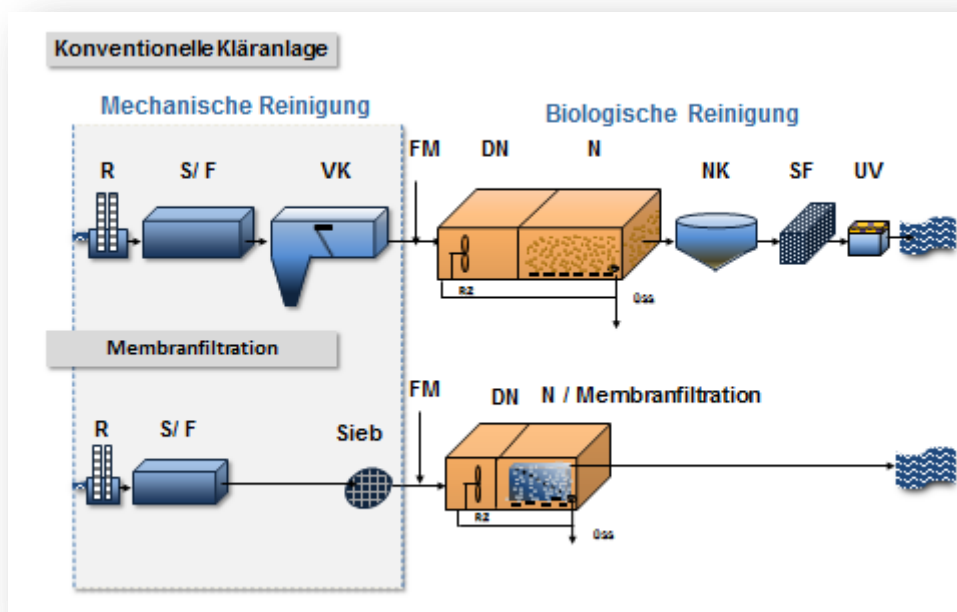


Abbildung 36: Verfahrenstechnischer Vergleich zwischen konventionelle Kläranlage und Kläranlage mit Membrantechnik

4. Empfehlungen

Die Membrantechnik ist als leistungsfähiges Verfahren in der Abwasserreinigungstechnik angesehen, dass die Optionen zur weitergehenden Reinigung bietet. Der absolut Suspensa freie Ablauf von Membranbelebungsanlagen bietet für weitergehende Reinigungsmethoden optimale Voraussetzungen.

Mit einem Energieverbrauch der Membrananlagen, der inzwischen vergleichbar ist zu den „durchschnittlichen“ konventionellen Kläranlagen und einer Lebensdauer der Membranen von mehr als 10 Jahren, ist die Membrantechnik eine zukunftssträchtige Technik, die sich den wachsenden Anforderungen stellen kann.

4.1 Erfahrungen aus der Praxiseinführung

Trotz aller positiven Aspekte stellt sich für viele Betreiber die Frage nach der Praktikabilität der Technik. Die erzielten Ergebnisse zeigen, dass die Wirtschaftlichkeit der Anlage nicht nur von Zulaufmodalitäten oder Abwassertemperatur abhängig sind. Die neue Verfahrenstechnik mit oft sehr „präventiver“ Betriebsweise, ständiger Prozesskontrolle, hoher Anzahl an Wartungsstellen fordert von dem Kläranlagenpersonal und den Führungskräften ein hohes Maß an Einsatzbereitschaft und Motivation im Betrieb der Anlage.

Die Entwicklung der Membranwerkstoffe durch die Hersteller, die oft nicht ausreichend getestet werden, fordert die Betreiber oft zur Nachrüstung und Optimierung. Auch in diesem Marktsegment scheinen die Produkte eher beim Kunden, als beim Hersteller zu „reifen“. Eigeninitiative und Kreativität sowie nachhaltige Überprüfung der angedachten Lösungen durch den Anwender/Betreiber der Technologie ist in dem Fall leider zurzeit noch die Voraussetzung für einen effizienten Betrieb. Diese These findet durch die Anzahl der gestellten Änderungsanträge in dem durchgeführten Projekt Bestätigung.

Für die meisten Kläranlagenbetreiber sind die unterdruckbetriebenen Filtrationssysteme mit ihrer notwendigen regelmäßigen chemischen Reinigung absolutes Neuland. Es fehlt aktuell noch die entsprechende Ausbildung des Kläranlagenpersonals und der Führungskräfte. Bis heute wird die Membrantechnik im Programm zum Klärwärter- oder Abwassermeisterausbildung nicht erfasst. Auch die Hochschulen können nicht immer die ausreichende und fachkompetente Ausbildung mit entsprechendem praktischem Bezug garantieren.

4.2 Modellcharakter

Die Membranbelebungsanlage Nordkanal wurde seinerzeit als Pilotanlage gebaut, mit der der Einsatz der Membranen in der kommunalen Abwassertechnik geprüft werden sollte. Der Schwerpunkt aller konstruktiven Details richtete sich demgemäß auf eine sichere und fort-dauernde Funktion des Membransystems.

Energetische Gesichtspunkte zum Betrieb von Membranbelebungsanlagen wurden erst nach einigen Jahren des störungsfreien Betriebes dieser Technologie betrachtet. Bauwerke und Rohrleitungen dieser neuen Betrachtung anzupassen ist im Nachhinein nicht oder nur schwer möglich. Einfache Maßnahmen wurden im Rahmen dieses Projektes durch technische Änderungen/Ergänzungen bzw. in Form der Änderung des Betriebsregimes erfolgreich umgesetzt.

Damit konnte gezeigt werden, dass selbst Membranbelebungsanlagen der „ersten Generation“ im Energieverbrauch deutlich dem Verbrauch konventioneller Anlagen angepasst werden können. Es kann davon ausgegangen werden, dass mit dem Ausbau der Anlage zur getrennten Schlammstabilisierung zusätzliche Reduzierungen des elektrischen Energieverbrauches zu erwarten sind.

Zu den wesentlichen verfahrenstechnischen Vorteilen einer kommunalen Membranbelebungsanlage mit der anaeroben Schlammstabilisierung zählen:

- in Bezug auf die Umweltschutzwirkung/Wirtschaftlichkeit
 - Geringes Belebungsbecken (BB)-Volumen
 - Geringer Flächenverbrauch
 - Erweiterungsmöglichkeit der bestehenden konventionellen Kläranlagen ohne aufwendige Bautechnik
 - Hohe Lebensdauer der Membranmodule (über 10 Jahre)
- in Bezug auf die Reinigungsleistung
 - Rückhaltung von Bakterien und anderen Mikroorganismen
 - Rückhaltung von Mikrostoffen/Mikroplastik
 - Erhöhung der Ausbaukapazität und Reinigungsleistung auf bestehenden Kläranlagen
 - Ideale Vorstufe für die Spurenstoffelimination
- in Bezug auf die Energieeffizienz
 - Faulgasproduktion
 - Stromerzeugung

4.3 Zusammenfassung

Im Rahmen des BMU-Umweltinnovationsprogramms mit dem Förderschwerpunkt „Energieeffiziente Abwasseranlagen“ wurden auf der Membranbelebungsanlage Nordkanal in den letzten drei Jahren verfahrenstechnische und investive Optimierungsmaßnahmen umgesetzt. Das Bundesumweltministerium förderte das innovative Vorhaben mit 146.100,00 Euro.

Die durchgeführten Optimierungsmaßnahmen haben eine Reduzierung des Energieverbrauchs von 2,3 GWh/a bewirkt. Der spezifische Energieverbrauch der Membranbelebungsanlage Nordkanal beträgt für das Erfolgskontrolljahr im Mittel 0,65 kWh/m³ bzw. ca. 40 kWh/(E·a).

Bei einem sehr guten Kosten/ Nutzen-Verhältnis der Maßnahme von 0,12 konnte das ursprünglich gesetzte Ziel weit übertroffen werden.

Die Verbreitung der Membrantechnik in Deutschland wird zurzeit durch verschiedene Faktoren gedämpft. Die Vorteile der Technik wie deutlich kleinerer Flächenbedarf, hohe Reinigungsleistung, Keimrückhalt sowie Rückhalt von Mikroschadstoffen/Mikroplastik können viele Betreiber nicht ausreichend überzeugen.

Nachteile wie die ursprünglich kalkulierte Lebensdauer von 5 bis 8 Jahren, unabhängig von der Membrankonfiguration (Hohlfaser-, Plattenmembranen) sowie hohe Membranersatzkosten in den letzten 15 Jahren der Membrantechnik in Deutschland, sind heute nicht mehr relevant.

Zu den Vorteilen der Membrantechnik gehören neben der hervorragenden Reinigungsleistung auch die Möglichkeit, diese Technik problemlos auf bestehenden Kläranlagen zu implementieren.

Mit der Nachrüstung der Vorbehandlung um die Siebanlage und Einbau der Membranmodule in separaten Filterbecken oder direkt im Nitrifikationsbecken kann rasch auf jeder konventionellen Kläranlage ohne aufwendige Bautechnik und lange Bauzeit die gewünschte Ausbaugröße oder Reinigungsleistung erreicht werden.

Im Rahmen der energetischen Optimierung der Membrananlage Nordkanal wurden Änderungen in der Prozesstechnik/Prozessführung durchgeführt. Durch die Einführung der neuen verfahrenstechnischen Konzepte konnte der Flux von den ursprünglich geplanten 22 auf 40 [L/m²·h] fast verdoppelt werden. Auch die Filtrationszeit wurde von 400 s auf 900 s bei gleicher Rückspülzeit (50) s verdoppelt.

Die Bemessungsgrundlagen der MBR-Anlagen sind nicht eindeutig festgelegt. Viele getroffene Annahmen bei der Bemessung der ersten Membrananlagen wurden inzwischen widerlegt.

Die Fortführung der Erweiterung der Membrananlage Nordkanal um eine getrennte Schlammstabilisierung mit entsprechender Biogasproduktion macht die Membrantechnik zu einer wirtschaftlichen und umweltfreundlichen Alternative für den Ausbau vorhandener und neuer Kläranlagen.

Die ständig in den Diskussionen angeführten Nachteile, wie hohe Investitionskosten, hohe Membranersatzkosten und niedrige Energieeffizienz konnten in den letzten Jahren widerlegt werden.

5. Literatur

- [1] **ERFTVERBAND 2015, WWW.ERFTVERBAND.DE**
- [2] **Haberkern B., Maier W., Schneider U.; Steigerung der Energieeffizienz auf kommunalen Kläranlagen, Forschungsbericht 205 206 307 UBAFB 001075, www.umweltbundesamt.de; 2008**
- [3] **Drensla K., Janot A., Engelhardt N.; Energieeinsparung bei Membranbelebungsanlagen durch ein wirtschaftliches Steuerungssystem, 8. Aachener Tagung Wasser und Membranen, Aachen 2009, ISBN: 3-8107-0064-9; 2009**
- [4] **Quelle: <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/entwicklung-der-spezifischen-kohlendioxid-1>**
- [5] **Betriebsanweisung Nordkanal, Erftverband**
- [6] **Janot A., Drensla K.: aspekte für einen energieeffizienten, wirtschaftlichen und stabilen betrieb von Membranbelebungsanlagen, Aachener Tagung Wassertechnologie, Aachen 2015, ISBN: 978-3-95886-056-8**
- [7] **Drensla K.: Schriftenreihe des Fachgebietes Siedlungswasserwirtschaft der Universität Kassel Band 37: Chemische Reinigung von getauchten Niederdruck-Hohlfasermembranen auf großtechnischen kommunalen MBR-Anlagen, Kassel 2015, ISBN 978-3-7376-0038-5**

Anlagen

Hygienisch relevante Parameter

Analyseergebnisse der Abwasseruntersuchungen GW Nordkanal 2004 bis 2015

Jahr	Quartal	Datum	Salmonellen	E-coli	Coliforme	KBE 20	KBE 36	intestinale Enterokokken
		Verfahren	38414-13 / Anreicherung	MPN-Colilert	MPN-Colilert	TVC 1990	TVC 1990	ISO 7899-2
2015	4.Quartal							
	3.Quartal	23.07.2015	<30	2	15	310	260	0
	2.Quartal	27.04.2015	<30	1	21	36	19	2
	1.Quartal	29.01.2015	<30	2	10	5	1	1
2014	4.Quartal	23.10.2014	<30	3	20	60	62	2
	3.Quartal	31.07.2014	<30	4	26	300	300	0
	2.Quartal	29.04.2014	<30	2	18,7	27	16	0
	1.Quartal	21.01.2014	<30	3,1	11	239	23	0
2013	4.Quartal	23.09.2013	<30	1	22,8	151	98	1
	3.Quartal	29.07.2013	<30	2	51	230	108	0
	2.Quartal	08.04.2013	<30	0	6,3	2	80	32
	1.Quartal	07.01.2013	<30	5,2	38,4	10.000	630	0
2012	4.Quartal	16.10.2012	<30	3	7	21	15	0
	3.Quartal	23.07.2012	<30	0	7	52	55	1
	2.Quartal	24.04.2012	<30	1	3	70	47	0
	1.Quartal	19.01.2012	<30	6	27	5	15	4
2011	4.Quartal	27.10.2011	<30	4	148	500	600	0
	3.Quartal	02.08.2011	<30	0	37	>300	>300	0
	2.Quartal	26.04.2011	<30	1	1	103	21	0
	1.Quartal	19.01.2011	<30	0	1	3	4	0
2010	4.Quartal	27.10.2010	<30	3	10	30	41	0
	3.Quartal	28.07.2010	<100	2	9	56	66	0
	2.Quartal	22.04.2010	<30	0	1	19	5	0
	1.Quartal	21.01.2010	<30	0	3	13	41	0
2009	4.Quartal	28.10.2010	<30	0	1	1	1	1
	3.Quartal	15.07.2009	<30	1	20	>300	225	0
	2.Quartal	23.04.2009	<30	0	2	53	3	0
	1.Quartal	22.01.2009	<30	0	2419,6 ?	>300	85	0
2008	4.Quartal	29.10.2008	<30	<1	17	33	50	0
	3.Quartal	29.07.2008	<30	0	4	2	60	0
	2.Quartal	29.04.2008	<30	0	1	8	7	1
	1.Quartal	23.01.2008	<30	0	5	18	0	0
2007	4.Quartal	17.10.2007	<30	0	9	2	11	0
	3.Quartal	04.07.2007	<30	2	10	118	174	0
	2.Quartal	24.04.2007	<30	1	15	57	8	0
	1.Quartal	30.01.2007	<30	0	1	470	3	<30
2006	4.Quartal	17.10.2006	<30	1	3	67	153	<30
	3.Quartal	26.07.2006	0	0	1	82	94	<30
	2.Quartal	11.04.2006	0	2	4	46	2	0
	1.Quartal	31.01.2006	<30	0	2	258	7	<30
2005	4.Quartal							
	3.Quartal	06.07.2005	0	0	2	182	398	<30
	2.Quartal	20.04.2005	0	0	41	4	112	<30
	1.Quartal	24.01.2005	0	0	0	0	0	0
2004	4.Quartal	04.10.2004	0	0	20	2800	200	0
	3.Quartal	28.07.2004	negativ	0	4	9	5	0

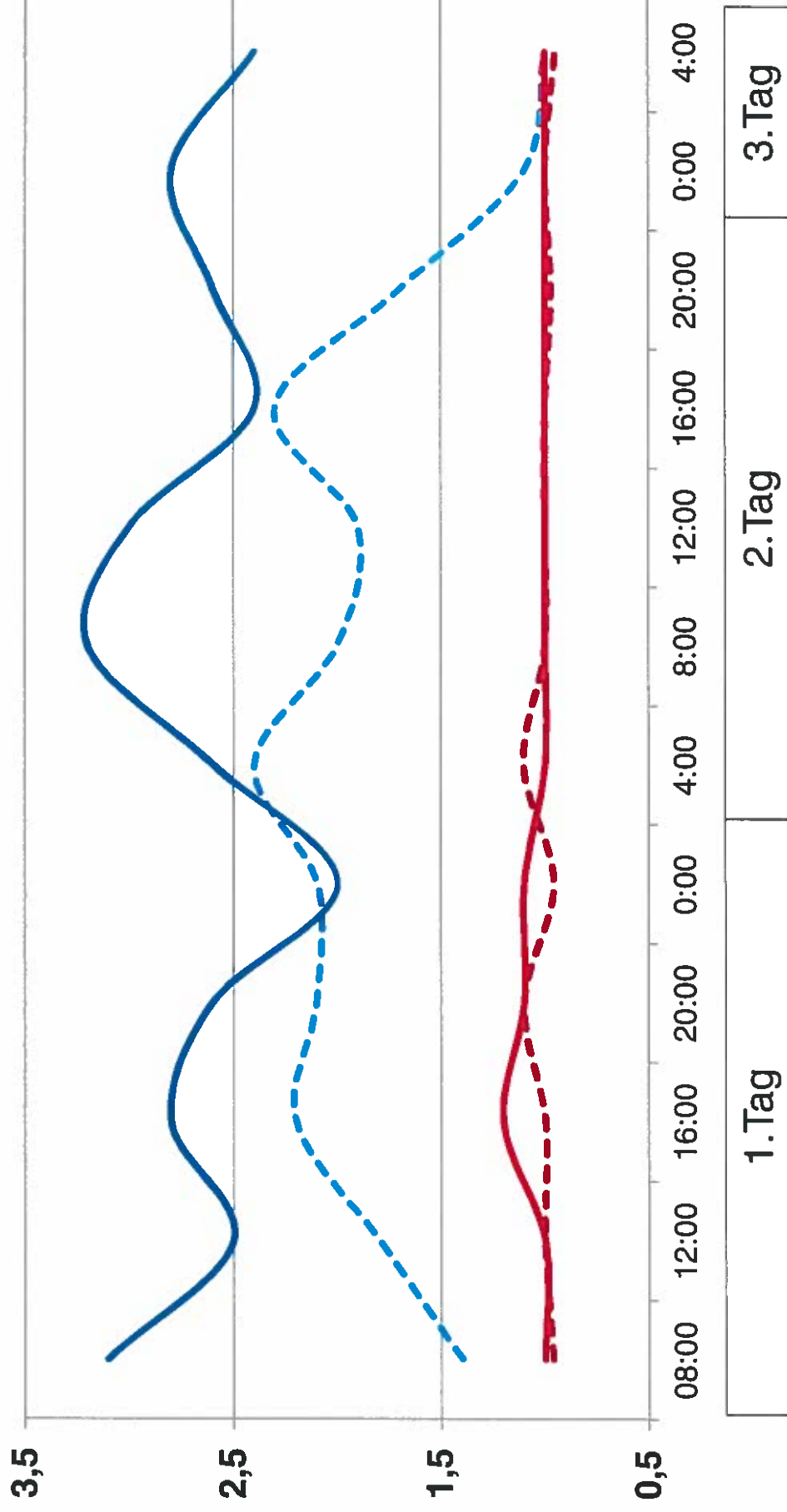
Anlagen

Analyse der Spurenstoffe

MBR NORDKANAL

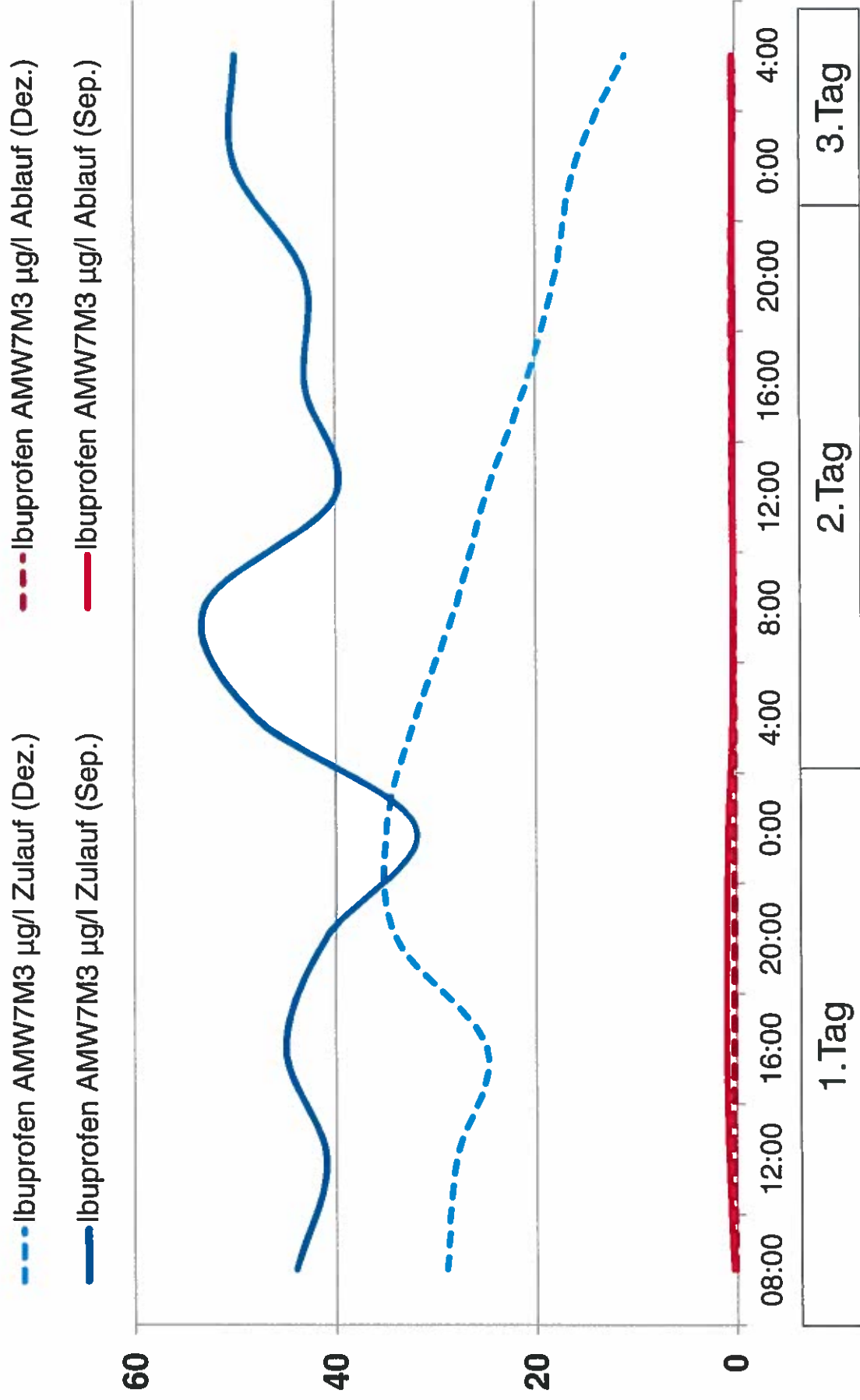
Antiepileptika - Carbamazepin [$\mu\text{g/l}$]

- Carbamazepin AMW10M1 $\mu\text{g/l}$ Zulauf (Dez.)
- Carbamazepin AMW10M1 $\mu\text{g/l}$ Ablauf (Dez.)
- Carbamazepin AMW10M1 $\mu\text{g/l}$ Zulauf (Sep.)
- Carbamazepin AMW10M1 $\mu\text{g/l}$ Ablauf (Sep.)



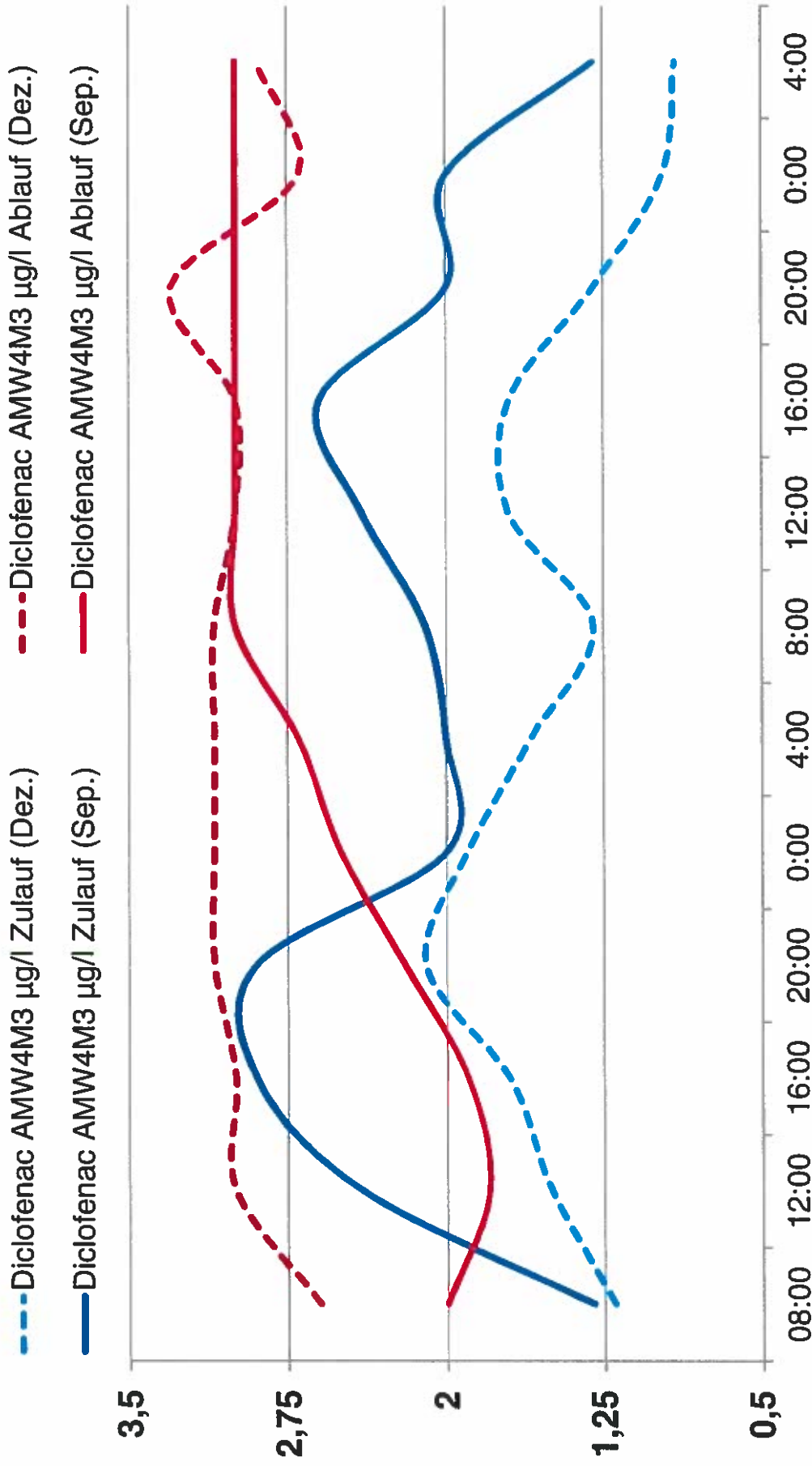
MBR NORDKANAL

Analgetika - Ibuprofen [$\mu\text{g/l}$]



MBR NORDKANAL

Analgetika - Diclofenac [$\mu\text{g/l}$]



1.Tag

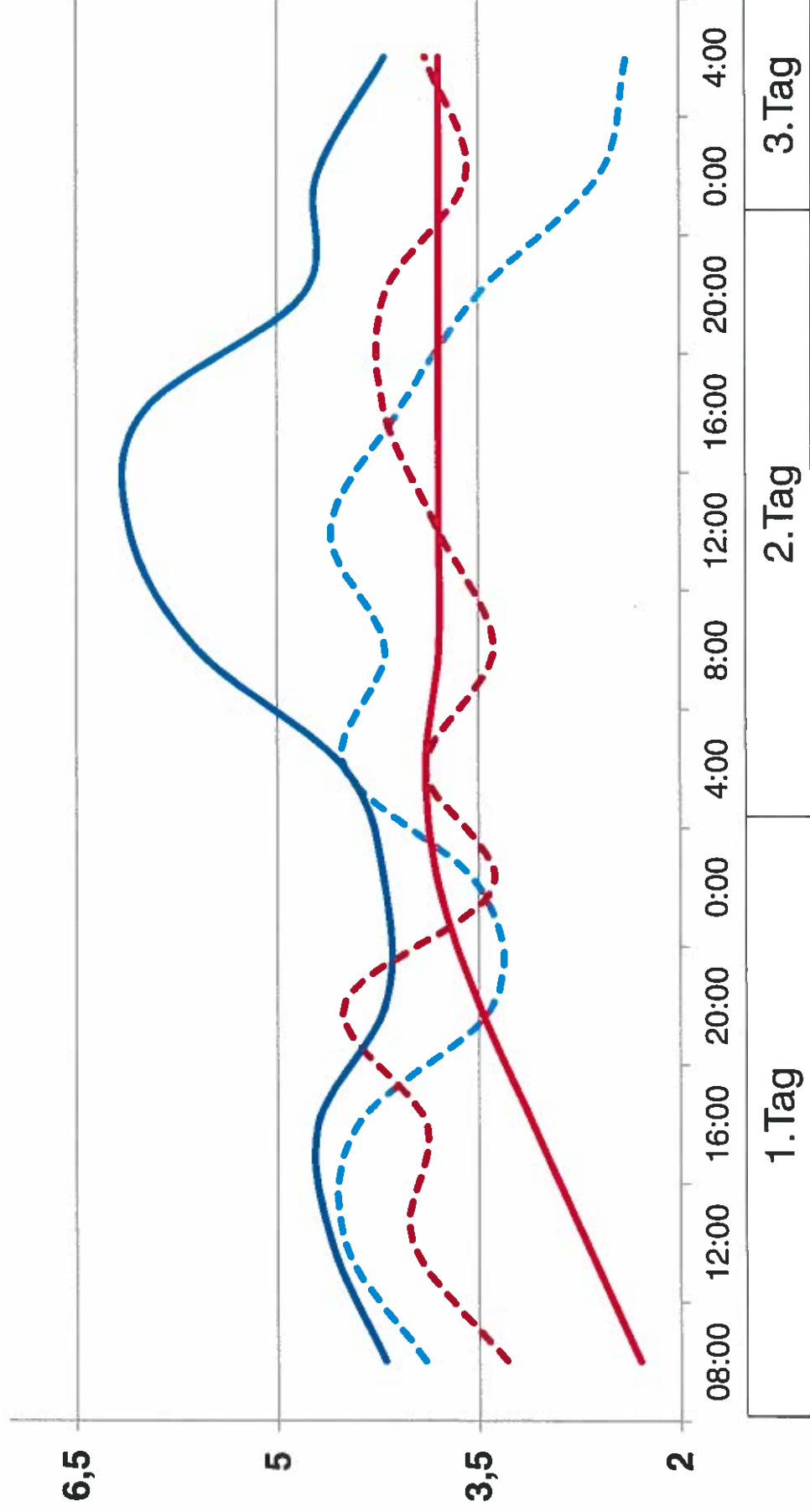
2.Tag

3.Tag

MBR NORDKANAL

Betablocker - Metoprolol [$\mu\text{g/l}$]

- Metoprolol AMW16M2 $\mu\text{g/l}$ Zulauf (Dez.)
- Metoprolol AMW16M2 $\mu\text{g/l}$ Ablauf (Dez.)
- Metoprolol AMW16M2 $\mu\text{g/l}$ Zulauf (Sep.)
- Metoprolol AMW16M2 $\mu\text{g/l}$ Ablauf (Sep.)

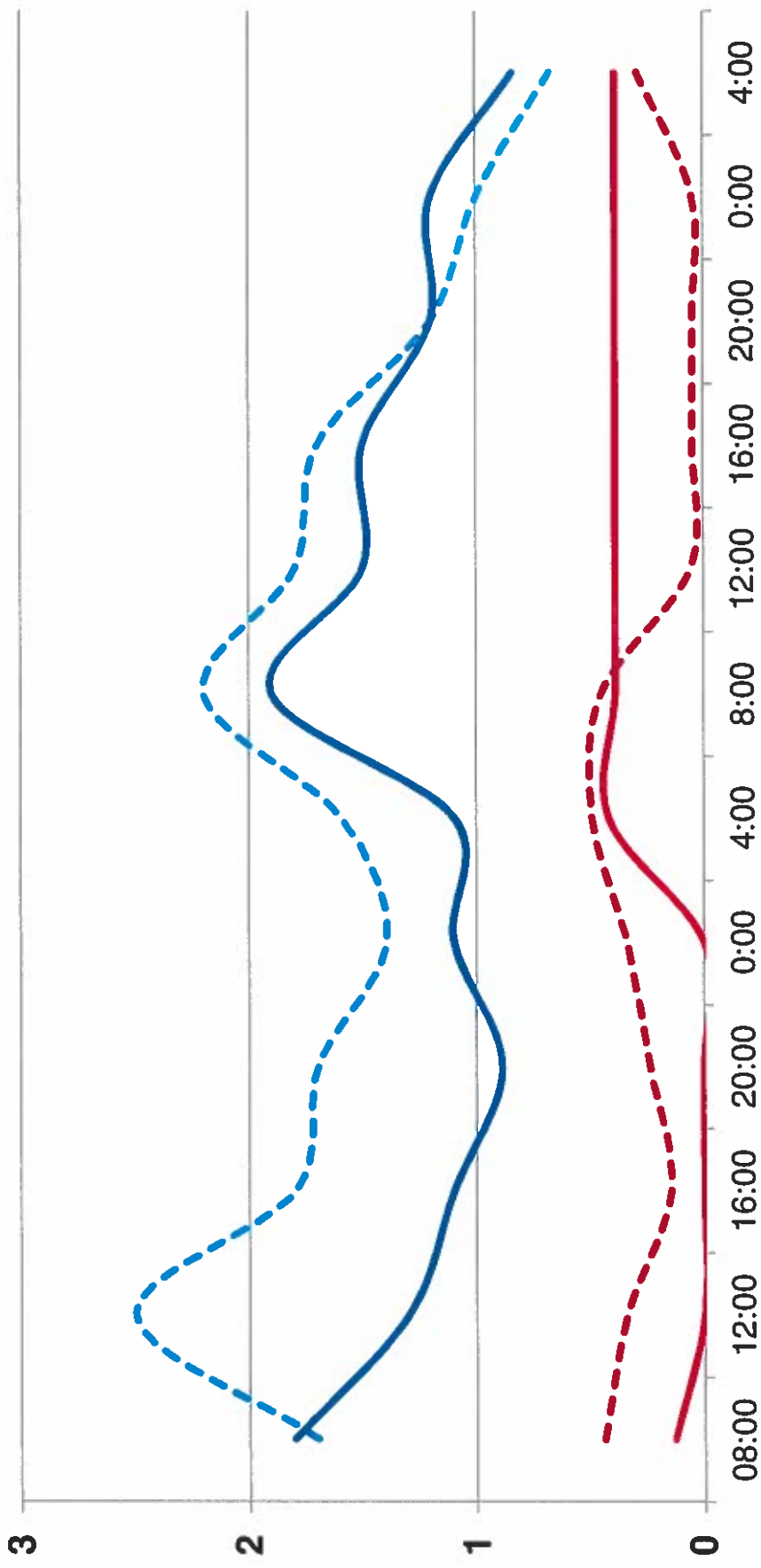


MBR NORDKANAL

Antibiotika - Sulfamethoxazol [$\mu\text{g/l}$]

--- Sulfamethoxazol AMW13M1 $\mu\text{g/l}$ Zulauf (Dez.) - - - Sulfamethoxazol AMW13M1 $\mu\text{g/l}$ Ablauf (Dez.)

— Sulfamethoxazol AMW13M1 $\mu\text{g/l}$ Zulauf (Sep.) — Sulfamethoxazol AMW13M1 $\mu\text{g/l}$ Ablauf (Sep.)



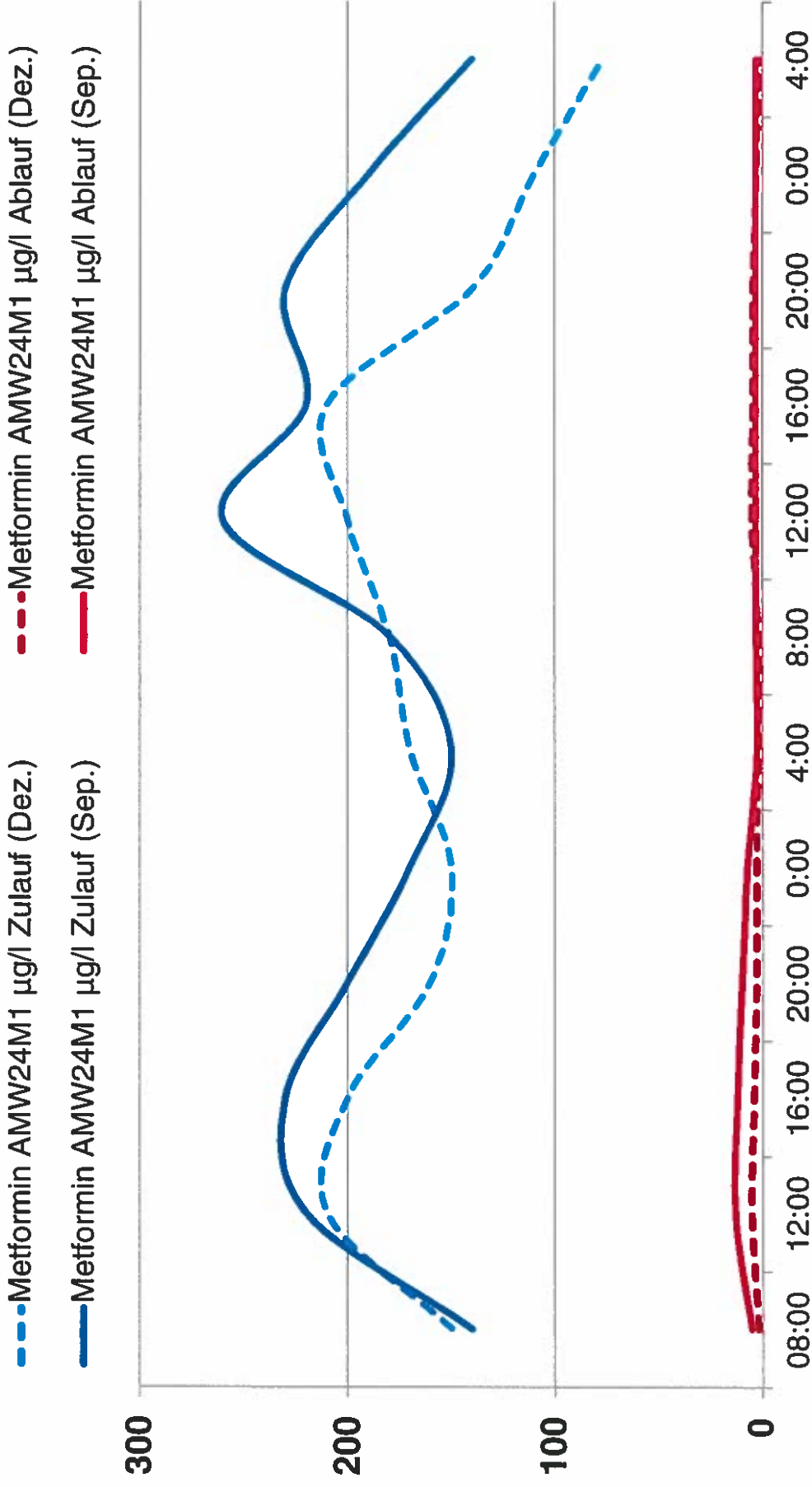
1.Tag

2.Tag

3.Tag

MBR NORDKANAL

Antidiabetika - Metformin [$\mu\text{g/l}$]



1.Tag

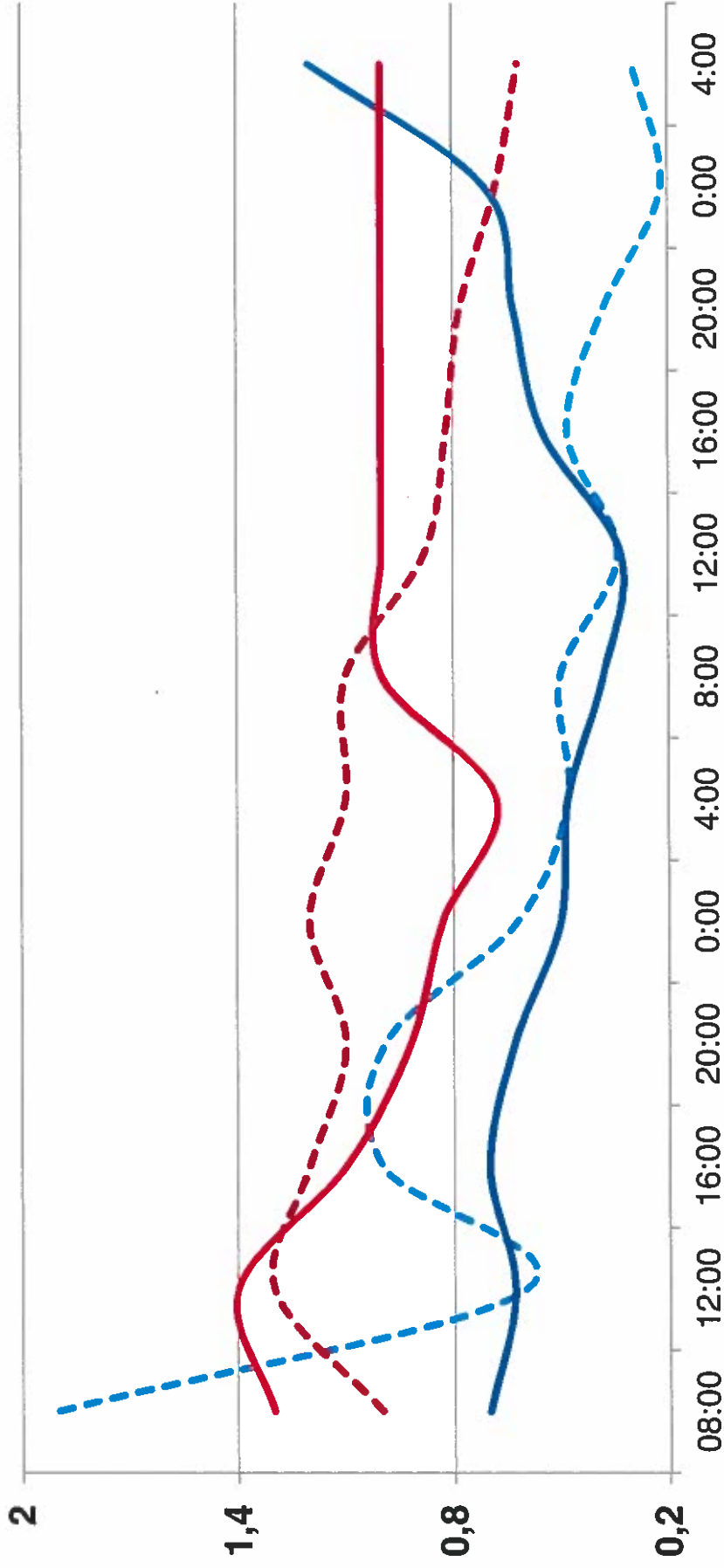
2.Tag

3.Tag

MBR NORDKANAL

Röntgenkontrastmittel - Amidotrizoesäure [$\mu\text{g/l}$]

- Amidotrizoesäure RKM5M2 $\mu\text{g/l}$ Zulauf (Dez.)
- Amidotrizoesäure RKM5M2 $\mu\text{g/l}$ Ablauf (Dez.)
- Amidotrizoesäure RKM5M2 $\mu\text{g/l}$ Zulauf (Sep.)
- Amidotrizoesäure RKM5M2 $\mu\text{g/l}$ Ablauf (Sep.)



1.Tag

2.Tag

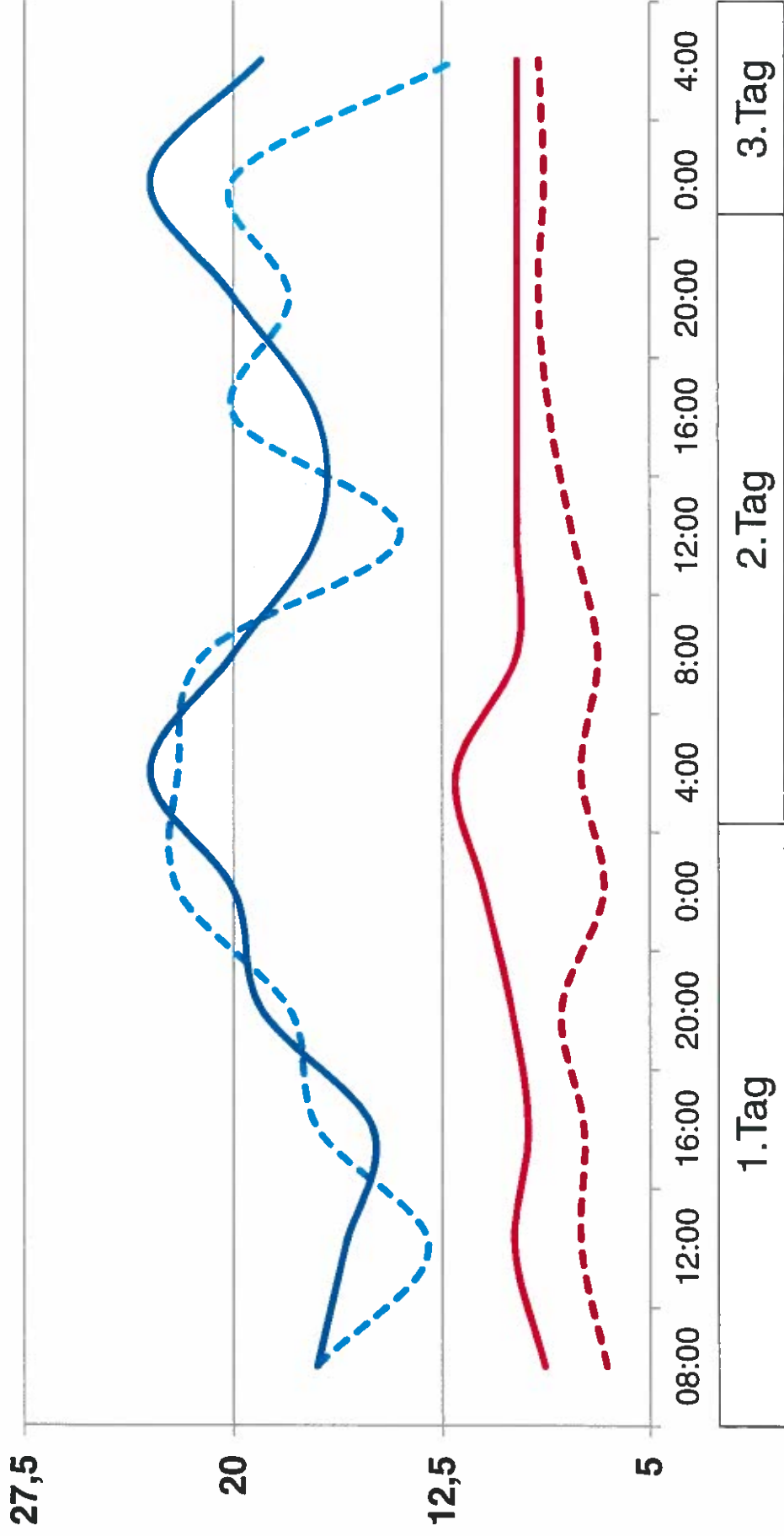
3.Tag

MBR NORDKANAL

Korrosionsschutzmittel – 1H-Benzotriazol [$\mu\text{g/l}$]

--- 1H-Benzotriazol OC1M2 $\mu\text{g/l}$ Zulauf (Dez.) - - - 1H-Benzotriazol OC1M2 $\mu\text{g/l}$ Ablauf (Dez.)

— 1H-Benzotriazol OC1M2 $\mu\text{g/l}$ Zulauf (Sep.) — 1H-Benzotriazol OC1M2 $\mu\text{g/l}$ Ablauf (Sep.)

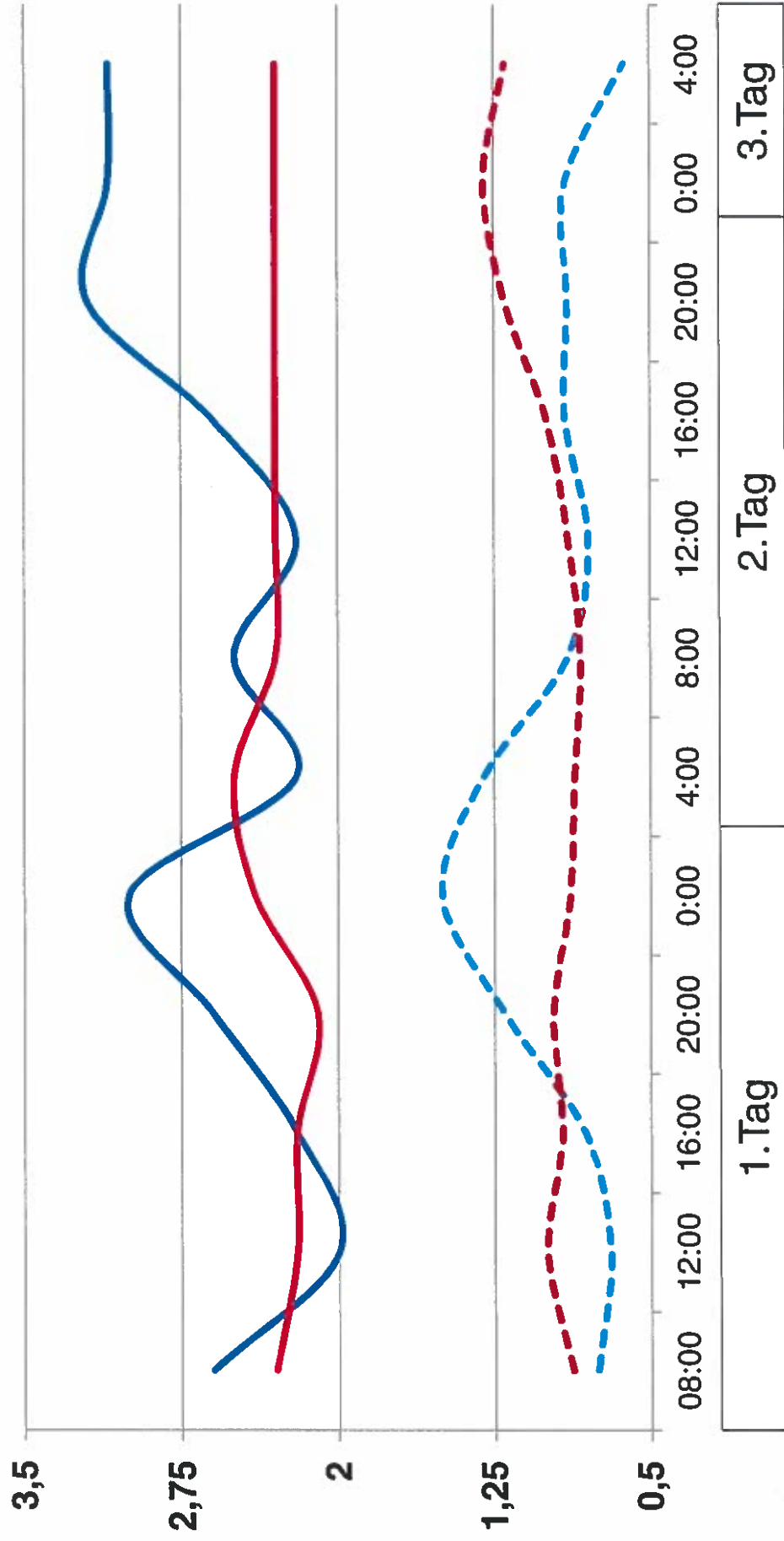


MBR NORDKANAL

Flammschutzmittel – Triphosphat (TCPP) [$\mu\text{g/l}$]

--- Tris(2-chlorisopropyl) phosphat (TCPP) OC3M3 $\mu\text{g/l}$ Zulauf (Dez.) - - - Tris(2-chlorisopropyl) phosphat (TCPP) OC3M3 $\mu\text{g/l}$ Ablauf (Dez.)

--- Tris(2-chlorisopropyl) phosphat (TCPP) OC3M3 $\mu\text{g/l}$ Zulauf (Sep.) - - - Tris(2-chlorisopropyl) phosphat (TCPP) OC3M3 $\mu\text{g/l}$ Ablauf (Sep.)



Anlagen

Energiemessprogramm 2014

Erft  Verband

Monat	Energiedaten/0.0. - Nicht Messbare Verbraucher			Energiedaten/0.1. - Sonstige			
	Nicht messbare Verbraucher Gesamt	Nicht messbare Verbraucher STA	Nicht messbare Verbraucher STN	Summe 0.1. Sonstige	071-01-07-AP-22-001 Dosierpumpe 1 Sauerkrautlake	071-01-07-AP-22-002 Dosierpumpe 2 Sauerkrautlake	071-03-03-AP-01-101 Entleerungspumpe BB 1
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar							
Februar							
März							
April							
Mai							
Juni							
Juli							
August							
September	5.361,763	1.937,079	5.234,415	11.316,983	0,000*	0,000	0,000
Oktober	7.579,007	4,39e+6	7.369,121	17.036,828	0,000	0,000	12,984
November	3.829,117	3.027,797	3.635,994	15.760,528	0,000	0,000	0,000
Dezember	2.481,465	4.340,395	2.080,819	16.881,416	0,000	0,000	0,000
Max	7.579,007	4,39e+6	7.369,121	17.036,828	0,000	0,000	12,984
Min	2.481,465	1.937,079	2.080,819	11.316,983	0,000	0,000	0,000
Wert	19.251.351	4.40e+6	18.220.349	60.995.755	0,000*	0,000	12,984

Energiedaten/0.1. - Sonstige							
Monat	071-03-AP-01-201 Entleerungspumpe BB 2	071-03-03-AP-01-301 Entleerungspumpe BB 3	071-03-03-AP-01-401 Entleerungspumpe BB 4	071-01-07-AM-27-001 Rührwerk Speicher Sauerkrautlake	071-05-02-AK-23-001 Fäkalnahmerechen	071-05-02-AP-01-001 Fäkalpumpe 1	071-05-02-AP-01-002 Fäkalpumpe 2
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar							
Februar							
März							
April							
Mai							
Juni							
Juli							
August							
September	0,000	0,000	0,000	0,000	0,709	1,535	0,622
Oktober	11,685	39,791	8,925	0,000	12,609	6,310	2,510
November	0,000	0,000	0,000	0,000	1,778	3,188	1,243
Dazember	0,000	0,000	0,000	0,000	3,870	2,628	1,418
Max	11,685	39,791	8,925	0,000	12,609	6,310	2,510
Min	0,000	0,000	0,000	0,000	0,709	1,535	0,622
Wert	11,685	39,791	8,925	0,000	18,967	13,661	5,793

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2014

Monat	Energiedaten/0.1. - Sonstige				Energiedaten/1.0. - Summe Hebewerke	Energiedaten/1.1. - Hebewerk STA	
	071-12-02-AN-42-001 Kompressor 1	071-12-02-AN-42-104 Kompressor 4	071-12-02-EG-01-001 Druckerhöhungsanlage Brauchwasser 1	071-12-02-EG-01-002 Druckerhöhungsanlage Brauchwasser 2		Summe 1.1. Hebewerk STA	662-03-01-AP-01-001 Zulaufpumpe 1 STA
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar							
Februar							
März							
April							
Mai							
Juni							
Juli							
August	913,034	1.257,211	323,021	8.820,851	18.967,346	15.317,727	382,482
September	1.590,928	1.407,210	377,948	13.565,927	28.091,411	22.158,261	488,599
Oktober	1.475,563	1.303,235	370,825	12.604,695	22.065,511	18.651,899	88,337
November	1.822,348	1.587,925	378,519	13.084,708	33.926,558	26.449,980	547,436
Dezember	1.822,348	1.587,925	378,519	13.565,927	33.926,558	26.449,980	547,436
Max	913,034	1.257,211	323,021	8.820,851	18.967,346	15.317,727	88,337
Min	5.801,873	5.555,581	1.450,312	48.076,181	103.050,826	80.577,866	1.486,853
Wert							

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2014

Energiedaten/1.1. - Hebewerk STA							
Monat	662-03-01-AP-01-002 Zulaufpumpe 2 STA	662-03-01-AP-01-003 Zulaufpumpe 3 STA	662-03-01-AP-01-004 Zulaufpumpe 4 STA	662-03-01-AP-01-005 Zulaufpumpe 5 STA	662-01-01-AM-27-001 Rührwerk 1 Störfallbecken STA	662-01-01-AM-27-002 Rührwerk 2 Störfallbecken STA	662-01-06-AP-01-001 Entleerungspumpe 1 Störfallbecken STA
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar							
Februar							
März							
April							
Mai							
Juni							
Juli							
August							
September	4.505,731	3.701,279	2.569,655	4.168,830	0,000	0,000	0,000
Oktober	5.123,684	4.836,848	4.206,290	6.799,458	334,405	332,394	4,446
November	4.503,922	4.489,357	3.433,213	4.122,175	0,000	0,000	0,000
Dezember	6.721,797	6.518,021	5.124,048	7.536,320	0,000	0,000	0,021
Max	6.721,797	6.518,021	5.124,048	7.536,320	334,405	332,394	4,446
Min	4.503,922	3.701,279	2.569,655	4.122,175	0,000	0,000	0,000
Wert	20.855,135	19.555,505	15.333,205	22.626,783	334,405	332,394	4,467

Monat	Energiedaten/1.1. - Hebewerk STA		Energiedaten/1.2. - Hebewerk PWK				
	662-01-06-AP-01-002 Entleerungspumpe 2 Störfallbecken STA	622-01-06-AP-01-003 Entleerungspumpe 3 Störfallbecken STA	Summe 1.2. Hebewerk PWK	489-01-08-AP-01-001 Zulaufpumpe 1 Korschenbroich	489-01-08-AP-01-002 Zulaufpumpe 2 Korschenbroich	489-01-08-AP-01-003 Zulaufpumpe 3 Korschenbroich	489-01-08-AP-01-004 Zulaufpumpe 4 Korschenbroich
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar							
Februar							
März							
April							
Mai							
Juni							
Juli							
August							
September	0,000	9,760	2.752,478	862,954	812,903	886,051	180,568
Oktober	2,935	29,201	4.394,828	1.092,307	1.029,969	1.157,849	1.114,704
November	0,000	4,885	3.843,063	947,948	882,942	1.014,879	987,294
Dezember	0,000	2,337	5.678,332	1.400,874	1.315,414	1.490,499	1.471,545
Max	2,935	29,201	5.678,332	1.400,874	1.315,414	1.490,499	1.471,545
Min	0,000	2,337	2.752,476	862,954	812,903	886,051	180,568
Wert	2,935	46,183	16.868,700	4.304,084	4.051,228	4.559,278	3.754,110

Monat	Energiedaten/1.3. - Hebewerk Schmutzwasserpumpen STN		Energiedaten/2.0. - Summe Mechanische Vorbehandlung MVB		Energiedaten/2.1. - Grobrechen STA		
	Summe 1.3. Hebewerk Schmutzwasserpumpen STN	071-03-02-AP-01-001 Schmutzwasserpumpe 1	071-03-02-AP-01-002 Schmutzwasserpumpe 2	Summe Mechanische Vorbehandlung MVB gesamt (2.1 - 2.4)	Summe 2.1. Grobrechen STA	662-05-01-AT-44-001 Grobrechen 1 STA	662-05-01-AT-44-002 Grobrechen 2 STA
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar				0,000			
Februar				0,000			
März				0,000			
April				0,000			
Mai				0,000			
Juni				0,000			
Juli				0,000			
August	897,143	289,582	607,561	6.381,812	338,126	10,213	23,819
September	1.538,321	483,155	1.055,167	11.149,482	287,767	28,625	0,650
Oktober	1.570,550	484,222	1.086,327	10.621,862	374,548	19,952	13,682
November	1.798,246	551,251	1.246,995	9.955,154	565,974	17,584	35,638
Dezember	1.798,246	551,251	1.246,995	11.149,482	565,974	28,625	35,638
Max	897,143	289,582	607,561	0,000	287,767	10,213	0,650
Min	5.804,260	1.808,211	3.986,050	37.988,310	1.566,415	74,374	73,798
Wert							

Monat	Energiedaten/2.1. - Grobrechen STA		Energiedaten/2.2. - Feinrechen STN				
	662-05-01-AF-21-001 Rechengutförderer STA	662-05-01-AK-23-001 RG Waschpresse STA	Summe 2.2. Feinrechen STN	071-05-01-AT-45-001 Feinrechen 1	071-05-01-AT-45-002 Feinrechen 2	071-05-01-AF-21-001 Rechengutförderer Feinrechen	071-05-01-AK-23-001 RG Waschpresse Feinrechen
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar							
Februar							
März							
April							
Mai							
Juni							
Juli							
August							
September	24,893	279,202	77,542	7,080	10,196	19,574	40,693
Oktober	23,486	237,006	100,624	9,392	13,214	25,207	52,812
November	26,180	312,725	97,023	8,887	12,919	24,393	50,823
Dezember	43,118	469,635	114,911	10,923	14,990	29,034	59,964
Max	43,118	469,635	114,911	10,923	14,990	29,034	59,964
Min	23,486	237,006	77,542	7,080	10,196	19,574	40,693
Wert	119,676	1.298.567	390,100	36,282	51,319	98,208	204,291

Monat	Energiedaten/2.3. - Sandfang STN						
	Summe 2.3. Sandfang STN	071-05-03-AN-34-001 Gebläse Sandfang 1	071-05-03-AN-34-002 Gebläse Sandfang 2	071-05-03-AT-09-001 Ausstragschnecke Sandwaschklassierer	071-05-03-AM-54-001 Rührwerk Sandwaschklassierer	071-05-03-AP-01-001 Sandpumpe 1 Sandfang	071-05-03-AP-01-002 Sandpumpe 2 Sandfang
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar							
Februar							
März							
April							
Mai							
Juni							
Juli							
August							
September	3.078,478	2.907,285	0,000	0,819	44,834	73,837	34,869
Oktober	4.410,371	2.334,784	1.814,129	0,593	70,945	111,457	53,017
November	3.893,212	0,000	3.637,532	0,277	69,512	109,221	51,600
Dezember	4.324,082	0,000	4.059,251	0,709	71,768	113,034	53,598
Max	4.410,371	2.907,265	4.059,251	0,819	71,768	113,034	53,598
Min	3.078,476	0,000	0,000	0,277	44,834	73,837	34,869
Wert	15.706,141	5.242,049	9.510,911	2,399	257,058	407,549	193,284

Monat	Energiedaten/2.3. - Sandfang STN	Energiedaten/2.4. - Feinsieb STN					071-05-01-AF-21-003 Rechengrifförderer Notstieb kWh
	071-05-03-AE-59-001 Fahrwerk Sandfang kWh	Summe 2.4. Feinsieb STN kWh	071-05-01-AE-47-001 Notstieb kWh	071-05-01-AE-47-002 Feinsieb 1 kWh	071-05-01-AE-47-003 Feinsieb 2 kWh	071-05-01-AF-21-002 Rechengrifförderer Feinsieb kWh	
Januar							
Februar							
März							
April							
Mai							
Juni							
Juli							
August							
September	16,852	2.887,688	16,709	356,374	193,015	419,100	24,621
Oktober	25,446	6.350,719	20,975	596,597	169,940	610,093	32,339
November	24,871	6.167,080	21,059	587,749	182,345	600,211	32,188
Dezember	25,722	4.950,188	33,851	589,716	275,450	650,335	46,815
Max	25,722	6.350,719	33,851	596,597	275,450	650,335	46,815
Min	16,852	2.887,688	16,709	356,374	162,345	419,100	24,621
Wert	92,891	20.325,655	92,595	2.130,436	800,750	2.279,739	135,963

Energiedaten/2.4. - Feinsieb STN							
Monat	071-05-01-AK-23-002 Querförderschnecke Feinsiebanlage	071-05-01-AP-35-020 P1 Hochdruckpumpe Feinsieb 1	071-05-01-AP-35-021 P2 Hochdruckpumpe Feinsieb 1	071-05-01-AP-35-030 P1 Hochdruckpumpe Feinsieb 2	071-05-01-AP-35-031 P2 Hochdruckpumpe Feinsieb 2	071-05-01-AP-25-001 Verdrängerpumpe Rechengutverfüllung	071-05-01-AT-65-020 M2 Spindeltrieb Feinsieb 1
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar							
Februar							
März							
April							
Mai							
Juni							
Juli							
August	1.135,480	51,327	47,378	219,376	181,531	115,801	98,053
September	1.656,262	1.126,555	1.039,897	336,227	278,262	412,882	30,253
Oktober	1.927,726	1.093,391	1.008,284	325,189	289,122	380,258	29,236
November	1.757,728	300,322	278,031	328,274	271,538	389,646	8,085
Dezember	1.757,728	1.126,555	1.039,897	336,227	278,262	412,882	96,053
Max	1.135,480	51,327	47,378	219,376	181,531	115,801	8,085
Min	6.177,197	2.571,594	2.374,590	1.209,066	1.000,454	1.277,585	163,627
Wert							

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2014

Monat	Energiedaten/2.4. - Feinsieb STN			Energiedaten/3.0.- Summe Biologische Reinigung	Energiedaten/3.1. - Beleuchtung BB 1-4		
	071-05-01-AT-66-021 M3 Spindelantrieb Feinsieb 1	071-05-01-AT-66-030 M2 Spindelantrieb Feinsieb 2	071-05-01-AT-66-031 M3 Spindelantrieb Feinsieb 2	Summe Biologische Reinigung gesamt (3.1 - 3.4)	Summe 3.1. Beleuchtung BB 1-4	071-06-03-AN-34-001 Gebälse 1 Belebung	071-06-03-AN-34-002 Gebälse 2 Belebung
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar							
Februar							
März							
April							
Mai							
Juni							
Juli							
August							
September	1,152	5,475	4,275	83,948,854	49.731,136	10.242,249	9.897,212
Oktober	25,526	8,380	6,530	127.410,123	73.178,788	14.904,834	14.720,464
November	24,889	8,109	6,316	129.198,517	75.286,441	15.378,949	15.158,480
Dezember	6,833	8,160	6,403	130.522,571	75.037,162	15.424,720	14.891,749
Max	25,526	8,380	6,530	130.522,571	75.296,441	15.424,720	15.158,480
Min	1,152	5,475	4,275	83,948,854	49.731,136	10.242,249	9.897,212
Wert	58,410	30,124	23,524	471.080,064	273.243,527	55.950,752	54.665,916

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2014

Monat	Energiedaten/3.1. - Belüftung BB 1-4			Energiedaten/3.2.0. - Summe Umwälzung Rührwerke BB 1-4	Energiedaten/3.2.1. - Umwälzung Rührwerke BB1		
	071-06-03-AN-34-003 Gebläse 3 Belebung	071-06-03-AN-34-004 Gebläse 4 Belebung	071-06-03-AN-34-005 Gebläse 5 Belebung		Summe 3.2.1. Umwälzung Rührwerke BB1	071-06-03-AM-27-101 Rührwerk 1 Straße 1 Nitrifikation (BB1)	071-06-03-AM-27-102 Rührwerk 2 Straße 1 Nitrifikation (BB1)
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar							
Februar							
März							
April							
Mai							
Juni							
Juli							
August							
September	9.729,034	10.162,671	9.699,969	29.244,678	7.176,380	686,224	893,647
Oktober	14.295,097	14.616,033	14.642,360	44.374,801	11.290,050	1.112,763	1.405,718
November	14.557,844	15.153,633	15.049,525	48.911,981	11.684,832	1.197,584	1.489,165
Dezember	14.688,621	15.070,893	14.961,179	50.107,161	11.936,440	1.209,309	1.531,810
Max	14.688,621	15.153,633	15.049,525	50.107,161	11.936,440	1.209,309	1.531,810
Min	9.729,034	10.162,671	9.699,969	29.244,878	7.176,380	686,224	893,647
Wert	53.270,596	55.003,230	54.353,034	172.638,721	42.067,702	4.215,880	5.330,340

Monat	Energiedaten/3.2.1. - Umwälzung Rührwerke BB1				Energiedaten/3.2.2. - Umwälzung Rührwerke BB2		
	071-06-03-AM-27-103 Rührwerk 1 Straße 2 Nitrifikation (BB1)	071-06-03-AM-27-104 Rührwerk 2 Straße 2 Nitrifikation (BB1)	071-06-04-AM-27-101 Rührwerk Deml Becken 1	071-06-05-AM-27-101 Rührwerk Varlo Becken 1	Summe 3.2.2. Umwälzung Rührwerke BB2	071-06-03-AM-27-201 Rührwerk 1 Straße 3 Nitrifikation (BB2)	071-06-03-AM-27-202 Rührwerk 2 Straße 3 Nitrifikation (BB2)
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar							
Februar							
März							
April							
Mai							
Juni							
Juli							
August							
September	863,610	784,357	2.710,173	1.248,389	8.507,747	989,579	736,862
Oktober	1.369,206	1.250,701	4.231,904	1.919,757	13.008,185	1.527,569	1.141,159
November	1.478,146	1.350,128	4.288,138	1.841,689	13.586,812	1.865,692	1.244,952
Dezember	1.508,961	1.352,707	4.403,098	1.930,554	14.109,882	1.685,589	1.280,338
Max	1.508,961	1.352,707	4.403,098	1.930,554	14.109,882	1.685,589	1.280,338
Min	863,610	784,357	2.710,173	1.248,369	8.507,747	989,579	736,862
Wert	5.219.923	4.717.894	15.643.315	6.940.350	49.212.626	5.878.429	4.403.412

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2014

Monat	Energiedaten/3.2.2. - Umwälzung Rührwerke BB2				Energiedaten/3.2.3. - Umwälzung Rührwerke BB3		
	071-06-03-AM-27-203 Rührwerk 1 Straße 4 Nitrifikation (BB2)	071-06-03-AM-27-204 Rührwerk 2 Straße 4 Nitrifikation (BB2)	071-06-04-AM-27-201 Rührwerk Deni Becken 2	071-06-05-AM-27-201 Rührwerk Varlo Becken 2	Summe 3.2.3. Umwälzung Rührwerke BB3	071-06-03-AM-27-301 Rührwerk 1 Straße 5 Nitrifikation (BB3)	071-06-03-AM-27-302 Rührwerk 2 Straße 5 Nitrifikation (BB3)
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar							
Februar							
März							
April							
Mai							
Juni							
Juli							
August							
September	846,022	967,680	2.669,738	2.287,767	6.875,260	951,911	842,437
Oktober	1.303,738	1.487,282	4.007,134	3.541,302	9.077,209	1.256,989	1.042,842
November	1.403,333	1.822,486	4.108,140	3.542,210	12.075,160	1.883,824	1.432,531
Dezember	1.423,630	1.635,707	4.274,105	3.810,514	12.345,651	1.705,313	1.453,928
Max	1.423,630	1.635,707	4.274,105	3.810,514	12.345,651	1.705,313	1.453,928
Min	846,022	967,680	2.669,738	2.287,767	6.875,260	951,911	842,437
Wert	4.976,723	5.713,155	15.069,116	13.181,792	40.173,261	5.600,037	4.771,738

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2014

Monat	Energiedaten/3.2.3. - Umwälzung Rührwerke BB3				Energiedaten/3.2.4. - Umwälzung Rührwerke BB4		
	071-06-03-AM-27-303 Rührwerk 1 Straße 6 Nitrifikation (BB3)	071-06-03-AM-27-304 Rührwerk 2 Straße 6 Nitrifikation (BB3)	071-06-04-AM-27-301 Rührwerk Dani Becken 3	071-06-05-AM-27-301 Rührwerk Vario Becken 3	Summe 3.2.4. Umwälzung Rührwerke BB4	071-06-03-AM-27-401 Rührwerk 1 Straße 7 Nitrifikation (BB4)	071-06-03-AM-27-402 Rührwerk 2 Straße 7 Nitrifikation (BB4)
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar							
Februar							
März							
April							
Mai							
Juni							
Juli							
August							
September	806,257	0,000	2.822,704	1.251,942	6.885,500	902,244	818,321
Oktober	1.071,750	281,782	3.745,278	1.676,568	10.998,357	1.502,635	1.353,382
November	1.474,238	1.177,484	4.438,334	1.867,782	11.585,087	1.837,309	1.521,418
Dezember	1.475,206	1.193,313	4.571,714	1.946,177	11.715,188	1.614,417	1.478,010
Max	1.475,206	1.193,313	4.571,714	1.946,177	11.715,188	1.637,309	1.521,418
Min	806,257	0,000	2.822,704	1.251,942	6.885,500	902,244	818,321
Wert	4.827,448	2.652,559	15.579,030	6.742,449	41.185,132	5.656,604	5.179,131

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2014

Monat	Energiedaten/3.2.4. - Umwälzung Rührwerke BB4				Energiedaten/3.3.0. - Summe Rezirkulation BB 1-4	Energiedaten/3.3.1. - Rezirkulation BB1
	071-06-03-AM-27-403 Rührwerk 1 Straße 8 Nitrifikation (BB4)	071-06-03-AM-27-404 Rührwerk 2 Straße 8 Nitrifikation (BB4)	071-06-04-AM-27-401 Rührwerk Dentl Becken 4	071-06-05-AM-27-401 Rührwerk Varlo Becken 4	Summe Rezirkulation BB 1-4 gesamt (3.3.1 - 3.3.4)	Summe 3.3.1. Rezirkulation BB1
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar						
Februar						
März						
April						
Mai						
Juni						
Juli						
August	913,404	373,554	2.640,279	1.239,988	4.805,654	1.887,357
September	1.524,411	615,990	4.113,791	1.879,148	9.608,404	3.479,661
Oktober	1.668,168	669,461	4.236,598	1.850,134	4.749,238	2.480,661
November	1.637,699	670,502	4.359,382	1.955,178	5.091,513	2.670,613
Dezember	1.668,168	670,502	4.359,382	1.955,178	9.608,404	3.479,661
Max	913,404	373,554	2.640,279	1.239,988	4.749,238	1.887,357
Min	5.743,682	2.329,507	15.352,051	6.924,158	24.254,808	10.318,282
Wert						
						071-03-04-AP-24-101 Rezipumpe 1 Belebung 1
						1.275,752
						2.584,995
						2.480,661
						2.670,613
						2.670,613
						1.275,752
						9.012,011

Monat	Energiedaten/3.3.1.- Rezirkulation BB1		Energiedaten/3.3.2. - Rezirkulation BB2				Energiedaten/3.3.3. - Rezirkulation BB3					
	071-03-04-AP-24-102 Rezipumpe 2 Belegung 1	kWh	Summe 3.3.2. Rezirkulation BB2	071-03-04-AP-24-201 Rezipumpe 1 Belegung 2	kWh	071-03-04-AP-24-202 Rezipumpe 2 Belegung 2	kWh	Summe 3.3.3. Rezirkulation BB3	071-03-04-AP-24-301 Rezipumpe 1 Belegung 3	kWh	071-03-04-AP-24-302 Rezipumpe 2 Belegung 3	kWh
Januar												
Februar												
März												
April												
Mai												
Juni												
Juli												
August												
September	411,605		1.028,092	595,112		430,980		1.375,246	385,179		990,066	
Oktober	894,666		2.085,881	1.255,070		830,810		2.508,608	665,301		1.843,506	
November	0,000		814,774	0,000		814,774		764,438	764,438		0,000	
Dezember	0,000		824,100	0,000		824,100		884,081	884,081		0,000	
Max	894,666		2.085,881	1.255,070		830,810		2.508,608	884,081		1.843,506	
Min	0,000		814,774	0,000		430,980		764,438	385,179		0,000	
Wert	1.306,271		4.750,847	1.850,183		2.900,664		5.532,572	2.699,000		2.833,572	

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2014

Monat	Energiedaten/3.3.4. - Rezirkulation BB4		Energiedaten/3.4. - Phosphatfällung		Energiedaten/4.0. - Summe Membranfiltration	Energiedaten/4.1.0. - Summe Beifügung AC Strasse 1-8
	Summe 3.3.4. Rezirkulation BB4	071-03-04-AP-24-401 Rezirkulation 1 Belegung 4	Summe 3.4. Phosphatfällung	071-07-03-EG-01-001 Stromaufnahme Phosphatfällung		
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar						
Februar						
März						
April						
Mai						
Juni						
Juli						
August						
September	716,959	327,608	167,186	167,186	69.258,943	49.964,914
Oktober	1.534,054	746.008	248,130	248,130	75.086,240	62.394,233
November	889,374	0,000	240,957	240,957	62.635,113	51.585,486
Dezember	712,720	0,000	286,735	286,735	101.544,284	87.836,493
Max	1.534,054	746,008	286,735	286,735	101.544,284	87.836,493
Min	689,374	0,000	167,186	167,186	62.535,113	49.964,914
Wert	3.653,107	1.073.616	943,008	943,008	308.424,580	251.781,127

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2014

Monat	Energiedaten/4.1.1.- Belüftung AC Strasse 1	Energiedaten/4.1.2.- Belüftung AC Strasse 2	Energiedaten/4.1.3.- Belüftung AC Strasse 3	Energiedaten/4.1.4.- Belüftung AC Strasse 4	Energiedaten/4.1.5.- Belüftung AC Strasse 5	Energiedaten/4.1.6.- Belüftung AC Strasse 6	Energiedaten/4.1.7.- Belüftung AC Strasse 7
	071-07-01-AN-34-001 Gebläse 1.1 Membranfiltration	071-07-01-AN-34-002 Gebläse 1.2 Membranfiltration	071-07-01-AN-34-003 Gebläse 2.1 Membranfiltration	071-07-01-AN-34-004 Gebläse 2.2 Membranfiltration	071-07-01-AN-34-005 Gebläse 3.1 Membranfiltration	071-07-01-AN-34-006 Gebläse 3.2 Membranfiltration	071-07-01-AN-34-007 Gebläse 4.1 Membranfiltration
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar							
Februar							
März							
April							
Mai							
Juni							
Juli							
August							
September	8.341,693	6.271,600	5.876,625	5.660,676	9.461,783	7.093,387	5.459,051
Oktober	9.217,354	8.631,078	8.160,918	7.986,304	10.774,156	5.063,979	8.383,748
November	6.385,617	8.892,226	8.254,175	6.276,365	11.933,512	0,000	7.076,559
Dezember	11.563,278	11.470,050	10.977,449	11.732,962	17.325,323	0,000	13.076,541
Max	11.563,278	11.470,050	10.977,449	11.732,962	17.325,323	7.093,387	13.076,541
Min	6.385,617	6.692,226	5.676,625	5.660,676	9.461,783	0,000	5.459,051
Wert	35.507.942	35.064.854	31.069.167	31.656.606	49.494.773	12.157.366	33.997.898

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2014

Monat	Energiedaten/4.1.8. - Belüftung AC Strasse 8	Energiedaten/4.2.0. - Summe Permeatpumpen Strasse 1-8	Energiedaten/4.2.1. - Permeatpumpe Strasse 1	Energiedaten/4.2.2. - Permeatpumpe Strasse 2	Energiedaten/4.2.3. - Permeatpumpe Strasse 3	Energiedaten/4.2.4. - Permeatpumpe Strasse 4	Energiedaten/4.2.5. - Permeatpumpe Strasse 5
	071-07-01-AN-34-008 Gebäude 4.2 Membranfiltration	Summe Permeatpumpen Strasse 1-8 (4.2.1 - 4.2.8)	071-07-01-AP-02-101 Permeat Extraktionspumpe 1.1	071-07-01-AP-02-102 Permeat Extraktionspumpe 1.2	071-07-01-AP-02-201 Permeat Extraktionspumpe 2.1	071-07-01-AP-02-202 Permeat Extraktionspumpe 2.2	071-07-01-AP-02-301 Permeat Extraktionspumpe 3.1
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar							
Februar							
März							
April							
Mai							
Juni							
Juli							
August							
September	0,000	6.254,382	1.246,546	972,852	1.078,508	1.039,730	1.229,846
Oktober	4.178,697	12.638,030	1.997,715	1.532,709	1.687,343	1.587,630	1.475,578
November	6.865,033	10.883,532	1.302,660	1.398,520	1.391,628	1.188,358	1.584,710
Dzember	11.690,890	13.629,845	1.760,500	1.718,966	1.690,219	1.666,991	1.920,569
Max	11.690,890	13.629,845	1.997,715	1.718,966	1.690,219	1.666,991	1.920,569
Min	0,000	6.254,362	1.246,546	972,952	1.078,508	1.039,730	1.229,946
Wen	22.632,619	45.405,769	6.307,621	5.723,147	5.847,697	5.490,709	6.210,703

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2014

Monat	Energiedaten/4.2.6. - Permeatpumpe Strasse 6	Energiedaten/4.2.7. - Permeatpumpe Strasse 7	Energiedaten/4.2.8. - Permeatpumpe Strasse 8	Energiedaten/4.3. - Chemische Membranreinigung			
	071-07-01-AP-02-302 Permeat Extraktionspumpe 3.2 kWh	071-07-01-AP-02-401 Permeat Extraktionspumpe 4.1 kWh	071-07-01-AP-02-402 Permeat Extraktionspumpe 4.2 kWh	Summe 4.3. Chemische Membranreinigung kWh	071-06-12-AP-02-001 Reinigungspumpe 1 kWh	071-06-12-AP-02-002 Reinigungspumpe 2 kWh	071-06-12-AP-22-001 Befüllpumpe 1 Reinigungsbehälter kWh
Januar							
Februar							
März							
April							
Mai							
Juni							
Juli							
August	871,094	1.027,499	788,187	11.039,866	0,000	6,526	100,954
September	1.099,609	1.787,471	1.369,975	53,977	0,000	0,000	0,867
Oktober	1.268,639	1.647,243	1.203,575	80,095	0,000	0,000	0,000
November	1.568,312	1.859,156	1.445,133	77,946	0,000	0,000	0,000
Dezember	1.568,312	1.859,156	1.445,133	11.039,666	0,000	6,526	100,954
Max	871,094	1.027,499	788,187	53,977	0,000	0,000	0,000
Min	4.797,653	6.221,370	4.806,869	11.237,605	0,000	6,526	101,821
Wert							

		Energiedaten/4.3. - Chemische Membranreinigung						
Monat	071-06-12-AP-22-003 Umpumpe Reinigungsbehälter 1	071-06-12-AH-29-001 Behälterheizung 1 Ansatzbehälter 1	071-06-12-AH-29-003 Behälterheizung 2 Ansatzbehälter 1	071-06-12-AP-22-100 Chemiepumpe (Sekundärkreis)	071-06-12-AP-22-101 Umwälzpumpe 1 (Primärkreis 1)	071-06-12-AP-22-102 Umwälzpumpe 2 (Primärkreis 2)	071-06-12-AP-20-001 Dosierpumpe 1 NaOH	
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	
Januar								
Februar								
März								
April								
Mai								
Juni								
Juli								
August								
September	0,000	1.857,280	1.944,369	816,661	157,577	156,371	1,612	
Oktober	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,852	
November	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,085	
Dezember	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,327	
Max	0,000	1.857,280	1.944,369	816,661	157,577	156,371	1,612	
Min	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,852	
Wert	0,000	1.857,280	1.944,369	816,661	157,577	156,371	4,886	

Energiedaten/4.3. - Chemische Membranreinigung							
Monat	071-06-12-AP-20-003 Doslerpumpe 1 H2O2	071-06-12-AP-20-005 Doslerpumpe 1 NaOCI	071-06-12-AP-20-006 Doslerpumpe 2 NaOCI	071-06-12-AP-22-005 Entleerungspumpe Ansatzbehälter	071-06-12-AP-22-002 Befüllpumpe 2 Reinigungsbehälter	071-06-12-AP-22-004 Umpumpe Reinigungsbehälter 2	071-06-12-AH-29-002 Behälterheizung 1 Ansatzbehälter 2
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar							
Februar							
März							
April							
Mal							
Juni							
Juli							
August							
September	0,000	0,514	4,165	5,725	71,069	259,436	3,666,721
Oktober	0,000	2,117	2,116	0,000	0,000	0,000	0,000
November	0,000	2,727	2,727	0,000	0,000	0,000	0,000
Dezember	0,000	3,304	3,304	0,000	0,000	0,000	0,000
Max	0,000	3,304	4,165	5,725	71,069	259,436	3,666,721
Min	0,000	0,514	2,116	0,000	0,000	0,000	0,000
Wert	0,000	8,663	12,313	5,725	71,069	259,436	3,666,721

Monat	Energiedaten/4.3. - Chemische Membranreinigung						
	071-06-12-AH-29-020 Behälterheizung 2 Ansatzbehälter 2	071-06-12-AP-22-200 Chemiepumpe (Sekundärkreis)	071-06-12-AP-22-201 Umwälzpumpe 1 (Primärkreis 1)	071-06-12-AP-22-202 Umwälzpumpe 2 (Primärkreis 2)	071-06-12-AP-20-002 Dosierpumpe HCl	071-06-12-AP-20-004 Dosierpumpe 2 H2O2	071-06-12-AP-20-007 Dosierpumpe 1 Zitronensäure
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar							
Februar							
März							
April							
Mai							
Juni							
Juli							
August							
September	544,889	1.102,412	157,573	146,879	1,899	0,000	2,561
Oktober	0,000	0,000	0,000	0,000	2,322	0,000	2,992
November	0,000	0,000	0,000	0,000	2,719	0,000	3,517
Dezember	0,000	0,000	0,000	0,000	2,968	0,000	3,847
Max	544,889	1.102,412	157,573	146,879	2,968	0,000	3,847
Min	0,000	0,000	0,000	0,000	1,899	0,000	2,561
Wert	544,889	1.102,412	157,573	146,879	9,908	0,000	12,918

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2014

Monat	Energiedaten/4.3. - Chemische Membranreinigung			Energiedaten/5.0. - Summe MSE		Energiedaten/5.1. - MSE Zentrifuge		
	071-06-12-AP-20-006 Dosterpumpe 2 Zitronensäure kWh	071-06-12-AP-02-003 Vorverdichtungspumpe kWh	071-06-12-AP-22-006 Entleerungspumpe Ansatzbehälter kWh	Summe MSE gesamt (5.1 - 5.4) kWh	Summe 5.1. MSE Zentrifuge kWh	071-08-09-AP-01-001 Pumpe 1 Trübwasserbehälter kWh	071-08-09-AP-01-002 Pumpe 2 Trübwasserbehälter kWh	
Januar								
Februar								
März								
April								
Mai								
Juni								
Juli								
August								
September	2,065	30,210	2,197	5.786,990	2.387,115	359,349	280,341	
Oktober	2,858	39,854	0,000	8.042,969	3.197,343	549,324	424,950	
November	3,356	49,954	0,000	9.162,289	3.664,346	191,462	761,766	
Dezember	3,668	59,528	0,000	10.439,134	4.616,875	0,000	1.024,740	
Max	3,668	59,528	2,197	10.439,134	4.616,875	549,324	1.024,740	
Min	2,065	30,210	0,000	5.786,990	2.387,115	0,000	280,341	
Wert	11,946	179,545	2,197	33.443,383	13.865,679	1.100,136	2.491,787	

Monat	Energiedaten/6.1. - MSE Zentrifuge						
	071-08-05-AP-33-001 FHM Dostierpumpe 1 kWh	071-08-05-AP-33-002 FHM Dostierpumpe 2 kWh	071-08-01-AP-33-001 Dickschlammpumpe 1 kWh	071-08-01-AP-33-002 Dickschlammpumpe 2 kWh	071-03-09-AP-01-001 Trübwasserpumpe 1 kWh	071-03-09-AP-01-002 Trübwasserpumpe 2 kWh	071-08-09-AM-27-001 Rührwerk Trübwasserbehälter kWh
Januar							
Februar							
März							
April							
Mai							
Juni							
Juli							
August							
September	20,829	0,000	119,330	0,008	50,637	47,440	221,089
Oktober	28,277	0,000	155,792	0,000	73,195	68,319	259,195
November	36,369	0,000	177,944	0,000	79,045	78,142	418,528
Dezember	50,656	3,152	210,572	0,000	94,298	91,928	750,113
Max	50,656	3,152	210,572	0,008	94,298	91,928	750,113
Min	20,829	0,000	119,330	0,000	50,637	47,440	221,089
Wert	136,132	3,152	663,639	0,008	297,374	283,829	1.648,925

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2014

Monat	Energiedaten/5.1. - MSE Zentrifuge						
	071-08-01-AJ-28-001 Macerator kWh	071-08-01-AT-08-001 Zentrifugenantrieb 1 Trommel kWh	071-08-01-AT-08-002 Zentrifugenantrieb 2 Schnecke kWh	071-08-01-AP-02-001 Schmierlippumpe Zentrifuge kWh	071-08-01-AM-16-001 Doppelwellenpaddelmis kWh	071-08-04-AF-21-001 Trogföderschnecke Schlammverladung kWh	071-08-04-AF-21-002 Vertellerschnecke Schlammverladung kWh
Januar							
Februar							
März							
April							
Mai							
Juni							
Juli							
August							
September	186,181	4.174,770	1.347,308	52,400	237,740	442,947	241,327
Oktober	248,507	5.603,222	1.635,034	66,281	300,928	556,879	303,970
November	294,763	6.407,921	1.919,082	78,348	352,096	648,453	358,489
Dezember	383,599	7.823,328	2.340,159	97,646	427,865	801,571	444,159
Max	383,599	7.823,328	2.340,159	97,646	427,865	801,571	444,159
Min	186,181	4.174,770	1.347,306	52,400	237,740	442,947	241,327
Wert	1.113,049	24.009,241	7.241,582	294,675	1.318,629	2.449,650	1.347,945

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2014

Monat	Energiedaten/5.1. - MSE Zentrifuge				Energiedaten/5.2.0. - Summe Rührwerke Stapelbehälter 1-3	Energiedaten/5.2.1. - Rührwerke Stapelbehälter 1
	071-08-04-AF-10-001 Verladerförderband 1	071-08-04-AF-10-002 Verladerförderband 2	071-08-04-AE-56-001 Schwenkantrieb Verladerförderband 1	071-08-04-AE-56-002 Schwenkantrieb Verladerförderband 2		
Januar						
Februar						
März						
April						
Mai						
Juni						
Juli						
August						
September	58,984	66,445	0,190	0,184	988,643	343,237
Oktober	79,874	79,273	0,229	0,232	1.304,267	298,304
November	93,067	94,827	0,259	0,271	1.882,932	428,618
Dezember	113,520	119,063	0,319	0,368	1.894,870	570,401
Max	113,520	119,063	0,319	0,368	1.894,870	570,401
Min	59,964	66,445	0,190	0,184	988,643	298,304
Wert	346,426	359,408	0,997	1,055	5.870,712	1.638,461
						170,748
						148,746
						212,357
						284,668
						284,668
						148,746
						816,517

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2014

Monat	Energiedaten/5.2.1.- Rührwerke Stapelbehälter 1		Energiedaten/5.2.2. - Rührwerke Stapelbehälter 2		Energiedaten/5.2.3. - Rührwerke Stapelbehälter 3	
	071-08-11-AM-27-002 Rührwerk 2 Stapelbehälter 1	Summe 5.2.2. Rührwerke Stapelbehälter 2	071-08-11-AM-27-003 Rührwerk 1 Stapelbehälter 2	071-08-11-AM-27-004 Rührwerk 2 Stapelbehälter 2	071-08-11-AM-27-005 Rührwerk 1 Stapelbehälter 3	071-08-11-AM-27-006 Rührwerk 2 Stapelbehälter 3
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar						
Februar						
März						
April						
Mai						
Juni						
Juli						
August						
September	172,491	228,155	108,906	119,249	213,926	203,325
Oktober	149,558	526,296	249,956	276,340	247,179	232,488
November	214,161	729,027	346,685	362,342	272,188	255,199
Dezember	285,733	716,414	342,587	373,827	318,155	289,900
Max	285,733	729,027	346,685	382,342	318,155	289,900
Min	148,558	228,155	108,906	119,249	213,926	203,325
Wert	821,944	2,199,892	1,048,133	1,151,759	1,051,448	980,911

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2014

Monat	Energiedaten/5.3. - Trübwasserpumpen 1-3				Energiedaten/5.4. - ÖSS Pumpen		
	Summe 5.3. Trübwasserpumpen 1-3 kWh	071-08-11-AE-43-001 Trübwasserabzug Stapelbehälter 1 kWh	071-08-11-AE-43-002 Trübwasserabzug Stapelbehälter 2 kWh	071-08-11-AE-43-003 Trübwasserabzug Stapelbehälter 3 kWh	Summe 5.4. ÖSS Pumpen kWh	071-03-05-AP-33-001 ÖSS-Pumpe 1 kWh	071-03-05-AP-33-002 ÖSS-Pumpe 2 kWh
Januar							
Februar							
März							
April							
Mai							
Juni							
Juli							
August							
September	562,980	169,630	268,136	127,212	1.860,253	934,960	925,293
Oktober	858,295	273,393	347,905	236,997	2.683,064	1.363,869	1.319,195
November	892,047	327,526	326,099	238,423	2.922,864	1.488,902	1.454,062
Dezember	865,387	324,765	319,680	220,941	3.062,002	1.565,784	1.496,218
Max	892,047	327,526	347,905	239,423	3.062,002	1.565,784	1.496,218
Min	562,980	169,630	268,138	127,212	1.860,253	934,960	925,293
Wert	3.178,709	1.095,314	1.258,822	824,573	10.528,284	5.333,515	5.194,788

Monat	Energiedaten/6.0. - Abluftbehandlung	Energiedaten/6.1. - Abluft STA			Energiedaten/6.2. - Abluft STN		
	Summe Anluftbehandlung gesamt (6.1 - 6.2) kWh	Summe 6.1. Abluft STA kWh	071-10-04-AN-28-601 Lüfter NS-Raummeldung Betrieb NO kWh	662-07-09-AN-26-010n Stromaufnahme Abluftbehandlung STA kWh	Summe 6.2. Abluft STN kWh	071-10-04-AN-26-001 Abluftventilator Gebissraum UG kWh	071-10-04-AN-26-003 Abluftventilator 1 Maschinenhaus UG kWh
Januar							
Februar							
März							
April							
Mai							
Juni							
Juli							
August							
September	1.189,394	487,068	365,392	121,676	702,326	435,551	0,000
Oktober	1.484,891	421,172	290,110	131,063	1.063,719	659,678	0,000
November	1.161,343	131,757	0,000	131,757	1.029,588	638,503	0,000
Dzember	1.210,558	146,652	0,000	146,652	1.063,906	659,787	0,000
Max	1.484,891	487,068	365,392	146,652	1.063,906	659,787	0,000
Min	1.161,343	131,757	0,000	121,676	702,326	435,551	0,000
Wert	5.046,186	1.186,649	655,502	531,147	3.859,537	2.393,519	0,000

Energiedaten/6.2. - Abluft STN							
Monat	071-10-04-AN-26-005 Abluftventilator 2 Maschinenhaus UG	071-10-04-AN-26-007 Abluftventilator Maschinenhaus OG	071-10-04-AN-26-002 Abluftventilator Gebissraum OG	071-10-04-AN-26-011 Abluftventilator Chemiehaltestation	071-10-04-AN-26-004 Abluftventilator 1 Maschinenhaus UG	071-10-04-AN-26-006 Abluftventilator 2 Maschinenhaus UG	071-10-04-AN-26-008 Abluftventilator Maschinenhaus OG
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar							
Februar							
März							
April							
Mai							
Juni							
Juli							
August							
September	0,000	0,000	95,277	122,499	0,000	0,000	0,000
Oktober	0,000	0,000	144,325	185,491	0,000	0,000	0,000
November	0,000	0,000	139,673	179,579	0,000	0,000	0,000
Dezember	0,000	0,000	144,328	185,565	0,000	0,000	0,000
Max	0,000	0,000	144,328	185,565	0,000	0,000	0,000
Min	0,000	0,000	95,277	122,499	0,000	0,000	0,000
Wert	0,000	0,000	523,603	673,134	0,000	0,000	0,000

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2014

Monat	Energiedaten/6.2. - Abluft STN	Energiedaten/7. - EVU Verbrauchsmessung STN	Energiedaten/8. - EVU Verbrauchsmessung STA	Energiedaten/9. - Einspeisung PV Anlage	Energiedaten/10. - Generator STN		
	071-10-04-AN-26-010 Abluftventilator 1 Chemikalienlager kWh	071-09-01-EZ-01-601 MSHV Zähler EVU gesamt STN kWh	882-09-01-EZ-01-801 MSHV Zähler UMG gesamt STA kWh	Handelngabe Tageszähler PV Anlage in kWh kWh	Summe Generator STN gesamt (10.1 - 10.2) kWh	071-09-04-CE-04-211 Generator NSUV 2.1 Zähler UMG STN kWh	071-09-04-CE-04-501 Generator NSUV 2.2 Zähler UMG STN kWh
Januar							
Februar							
März							
April							
Mai							
Juni							
Juli							
August							
September	49,000	175.868,000	18.080,000	17.700,000	25.836,000	14.530,000*	11.308,000*
Oktober	74,224	243.810,000	4,41e+6	9.697,000	0,000	0,000	0,000
November	71,832	228.315,000	20.186,000	4.951,000	621,000	344,000	277,000
Dezember	74,226	280.747,000	31.503,000	2.041,000	1,000	0,000	1,000
Max	74,226	280.747,000	4,41e+6	17.700,000	25.836,000	14.530,000	11.308,000
Min	49,000	175.868,000	18.080,000	2.041,000	0,000	0,000	0,000
Wert	269,282	926.740,000	4,48e+6	34.389,000	26.458,000	14.874,000	11.584,000

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2014

Monat	Energiedaten/11. - Trafo UMG Block A+B STN		Energiedaten/12. - NSUV UMG STN				
	Summe Trafo Block A+B STN gesamt kWh	071-09-04-CE-04-701 Trafo Block A Zähler UMG STN kWh	071-08-04-CE-04-801 Trafo Block B Zähler UMG STN kWh	Summe NSUV UMG STN gesamt kWh	071-09-04-CE-04-001 NSUV 1 Zähler UMG STN kWh	071-09-04-CE-04-111 NSUV 2.1 Zähler UMG STN kWh	071-09-04-CE-04-401 NSUV 2.2 Zähler UMG STN kWh
Januar							
Februar							
März							
April							
Mai							
Juni							
Juli							
August							
September	73.288,000	33.526,000*	39.762,000*	73.192,000	2.876,000*	30.582,000*	34.584,000*
Oktober	238.048,000	116.310,000	121.739,000	237.101,000	12.497,000	102.810,000	106.436,000
November	220.558,000	107.982,000	112.576,000	218.932,000	10.957,000	95.300,000	95.612,000
Dezember	274.396,000	134.072,000	140.324,000	271.935,000	10.674,000	120.946,000	116.122,000
Max	274.396,000	134.072,000	140.324,000	271.935,000	12.497,000	120.946,000	116.122,000
Min	73.288,000	33.526,000	39.762,000	73.192,000	2.876,000	30.582,000	34.584,000
Wert	806.290,000	391.890,000	414.400,000	801.160,000	37.004,000	349.638,000	352.754,000

Monat	Energiedaten/12.- NSUV UMG STN 071-09-04-CE-04-601 NSUV 3 Zähler UMG STN
	kWh
Januar	
Februar	
März	
April	
Mai	
Juni	
Juli	
August	
September	5.150,000
Oktober	15.358,000
November	17.083,000
Dezember	24.193,000
Max	24.193,000
Min	5.150,000
Wert	61.764,000

Anlagen

Energiemessprogramm 2015

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2015

Monat	Energiedaten/0.0. - Nicht Messbare Verbraucher				Energiedaten/0.1. - Sonstige			
	Nicht messbare Verbraucher Gesamt kWh	Nicht messbare Verbraucher STA kWh	Nicht messbare Verbraucher STN kWh		Summe 0.1. Sonstige kWh	071-01-07-AP-22-001 Dosierpumpe 1 Sauerkrautlake kWh	071-01-07-AP-22-002 Dosierpumpe 2 Sauerkrautlake kWh	071-03-03-AP-01-101 Entleerungspumpe BB 1 kWh
Januar	3.595,691	4.558,677	3.208,006		16.749,710	0,000	0,000	0,000
Februar	6.131,988	3.634,348	5.875,340		14.828,777	0,000	0,000	2,405
März	2.878,402	4,51e+6	2.831,346		16.883,323	0,000	0,000	0,000
April	8.016,333	9,09e+6	7.911,069		17.010,129	0,000	0,000	0,000
Mai	5.915,385	2,099,649	5.873,019		17.153,642	0,000	0,000	0,000
Juni	9.254,644	2,142,669	9.214,846		15.861,007	0,000	0,000	0,000
Juli	4.854,327	2,273,708	4.835,782		16.020,320	0,000	0,000	0,000
August		4,63e+6			16.092,936	0,000	0,000	0,000
September	2.047,610	2,936,840	1.997,717		16.631,465	0,000	0,000	0,000
Oktober	1.075,733	643,939	1.058,491		4.065,852	0,000	0,000	79,402
November								
Dezember								
Max	9.254,644	9,09e+6	9.214,846		17.153,642	0,000	0,000	79,402
Min	1.075,733	643,939	1.058,491		4.065,852	0,000	0,000	0,000
Wert	43.770,112	1,83e+7	42.805,615		151.297,162	0,000	0,000	81,808

Energiedaten/0.1. - Sonstige																																																																																																																	
Monat																																																																																																																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>071-03-03-AP-01-201 Entleerungspumpe BB 2</th> <th>071-03-03-AP-01-301 Entleerungspumpe BB 3</th> <th>071-03-03-AP-01-401 Entleerungspumpe BB 4</th> <th>071-01-07-AM-27-001 Rührwerk Speicher Sauerkrautflake</th> <th>071-05-02-AK-23-001 Fäkalannahmerechen</th> <th>071-05-02-AP-01-001 Fäkalpumpe 1</th> <th>071-05-02-AP-01-002 Fäkalpumpe 2</th> </tr> <tr> <th>kWh</th> <th>kWh</th> <th>kWh</th> <th>kWh</th> <th>kWh</th> <th>kWh</th> <th>kWh</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>3,946</td> <td>4,179</td> <td>2,481</td> </tr> <tr> <td>3,835</td> <td>4,625</td> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>0,697</td> <td>1,381</td> <td>0,772</td> </tr> <tr> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>5,580</td> <td>6,483</td> <td>3,120</td> </tr> <tr> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>2,205</td> <td>3,775</td> <td>1,857</td> </tr> <tr> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>2,129</td> <td>3,335</td> <td>3,122</td> </tr> <tr> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>4,322</td> <td>2,170</td> <td>1,398</td> </tr> <tr> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>6,179</td> <td>5,338</td> <td>2,350</td> </tr> <tr> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>2,297</td> <td>3,891</td> <td>2,214</td> </tr> <tr> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>22,543</td> <td>5,371</td> <td>4,083</td> </tr> <tr> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>0,000</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Max</td> <td>3,835</td> <td>4,625</td> <td>0,000</td> <td>22,543</td> <td>6,483</td> <td>4,083</td> </tr> <tr> <td>Min</td> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>0,000</td> <td>0,000</td> </tr> <tr> <td>Wert</td> <td>3,835</td> <td>4,625</td> <td>0,000</td> <td>49,899</td> <td>35,923</td> <td>21,408</td> </tr> </tbody> </table>	071-03-03-AP-01-201 Entleerungspumpe BB 2	071-03-03-AP-01-301 Entleerungspumpe BB 3	071-03-03-AP-01-401 Entleerungspumpe BB 4	071-01-07-AM-27-001 Rührwerk Speicher Sauerkrautflake	071-05-02-AK-23-001 Fäkalannahmerechen	071-05-02-AP-01-001 Fäkalpumpe 1	071-05-02-AP-01-002 Fäkalpumpe 2	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	0,000	0,000	0,000	0,000	3,946	4,179	2,481	3,835	4,625	0,000	0,000	0,697	1,381	0,772	0,000	0,000	0,000	0,000	5,580	6,483	3,120	0,000	0,000	0,000	0,000	2,205	3,775	1,857	0,000	0,000	0,000	0,000	2,129	3,335	3,122	0,000	0,000	0,000	0,000	4,322	2,170	1,398	0,000	0,000	0,000	0,000	6,179	5,338	2,350	0,000	0,000	0,000	0,000	2,297	3,891	2,214	0,000	0,000	0,000	0,000	22,543	5,371	4,083	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000								Max	3,835	4,625	0,000	22,543	6,483	4,083	Min	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	Wert	3,835	4,625	0,000	49,899	35,923	21,408
071-03-03-AP-01-201 Entleerungspumpe BB 2	071-03-03-AP-01-301 Entleerungspumpe BB 3	071-03-03-AP-01-401 Entleerungspumpe BB 4	071-01-07-AM-27-001 Rührwerk Speicher Sauerkrautflake	071-05-02-AK-23-001 Fäkalannahmerechen	071-05-02-AP-01-001 Fäkalpumpe 1	071-05-02-AP-01-002 Fäkalpumpe 2																																																																																																											
kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh																																																																																																											
0,000	0,000	0,000	0,000	3,946	4,179	2,481																																																																																																											
3,835	4,625	0,000	0,000	0,697	1,381	0,772																																																																																																											
0,000	0,000	0,000	0,000	5,580	6,483	3,120																																																																																																											
0,000	0,000	0,000	0,000	2,205	3,775	1,857																																																																																																											
0,000	0,000	0,000	0,000	2,129	3,335	3,122																																																																																																											
0,000	0,000	0,000	0,000	4,322	2,170	1,398																																																																																																											
0,000	0,000	0,000	0,000	6,179	5,338	2,350																																																																																																											
0,000	0,000	0,000	0,000	2,297	3,891	2,214																																																																																																											
0,000	0,000	0,000	0,000	22,543	5,371	4,083																																																																																																											
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000																																																																																																											
Max	3,835	4,625	0,000	22,543	6,483	4,083																																																																																																											
Min	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000																																																																																																											
Wert	3,835	4,625	0,000	49,899	35,923	21,408																																																																																																											

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2015

Monat	Energiedaten/0.1. - Sonstige				Energiedaten/1.0. - Summe Hebewerke	Energiedaten/1.1. - Hebewerk STA	
	071-12-02-AN-42-001 Kompressor 1	071-12-02-AN-42-104 Kompressor 4	071-12-02-EG-01-001 Druckerröhrungsanlage Brauchwasser 1	071-12-02-EG-01-002 Druckerröhrungsanlage Brauchwasser 2		Summe 1.1. Hebewerk STA	662-03-01-AP-01-001 Zulaufpumpe 1 STA
	kWh	kWh	kWh	kWh	Summe Hebewerke gesamt (1.1 + 1.2)	kWh	kWh
Januar	1.335,680	2.098,040	389,577	12.915,788	39.817,222	31.424,472	7.482
Februar	1.278,761	1.826,669	335,438	11.374,193	27.279,518	20.897,514	2.115
März	1.891,513	1.643,049	390,382	12.943,197	30.679,878	23.311,729	0,000
April	2.103,504	1.730,185	422,071	12.746,533	21.554,829	16.362,514	0,012
Mai	1.890,034	1.599,700	522,641	13.132,981	18.331,591	14.413,252	1.153,693
Juni	1.015,627	1.956,403	438,694	12.442,393	21.856,521	17.742,117	1.052,784
Juli	1.445,917	1.259,157	527,930	12.773,449	21.003,772	17.082,099	1.408,694
August	1.802,868	1.456,851	557,329	12.267,486	39.705,888	32.967,872	825,767
September	1.804,121	1.466,928	674,479	12.653,940	31.220,482	25.795,968	964,119
Oktober	439,625	378,016	115,121	3.053,688	6.582,048	5.383,948	290,439
November							
Dezember							
Max	2.103,504	2.098,040	674,479	13.132,681	39.817,222	32.967,872	1.408,694
Min	439,625	378,016	115,121	3.053,688	6.582,048	5.383,948	0,000
Wert	15.007,650	15.414,997	4.373,661	116.303,356	288.031,749	205.361,485	5.705,104

Monat	Energiedaten/1.1. - Hebewerk STA						
	662-03-01-AP-01-002 Zulaufpumpe 2 STA	662-03-01-AP-01-003 Zulaufpumpe 3 STA	662-03-01-AP-01-004 Zulaufpumpe 4 STA	662-03-01-AP-01-005 Zulaufpumpe 5 STA	662-01-01-AM-27-001 Rührwerk 1 Störfällbecken STA	662-01-01-AM-27-002 Rührwerk 2 Störfällbecken STA	662-01-06-AP-01-001 Entleerungspumpe 1 Störfällbecken STA
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar	8.589,512	7.959,808	6.106,074	8.752,548	0,000	0,000	0,236
Februar	5.606,746	5.704,029	4.295,118	5.277,876	0,000	0,000	0,000
März	6.245,251	6.127,435	4.765,361	6.172,807	0,000	0,000	0,008
April	4.376,793	4.378,760	3.402,233	4.200,486	0,000	0,000	0,000
Mai	3.495,743	3.494,746	2.830,352	3.428,992	0,000	0,000	0,000
Juni	4.658,589	4.521,099	3.168,895	4.339,007	0,000	0,000	0,000
Juli	4.236,095	4.190,114	2.939,324	4.273,973	0,000	0,000	0,000
August	8.830,582	8.401,459	6.067,348	8.832,948	0,000	0,000	0,000
September	6.529,708	6.690,136	4.824,019	6.783,283	0,000	0,000	0,000
Oktober	1.293,340	1.354,783	955,711	1.470,729	0,000	0,000	0,021
November							
Dezember							
Max	8.830,582	8.401,459	6.106,074	8.832,948	0,000	0,000	0,236
Min	1.293,340	1.354,783	955,711	1.470,729	0,000	0,000	0,000
Wert	53.862,359	52.822,371	39.354,435	53.530,649	0,000	0,000	0,265

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2015

Monat	Energiedaten/1.1. - Hebewerk STA		Energiedaten/1.2. - Hebewerk PWK				
	662-01-06-AP-01-002 Entleerungspumpe 2 Störfallbecken STA	622-01-06-AP-01-003 Entleerungspumpe 3 Störfallbecken STA	Summe 1.2. Hebewerk PWK	489-01-08-AP-01-001 Zulaufpumpe 1 Korschenbroich	489-01-08-AP-01-002 Zulaufpumpe 2 Korschenbroich	489-01-08-AP-01-003 Zulaufpumpe 3 Korschenbroich	489-01-08-AP-01-004 Zulaufpumpe 4 Korschenbroich
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar	2,564	6,247	6.231,489	1.541,828	1.446,636	1.625,819	1.617,206
Februar	0,000	11,630	4.335,093	1.088,222	998,460	1.127,143	1.121,268
März	0,025	0,842	4.770,171	1.189,302	1.106,349	1.246,700	1.227,820
April	0,000	4,230	3.517,181	871,530	820,077	923,202	902,372
Mai	0,000	11,726	3.383,160	836,607	790,917	883,688	871,948
Juni	0,000	1,743	3.564,394	879,155	834,706	933,243	917,290
Juli	0,000	13,899	3.404,539	834,210	786,870	893,048	880,410
August	0,000	9,768	6.171,422	1.517,532	1.435,475	1.615,321	1.603,094
September	0,000	4,703	4.860,944	1.193,835	1.138,007	1.283,118	1.265,986
Oktober	2,317	16,608	1.058,998	255,022	246,638	281,875	275,463
November							
Dezember							
Max	2,564	16,608	6.231,489	1.541,828	1.446,636	1.625,819	1.617,206
Min	0,000	0,842	1.058,998	255,022	246,638	281,875	275,463
Wert	4,906	81,398	41.317,391	10.207,243	9.614,134	10.813,157	10.682,857

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2015

Monat	Energiedaten/1.3. - Hebewerk Schmutzwasserpumpen STN				Energiedaten/2.0. - Summe Mechanische Vorbehandlung MVB		Energiedaten/2.1. - Grobrechen STA		
	Summe 1.3. Hebewerk Schmutzwasserpumpen STN		071-03-02-AP-01-001 Schmutzwasserpumpe 1	071-03-02-AP-01-002 Schmutzwasserpumpe 2	Summe Mechanische Vorbehandlung MVB gesamt (2.1 - 2.4)	Summe 2.1. Grobrechen STA	662-05-01-AT-44-001 Grobrechen 1 STA	662-05-01-AT-44-002 Grobrechen 2 STA	
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	
Januar	2.161,262	681,177	1.480,085	10.808,383	522,771	14,196	31,345		
Februar	2.046,911	650,302	1.396,609	8.862,758	440,682	14,998	30,142		
März	2.597,978	792,068	1.805,909	9.355,024	475,666	17,853	31,800		
April	1.675,133	406,482	1.268,651	9.741,132	448,251	15,782	23,936		
Mai	535,179	0,948	534,231	10.169,041	443,425	16,264	25,177		
Juni	550,010	6,104	543,905	9.014,731	490,064	16,242	27,758		
Juli	537,134	4,790	532,343	8.396,924	470,280	48,445	4,865		
August	566,595	0,000	566,595	8.469,563	507,593	61,045	0,000		
September	543,569	2,881	540,588	8.899,366	454,171	54,699	0,000		
Oktober	139,103	1,993	137,110	2.073,117	100,689	11,498	0,011		
November									
Dezember									
Max	2.597,978	792,068	1.805,909	10.808,383	522,771	61,045	31,800		
Min	139,103	0,000	137,110	2.073,117	100,689	11,498	0,000		
Wert	11.352,873	2.546,845	8.806,027	85.790,040	4.353,594	271,022	175,033		

Monat	Energiedaten/2.1. - Grobrechen STA		Energiedaten/2.2. - Feinrechen STN				
	662-05-01-AF-21-001 Rechengutförderer STA	662-05-01-AK-23-001 RG Waschpresse STA	Summe 2.2. Feinrechen STN	071-05-01-AT-45-001 Feinrechen 1	071-05-01-AT-45-002 Feinrechen 2	071-05-01-AF-21-001 Rechengutförderer Feinrechen	071-05-01-AK-23-001 RG Waschpresse Feinrechen
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar	38,080	439,150	112,503	11,233	14,267	28,552	58,450
Februar	33,323	362,219	89,024	8,584	11,395	22,206	46,839
März	32,324	393,690	108,231	10,029	13,630	26,864	57,707
April	28,673	379,861	88,900	9,719	12,570	23,042	43,569
Mal	34,360	367,623	48,987	9,503	13,005	26,478	0,000
Juni	37,273	408,791	45,300	8,954	11,555	24,790	0,000
Juli	47,830	369,140	44,928	8,431	11,581	24,917	0,000
August	54,770	391,778	46,215	8,238	12,088	25,889	0,000
September	48,632	350,841	43,455	7,662	11,465	24,328	0,000
Oktober	10,258	78,922	14,151	2,124	3,062	5,906	3,060
November							
Dezember							
Max	54,770	439,150	112,503	11,233	14,267	28,552	58,450
Min	10,258	78,922	14,151	2,124	3,062	5,906	0,000
Wert	365,523	3.542,014	641,694	84,476	114,619	232,973	209,626

Monat	Energiedaten/2.3. - Sandfang STN						
	Summe 2.3. Sandfang STN	071-05-03-AN-34-001 Gebläse Sandfang 1	071-05-03-AN-34-002 Gebläse Sandfang 2	071-05-03-AT-09-001 Austragschnecke Sandwaschklassierer	071-05-03-AM-54-001 Rührwerk Sandwaschklassierer	071-06-03-AP-01-001 Sandpumpe 1 Sandfang	071-05-03-AP-01-002 Sandpumpe 2 Sandfang
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar	4.384,298	0,000	4.119,737	0,232	71,900	113,097	53,608
Februar	3.765,610	0,000	3.529,556	0,267	64,181	100,803	47,753
März	4.181,282	0,000	3.914,984	0,397	72,234	113,882	54,044
April	3.793,742	0,000	3.538,557	0,327	69,349	108,939	51,733
Mai	3.884,078	0,000	3.620,220	0,686	71,615	112,502	53,411
Juni	3.961,154	0,000	3.705,311	1,433	69,178	108,794	51,635
Juli	3.888,155	24,446	3.681,051	0,988	71,346	112,343	53,352
August	4.356,320	0,000	4.092,021	1,453	71,496	112,397	53,336
September	4.020,582	0,000	3.783,603	0,663	69,597	109,203	52,523
Oktober	981,676	0,000	917,713	0,196	17,327	27,287	12,935
November							
Dezember							
Max	4.384,298	24,446	4.119,737	1,453	72,234	113,882	54,044
Min	981,676	0,000	917,713	0,196	17,327	27,287	12,935
Wert	37.197,896	24,446	34.782,755	6,653	648,224	1.019,047	484,329

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2015

Monat	Energiedaten/2.3. - Sandfang STN							Energiedaten/2.4. - Feinsieb STN							
	071-05-03-AE-59-001 Fahrwerk Sandfang	Summe 2.4. Feinsieb STN	071-05-01-AE-47-001 Notstieb	071-05-01-AE-47-002 Feinsieb 1	071-05-01-AE-47-003 Feinsieb 2	071-05-01-AE-21-002 Rechengutförderer Feinsieb	071-05-01-AE-21-003 Rechengutförderer Notstieb	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar	25,724	5.788,810	30,085	688,576	289,121	697,028	42,553								
Februar	23,050	4.567,442	20,902	550,415	220,630	592,624	31,363								
März	25,941	4.589,846	32,177	759,891	298,325	750,938	44,081								
April	24,838	5.410,240	30,765	870,678	322,522	776,301	41,799								
Mai	25,644	5.792,551	23,688	590,136	184,834	639,065	35,016								
Juni	24,802	4.518,213	23,797	514,796	186,680	590,335	35,069								
Juli	25,618	4.012,561	61,713	633,452	0,000	599,055	79,426								
August	25,616	3.559,434	57,016	543,946	0,000	548,221	74,607								
September	24,993	4.381,157	57,975	648,713	0,000	611,061	74,972								
Oktober	6,216	976,601	13,457	172,765	0,000	157,110	17,330								
November															
Dezember															
Max	25,941	5.792,551	61,713	870,678	322,522	776,301	79,426								
Min	6,216	976,601	13,457	172,765	0,000	157,110	17,330								
Wert	232,442	43.596,856	351,586	5.953,368	1.512,113	5.961,740	476,217								

Energiedaten/2.4. - Feinsieb STN							
Monat	071-05-01-AK-23-002 Querförderschnecke Feinsiebanlage	071-05-01-AP-35-020 P1 Hochdruckpumpe Feinsieb 1	071-05-01-AP-35-021 P2 Hochdruckpumpe Feinsieb 1	071-05-01-AP-35-030 P1 Hochdruckpumpe Feinsieb 2	071-05-01-AP-35-031 P2 Hochdruckpumpe Feinsieb 2	071-05-01-AP-25-001 Verdrängerpumpe Rechengutverflüssigung	071-05-01-AT-65-020 M2 Spindelantrieb Feinsieb 1
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar	1.879,690	697,699	644,010	336,596	278,563	165,396	18,682
Februar	1.603,304	424,719	392,048	300,102	248,360	148,603	11,407
März	2.017,377	0,000	0,000	262,494	217,236	195,739	0,000
April	2.079,547	266,872	246,343	174,215	144,178	436,159	7,176
Mai	1.731,003	688,065	635,875	338,162	279,858	596,904	18,493
Juni	1.602,452	303,368	280,032	303,684	251,324	398,180	8,109
Juli	1.621,440	310,224	286,361	0,000	0,000	405,471	8,485
August	1.493,001	310,110	286,255	0,000	0,000	230,922	8,262
September	1.651,676	300,669	277,541	0,000	0,000	743,672	8,037
Oktober	424,258	75,878	70,041	0,000	0,000	42,004	2,029
November							
Dezember							
Max	2.079,547	697,699	644,010	336,162	279,858	743,672	18,682
Min	424,258	0,000	0,000	0,000	0,000	42,004	0,000
Wert	16.103,749	3.378,393	3.118,506	1.715,252	1.419,519	3.363,050	90,679

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2015

Monat	Energiedaten/2.4. - Feinsieb STN			Energiedaten/3.0. - Summe Biologische Reinigung	Energiedaten/3.1. - Belüftung BB 1-4		
	071-05-01-AT-65-021 M3 Spindeltrieb Feinsieb 1	071-05-01-AT-65-030 M2 Spindeltrieb Feinsieb 2	071-05-01-AT-65-031 M3 Spindeltrieb Feinsieb 2		Summe 3.1. Belüftung BB 1-4	071-06-03-AN-34-001 Gebläse 1 Belebung	071-06-03-AN-34-002 Gebläse 2 Belebung
	kWh	kWh	kWh		kWh	kWh	kWh
Januar	15,886	8,376	6,550	151.781,975	94.878,173	18.579,879	18.941,244
Februar	9,654	7,470	5,840	136.989,361	88.082,050	18.089,865	17.515,996
März	0,000	4,917	6,871	148.378,821	96.028,913	19.757,465	18.983,941
April	6,048	0,999	6,636	146.581,854	95.995,736	19.780,639	19.071,890
Mai	15,642	8,442	6,587	154.187,702	99.682,097	20.620,358	19.669,049
Juni	6,907	7,614	5,868	129.238,853	78.734,171	16.059,254	15.734,051
Juli	6,933	0,000	0,000	131.015,600	79.744,739	17.985,052	17.854,471
August	7,094	0,000	0,000	129.565,991	75.699,225	14.015,366	13.873,188
September	6,842	0,000	0,000	121.163,328	70.084,888	14.390,418	14.235,298
Oktober	1,729	0,000	0,000	29.956,892	17.591,171	3.698,950	3.568,396
November							
Dezember							
Max	15,886	8,442	6,671	154.187,702	99.682,097	20.620,358	19.659,049
Min	0,000	0,000	0,000	29.956,892	17.591,171	3.698,950	3.568,396
Wert	76,736	37,817	38,131	1,28e+6	796.501,976	163.987,246	159.437,224

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2015

Monat	Energiedaten/3.1. - Belüftung BB 1-4			Energiedaten/3.2.0. - Summe Umwälzung Rührwerke BB 1-4	Energiedaten/3.2.1. - Umwälzung Rührwerke BB1		
	071-06-03-AN-34-003 Gebläse 3 Belebung	071-06-03-AN-34-004 Gebläse 4 Belebung	071-06-03-AN-34-005 Gebläse 5 Belebung	Summe Umwälzung Rührwerke BB 1-4 gesamt (3.2.1 - 3.2.4)	Summe 3.2.1. Umwälzung Rührwerke BB1	071-06-03-AM-27-101 Rührwerk 1 Straße 1 Nitrifikation (BB1)	071-06-03-AM-27-102 Rührwerk 2 Straße 1 Nitrifikation (BB1)
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar	18.510,139	18.957,509	18.889,402	50.998,502	11.935,387	1.221,319	1.538,094
Februar	17.230,792	17.757,346	17.488,050	44.027,556	10.679,906	1.099,771	1.372,187
März	18.773,772	19.308,739	19.206,096	48.087,099	11.301,112	1.128,711	1.416,553
April	18.591,690	19.379,963	19.171,754	44.715,827	10.572,917	1.036,074	1.296,942
Mai	19.502,720	19.572,059	20.307,912	48.842,781	14.201,572	1.041,834	1.286,339
Juni	15.501,790	15.523,242	15.915,834	44.234,616	10.504,224	1.016,589	1.287,102
Juli	17.332,493	17.061,141	9.501,583	45.179,344	10.699,607	1.041,017	1.300,338
August	13.571,610	13.840,660	20.398,402	47.358,392	10.402,240	151,763	1.459,355
September	13.913,060	13.564,112	13.981,810	44.919,336	9.871,161	0,000	1.393,255
Oktober	3.575,035	3.336,441	3.412,349	10.550,298	2.008,734	0,000	273,361
November							
Dezember							
Max	19.502,720	19.572,059	20.398,402	50.998,502	14.201,572	1.221,319	1.538,094
Min	3.575,035	3.336,441	3.412,349	10.550,298	2.008,734	0,000	273,361
Wert	156.503,101	158.301,212	158.273,192	428.913,751	102.176,860	7.737,078	12.623,527

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2015

Monat	Energiedaten/3.2.1. - Umwälzung Rührwerke BB1				Energiedaten/3.2.2. - Umwälzung Rührwerke BB2		
	071-06-03-AM-27-103 Rührwerk 1 Straße 2 Nitrifikation (BB1)	071-06-03-AM-27-104 Rührwerk 2 Straße 2 Nitrifikation (BB1)	071-06-04-AM-27-101 Rührwerk Denti Becken 1	071-06-05-AM-27-101 Rührwerk Varlo Becken 1	Summe 3.2.2. Umwälzung Rührwerke BB2	071-06-03-AM-27-201 Rührwerk 1 Straße 3 Nitrifikation (BB2)	071-06-03-AM-27-202 Rührwerk 2 Straße 3 Nitrifikation (BB2)
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar	1.534,102	1.342,594	4.408,544	1.890,735	14.527,960	1.724,593	1.333,123
Februar	1.359,268	1.190,351	3.951,679	1.706,650	12.714,826	1.492,910	1.134,717
März	1.399,216	1.213,360	4.267,786	1.875,487	13.411,291	1.519,457	1.160,920
April	1.260,661	1.129,072	4.038,211	1.791,956	12.587,000	1.452,642	1.092,254
Mai	1.272,573	1.075,718	6.028,014	3.497,094	12.665,191	1.445,731	1.101,263
Juni	1.259,030	1.060,335	4.044,113	1.837,054	12.359,277	1.414,319	1.086,821
Juli	1.267,481	1.091,032	4.143,360	1.856,381	12.459,159	1.422,338	1.081,929
August	1.386,239	1.188,072	4.331,484	1.895,326	13.461,531	1.623,073	1.235,210
September	1.315,331	1.119,757	4.196,566	1.846,253	12.654,601	1.495,050	1.137,871
Oktober	257,980	217,495	864,097	395,801	3.087,058	355,788	269,941
November							
Dezember							
Max	1.534,102	1.342,594	6.028,014	3.497,094	14.527,960	1.724,593	1.333,123
Min	257,980	217,495	864,097	395,801	3.087,058	355,788	269,941
Wert	12.331,882	10.627,784	40.273,854	18.582,736	119.927,893	13.945,899	10.634,049

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2015

Monat	Energiedaten/3.2.2. - Umwälzung Rührwerke BB2				Energiedaten/3.2.3. - Umwälzung Rührwerke BB3		
	071-06-03-AM-27-203 Rührwerk 1 Straße 4 Nitrifikation (BB2)	071-06-03-AM-27-204 Rührwerk 2 Straße 4 Nitrifikation (BB2)	071-06-04-AM-27-201 Rührwerk Denti Becken 2	071-06-05-AM-27-201 Rührwerk Vario Becken 2	Summe 3.2.3. Umwälzung Rührwerke BB3	071-06-03-AM-27-301 Rührwerk 1 Straße 5 Nitrifikation (BB3)	071-06-03-AM-27-302 Rührwerk 2 Straße 5 Nitrifikation (BB3)
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar	1.441,724	1.664,327	4.373,417	3.990,775	12.722,866	1.790,685	1.546,631
Februar	1.272,276	1.435,328	3.830,801	3.548,795	11.190,133	1.527,980	1.341,718
März	1.323,073	1.463,310	4.139,257	3.805,274	11.981,496	1.618,654	1.414,417
April	1.241,713	1.381,454	3.873,847	3.545,091	11.134,918	1.475,975	1.282,135
Mai	1.256,642	1.392,475	3.962,099	3.504,982	11.287,535	1.507,505	1.294,813
Juni	1.242,449	1.361,880	3.949,028	3.304,779	10.949,934	1.461,373	1.253,398
Juli	1.266,804	1.389,846	4.006,117	3.282,124	11.278,786	1.490,965	1.306,219
August	1.449,700	1.613,376	4.243,870	3.296,303	12.202,782	1.681,070	1.495,299
September	1.336,702	1.495,859	3.982,407	3.206,712	11.550,837	1.576,828	1.398,343
Oktober	318,105	353,638	968,219	821,366	2.802,894	374,005	332,511
November							
Dezember							
Max	1.449,700	1.664,327	4.373,417	3.990,775	12.722,866	1.790,685	1.546,631
Min	318,105	353,638	968,219	821,366	2.802,894	374,005	332,511
Wert	12.151,188	13.551,493	37.329,063	32.316,201	107.102,181	14.505,040	12.665,484

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2015

Monat	Energiedaten/3.2.3. - Umwälzung Rührwerke BB3				Energiedaten/3.2.4. - Umwälzung Rührwerke BB4		
	071-06-03-AM-27-303 Rührwerk 1 Straße 6 Nitrifikation (BB3)	071-06-03-AM-27-304 Rührwerk 2 Straße 6 Nitrifikation (BB3)	071-06-04-AM-27-301 Rührwerk Demil Becken 3	071-06-05-AM-27-301 Rührwerk Vario Becken 3	Summe 3.2.4. Umwälzung Rührwerke BB4	071-06-03-AM-27-401 Rührwerk 1 Straße 7 Nitrifikation (BB4)	071-06-03-AM-27-402 Rührwerk 2 Straße 7 Nitrifikation (BB4)
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar	1.512,216	1.264,284	4.664,070	1.944,980	11.812,288	1.641,464	1.464,273
Februar	1.327,932	1.097,890	4.119,963	1.774,649	9.442,691	1.247,417	1.126,121
März	1.397,115	1.148,110	4.437,500	1.965,701	11.393,200	1.598,389	1.451,505
April	1.283,939	1.051,051	4.168,569	1.873,250	10.420,992	1.424,406	1.279,279
Mai	1.284,348	1.071,612	4.242,182	1.887,073	10.688,484	1.488,552	1.288,764
Juni	1.244,495	1.028,009	4.139,208	1.823,451	10.421,182	1.400,270	1.232,607
Juli	1.248,028	1.049,581	4.288,982	1.914,011	10.741,792	1.432,004	1.279,964
August	1.425,873	1.170,475	4.523,005	1.907,060	11.291,838	1.545,134	1.366,604
September	1.361,615	1.085,526	4.277,260	1.851,265	10.842,736	1.482,472	1.334,613
Oktober	324,707	259,696	1.046,997	464,978	2.651,613	365,981	327,646
November							
Dezember							
Max	1.512,216	1.264,284	4.664,070	1.965,701	11.812,288	1.641,464	1.464,273
Min	324,707	259,696	1.046,997	464,978	2.651,613	365,981	327,646
Wert	12.411,269	10.226,235	39.887,735	17.406,419	99.706,817	13.606,099	12.151,376

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2015

Monat	Energiedaten/3.2.4. - Umwälzung Rührwerke BB4				Energiedaten/3.3.0. - Summe Rezirkulation BB 1-4	Energiedaten/3.3.1. - Rezirkulation BB1	
	071-06-03-AM-27-403 Rührwerk 1 Straße 8 Nitrifikation (BB4)	071-06-03-AM-27-404 Rührwerk 2 Straße 8 Nitrifikation (BB4)	071-06-04-AM-27-401 Rührwerk Denti Becken 4	071-06-05-AM-27-401 Rührwerk Varlo Becken 4		Summe 3.3.1. Rezirkulation BB1	071-03-04-AP-24-101 Rezipumpe 1 Belebung 1
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar	1.653,850	680,031	4.447,989	1.924,682	5.623,704	3.025,039	3.025,039
Februar	1.206,548	514,102	3.627,904	1.720,599	4.656,415	2.518,937	2.518,937
März	1.578,476	653,191	4.211,589	1.900,040	4.917,752	2.589,883	2.589,883
April	1.378,615	560,503	3.913,308	1.864,881	5.469,520	2.970,990	2.970,990
Mai	1.430,873	578,806	4.026,158	1.895,331	5.300,870	2.780,826	2.780,054
Juni	1.410,565	575,772	3.982,150	1.819,819	6.073,583	2.339,411	2.339,411
Juli	1.481,653	592,312	4.105,127	1.850,731	5.846,316	2.271,370	2.271,370
August	1.610,294	631,774	4.277,855	1.860,178	6.273,470	2.419,883	2.419,883
September	1.564,983	602,104	4.019,689	1.838,875	5.878,041	2.317,898	2.317,898
Oktober	377,143	147,374	973,253	460,216	1.716,461	537,314	537,314
November							
Dezember							
Max	1.653,850	680,031	4.447,989	1.924,682	6.273,470	3.025,039	3.025,039
Min	377,143	147,374	973,253	460,216	1.716,461	537,314	537,314
Wert	13.692,999	5.535,969	37.585,021	17.135,352	51.756,133	23.781,150	23.780,578

Monat	Energiedaten/3.3.1. - Rezirkulation BB1			Energiedaten/3.3.2. - Rezirkulation BB2			Energiedaten/3.3.3. - Rezirkulation BB3		
	071-03-04-AP-24-102 Rezipumpe 2 Belebung 1	Summe 3.3.2. Rezirkulation BB2	071-03-04-AP-24-201 Rezipumpe 1 Belebung 2	071-03-04-AP-24-202 Rezipumpe 2 Belebung 2	Summe 3.3.3. Rezirkulation BB3	071-03-04-AP-24-301 Rezipumpe 1 Belebung 3	071-03-04-AP-24-302 Rezipumpe 2 Belebung 3		
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar	0,000	908,284	0,000	908,284	909,268	909,268	0,000		
Februar	0,000	795,756	0,000	795,756	774,510	774,510	0,000		
März	0,000	799,901	0,000	799,901	790,900	790,900	0,000		
April	0,000	869,734	0,000	869,734	864,243	864,243	0,000		
Mai	0,572	853,278	0,000	853,278	905,586	788,074	117,492		
Juni	0,000	731,879	0,000	731,879	2.085,889	461,540	1.624,349		
Juli	0,000	735,248	0,000	735,248	1.903,612	468,198	1.435,413		
August	0,000	835,108	0,000	835,108	2.017,140	483,523	1.533,616		
September	0,000	770,084	0,000	770,084	1.834,593	495,121	1.339,472		
Oktober	0,000	201,799	0,000	201,799	638,167	166,473	471,693		
November									
Dezember									
Max	0,572	908,284	0,000	908,284	2.085,889	909,268	1.624,349		
Min	0,000	201,799	0,000	201,799	638,167	166,473	0,000		
Wert	0,572	7.501,072	0,000	7.501,072	12.723,887	6.201,851	6.522,036		

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2015

Monat	Energiedaten/3.3.4. - Rezirkulation BB4				Energiedaten/3.4. - Phosphatfällung		Energiedaten/4.0. - Summe Membranfiltration	Energiedaten/4.1.0. - Summe Belüftung AC Strasse 1-8
	Summe 3.3.4. Rezirkulation BB4	071-03-04-AP-24-401 Rezipumpe 1 Belebung 4	071-03-04-AP-24-402 Rezipumpe 2 Belebung 4	Summe 3.4. Phosphatfällung	071-07-03-EG-01-001 Stromaufnahme Phosphatfällung	Summe Belüftung AC Strasse 1-8 gesamt (4.1.1 - 4.1.8)		
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	
Januar	781,113	0,000	781,113	281,596	281,596	143,033,861	128,022,648	
Februar	567,212	0,000	567,212	223,339	223,339	94,192,447	83,251,496	
März	727,269	0,000	727,269	344,057	344,057	104,739,265	93,040,272	
April	764,553	0,000	764,553	400,771	400,771	76,974,847	64,534,240	
Mai	761,400	7,928	753,472	381,953	381,953	90,433,363	61,738,452	
Juni	916,404	447,978	468,426	196,483	196,483	84,585,043	58,691,931	
Juli	936,087	457,344	478,743	245,200	245,200	69,695,442	46,966,980	
August	1.001,339	492,530	508,809	234,904	234,904	111,367,508	80,252,640	
September	955,466	473,903	481,563	281,252	281,252	100,516,687	69,938,810	
Oktober	339,182	174,918	164,263	98,962	98,962	19,174,980	15,954,928	
November								
Dezember								
Max	1.001,339	492,530	781,113	400,771	400,771	143,033,861	128,022,648	
Min	339,182	0,000	164,263	98,962	98,962	19,174,980	15,954,928	
Wert	7.750,025	2.054,601	5.695,424	2.688,517	2.688,517	894.713,444	702.392,396	

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2015

Monat	Energiedaten/4.1.1. - Belüftung AC Strasse 1	Energiedaten/4.1.2. - Belüftung AC Strasse 2	Energiedaten/4.1.3. - Belüftung AC Strasse 3	Energiedaten/4.1.4. - Belüftung AC Strasse 4	Energiedaten/4.1.5. - Belüftung AC Strasse 5	Energiedaten/4.1.6. - Belüftung AC Strasse 6	Energiedaten/4.1.7. - Belüftung AC Strasse 7
	071-07-01-AN-34-001 Gebläse 1.1 Membranfiltration	071-07-01-AN-34-002 Gebläse 1.2 Membranfiltration	071-07-01-AN-34-003 Gebläse 2.1 Membranfiltration	071-07-01-AN-34-004 Gebläse 2.2 Membranfiltration	071-07-01-AN-34-005 Gebläse 3.1 Membranfiltration	071-07-01-AN-34-006 Gebläse 3.2 Membranfiltration	071-07-01-AN-34-007 Gebläse 4.1 Membranfiltration
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar	16.374,328	16.318,553	16.945,872	16.752,329	18.884,963	8.962,246	17.057,639
Februar	11.384,120	11.088,882	10.576,080	10.439,097	9.121,209	13.193,491	8.637,011
März	13.143,796	12.588,264	10.920,906	10.824,048	11.678,306	11.524,292	11.074,470
April	9.457,449	8.996,203	7.453,219	7.395,128	8.174,974	7.945,051	7.406,610
Mai	8.755,220	8.814,884	6.533,669	6.488,749	9.189,531	7.869,660	6.955,513
Juni	10.073,696	6.666,113	6.605,950	6.473,517	7.694,591	7.421,488	6.794,572
Juli	4.995,329	5.598,614	5.493,617	5.538,071	7.049,611	6.355,410	5.690,835
August	12.406,394	8.324,150	9.490,919	9.473,792	10.941,705	9.844,921	10.130,712
September	10.022,183	7.895,554	8.752,258	8.632,982	9.089,844	8.800,466	8.463,900
Oktober	2.790,170	1.327,088	1.881,285	1.904,312	2.132,540	2.034,997	1.910,684
November							
Dezember							
Max	16.374,328	16.318,553	16.945,872	16.752,329	18.884,963	13.193,491	17.057,639
Min	2.790,170	1.327,088	1.881,285	1.904,312	2.132,540	2.034,997	1.910,684
Wert	99.402,685	87.629,305	84.653,776	83.922,005	93.958,274	83.952,033	84.121,947

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2015

Monat	Energiedaten/4.1.8. - Beiflüftung AC Strasse 8	Energiedaten/4.2.0. - Summe Permeatpumpen Strasse 1-8	Energiedaten/4.2.1. - Permeatpumpe Strasse 1	Energiedaten/4.2.2. - Permeatpumpe Strasse 2	Energiedaten/4.2.3. - Permeatpumpe Strasse 3	Energiedaten/4.2.4. - Permeatpumpe Strasse 4	Energiedaten/4.2.5. - Permeatpumpe Strasse 5
	071-07-01-AN-34-008 Gebläse 4.2 Membranfiltration	Summe Permeatpumpen Strasse 1-8 gesamt (4.2.1 - 4.2.8)	071-07-01-AP-02-101 Permeat Extraktionspumpe 1.1	071-07-01-AP-02-102 Permeat Extraktionspumpe 1.2	071-07-01-AP-02-201 Permeat Extraktionspumpe 2.1	071-07-01-AP-02-202 Permeat Extraktionspumpe 2.2	071-07-01-AP-02-301 Permeat Extraktionspumpe 3.1
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar	16.726,718	14.940,017	1.928,644	1.904,161	1.760,161	1.934,173	2.019,253
Februar	8.811,605	10.885,547	1.403,817	1.614,024	1.305,243	1.383,043	1.315,866
März	11.274,191	11.643,988	1.227,198	1.740,631	1.287,327	1.364,737	1.683,377
April	7.705,596	10.590,975	852,578	1.710,866	1.240,585	1.173,962	1.602,361
Mai	7.131,226	9.379,623	526,269	1.690,311	1.184,066	1.048,084	1.422,418
Juni	6.962,003	10.414,256	889,351	1.371,326	1.258,125	1.215,118	1.506,287
Juli	6.245,493	9.924,845	893,583	1.229,401	1.156,552	1.110,790	1.489,181
August	9.640,045	15.586,091	1.229,991	1.816,705	2.079,166	1.943,943	2.332,244
September	8.281,643	12.683,229	980,949	1.481,174	1.508,196	1.579,059	1.949,597
Oktober	1.973,852	2.854,528	184,994	282,426	352,245	334,567	456,613
November							
Dezember							
Max	16.726,718	15.586,091	1.928,644	1.904,161	2.079,166	1.943,943	2.332,244
Min	1.973,852	2.854,528	184,994	282,426	352,245	334,567	456,613
Wert	84.752,371	108.913,099	10.127,275	14.841,025	13.131,666	13.087,476	15.757,197

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2015

Monat	Energiedaten/4.3. - Chemische Membranreinigung			
	Energiedaten/4.2.6. - Permeatpumpe Strasse 6	Energiedaten/4.2.7. - Permeatpumpe Strasse 7	Energiedaten/4.2.8. - Permeatpumpe Strasse 8	Summe 4.3. Chemische Membranreinigung
	071-07-01-AP-02-302 Permeat Extraktionspumpe 3.2	071-07-01-AP-02-401 Permeat Extraktionspumpe 4.1	071-07-01-AP-02-402 Permeat Extraktionspumpe 4.2	071-06-12-AP-02-001 Befüllpumpe 1 Reinigungsbehälter
	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar	1.758,127	2.104,984	1.530,513	0,000
Februar	1.555,667	1.276,970	1.030,917	0,000
März	1.371,769	1.641,608	1.327,341	0,000
April	1.302,083	1.452,781	1.255,759	0,000
Mai	995,231	1.215,770	1.297,475	6,778
Juni	1.128,284	1.641,400	1.404,385	2,874
Juli	977,303	1.636,806	1.451,229	4,986
August	1.838,137	2.516,725	1.829,279	9,011
September	1.556,763	2.115,237	1.512,255	1,243
Oktober	350,330	466,734	426,618	0,000
November				
Dezember				
Max	1.838,137	2.516,725	1.829,279	10,377
Min	350,330	466,734	426,618	0,000
Wert	12.833,674	16.069,014	13.065,772	24,891
				195,027
				0,000
				555,925

Monat	Energiedaten/4.3. - Chemische Membranreinigung						
	071-06-12-AP-22-003 Umpumpe Reinigungsbehälter 1	071-06-12-AH-29-001 Behälterheizung 1 Ansatzbehälter 1	071-06-12-AH-29-003 Behälterheizung 2 Ansatzbehälter 1	071-06-12-AP-22-100 Chemiepumpe (Sekundärkreis)	071-06-12-AP-22-101 Umwälzpumpe 1 (Primärkreis 1)	071-06-12-AP-22-102 Umwälzpumpe 2 (Primärkreis 2)	071-06-12-AP-20-001 Dostierpumpe 1 NaOH
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,208
Februar	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,929
März	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,928
April	0,092	428,200	418,524	36,117	6,966	6,965	1,013
Mai	1,577	3.154,877	3.801,820	1.358,016	261,991	239,372	1,646
Juni	2,325	996,856	3.916,431	1.555,199	300,077	292,566	1,501
Juli	1,511	1.584,773	1.934,288	1.607,371	310,140	310,140	2,064
August	2,710	2.033,089	2.113,451	1.608,230	310,306	310,306	1,455
September	151,959	4.059,662	4.102,163	1.481,082	285,782	285,785	2,384
Oktober	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,237
November							
Dezember							
Max	151,959	4.059,662	4.102,163	1.608,230	310,306	310,306	2,384
Min	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,237
Wert	160,173	12.257,457	16.286,457	7.646,024	1.475,262	1.445,134	13,374

Monat	Energiedaten/4.3. - Chemische Membranreinigung							
	071-06-12-AP-20-003 Dosterpumpe 1 H2O2	071-06-12-AP-20-005 Dosterpumpe 1 NaOCI	071-06-12-AP-20-006 Dosterpumpe 2 NaOCI	071-06-12-AP-22-005 Entleerungspumpe Ansatzbehälter	071-06-12-AP-22-002 Befüllpumpe 2 Reinigungsbehälter	071-06-12-AP-22-004 Umpumpe Reinigungsbehälter 2	071-06-12-AH-29-002 Behälterheizung 1 Ansatzbehälter 2	
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar	0,000	3,010	3,011	0,000	0,000	0,142	0,000	0,000
Februar	0,000	2,315	2,315	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
März	0,000	2,325	2,314	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
April	0,000	2,519	2,522	0,051	0,039	0,000	0,000	431,206
Mai	0,000	4,423	4,252	3,776	11,137	317,371	3,979,950	3,979,950
Juni	0,000	3,642	3,617	4,306	49,354	102,235	5,278,089	5,278,089
Juli	0,000	3,715	3,685	3,081	55,742	294,358	3,767,849	3,767,849
August	0,000	4,114	4,141	7,140	36,708	605,813	5,641,567	5,641,567
September	0,000	5,435	5,346	7,078	114,126	77,267	5,258,816	5,258,816
Oktober	0,000	0,590	0,593	0,947	155,865	0,000	0,000	0,000
November								
Dezember								
Max	0,000	5,435	5,346	7,140	155,865	605,813	5,641,567	5,641,567
Min	0,000	0,590	0,593	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Wert	0,000	32,090	31,795	26,359	422,971	1,397,186	24,357,277	24,357,277

Monat	Energiedaten/4.3. - Chemische Membranreinigung						
	071-06-12-AH-29-020 Behälterheizung 2 Ansatzbehälter 2	071-06-12-AP-22-200 Chemiepumpe (Sekundärkreis)	071-06-12-AP-22-201 Umwälzpumpe 1 (Primärkreis 1)	071-06-12-AP-22-202 Umwälzpumpe 2 (Primärkreis 2)	071-06-12-AP-20-002 Dosierpumpe HCl	071-06-12-AP-20-004 Dosierpumpe 2 H2O2	071-06-12-AP-20-007 Dosierpumpe 1 Zitronensäure
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar	0,000	0,000	0,000	0,000	2,701	0,000	3,494
Februar	0,000	0,000	0,000	0,000	2,155	0,000	2,777
März	0,000	0,000	0,000	0,000	2,095	0,000	2,701
April	399,721	48,697	6,960	6,291	2,272	0,000	2,939
Mai	3.721,868	1.845,237	263,734	260,046	3,140	0,000	3,847
Juni	153,682	2.101,075	300,093	299,487	2,830	0,000	3,747
Juli	0,000	2.164,735	308,398	308,398	2,961	0,000	4,004
August	0,000	2.134,775	305,109	305,109	2,006	0,000	2,792
September	0,000	1.422,307	192,081	203,296	3,944	0,000	5,111
Oktober	0,000	0,000	0,000	0,000	0,523	0,000	0,679
November							
Dezember							
Max	3.721,868	2.164,735	309,398	309,398	3,944	0,000	5,111
Min	0,000	0,000	0,000	0,000	0,523	0,000	0,679
Wert	4.275,271	9.716,826	1.377,374	1.383,627	24,628	0,000	32,091

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2015

Monat	Energiedaten/4.3. - Chemische Membranreinigung				Energiedaten/5.0. - Summe MSE	Energiedaten/5.1. - MSE Zentrifuge			
	071-06-12-AP-20-008 Dosierpumpe 2 Zitronensäure		071-06-12-AP-02-003 Vorverdünnungspumpe			071-06-12-AP-22-006 Entleerungspumpe Ansatzbehälter		071-08-09-AP-01-001 Pumpe 1 Trübwasserbehälter	
	kWh	kWh	kWh	kWh		kWh	kWh	kWh	kWh
Januar	3,335	54,295	0,000	0,000	10.872,343	4.964,252	570,114	360,667	
Februar	2,650	42,262	0,000	0,000	7.756,047	3.923,191	735,029	0,000	
März	2,585	42,057	0,000	0,000	9.648,765	5.174,576	948,898	0,000	
April	2,810	45,551	0,006	0,006	8.233,510	4.518,288	920,303	0,000	
Mai	3,163	49,086	2,194	0,676	9.087,761	4.852,246	878,898	0,000	
Juni	3,321	48,112	0,676	0,676	9.137,129	5.097,301	791,185	0,000	
Juli	3,405	48,145	1,560	1,560	9.812,040	4.757,743	487,988	456,099	
August	1,847	24,689	4,952	4,952	10.202,866	4.771,718	7,024	944,229	
September	3,780	52,560	1,288	1,288	9.162,513	4.038,093	625,946	613,627	
Oktober	0,646	9,397	1,021	1,021	2.288,205	954,835	184,253	114,824	
November									
Dezember									
Max	3,780	54,295	4,952	4,952	10.872,343	5.174,576	948,898	944,229	
Min	0,646	9,397	0,000	0,000	2.288,205	954,835	7,024	0,000	
Wert	27,542	416,134	11,698	11,698	86.201,178	43.052,243	6.149,639	2.489,447	

Monat	Energiedaten/5.1. - MSE Zentrifuge						
	071-08-05-AP-33-001 FHIM Dosterpumpe 1	071-08-05-AP-33-002 FHIM Dosterpumpe 2	071-08-01-AP-33-001 Dickeschlammpumpe 1	071-08-01-AP-33-002 Dickeschlammpumpe 2	071-03-09-AP-01-001 Trübwasserpumpe 1	071-03-09-AP-01-002 Trübwasserpumpe 2	071-08-09-AM-27-001 Rührwerk Trübwasserbehälter
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar	13,093	41,897	202,845	0,000	100,592	98,299	989,641
Februar	15,744	27,363	164,998	0,000	79,676	77,890	716,348
März	25,164	25,405	225,962	0,000	105,398	103,189	787,252
April	18,420	16,914	145,629	55,017	89,096	87,537	804,402
Mai	16,557	15,006	16,102	285,223	79,389	76,579	1.116,952
Juni	16,658	20,612	11,102	332,509	90,454	86,168	1.147,848
Juli	17,586	12,366	0,273	322,290	81,136	78,837	969,358
August	20,946	21,199	0,214	395,832	97,895	95,130	255,262
September	17,618	15,123	0,000	313,218	86,287	86,897	0,108
Oktober	5,215	4,719	0,000	68,932	17,486	17,008	0,017
November							
Dezember							
Max	25,164	41,897	225,962	395,832	105,398	103,189	1.147,848
Min	5,215	4,719	0,000	0,000	17,486	17,008	0,017
Wert	167,003	200,604	767,225	1.773,021	827,409	807,534	6.777,187

Monat	Energiedaten/5.1. - MSE Zentrifuge						
	071-08-01-AJ-28-001 Macerator	071-08-01-AT-08-001 Zentrifugenantrieb 1 Trommel	071-08-01-AT-08-002 Zentrifugenantrieb 2 Schnecke	071-08-01-AP-02-001 Schmierölpumpe Zentrifuge	071-08-01-AM-16-001 Doppelwellenpaddelmis	071-08-04-AF-21-001 Trogförderschnecke Schlammverladung	071-08-04-AF-21-002 Verteilerschnecke Schlammverladung
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar	400,588	8.351,756	2.444,143	106,209	477,686	852,824	483,170
Februar	363,137	6.654,030	1.976,726	82,998	373,334	704,860	380,169
März	480,900	9.424,480	2.713,580	119,904	554,474	980,003	548,320
April	429,345	7.554,813	2.302,893	94,422	424,841	772,375	431,297
Mai	602,338	6.660,730	2.188,366	84,684	381,662	701,587	388,676
Juni	670,499	7.367,715	2.368,666	93,414	427,464	759,081	424,248
Juli	582,729	6.585,029	2.069,329	84,373	380,413	684,468	384,398
August	754,769	8.130,758	2.614,504	103,774	478,672	867,085	475,996
September	588,319	6.480,205	2.139,556	80,704	363,450	676,063	370,796
Oktober	139,123	1.492,858	550,426	19,135	90,589	158,862	87,912
November							
Dezember							
Max	754,769	9.424,480	2.713,580	119,904	554,474	980,003	548,320
Min	139,123	1.492,858	550,426	19,135	90,589	158,862	87,912
Wert	5.021,747	68.682,373	21.366,188	869,617	3.952,567	7.157,209	3.975,182

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2015

Monat	Energiedaten/5.1. - MSE Zentrifuge				Energiedaten/5.2.0. - Summe Rührwerke Stapelbehälter 1-3	Energiedaten/5.2.1. - Rührwerke Stapelbehälter 1	
	071-08-04-AF-10-001 Verladeförderband 1	071-08-04-AF-10-002 Verladeförderband 2	071-08-04-AE-56-001 Schwenkantrieb Verladeförderband 1	071-08-04-AE-56-002 Schwenkantrieb Verladeförderband 2		Summe 5.2.1. Rührwerke Stapelbehälter 1	071-08-11-AM-27-001 Rührwerk 1 Stapelbehälter 1
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar	134,144	118,739	0,347	0,307	2.415,041	813,643	406,209
Februar	106,967	91,877	0,245	0,239	1.027,013	266,738	68,319
März	148,364	138,442	0,304	0,269	1.626,303	394,311	120,930
April	104,480	121,201	0,251	0,239	1.263,699	632,843	314,105
Mai	99,939	103,532	0,261	0,237	1.258,497	323,597	160,980
Juni	97,428	124,502	0,222	0,264	1.195,211	145,167	72,153
Juli	103,238	97,975	0,237	0,262	1.528,829	378,579	186,219
August	109,678	139,318	0,271	0,310	1.572,938	670,089	333,811
September	80,166	113,859	0,208	0,269	1.273,276	445,468	221,852
Oktober	20,224	25,803	0,064	0,078	268,228	32,565	16,299
November							
Dezember							
Max	148,364	139,318	0,347	0,310	2.415,041	813,643	406,209
Min	20,224	25,803	0,064	0,078	268,228	32,565	16,299
Wert	1.004,629	1.075,248	2,411	2,474	13.429,032	4.103,000	1.902,855

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2015

Monat	Energiedaten/5.2.1. - Rührwerke Stapelbehälter 1			Energiedaten/5.2.2. - Rührwerke Stapelbehälter 2			Energiedaten/5.2.3. - Rührwerke Stapelbehälter 3		
	071-08-11-AM-27-002 Rührwerk 2 Stapelbehälter 1	Summe 5.2.2. Rührwerke Stapelbehälter 2	071-08-11-AM-27-003 Rührwerk 1 Stapelbehälter 2	071-08-11-AM-27-004 Rührwerk 2 Stapelbehälter 2	Summe 5.2.3. Rührwerke Stapelbehälter 3	071-08-11-AM-27-005 Rührwerk 1 Stapelbehälter 3	071-08-11-AM-27-006 Rührwerk 2 Stapelbehälter 3		
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar	407,434	754,353	367,079	387,274	847,045	436,207	410,838		
Februar	198,418	391,450	188,846	202,604	388,825	189,776	179,049		
März	273,380	678,577	327,048	351,529	553,415	286,350	267,065		
April	318,738	283,741	138,977	144,764	347,114	177,522	169,593		
Mai	162,638	519,375	248,030	271,345	415,525	215,186	200,338		
Juni	73,015	700,366	336,117	364,249	349,678	183,869	165,809		
Juli	180,361	588,011	281,362	307,650	561,239	288,186	273,052		
August	336,278	547,627	259,899	287,728	355,222	182,288	172,934		
September	223,616	387,465	185,416	202,049	440,343	226,013	214,329		
Oktober	16,267	104,187	49,280	54,907	131,476	67,437	64,039		
November									
Dezember									
Max	407,434	754,353	367,079	387,274	847,045	436,207	410,838		
Min	16,267	104,187	49,280	54,907	131,476	67,437	64,039		
Wert	2.200,145	4.956,151	2.382,053	2.574,098	4.369,881	2.252,835	2.117,047		

Monat	Energiedaten/5.3. - Trübwasserpumpen 1-3				Energiedaten/5.4. - ÜSS Pumpen		
	Summe 5.3. Trübwasserpumpen 1-3 kWh	071-08-11-AE-43-001 Trübwasserabzug Stapelbehälter 1 kWh	071-08-11-AE-43-002 Trübwasserabzug Stapelbehälter 2 kWh	071-08-11-AE-43-003 Trübwasserabzug Stapelbehälter 3 kWh	Summe 5.4. ÜSS Pumpen kWh	071-03-05-AP-33-001 ÜSS-Pumpe 1 kWh	071-03-05-AP-33-002 ÜSS-Pumpe 2 kWh
Januar	643,470	229,499	247,420	166,550	2.849,580	1.461,196	1.388,384
Februar	486,913	178,940	192,568	115,406	2.318,931	1.168,050	1.150,882
März	641,867	230,873	245,985	165,029	2.206,019	351,553	1.854,466
April	704,001	211,832	297,109	195,061	1.747,521	0,309	1.747,213
Mai	955,967	331,497	352,338	272,132	2.021,050	0,000	2.021,050
Juni	844,770	285,432	315,764	243,574	1.999,847	0,000	1.999,847
Juli	822,125	265,689	308,582	247,855	2.703,342	655,557	2.047,786
August	797,519	257,548	331,849	208,123	3.060,692	1.623,895	1.436,796
September	1.083,386	401,927	392,405	289,054	2.787,759	1.569,415	1.198,344
Oktober	227,355	72,436	77,988	76,932	837,787	474,777	363,011
November							
Dezember							
Max	1.083,386	401,927	392,405	289,054	3.060,692	1.623,895	2.047,786
Min	227,355	72,436	77,988	76,932	837,787	0,000	363,011
Wert	7.207,374	2.465,673	2.761,986	1.979,714	22.512,530	7.304,752	15.207,778

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2015

Monat	Energiedaten/6.0. - Summe Abluftbehandlung	Energiedaten/6.1. - Abluft STA			Energiedaten/6.2. - Abluft STN		
	Summe Anluftbehandlung gesamt (6.1 - 6.2) kWh	Summe 6.1. Abluft STA kWh	071-10-04-AN-26-601 Lüfter NS-Raummeldung Betrieb NO kWh	662-07-09-AN-26-010n Stromaufnahme Abluftbehandlung STA kWh	Summe 6.2. Abluft STN kWh	071-10-04-AN-26-001 Abluftventilator Gebäuseraum UG kWh	071-10-04-AN-26-003 Abluftventilator 1 Maschinenhaus UG kWh
Januar	1.226,986	163,090	0,000	163,090	1.063,906	659,787	0,000
Februar	1.113,071	152,456	0,000	152,456	960,616	595,935	0,000
März	1.226,306	162,400	25,780	136,620	1.063,906	659,787	0,000
April	1.561,897	532,310	394,681	137,629	1.029,586	638,503	0,000
Mai	1.873,580	809,874	553,337	256,337	1.063,906	659,787	0,000
Juni	1.805,736	776,150	538,737	237,413	1.029,586	638,503	0,000
Juli	1.705,663	641,913	556,895	85,218	1.063,751	659,831	0,000
August	1.689,150	625,244	556,695	68,549	1.063,906	659,787	0,000
September	1.649,606	620,020	538,737	81,283	1.029,586	638,503	0,000
Oktober	411,164	154,425	134,340	20,084	256,739	159,218	0,000
November							
Dezember							
Max	1.873,580	809,674	556,695	256,337	1.063,906	659,787	0,000
Min	411,164	152,456	0,000	20,084	256,739	159,218	0,000
Wert	14.263,160	4.637,671	3.299,003	1.338,668	9.625,489	5.969,441	0,000

Monat	Energiedaten/6.2. - Abluft STN							
	071-10-04-AN-26-005 Abluftventilator 2 Maschinenhaus UG	071-10-04-AN-26-007 Abluftventilator Maschinenhaus OG	071-10-04-AN-26-002 Abluftventilator Gebäuseraum OG	071-10-04-AN-26-011 Abluftventilator Chemiekalienstation	071-10-04-AN-26-004 Abluftventilator 1 Maschinenhaus UG	071-10-04-AN-26-006 Abluftventilator 2 Maschinenhaus UG	071-10-04-AN-26-008 Abluftventilator Maschinenhaus OG	
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar	0,000	0,000	144,328	185,565	0,000	0,000	0,000	0,000
Februar	0,000	0,000	130,031	167,607	0,000	0,000	0,000	0,000
März	0,000	0,000	144,328	185,565	0,000	0,000	0,000	0,000
April	0,000	0,000	139,673	179,579	0,000	0,000	0,000	0,000
Mai	0,000	0,000	144,328	185,565	0,000	0,000	0,000	0,000
Juni	0,000	0,000	139,673	179,579	0,000	0,000	0,000	0,000
Juli	0,000	0,000	144,328	185,565	0,000	0,000	0,000	0,000
August	0,000	0,000	144,328	185,565	0,000	0,000	0,000	0,000
September	0,000	0,000	139,673	179,579	0,000	0,000	0,000	0,000
Oktober	0,000	0,000	34,829	44,780	0,000	0,000	0,000	0,000
November								
Dezember								
Max	0,000	0,000	144,328	185,565	0,000	0,000	0,000	0,000
Min	0,000	0,000	34,829	44,780	0,000	0,000	0,000	0,000
Wert	0,000	0,000	1.305,519	1.678,949	0,000	0,000	0,000	0,000

Jahresbericht Energiedaten Liste Vertikal Jahr:2015

Monat	Energiedaten/6.2. - Abluft STN	Energiedaten/7. - EVU Verbrauchsmessung STN	Energiedaten/8. - EVU Verbrauchsmessung STA	Energiedaten/9. - Einspeisung PV Anlage	Energiedaten/10. - Generator STN		
	071-10-04-AN-26-010 Abluftventilator 1 Chemikalienlager	071-09-01-EZ-01-601 MSHV Zähler EVU gesamt STN	662-09-01-EZ-01-901 MSHV Zähler UMG gesamt STA	Handeingabe Tageszähler PV Anlage in kWh	Summe Generator STN gesamt (10.1 - 10.2)	071-09-04-CE-04-211 Generator NSUV 2.1 Zähler UMG STN	071-09-04-CE-04-501 Generator NSUV 2.2 Zähler UMG STN
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Januar	74,226	346,486,000	36,669,000	3,361,000	1,000	1,000	0,000
Februar	67,043	267,800,000	25,125,000	5,938,000	26,734,000	15,029,000	11,705,000
März	74,226	288,152,000	4,54e+6	2,793,000	1,000	0,000	1,000
April	71,832	239,515,000	9,11e+6	8,149,000	0,000	0,000	0,000
Mai	74,226	251,038,000	17,766,000	6,237,000	1,000	0,000	1,000
Juni	71,832	218,060,000	21,151,000	9,999,000	0,000	0,000	0,000
Juli	74,226	205,025,000	20,448,000	5,742,000	0,000	0,000	0,000
August	74,226	258,664,000	4,67e+6		75,145,000	75,145,000	0,000
September	71,832	247,010,000	29,807,000	2,353,000	0,000	0,000	0,000
Oktober	17,912	56,421,000	6,283,000	951,000	0,000	0,000	0,000
November							
Dezember							
Max	74,226	346,486,000	9,11e+6	9,999,000	75,145,000	75,145,000	11,705,000
Min	17,912	56,421,000	6,283,000	951,000	0,000	0,000	0,000
Wert	671,580	2,38e+6	1,85e+7	45,523,000	101,882,000	90,175,000	11,707,000

Monat	Energiedaten/11. - Trafo UMG Block A+B STN			Energiedaten/12. - NSUV UMG STN			
	Summe Trafo Block A+B STN gesamt kWh	071-09-04-CE-04-701 Trafo Block A Zähler UMG STN kWh	071-09-04-CE-04-801 Trafo Block B Zähler UMG STN kWh	Summe NSUV UMG STN gesamt kWh	071-09-04-CE-04-001 NSUV 1 Zähler UMG STN kWh	071-09-04-CE-04-111 NSUV 2.1 Zähler UMG STN kWh	071-09-04-CE-04-401 NSUV 2.2 Zähler UMG STN kWh
Januar	339.594,000	167.834,000	171.760,000	336.888,000	11.233,000	154.138,000	145.932,000
Februar	5,31e+7	2,67e+7	2,63e+7	5,24e+7	1,71e+6	2,45e+7	2,34e+7
März	281.744,000	133.802,000	147.942,000	281.168,000	10.786,000	122.518,000	125.532,000
April	233.916,000	106.464,000	127.452,000	235.413,000	9.127,000	98.780,000	109.662,000
Mai	245.574,000	108.912,000	136.662,000	247.432,000	8.659,000	102.100,000	119.416,000
Juni	214.384,000	90.254,000	124.130,000	216.661,000	7.861,000	84.598,000	106.628,000
Juli	201.382,000	89.068,000	112.314,000	203.103,000	6.872,000	83.738,000	95.958,000
August	253.584,000	106.948,000	146.636,000	1,50e+8	7.250,000	1,50e+8	125.750,000
September	241.208,000	113.210,000	127.998,000	241.150,000	7.107,000	106.004,000	109.628,000
Oktober	55.084,000	25.392,000	29.692,000	54.960,000	1.742,000	23.506,000	25.394,000
November							
Dezember							
Max	5,31e+7	2,67e+7	2,63e+7	1,50e+8	1,71e+6	1,50e+8	2,34e+7
Min	55.084,000	25.392,000	29.692,000	54.960,000	1.742,000	23.506,000	25.394,000
Wert	5,51e+7	2,77e+7	2,75e+7	2,04e+8	1,78e+6	1,75e+8	2,43e+7

Monat	Energiedaten/12. - NSUV UMG STN
	071-09-04-CE-04-601 NSUV 3 Zähler UMG STN
	kWh
Januar	25.585,000
Februar	2,86e+6
März	22.332,000
April	17.844,000
Mai	17.257,000
Juni	17.574,000
Juli	16.535,000
August	20.838,000
September	18.413,000
Oktober	4.318,000
November	
Dezember	
Max	2,86e+6
Min	4.318,000
Wert	3,02e+6