



2014

# Energetische Untersuchung der Kläranlage Gefrees



## Inhaltsverzeichnis

# Energetische Untersuchung der Kläranlage Gefrees

1. Grundlage .....	3
2. Bestandsaufnahme .....	3
3. Bereich Elektro .....	10
3.1. <i>Installierte elektrische Leistungen der Aggregate/Verbraucher</i> .....	10
3.2. <i>Stromverbrauch/Benchmark</i> .....	11
4. Maßnahmen zur Effizienzsteigerung beim Energieverbrauch .....	13
4.1. <i>Austausch von alten Elektromotoren gegen Effizienzmotoren</i> .....	13
4.2. <i>Einbau einer Spannungsstabilisierung</i> .....	15
4.3. <i>Außenbeleuchtung</i> .....	17
4.4. <i>Warmwasserbereitung im Betriebsgebäude</i> .....	18
4.5. <i>Beleuchtungstechnik im Betriebsgebäude</i> .....	19
4.6. <i>Elektrogeräte</i> .....	20
5. Heizungstechnik .....	21
5.1. <i>Wärmepumpe</i> .....	21
5.2. <i>Abluft des Pumpen-/Gebläseraumes im Untergeschoss des Rechengebäudes</i> .....	23
6. Sonstiges .....	24
6.1. <i>Photovoltaikanlage auf dem Dach des Rechengebäudes zur Eigenstromnutzung</i> .....	24

## 1. Grundlage

Im Rahmen der Erstellung eines integrierten Klimaschutzkonzeptes für den Landkreis Bayreuth wurde seitens der Energieagentur Nordbayern GmbH eine Untersuchung einer Kläranlage mit Darstellung von Effizienzpotenzialen angeboten und beauftragt. Es wurde mit dem Landratsamt Bayreuth abgestimmt, dass für diese Untersuchung die **Kläranlage Gefrees** herangezogen werden soll.

## 2. Bestandsaufnahme

Die Bestandsaufnahme der Kläranlage Gefrees fand am 04.02.2014 im Rahmen einer Begehung durch die Energieagentur Nordbayern GmbH statt.



Abb. 1: Luftbild von der Kläranlage Gefrees  
(Bildquelle: Google Maps)

Die Kläranlage Gefrees hat laut Angabe eine geplante Ausbaugröße von 7.000 Einwohnerwerten (EW), der aktuelle Anschlusswert (2013) liegt bei ca. 4.800 EW. Das angeschlossene vorgelagerte Kanalsystem ist als Mischwassersystem ausgeführt, der mittlere Trockenwetterzulauf zur Anlage beträgt ca. 1.512 m<sup>3</sup> Abwasser pro Tag.

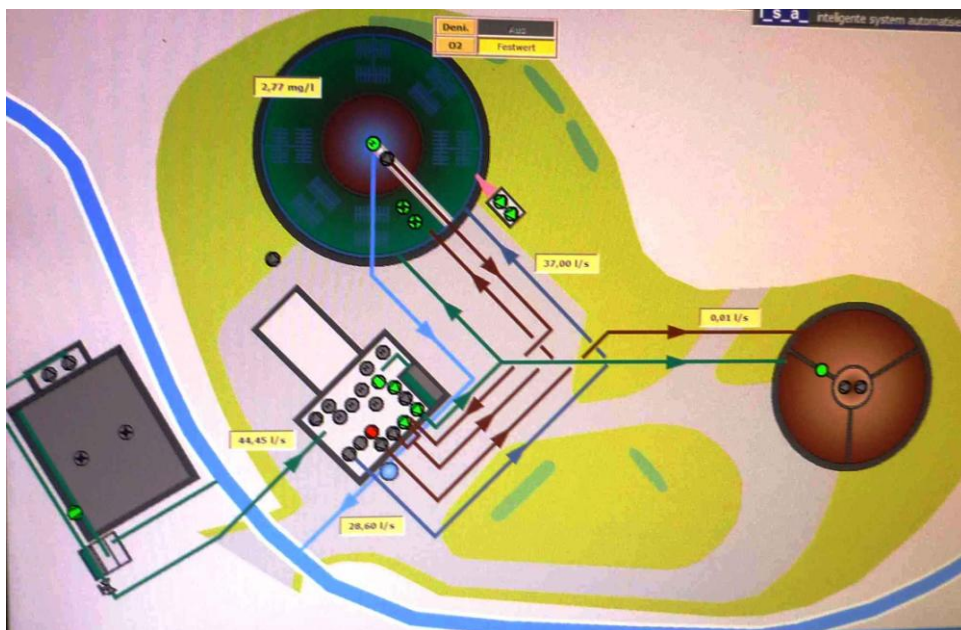


Abb. 2: Schematischer Aufbau Kläranlage Gefrees

Das Bild oben zeigt den schematischen Aufbau der Kläranlage Gefrees, der nachfolgend beschrieben wird:

Zulauf, Regentlastung:

Vom Zulauf aus der Kanalisation beginnend läuft das Abwasser in das **Zulaufbauwerk**. Von hier aus läuft es im Trockenwetterfall weiter in das Betriebsgebäude zum Sandfang/Rechen.

Im Regenwetterfall fällt das Schmutzwasser, das die Anlage nicht aufnehmen kann, über eine Überlaufkante im Zulaufbauwerk in das sog. **Regenüberlaufbecken** und wird hier zwischengespeichert. Von dort wird es im Trockenwetterfall der Kläranlage über Pumpen wieder mit zugeführt. Zwei Strahlbelüfter sorgen bei der Beckenentleerung dafür, dass sich keine Ablagerungen auf dem Beckenboden festsetzen. Sollte sich bei einem starken und langandauernden Regenereignis das Becken vollständig füllen, so staut das Wasser in die dritte Kammer des Zulaufbauwerkes zurück und wird zur Entlastung in den Vorfluter abgeschlagen.



Abb. 3: Zulaufbauwerk



Abb. 4: Regenüberlaufbecken

#### Mechanische Vorreinigung:

Dem Zulaufbauwerk nachgelagert ist eine **Rechenanlage**, die das zufließende Abwasser von groben Bestandteilen wie z. B. Laub, kleineren toten Tieren, Monatshygieneartikeln, Steinen, etc. reinigt. Dieser Rechen ist in einer, an das Betriebsgebäude angebauten Halle, untergebracht. Das Rechgut wird in größeren Abfallcontainern zwischengelagert und anschließend entsorgt.

Bevor das Abwasser dann in das Belebungsbecken fließt, wird es noch einer weiteren Vorreinigung im **Sandfang** unterzogen. Hier werden vorwiegend die schweren mineralischen Feststoffe (hauptsächlich Sand, aber auch kleinere Steine, Glassplitter usw.) aus dem Abwasser entnommen, da diese Stoffe zu betrieblichen Störungen in der Anlage führen können (z. B. Verschleiß an Pumpenrädern, Verstopfung, etc.). Nach dem Sandfang wird das Abwasser über die sog. **Zulaufpumpen** in das Belebungsbecken gefördert. Überschüsse können in einer Kammer des Schlammolders zwischengespeichert werden.



Abb. 5: Sandfang mit Container



Abb. 6: Zulaufpumpen im Untergeschoss des Betriebs-/Rechengebäudes

#### Biologische Reinigungsstufe:

Der Hauptbestandteil der biologischen Reinigungsstufe bei der Kläranlage Gefrees ist ein kombiniertes **Belebungs-/Nachklärbecken**. Im Belebungsbecken werden durch Mikroorganismen unter Luftzufuhr (Gebläsestation) die noch vorhandenen organischen Stoffe abgebaut und anorganische Stoffe zum Teil oxidiert. Die Stickstoffelimination erfolgt als intermittierende Denitrifikation. In das Belebungsbecken läuft kontinuierlich Abwasser zu und im selben Umfang fließt Belebtschlamm enthaltendes Abwasser in das Nachklärbecken ab. Im Nachklärbecken wird das Abwasser vom Belebtschlamm getrennt. Ein gewisser Anteil des Schlammes wird als sog. Rücklaufschlamm über eine **Rücklaufschlammpumpe** wieder dem Belebungsbecken zugeführt, somit wird die Konzentration der Mikroorganismen im Belebungsbecken relativ konstant gehalten. Der Überschussschlamm wird über eine weitere Pumpe zur Zwischenlagerung in den Schlamm-polder gefördert.

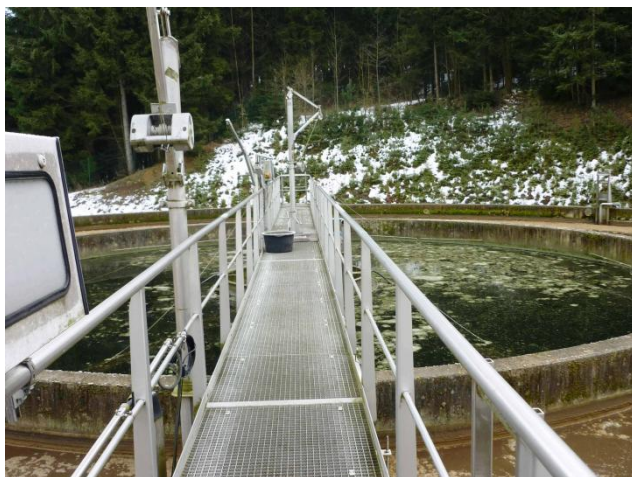


Abb. 7: Kombiniertes Belebungs- und Nachklärbecken



Abb. 8: Gebläsestation mit drei Drehkolbengebläsen



Abb. 9: Rücklaufschlamm-pumpen (linke u. mittlere Pumpe) und Überschussschlamm-pumpe (rechts)

### Schlammbehandlung:

Der verbleibende Schlamm wird auf der Kläranlage Gefrees in einem sog. **Schlamm-polder** gesammelt und der weiteren Verwertung zugeführt, in diesem Fall geschieht dies lt. Auskunft der Klärmeisters durch die Ausbringung des Schlammes zur Düngezwecken in der Landwirtschaft.



Abb. 10: Schlamm-polder

Die nachfolgenden Bilder zeigen weitere Bauwerke und Komponenten:



Abb. 11: Rechengebäude (links) mit dahinter liegendem Betriebsgebäude



Abb. 12: Garagengebäude



Abb. 13: Fällmittelanlage



### Nachfolgend einige Eckdaten bzw. Kenngrößen der Kläranlage (Werte wurden am 19.12.2013 von der Kommune per Email übermittelt):

- Baujahr:	2006	
- Ausbaugröße	7.000	EW
- Angeschlossene EW (2013)	4.800	EW

#### Abwasserzufluss:

- Schmutzwasser $Q_n$	1.008	m <sup>3</sup> /d
- Fremdwasser $Q_f$	504	m <sup>3</sup> /d
- Trockenwetter $Q_t$	1512	m <sup>3</sup> /d
- Regenwetter $Q_m$	300	m <sup>3</sup> /h
- $BSB_{5\text{ges}}$	277,78	mg/l
- $TSO_{\text{ges}}$	324,07	mg/l
- $TKN_{\text{ges}}$	58,20	mg/l
- $P_{\text{ges}}$	9,58	mg/l

#### **Abkürzungserklärung**

**$Q_n$**  : Häusliches Abwasser/Schmutzwasser

**$Q_f$**  : Unerwünschtes Wasser in einem Abwassernetz, dessen Anteil durch Grundwasserinfiltration von undichten Kanälen, Einleitungen etc. entsteht.

**$Q_t$**  : Der Wasserabfluss bei Trockenwetter, wenn also kein Regenereignis vorliegt.

**$Q_m$  bei Regenwetter:** Der Mischwasserabfluss aus Regenwasserabfluss und Trockenwetterabfluss.

#### **$BSB_5$ :**

Gekürzt: „Maßzahl für die Menge an im Wasser gelöstem Sauerstoff, der zum biologischen Abbau gelöster organische Verbindungen im Abwasser benötigt wird. Die Kennzahl gibt die Menge an Sauerstoff im mg/l an, die Bakterien und andere Kleinstlebewesen in einer Wasserprobe in einem Zeitraum von 5 Tagen bei einer Temperatur von 20°C verbrauchen, um die Wasserinhaltsstoffe aerob abzubauen.  $BSB_5$  ist also ein indirektes Maß für die Summe aller biologisch abbaubaren organischen Stoffe im Wasser.“ Quelle: <http://www.wasser-wissen.de/abwasserlexikon/b/bsb.htm>

**$TS_0$**  : Der abfilterbare Teil der Feststoffe wird als  $TS_0$  bezeichnet.

#### **$TKN_{\text{ges}}$ :**

„Total Kjeldahl Nitrogen ist die Bezeichnung für den organisch gebundenen Stickstoff, der durch die Einwirkung von konzentrierter Schwefelsäure in  $NH_4^+$  überführt wird.“ Quelle: <http://www.wasser-wissen.de/abwasserlexikon/t/tn.htm>

#### **$P_{\text{ges}}$ :**

„Der Phosphoranteil im zulaufenden Abwasser. Phosphor ist ein essenzieller Nährstoff, durch den die Eutrophierung (Überdüngung) von Gewässern gesteuert wird. Über kommunales Abwasser oder landwirtschaftliche Einträge (Gülle) kann es im Überschuss ins Gewässer gelangen. In vielen Fällen ist Phosphor der limitierende Faktor für das Wachstum von Mikroorganismen in den Gewässern. Jede Erhöhung der Phosphormenge in einem Gewässer führt i.d.R. zu einer entsprechenden Erhöhung der Biomasse. Mit der Senkung der Phosphoreinleitung in Gewässer kann die Eutrophierung wirkungsvoll kontrolliert werden. Phosphor kommt vor allem über fäkale Ausscheidungen sowie über die Waschmittel in das Abwasser.“ Quelle: <http://www.wasser-wissen.de/abwasserlexikon/p/phosphor.htm>

### 3. Bereich Elektro

#### **3.1. Installierte elektrische Leistungen der Aggregate/Verbraucher**

- 2 x Wirbeljet a' 4,8 kW
- 2 x Entleerungspumpen (im Wechsel) a' 5,0 kW
- Rechenantrieb 1,5 kW
- Rechengutpresse 3,0 kW
- Sandtransportschnecke 0,55 kW
- Sandförderschnecke 1,1 kW
- Sandklassierer 1,1 kW
- Rührwerk 0,55 kW
- Sandaustrag 0,55 kW
- Sandfanggebläse 1,5 kW
- Fettförderpumpe 1,35 kW
- 3 x Zulaufpumpen a' 4,0 kW
- 2 x Rücklaufschlammumpen a' 4,8 kW
- Überschussschlammpumpe 1,9 kW
- 3 x Drehkolben-Gebläse a' 18,5 kW
- 2 x Tauchmotorrührwerke a' 2,3 kW
- Pumpe Nachklärbecken 1,9 kW
- Schlammpumpe 2,6 kW
- Kellerentwässerungspumpe 1,7 kW
- Simplexklärer 0,26 kW

Sonstiges:

- Fällmittelstation, Beleuchtung, MSR-Technik, Analysetechnik, Leitrechner, Wärmepumpe (Beheizung Betriebs-/Rechengebäude), Brauchwasserstation (Hauswasserwerk), Warmwasserboiler, Waschmaschine, etc.
- Es wird auch ein Anschluss für eine mobile Schlammntwässerung (35 kW) vorgehalten.

### 3.2. Stromverbrauch/Benchmark

(Datenbasis sind die Rechnungen 11/2012 – 10/2013)

Kläranlagen sind lt. einer Studie des Umweltbundesamtes mit rund 20 % Anteil in der Regel die größten Stromverbraucher im kommunalen Bereich und verbrauchen oft mehr elektrische Energie als Krankenhäuser, Schulen, Verwaltungsgebäude oder andere kommunale Einrichtungen. Gemäß Abwasserverordnung werden Kläranlagen bezogen auf ihre Ausbaugrößen in 5 Größenklassen eingeteilt. Die unteren Größenklassen haben durchschnittlich höhere Energiekennwerte, angegeben in verbrauchten Kilowattstunden pro angeschlossenen Einwohnerwerten und Jahr [kWh/(EW\*a)]. Die nachfolgende Tabelle (links unten) zeigt die Einteilung der Größenklassen – **die Kläranlage Gefrees mit ihrer Ausbaugröße von 7.000 EW entspricht demnach einer Anlage der Größenklasse 3.**

Größenklasse	Kapazität in Einwohnerwert
1	< 1.000
2	1.000 - 5.000
3	5.001 - 10.000
4	10.001 - 100.000
5	> 100.000

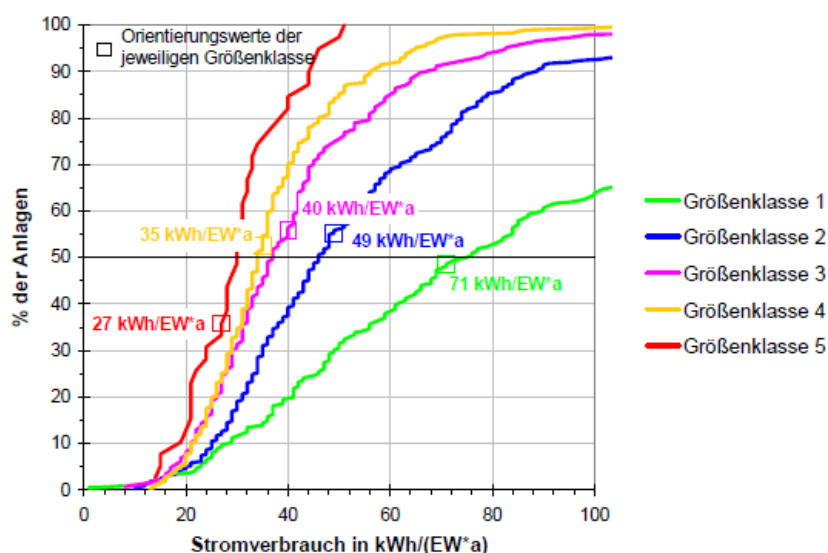


Abb. 14: Größenklassen und Stromverbrauch von Kläranlagen

**In der Größenklasse 3 liegt der Orientierungswert (Grafik oben) beim Stromverbrauch bei ca. 40 kWh/(EW\*a).**

Hierbei gibt es aber eine sehr große Streubreite, auch kleine Kläranlagen können energetisch genauso günstig arbeiten wie Großanlagen u. a. durch regionale Gegebenheiten oder durch Sonderaggregate, die sich stärker auf den Gesamtenergieverbrauch auswirken.

Tabelle: monatlicher Stromverbrauch (Nov. 2012 – Okt. 2013):

Monat u. Jahr	Wirkarbeit HT in kWh	Wirkarbeit NT in kWh	Wirkarbeit gesamt (HT+NT) in kWh
November 2012	9.495	8.357	17.852
Dezember 2012	8.576	9.759	18.335
Januar 2013	10.072	9.283	19.355
Februar 2013	9.123	8.111	17.234
März 2013	9.606	10.377	19.983
April 2013	6.591	11.949	18.540
Mai 2013	6.077	13.066	19.143
Juni 2013	6.022	11.590	17.612
Juli 2013	6.912	10.457	17.369
August 2013	5.810	9.650	15.460
September 2013	6.726	11.520	18.246
Oktober 2013	9.691	8.939	18.630
		<b>Gesamt:</b>	<b>217.750</b>

Daraus ergibt sich für die Kläranlage Gefrees für den o. g. Jahresverbrauch ein gerechneter **Stromverbrauchswert** bezogen auf die angeschlossenen Einwohnerwerte von 4.800 EW **von ca. 45,4 kWh/(EW\*a)**.

Die Kläranlage Gefrees liegt somit beim **Stromverbrauch ca. 13,5 % über dem Bundesdurchschnitt** für vergleichbare Anlagen in der sog. **Größenklasse 3!**

Ein Grund hierfür ist sicherlich z. T. auch, dass die Kläranlage für 7.000 EW ausgelegt wurde und die Aggregate natürlich für diese max. Auslegung dimensioniert sind. Die tatsächliche Auslastung 2013, die für das Benchmark herangezogen wurde, liegt jedoch nur bei 4.800 EW, was einer tatsächlichen Auslastung von ca. 68,6 % entspricht. Weiterhin ist beim o. g. Stromverbrauch auch die erforderliche Energie für die Wärmepumpe und den Heizstab im Pufferspeicher (Heizung Betriebs- und Rechengebäude) enthalten – diese Energie wird nicht separat erfasst und kann somit auch nicht in Abzug gebracht werden.

## 4. Maßnahmen zur Effizienzsteigerung beim Energieverbrauch

### 4.1. Austausch von alten Elektromotoren gegen Effizienzmotoren

Da fast alle elektrischen Antriebe/Motoren auf der Kläranlage drehzahlregelt über Frequenzumrichter betrieben werden, ist hier nur noch wenig Potenzial hinsichtlich Energieeinsparung vorhanden. Die meisten elektrischen Antriebe besitzen bereits die alte IE-Wirkungsgradklasse nach CEMP EFF 1 („hoch“), was bedeutet, dass beim damaligen Neubau der Kläranlage bereits ein Augenmerk auf effiziente Antriebe gelegt wurde. Die v. g. Antriebe wären nach den neuen IE-Wirkungsgradklassen in die Klasse IE 2 einzuordnen – siehe hierzu auch die unten stehende Tabelle.

Grundsätzlich wäre theoretisch in einigen Bereichen, in denen Antriebe mit hohen täglichen Laufzeiten (z. B. Zulaufpumpen, Gebläse, etc.) betrieben werden, der Einsatz von noch höherwertigeren Effizienzantrieben (z. B. Klasse IE 3 – Wirkungsgrad „Premium“) aus energetischer Sicht sinnvoll.

Effizienzmotoren bringen bei geringerer Anschlussleistung oder verbesserten Wirkungsgrad den gleichen Nutzen. Bei Neuanschaffungen/Sanierungen sollte man sein Augenmerk auf gute Effizienzklassen der elektrischen Verbraucher legen.

Definition Wirkungsgrad  $\eta$  [%] =  $\frac{\text{abgegebene mech. Leistung}}{\text{zugeführte elektr. Leistung}}$

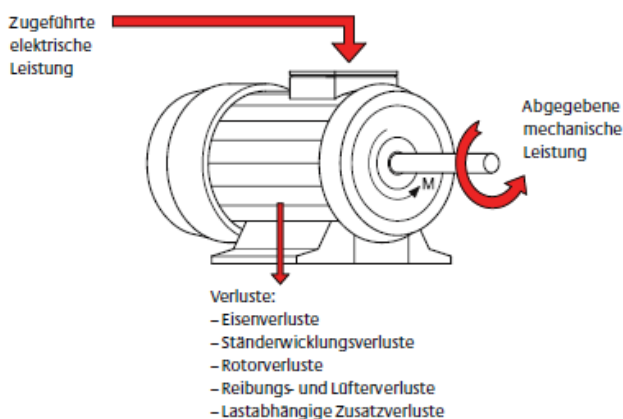


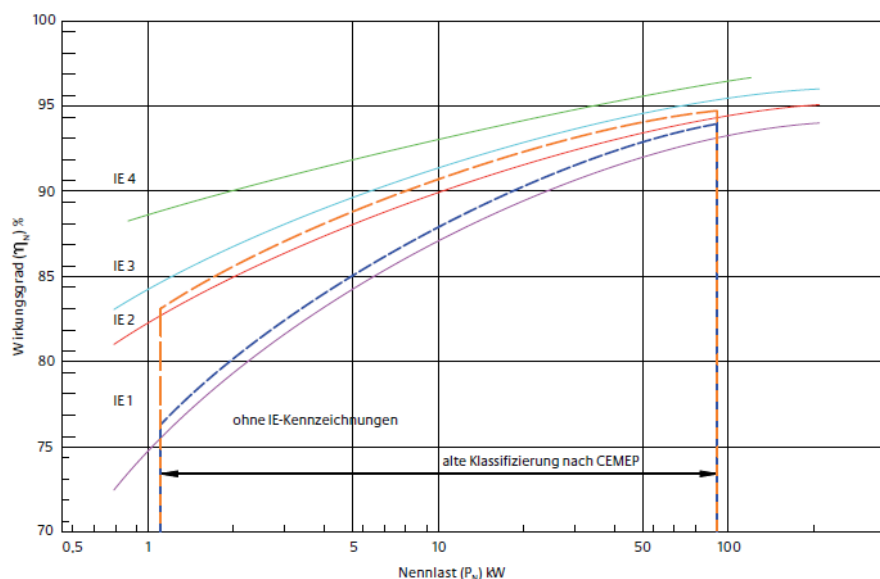
Abb. 15: Wirkungsgrad bei Elektromotoren

Die nebenstehende Abbildung zeigt die Definition des Wirkungsgrades bei Elektromotoren und eine Auflistung von Verlusten

Neue IE-Wirkungsgradklassen		Alte IE-Wirkungsgradklassen nach CEMP	
Wirkungsgrad	IE-Code	Wirkungsgrad	Klasse
Super Premium	IE 4	–	–
Premium	IE 3	–	–
Hoch	IE 2	hoch	EFF 1
Standard	IE 1	verbessert	EFF 2
unter Standard	keine Kennzeichnung	normal	EFF 3

Seit 2008 erfolgt die Einteilung nach den neuen IE-Wirkungsgradklassen gem. IEC 60034-30 (linke Tabellenhälfte).

Abb. 16: IE Wirkungsgradklassen



Die Abbildung zeigt die Wirkungsgradverläufe von Elektromotoren in Abhängigkeit der Nennlast. Durch den Einsatz von Effizienzmotoren kann der Stromverbrauch bei elektrischen Antrieben in Bereichen von bis zu 20-30 % gesenkt werden!

Abb. 17: Wirkungsgradverläufe Elektromotoren

Nachfolgend ein Berechnungsbeispiel **für eine vorhandene Zulaufpumpe (4 kW, Wirkungsgradklasse EFF 1)** bei einer täglichen durchschnittlichen Laufzeit von ca. 14,5 h (Angabe Klärmeister) und einem gemittelten Strompreis von 17 ct/kWh:

Antrieb	EFF 1 (~IE 2)	IE 3	Einsparung durch IE 3
Wirkungsgrad	85,80%	88,10%	-
kWh/a	24.673	24.022	650
€/a	4.194	4.084	110
vermiedenes CO <sub>2</sub> [kg]	0	426	426

Die Berechnung zeigt, dass bei diesem einzigen Antrieb, sofern hier der bestehende E-Motor durch einen Effizienzmotor der Klasse IE3 getauscht würde, eine jährliche Stromersparnis von ca. 650 kWh zu erzielen wäre. Dies entspricht einer Kosteneinsparung nur für diesen einen Antrieb von knapp über 110,- € pro Jahr – von diesen Pumpen sind 3 Stück (annähernd gleiche Laufzeiten) auf der Kläranlage im Einsatz. Anzuwenden wäre der Austausch auch noch auf weitere Antriebe, wie z. B. auf die 3 Gebläse, die Rücklaufschlammpumpe, die Tauchmotorrührwerke etc.

**Empfehlung:** Bei einem Defekt einer der v. g. elektrischen Antriebe sollte man sich ggf. auch ein Angebot/Wirtschaftlichkeitsberechnung für einen neuen Motor in einer höheren Effizienzklasse einholen.

### 4.2. Einbau einer Spannungsstabilisierung

Bei einer Spannungsstabilisierung nutzt man folgenden Effekt:

Die von den Energieversorgungsunternehmen zu liefernde Nennspannung am Übergabepunkt beträgt seit Anfang des Jahres 2003 (EU-weite Harmonisierung der Spannungsebenen) 230/400 Volt. Vor 2003 wurden in Deutschland 220/380 Volt zur Verfügung gestellt.

Bedingt durch immer mehr werdende Solar- und Windenergieanlagen treten permanent Spannungsschwankungen im Versorgungsnetz auf. Deshalb hat der Gesetzgeber nach IEC 60938 den EVU's ein Spannungsspektrum von +/- 10% zur Nennspannung gestattet.

D. h. alle in Deutschland betriebenen elektrischen Verbraucher müssen in einem Spannungsbereich von 207/360 Volt bis 253/440 Volt arbeiten.

Dies macht man sich zu Nutze und senkt über einen Ringkernstelltrafo in der gesamten Elektroanlage die Spannung so weit ab, so dass am weitesten entfernten Verbraucher in der Anlage noch eine Spannung von mind. 207/360 Volt anliegt.

Die Spannungsabsenkung und Stabilisierung führt zu einem geringeren Stromfluss in der Verbraucheranlage und damit zu einem geringeren Verbrauch an elektrischer Arbeit.

Beachtet werden muss hierbei jedoch auch die Verbraucherstruktur der Anlage, je höher die Effizienzklassen der Antriebe und deren Netzanschlutung (z. B. drehzahlgeregelte FU-Antriebe), desto geringer ist der Einspareffekt einer solchen Anlagentechnik.

Schematische Darstellung der Stromeinspeisung ohne Stabilisierung (oberes Schema) und mit Stabilisierung (unteres Schema):

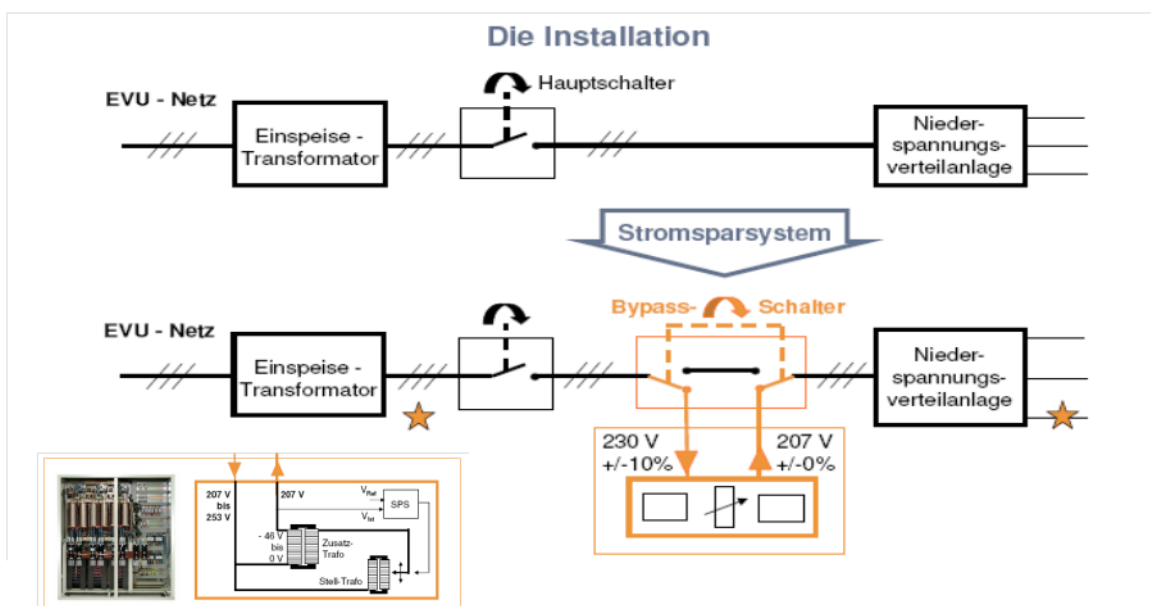


Abb. 18: Stromeinspeisung mit und ohne Stabilisierung

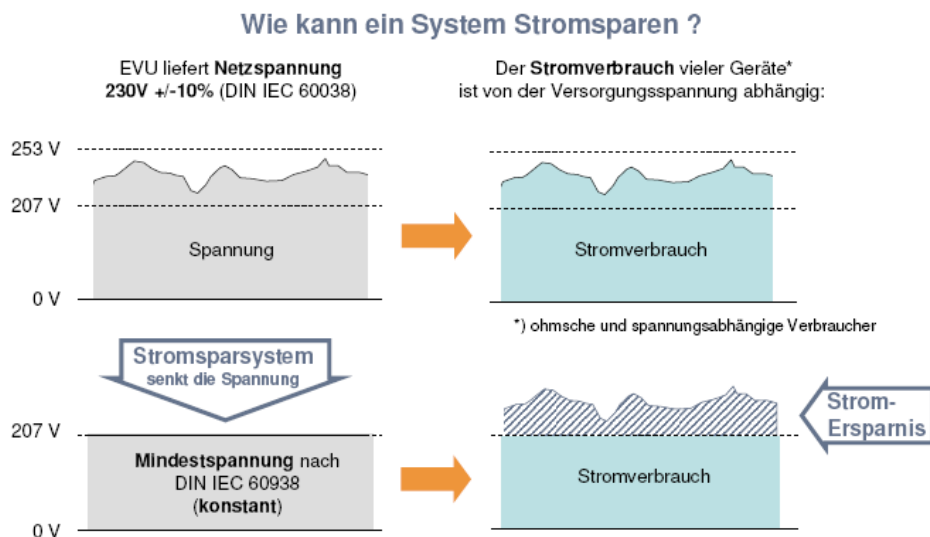


Abb. 19: Stromsparen



Abb. 20: Spannungsmessung

Die einphasig gemessene Spannung im Betriebsgebäude der Kläranlage Gefrees betrug 238 V (!).

**Empfehlung:** Seitens des Betreibers sollte für eine solche Anlagentechnik von einer Hersteller- bzw. Fachfirma eine detaillierte Untersuchung der Verbraucherstruktur und ggf. ein Angebot mit Wirtschaftlichkeitsberechnung für eine Spannungsstabilisierung eingeholt werden. Hierfür wäre u. a. die Durchführung einer Lastgangmessung/Netzanalyse über einen längeren Zeitraum angeraten.



### 4.3. Außenbeleuchtung

Der Vollständigkeit halber sind hier nachfolgend weitere mögliche Einsparmöglichkeiten aufgezeigt, die auf Grund geringer Betriebszeiten jedoch meist auch lange bzw. schlecht darstellbare Amortisationszeiten aufweisen.



Abb. 21: Außenbeleuchtung auf dem Kläranlagengelände mittels Pilzleuchten .

Die vorhandenen Mastleuchten sind z. Zt. mit sog. Quecksilber-Dampflampen (HQL) bestückt. Diese Leuchtmittel unterliegen auch der „EU-Glühlampenverordnung“ und werden voraussichtlich im Jahr 2015 vom Markt genommen.

Umrüstmöglichkeiten gäbe es sowohl hinsichtlich dem sog. „Gelblicht“ (NAV-Leuchten) als auch in Richtung LED-Technik. Beim „Gelblicht“ sind Energieeinsparungen von ca. 20-30% möglich, die Umrüstung auf LED-Technik kann zu Energieeinsparungen von 50-60% führen. Die Amortisationszeiten sind jedoch sehr hoch, da die Außenbeleuchtung lt. Auskunft des Klärmeisters nur bei nächtlichen Störfällen in Betrieb ist – somit sind die Betriebszeiten sehr gering.

Vorteil einer Umrüstung auf LED wäre der sofortige Start der Leuchten mit 100% Lichtleistung. Entladungslampen (HQL u. NAV) benötigen nach dem Einschalten eine gewisse Zeit, bis die volle Lichtleistung zur Verfügung steht – nach dem Ausschalten ist ein sofortiges Wiederezünden beim Einschalten erst nach einer gewissen Abkühlphase möglich.

#### 4.4. Warmwasserbereitung im Betriebsgebäude



Abb. 22: 80 l-Warmwasserboiler

80 l-Warmwasserboiler für die zentrale Warmwasserversorgung des Betriebsgebäudes in einem Wandschrank der Warte eingebaut.

Elektrische Warmwasserbereiter sollten nur dann in Betrieb sein, wenn sie benötigt werden – auch hier gibt es sog. Stand-by/Auskühlverluste. Bei solchen größeren Boilern, die direkt ans Stromnetz angeschlossen sind, kann eine Schaltuhr (Wochenprogramm) mit Schaltschutz im Verteiler nachgerüstet werden.

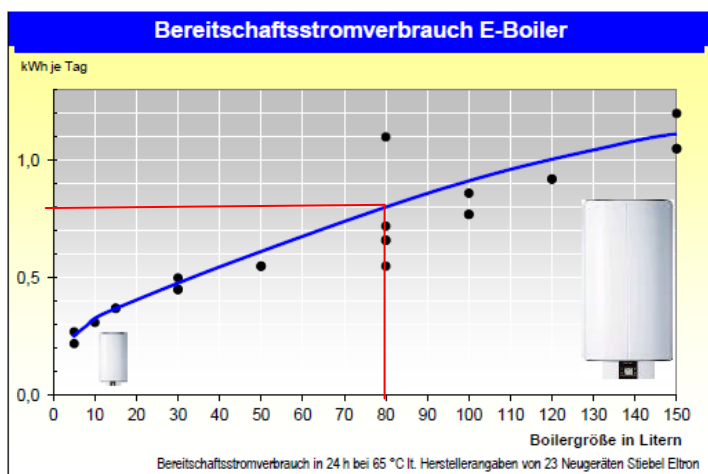


Abb. 23: Verluste elektrischer Warmwasserbereiter

Die Grafik zeigt die durchschnittlichen Verluste pro Tag von elektrischen Warmwasserbereitern. Sie liegen bei einem 80 l-Boiler bei ca. 0,8 kWh/Tag und somit jährlich bei etwa 292 kWh.

Quelle: Stiebel Eltron

### 4.5. Beleuchtungstechnik im Betriebsgebäude



Abb. 24: Beleuchtung: Rasteranbauleuchte

Rasteranbauleuchte mit Leuchtstofflampen in T8-Technik mit konventionellem Vorschaltgerät (KVG) in der Warte.

Kleinere Verbesserungen wären im Bereich des Betriebsgebäudes bei der Beleuchtungstechnik zu erwähnen. Im WC könnte der Einsatz eines Präsenzmelders zur Beleuchtungssteuerung zum Energieeinsparen beitragen. In der Warte und im Labor sollte mittel- bis langfristig über eine Erneuerung der Beleuchtung nachgedacht werden – die vorhandenen Leuchtstofflampen mit konventionellen Vorschaltgeräten könnten gegen effizientere T5-Leuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten oder gegen LED-Leuchten ersetzt werden.

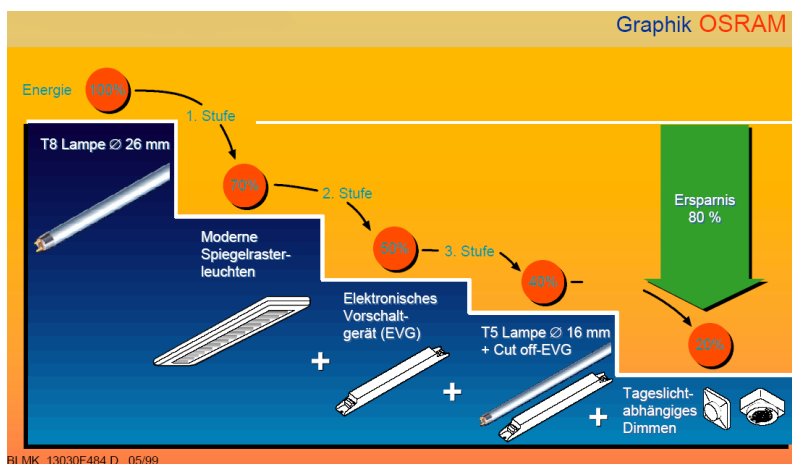


Abb. 25: Mögliche Einsparpotenziale bei der Beleuchtungstechnik.

Grafik: Fa. Osram

### 4.6. Elektrogeräte



Abb. 26: Waschmaschine im Betriebsgebäude

Bei einer Neu- bzw. Ersatzbeschaffung von Haushaltsgeräten (sog. „Weißer Ware“) sollte künftig auf eine hohe Energieeffizienzklasse (siehe „Energie-label“) geachtet werden.

Für folgende Hausgeräte gibt es eine Kennzeichnung:

- Kühl- und Gefriergeräte
- Waschvollautomaten
- Wäschetrockner
- Waschtrockner
- Geschirrspüler
- Elektrische Backöfen

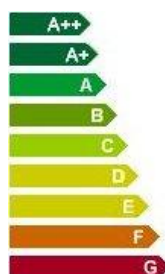


Abb. 27: Energie-label

## 5. Heizungstechnik

### 5.1. Wärmepumpe



Abb. 28: Luft-Wärmepumpe

Die Beheizung des Betriebsgebäudes und auch des Rechengebäudes geschieht mittels einer Luft-Wasser-Wärmepumpe des Fabrikates Viessmann Vitocal 300 mit einem Leistungsbereich von 5,4-14,8 kW.



Abb. 29: Ansaug- und Ausblasöffnungen

Das Bild zeigt die vergitterten Ansaug- und Ausblasöffnungen der Wärmepumpe, die direkt übereinander an der gleichen Fassadenfläche angebracht sind.

Strömungstechnisch ist diese Lösung schlecht, da es durch die v. g. Anordnung zu einer Art „Kurzschluss“ kommt – es wird immer ein gewisser Anteil der abgekühlten Fortluft zusammen mit der Außenluft wieder eingesaugt. Dies mindert die Heizleistung der Wärmepumpe.



Abb. 30: Pufferspeicher

Pufferspeicher 200 l (Wert geschätzt – kein Typenschild), in welchen die Wärmepumpe fördert. Vom Pufferspeicher aus werden die Heizflächen im Betriebs- und Rechengebäude versorgt.

Reicht in den Wintermonaten die Wärmeleistung der Wärmepumpe nicht aus, so wird mit einem elektrischen Heizstab (siehe Pfeil), der im Pufferspeicher eingebaut ist, zugeheizt.

Handlungsempfehlung: Um den Wirkungsgrad der Wärmepumpe zu erhöhen sollten die Ansaug- und Ausblasöffnung räumlich voneinander getrennt werden – eine der beiden Öffnungen könnte z. B. um die Gebäudeecke herum verlegt werden.



Abb. 31: Handlungsempfehlung: Verlegen Fortluftöffnung

Verlegen der Fortluftöffnung an die Stirnseite des Rechengebäudes.

## 5.2. Abluft des Pumpen-/Gebläseraumes im Untergeschoss des Rechengebäudes



Abb. 32: Lüftungsauslässe im Heizraum

Die durch die Pumpen und Gebläse entstehende Abwärme, wird über eine mechanische Lüftung ins Freie abgeführt (Sommerbetrieb) bzw. in den Heizraum geblasen (Winterbetrieb).

Das Bild zeigt die beiden Lüftungsauslässe im Heizraum, in dem auch die Wärmepumpe untergebracht ist.

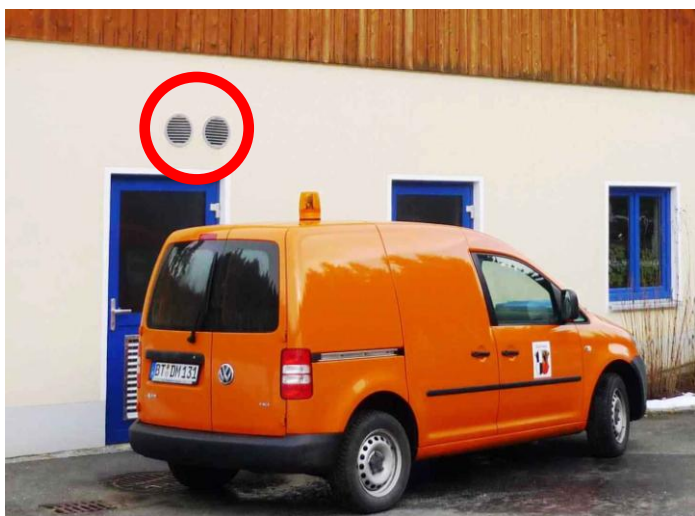


Abb. 33: Ausblasöffnungen (Sommer)

Hier sind die beiden Ausblasöffnungen für den Sommerbetrieb zu sehen (Kreis).

Handlungsempfehlung: Es sollte versucht werden, ob die Abluft des Pumpen-/Gebläseraumes mit in die Ansaugluft der Wärmepumpe eingekoppelt werden kann und ob dies wirtschaftlich darstellbar ist.

## 6. Sonstiges

### 6.1. Photovoltaikanlage auf dem Dach des Rechengebäudes zur Eigenstromnutzung



Abb. 34: Simulation PV-Dachanlage

Die vorhandene Dachfläche des Rechengebäudes (ca. 100 m<sup>2</sup>), die nach Südwesten ausgerichtet ist, würde sich ggf. gut für eine PV-Anlage anbieten.

Der Platz auf der Dachfläche würde für eine PV-Anlagengröße von ca. 12,7 kWp ausreichen. Bei einem jährlich grob angesetzten Ertrag von ca. 900 kWh pro kWp könnten im Jahr knapp 11.500 kWh erwirtschaftet werden. Dies würde bilanztechnisch ca. 5 % des Jahresstromverbrauches der Kläranlage decken.

Handlungsempfehlung: Die Kommune sollte sich Kostenvorschläge für eine PV-Anlage mit entsprechenden Finanzierungsmodellen und Wirtschaftlichkeitsberechnungen einholen.



**Abbildungsverzeichnis**

Abb. 1: Luftbild von der Kläranlage Gefrees	3
Abb. 2: Schematischer Aufbau Kläranlage Gefrees	4
Abb. 3: Zulaufbauwerk	4
Abb. 4: Regenüberlaufbecken	5
Abb. 5: Sandfang mit Container	5
Abb. 6: Zulaufpumpen im Untergeschoss des Betriebs-/Rechengebäudes	6
Abb. 7: Kombiniertes Belebungs- und Nachklärbecken	6
Abb. 8: Gebläsestation mit drei Drehkolbengebläsen	7
Abb. 9: Rücklaufschlammumpen (linke u. mittlere Pumpe) und Überschussschlammpumpe (rechts)	7
Abb. 10: Schlammfolder	7
Abb. 11: Rechengebäude (links) mit dahinter liegendem Betriebsgebäude	8
Abb. 12: Garagengebäude	8
Abb. 13: Fällmittelanlage	8
Abb. 14: Größenklassen und Stromverbrauch von Kläranlagen	11
Abb. 15: Wirkungsgrad bei Elektromotoren	13
Abb. 16: IE Wirkungsgradklassen	13
Abb. 17: Wirkungsgradverläufe Elektromotoren	14
Abb. 18: Stromeinspeisung mit und ohne Stabilisierung	15
Abb. 19: Stromsparen	16
Abb. 20: Spannungsmessung	16
Abb. 21: Außenbeleuchtung auf dem Kläranlagengelände mittels Pilzleuchten .	17
Abb. 22: 80 l-Warmwasserboiler	18
Abb. 23: Verluste elektrischer Warmwasserbereiter	18
Abb. 24: Beleuchtung: Rasteranbauleuchte	19
Abb. 25: Mögliche Einsparpotenziale bei der Beleuchtungstechnik.	19
Abb. 26: Waschmaschine im Betriebsgebäude	20
Abb. 27: Energielabel	20
Abb. 28: Luft-Wärmepumpe	21
Abb. 29: Ansaug- und Ausblasöffnungen	21
Abb. 30: Pufferspeicher	22
Abb. 31: Handlungsempfehlung: Verlegen Fortluftöffnung	22
Abb. 32: Lüftungsauslässe im Heizraum	23
Abb. 33: Ausblasöffnungen (Sommer)	23
Abb. 34: Simulation PV-Dachanlage	24

Dieser Bericht ist ein exemplarisches Beispielprojekt als Teil des integrierten Klimaschutzkonzeptes des Landkreises Bayreuth. Gefördert im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestags (Förderkennzeichen 03KS3828).

