

Energieanalyse Klärwerk Beningsfeld

Vorstellung Ausschuss für Umwelt, Klimaschutz und Verkehr
sowie Infrastrukturausschuss der Stadt Bergisch Gladbach

24.06.2010

Energieanalyse – Ziel und Vorgehensweise

- Ziele und Vorteile der Energieanalyse:
 - Identifizierung und Einordnung der vorhandenen Energieverbraucher
 - potenzielle Kosteneinsparung durch Senkung der Betriebskosten
 - ökologische Vorteile durch Schonung der Energieressourcen
- Vorgehensweise:
 - Dokumentation des IST-Zustandes inkl. der vollständigen Verfahrenstechnik mit allen Verbrauchern
 - Bewertung der vorhandenen Verfahrenstechnik unter energetischen Gesichtspunkten
 - Herleitung von Maßnahmen zur Energieoptimierung unterteilt in Sofort-, Kurzfristige und Abhängige Maßnahmen

IST-Zustand: Ermittlung Einwohnerwerte

| Berechnung Einwohnergleichwerte 2008 gesamt aus Betriebsdaten | | Zulauf | | | |
|--|----------|---------|---------|------------------|------------------|
| | | CSB | BSB | N _{ges} | P _{ges} |
| Probenzahl | [-] | 227 | 15 | 229 | 228 |
| Mittelwert der Tagesfrachten | [kg/d] | 11.268 | 3.941 | 1.390 | 215 |
| 85%-Quantil der Tagesfrachten | [kg/d] | 16.392 | 6.089 | 1.954 | 285 |
| Standardwerte nach ATV | [g/EW*d] | 120 | 60 | 11 | 1,8 |
| Einwohnerwerte aus MW | [EW] | 93.896 | 65.682 | 126.346 | 119.452 |
| Einwohnerwerte aus 85%-Q. | [EW] | 136.596 | 101.476 | 177.599 | 158.133 |

Auslegungsgröße: 150.000 EW

Momentan tats. angeschlossene EW: 102.033 EW

Mittlere Anlagenbelastung:
(maßgebend für Energieanalyse) 126.346 EW

Jahresabwassermenge: 9.400.000 m³

Spez. Abwasseranfall: 204 l / (EW * d)

IST-Zustand: Anlagedaten 2008 im Überblick

| Anlagedaten | | |
|--|-----------|----------------------|
| Betriebsjahr | 2008 | |
| Einwohnerwert Ausbau (85%-Wert) | 150.000 | [EW] |
| BSB5 (aktuelle Frachtbelastung Zulauf KA) | 2.767 | [t/a] |
| Einwohnerwert aktuell Zulauf KA (60 g BSB5/EW*d) | 126.346 | [EW BSB] |
| Angeschlossene Einwohner | 102.033 | [Einw.] |
| C-Abbau (Schlammalter ca. 5 Tage) | Nein | |
| Nitrifikation (Schlammalter ca. 13 Tage) | Ja | |
| Nitrifikation (Schlammalter > 25 Tage) | Nein | |
| Filtration | Ja | |
| Hebwerke (Höhendifferenz aller Einlauf- und Zwischenhebwerke exkl. Filtration) | 3 | [m] |
| Abwasseranfall | 9.385.179 | [m ³ /a] |
| Rohschlammanfall | 82.072 | [m ³ /a] |
| Trockensubstanz im Rohschlamm | 3.961 | [t TR/a] |
| Organischer Anteil Schlammeintrag in Faulung | 2.926 | [t oTR/a] |
| Faulgasanfall gesamt [Normkubikmeter] | 1.489.616 | [Nm ³ /a] |
| Faulgasnutzung Kessel | 14.892 | [Nm ³ /a] |
| Faulgasnutzung BHKW | 1.378.002 | [Nm ³ /a] |
| Faulgasverkauf | | [Nm ³ /a] |
| Abfackelung Faulgas | 96.722 | [Nm ³ /a] |
| Wärmeprod. intern genutzt (Kessel, BHKW) | 3.586 | [MWh/a] |
| Einkauf Wärme-Energie (z.B. Heizöl) | 3 | [MWh/a] |
| Endenergieverbrauch Wärme gesamt | 3.588 | [MWh/a] |
| Elektrizitätsproduktion intern (BHKW) | 2.164 | [MWh/a] |
| Einkauf Elektrizität (Netz EVU) | 1.574 | [MWh/a] |
| Elektrizitätsverbrauch Belebung | 1.657 | [MWh/a] |
| Endenergieverbrauch Elektrizität gesamt | 3.738 | [MWh/a] |

IST-Zustand: Energienachweis

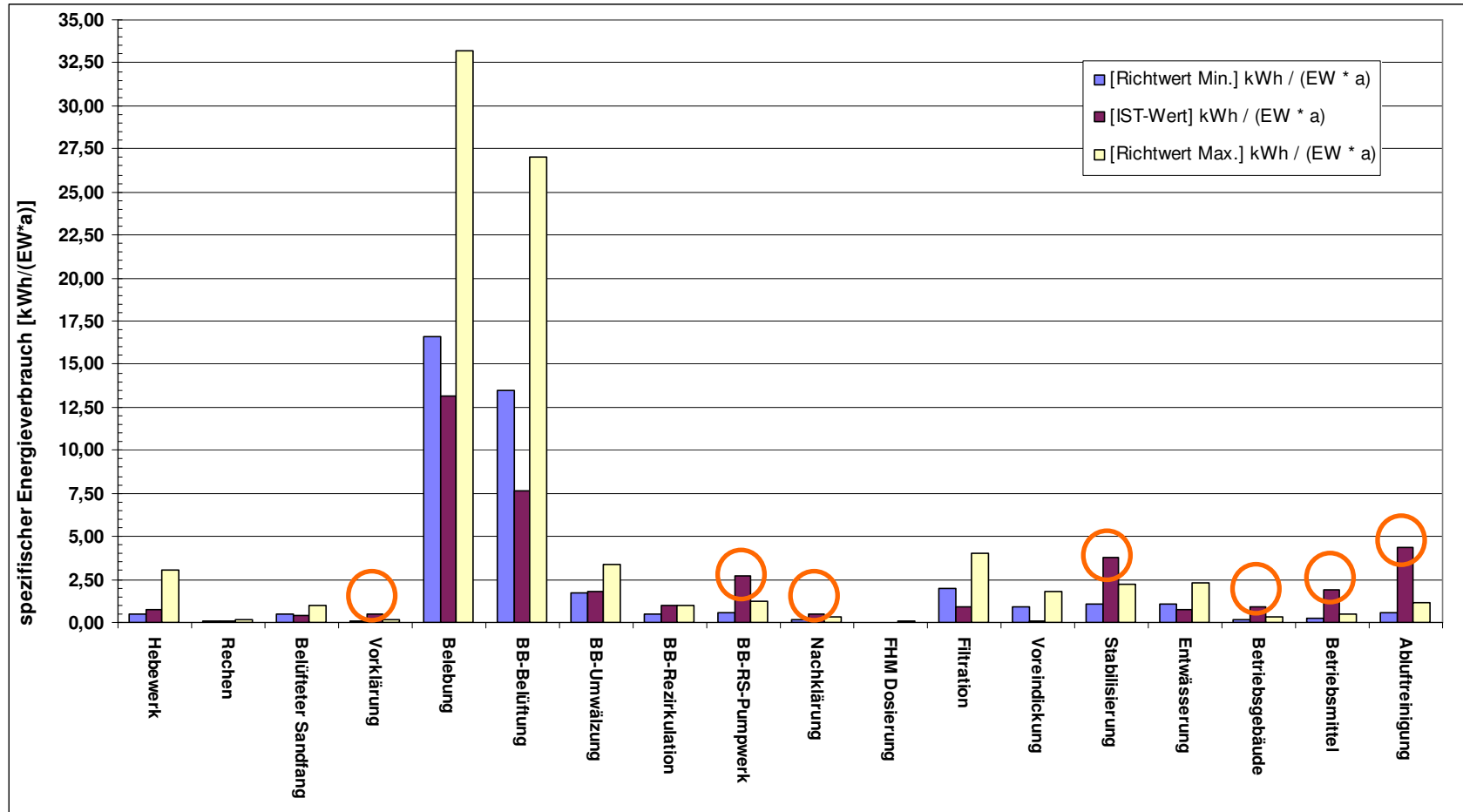
| Energienachweis | | IST-Zustand | Richtwert | Idealwert |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|
| gesamter spez. Elektrizitätsverbrauch pro EW BSB | | 30 kWh/EW a | 31 kWh/EW a | 24 kWh/EW a |
| spez. Elektrizitätsverbrauch Belebungs pro EW BSB | | 13 kWh/EW a | 21 kWh/EW a | 16 kWh/EW a |
| Grad der gesamten Faulgasnutzung | | 94 % | 98 % | 99 % |
| Grad der Faulgasumwandlung in Kraft/Elektrizität | | 23 % | 31 % | 32 % |
| spez. Faulgasproduktion pro kg oTR eingetragen | | 509 l/kg oTR | 450 l/kg oTR | 475 l/kg oTR |
| Eigenversorgungsgrad | Wärme | 100 % | 98 % | 99 % |
| | Elektrizität | 58 % | 58 % | 77 % |



Die Kläranlage liegt energetisch unterhalb der Richtwerte!

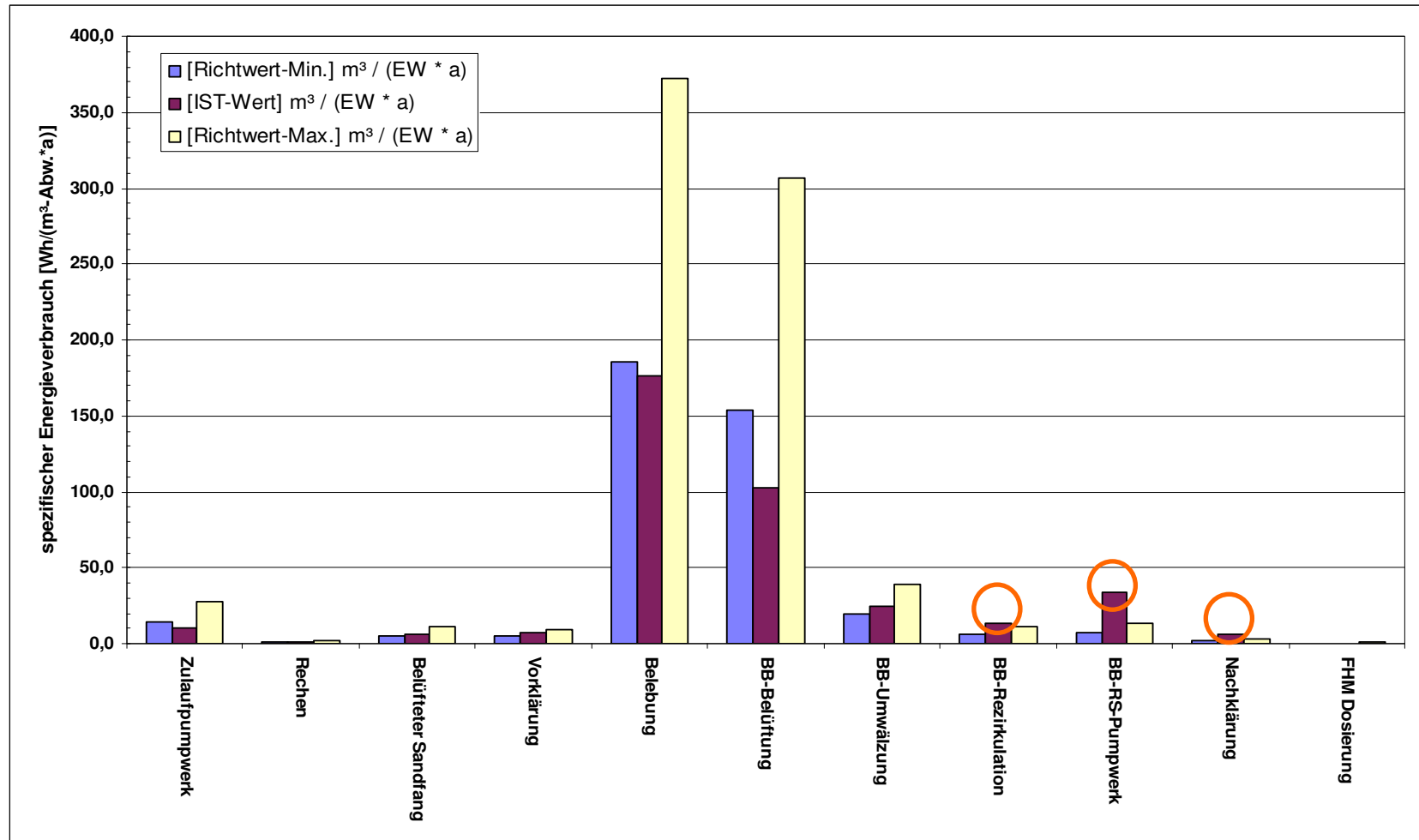
Optimierungspotenzial: Bewertung einzelner Verfahrensgruppen

Spez. Energieverbrauch bezogen auf die Schmutzfracht



Optimierungspotenzial: Bewertung einzelner Verfahrensgruppen

Spez. Energieverbrauch bezogen auf die Wassermenge

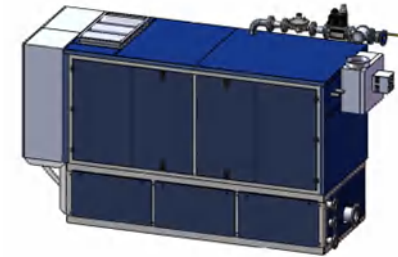


Optimierungspotenzial

Prozentual größte Abweichungen

| Pos. | Verfahren | Verbrauch [kWh/EW] | Hilfswert [kWh/EW] Von - bis | | Abweichung auf Ø des Hilfswertes bezogen [%] |
|---|--------------------------------|-----------------------|------------------------------------|-------------|--|
| | | | | | |
| 5.1 | Vorklärung | 0,53 | 0,1 | 0,2 | 253% |
| 6.4 | Rücklaufschlammumpwerk | 2,70 | 0,6 | 1,2 | 200% |
| 7.1 | Nachklärung | 0,46 | 0,15 | 0,3 | 104% |
| 12.1 | Stabilisierung* | 5,84 | 1,9 | 3,8 | 105% |
| 15.1 | Licht, Labor, Werkstatt | 0,94 | 0,18 | 0,36 | 248% |
| 16.2 | Brauchwasser | 0,74 | 0,26 | 0,52 | 90% |
| 16.4 | Heizung | 1,13 | 0,37 | 0,74 | 104% |
| 17.1 | Abluftreinigung | 3,45 | 0,58 | 1,16 | 297% |
| 17.2 | Lüftungsanlagen | 0,90 | 0,15 | 0,30 | 300% |
| * Energiebedarf bezogen auf m ³ Schlamm statt EW | | | | | |

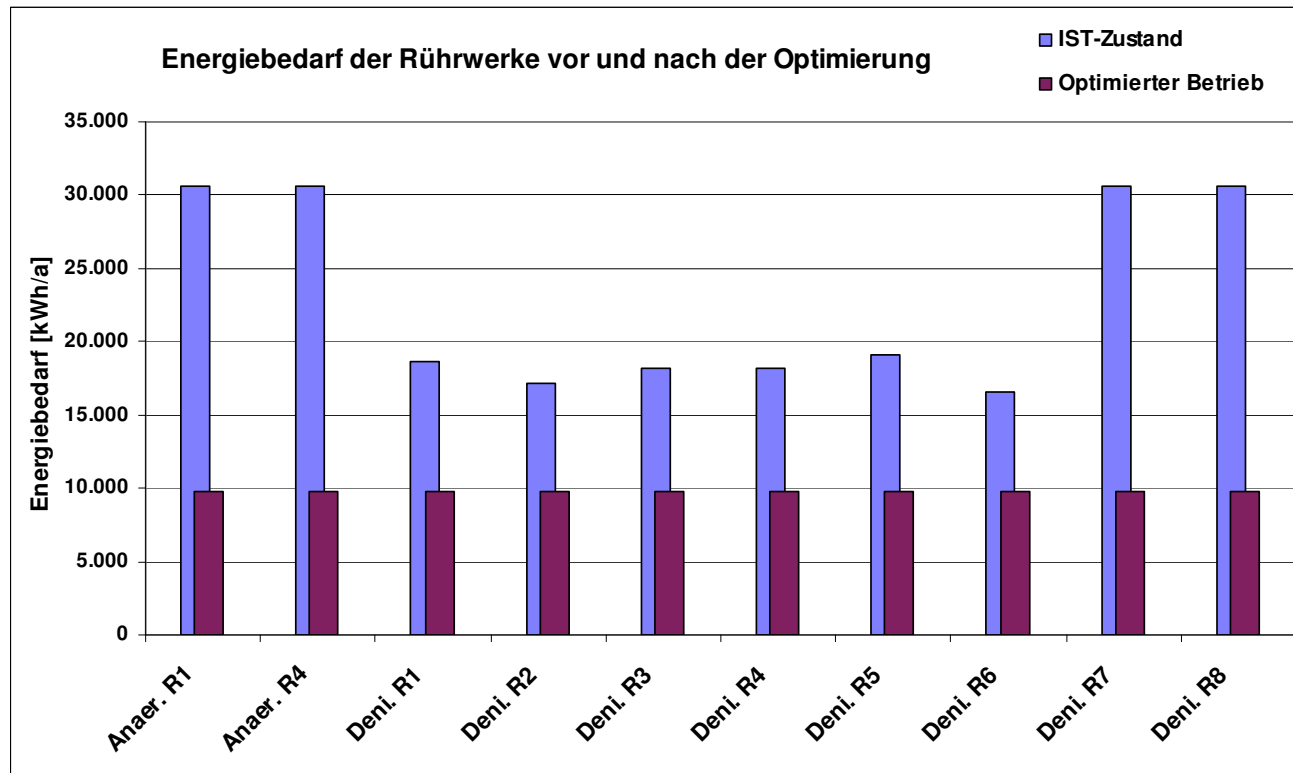
Maßnahmen zur Energieoptimierung



- Erneuerung der Heizschlamm- und Umwälzpumpen der Faulbehälter – K 1
- Ersatz der Rührwerke des Anaerobbeckens – K 2
- Ersatz der Rührwerke der Zonen 7 und 8 des Denitrifikationsbeckens – K 3
- Ersatz der Rührwerke der Zonen 1 bis 6 des Denitrifikationsbeckens – A 1
- Ersatz des Biofilters 3 durch Photoionisation – K 4
- Ersatz des Biofilters 2 durch Photoionisation – A 2
- Sanierung der BHKW-Anlage – A 3



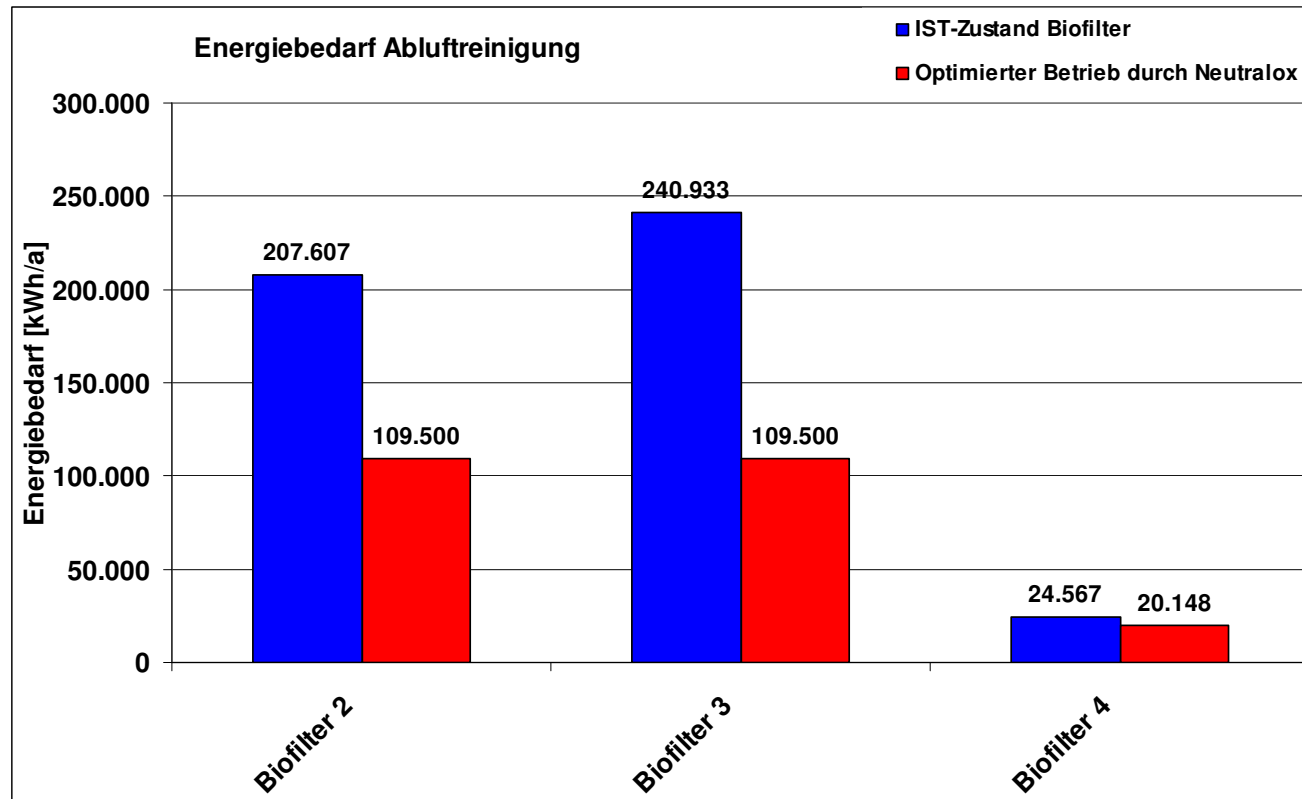
Maßnahmen zur Energieoptimierung



Ersatz
der
Rührwerke

| | Brutto-Einsparung | Brutto-Investition | Wirtschaftlichkeit K / N |
|---------------------------|-------------------|--------------------|-----------------------------|
| Anaerobbecken | 6.400 €/a | 23.000 € | 0,51 |
| Deni-Zonen 7 bis 8 | 6.400 €/a | 23.000 € | 0,51 |
| Deni-Zonen 1 bis 6 | 7.500 €/a | 69.000 € | 0,57 |

Maßnahmen zur Energieoptimierung



Ersatz
der
Biofilter
durch
Photoioni-
sation

| | Brutto-Einsparung | Brutto-Investition | Wirtschaftlichkeit K / N |
|--------------------|-------------------|--------------------|-----------------------------|
| Biofilter 3 | 20.241 €/a | 110.670 € | 0,78 |
| Biofilter 4 | 15.109 €/a | 110.670 € | 1,04 |

Energiebilanz

| Energiebilanz | | | IST-Zustand | nach Realisierung der Maßnahmenpakete | | |
|---------------|---------------------|---------|-------------|---------------------------------------|-----------|-----------|
| | | | | S | S+K | S+K+A |
| Elektrizität | -Verbrauch gesamt | [kWh/a] | 3.738.275 | 3.738.275 | 3.385.649 | 3.238.610 |
| | -Eigenprod. genutzt | [kWh/a] | 2.164.275 | 2.164.275 | 2.164.275 | 2.891.068 |
| | -Einkauf | [kWh/a] | 1.574.000 | 1.574.000 | 1.220.374 | 347.542 |
| Wärme | -Verbrauch gesamt | [kWh/a] | 3.588.330 | 3.588.330 | 3.588.330 | 3.588.330 |
| | -Eigenprod. genutzt | [kWh/a] | 3.585.630 | 3.585.630 | 3.585.630 | 3.793.052 |
| | -Einkauf | [kWh/a] | 2.700 | 2.700 | 2.700 | 0 |



Nach Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen verbleibt ein externer Bezug an elektrischer Energie von rd. 350.000 kWh/a.

Energiekosten

| Energieverbrauchskosten | | IST-Zustand | nach Realisierung der Maßnahmenpakete | | |
|-----------------------------------|-------|-------------|---------------------------------------|---------|--------|
| | | | S | S+K | S+K+A |
| Energieverbrauchskosten gesamt | [€/a] | 242.646 | 242.646 | 188.188 | 53.521 |
| in % IST | % | 100% | 100% | 78% | 22% |
| Einkauf Elektrizität | [€/a] | 242.396 | 242.396 | 187.938 | 53.521 |
| Einkauf Brennstoff | [€/a] | 250 | 250 | 250 | 0 |



Nach Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen verbleiben Kosten für den externen Bezug an elektrischer Energie von rd. 54.000 €/a.

Investitionen und Wirtschaftlichkeit

| Investitionen und Wirtschaftlichkeit | | IST-Zustand | nach Realisierung der Maßnahmenpakete | | |
|---|-------|-------------|---------------------------------------|---------|---------|
| | | | S | S+K | S+K+A |
| Gesamt - Investitionen | [€] | | 0 | 195.940 | 836.610 |
| Energie - Investitionen | [€] | | 0 | 195.940 | 836.610 |
| Jahreskosten | [€/a] | | 0 | 27.897 | 119.114 |
| Jahresnutzen | [€/a] | | 0 | 54.433 | 208.528 |
| K / N | [-] | | 0,00 | 0,51 | 0,57 |



Mit Kosten-Nutzen-Faktoren von 0,51 bzw. 0,57 sind die Maßnahmenpakete als wirtschaftlich sinnvoll einzustufen.

Energienachweis

| Energienachweis | IST-Zustand | nach Realisierung der Maßnahmenpakete | | | Richtwert | Idealwert |
|--|--------------|---------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | S | S+K | S+K+A | | |
| gesamter spez. Elektrizitätsverbrauch | 30 kWh/EW a | 30 kWh/EW a | 27 kWh/EW a | 26 kWh/EW a | 31 kWh/EW a | 24 kWh/EW a |
| spez. Elektrizitätsverbrauch Belebung | 13 kWh/EW a | 13 kWh/EW a | 12 kWh/EW a | 12 kWh/EW a | 21 kWh/EW a | 16 kWh/EW a |
| Grad der gesamten Faulgasnutzung | 94 % | 94 % | 94 % | 99 % | 98 % | 99 % |
| Grad der Faulgasumwandlung in Kraft/Elektrizität | 23 % | 38 % | 38 % | 38 % | 31 % | 32 % |
| spez. Faulgasproduktion pro kg oTR eingetragen | 509 l/kg oTR | 509 l/kg oTR | 509 l/kg oTR | 509 l/kg oTR | 450 l/kg oTR | 475 l/kg oTR |
| Eigenversorgungsgrad | | | | | | |
| Wärme | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 98 % | 99 % |
| Elektrizität | 58 % | 58% | 64% | 89% | 58 % | 77 % |



Der verbleibende externe Energiebezug entspricht einen frachtbezogenen Wert von rd. 3 kWh/EW.

