

BAUENTWURF 2023

Ertüchtigung Kläranlage

Antrag auf Erteilung einer gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis

nach § 10 Absatz 1 Wasserhaushaltsgesetz (WHG)
in Verbindung mit § 15 WHG
für die Einleitung von abgeschlagenem Abwasser
aus der Kläranlage Eslarn in den Loisbach

Anlage 4

Vergleich Stromverbrauch und Kosten
zwischen Schnecken und Kreiselpumpen

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Stromkosten Kreiselpumpen	3
2. Stromkosten Schneckenhebewerk	4
3. Einsparpotenzial der Schneckenpumpen	5
4. Kostenvergleich Schnecken- und Kreiselpumpen nach LAWA	6

1. Stromkosten Kreiselpumpen

Der Verbrauch der Kreiselpumpen wurde anhand folgender Gleichung von DWA-A 216 ermittelt:

$$E_{\text{Kreiselpumpe}} = \frac{Q \cdot h \cdot 2,7}{\eta_{\text{Pumpe}} \times \eta_{\text{Motor}}}$$

mit:

Q = jährlicher Zufluss der Kläranlage = 495.776 m³/a (Betriebstagebuch 2021)

η_{Pumpe} = 0,40 (Freistromlaufrad)

η_{Motor} = 0,91

h = $h_{\text{geod}} + h_v = 5,94$ m

Daher ermittelt sich der Gesamtenergieverbrauch der Kreiselpumpen wie folgend:

$$E_{\text{Kreiselpumpe}} = \frac{Q \times h \times 2,7}{\eta_{\text{Pumpe}} \times \eta_{\text{Motor}} \times 1.000} = \frac{495.776 \times 5,94 \times 2,7}{0,4 \times 0,91 \times 1.000} = 21.844 \text{ kWh/a}$$

Die jährlichen Stromkosten für die Kreiselpumpen belaufen sich bei einem angenommenen Preis von 0,40 € pro Kilowattstunde auf 8.735,00 €.

$$\text{Stromkosten}_{\text{Kreiselpumpe}} = 21.844 \text{ kWh/a} \times 0,40 \text{ €/kWh} = 8.735,00 \text{ €}$$

2. Stromkosten Schneckenhebewerk

Der Stromverbrauch für ein Schneckenhebewerk wird nach folgender Formel berechnet:

$$E_{\text{Schneckenpumpe}} = \frac{Q \cdot h \cdot 2,7}{\eta_{\text{gesamt}}}$$

mit:

$$Q_{\text{jährlich}} = 495.776 \text{ m}^3/\text{a}$$

$$\eta_{\text{gesamt}} = 0,66 \text{ (Angabe der Hersteller)}$$

$$h = h_{\text{geod}} = \text{Sturzpunkt} - \text{Tastpunkt} = 505,95 \text{ m ü. NN} - 501,30 \text{ m ü. NN} = 4,65 \text{ m}$$

Daher ermittelt sich der Gesamtenergieverbrauch der Schnecken wie folgt:

$$E_{\text{Schneckenpumpe}} = \frac{Q \times h \times 2,7}{\eta_{\text{gesamt}} \times 1.000} = \frac{495.776 \times 4,65 \times 2,7}{0,66 \times 1.000} = 9.415 \text{ kWh/a}$$

Die jährlichen Stromkosten für die Schneckenpumpen belaufen sich bei einem angenommenen Preis von 0,40 € pro Kilowattstunde auf 3.766,00 €.

$$\text{Stromkosten}_{\text{Schneckenpumpe}} = 9.415 \text{ kWh/a} \times 0,40 \text{ €/kWh} = 3.766,00 \text{ €}$$

3. Einsparpotenzial der Schneckenpumpen

Der Einsatz der Schneckenpumpe hat ein Einsparpotenzial von ca. 59 % im Stromverbrauch im Vergleich mit Kreiselpumpen:

$$E_{\text{Kreiselpumpe}} = 21.844 \text{ kWh/a}$$

$$E_{\text{Schneckenpumpe}} = 8.892 \text{ kWh/a}$$

$$\begin{aligned} E_{\text{Spar}} &= E_{\text{Kreiselpumpe}} - E_{\text{Schneckenpumpe}} \\ &= 21.844 \text{ kWh/a} - 8.892 \text{ kWh/a} = 12.946 \text{ kWh/a} \end{aligned}$$

Durch den Einsatz der Förderschnecken ist eine Stromeinsparung von 12.946 kWh pro Jahr möglich. Dies entspricht einer Einsparung bei den Stromkosten von ca. 5.178,00 €.

$$\text{Stromkosten}_{\text{Spar}} = 12.946 \text{ kWh/a} \times 0,40 \text{ €/kWh} = 5.178,00 \text{ €}$$

4. Kostenvergleich Schnecken- und Kreiselpumpen nach LAWA

Zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit der untersuchten Alternativen zum Zulaufhebwerk wird nachfolgend eine Kostenvergleichsrechnung nach LAWA durchgeführt.

Ausgangsdaten

Beobachtungszeitraum [a]	50
Zinssatz i in Prozent	0,025 2,50%
Steigerungsrate r in Prozent	0,025 2,50%

Kreiselpumpen		
Investitionskosten	Kosten Netto	Kosten Brutto
IK Baumeisterarbeiten	€ 177.700,00	€ 211.463,00
IK Maschinenteknik	€ 129.850,00	€ 154.521,50
IK Elektrotechnik	€ 25.000,00	€ 29.750,00
Reinvestitionskosten	Nutzungsdauer /Jahre [a]	Kosten
RIK Pumpe	25	€ 184.271,50
RIK Wartung	1	€ 3.000,00
RIK Betonsanierung	25	€ 15.000,00

Schnecken	
Kosten Netto	Kosten Brutto
€ 294.397,00	€ 350.332,43
€ 155.570,00	€ 185.128,30
	€ -
Nutzungsdauer /Jahre [a]	Kosten
25	€ 107.100,00
1	€ 300,00
25	€ 15.000,00
laufende Kosten jährlich	Barwert
€ 1.170,00	€ 33.183,90
€ 3.766,00	€ 188.300,00

Laufende Kosten	Zinszeitraum	$DFAKR_{(i;n)}$	$DFAKRP_{(r,i;n)}$	laufende Kosten jährlich	Barwert
	[a]	$= \frac{(1+i)^n - 1}{i \cdot (1+i)^n}$	$= (1+r) \cdot \frac{(1+i)^n - (1+r)^n}{(1+i)^n \cdot (i-r)}$		
Personalkosten	50	28,362		€ 16.380,00	€ 464.574,67
Stromkosten	50		50,000	€ 8.735,36	€ 436.768,00

Kostenermittlung für 50 Jahre

Beobachtungs- zeitraum	DFAKE _(n)
n	$\frac{1}{(1+i)^n}$
0	1,000
1	0,976
2	0,952
3	0,929
4	0,906
5	0,884
6	0,862
7	0,841
8	0,821
9	0,801
10	0,781
11	0,762
12	0,744
13	0,725
14	0,708
15	0,690
16	0,674
17	0,657
18	0,641
19	0,626
20	0,610
21	0,595
22	0,581
23	0,567
24	0,553
25	0,539
26	0,526
27	0,513
28	0,501
29	0,489
30	0,477
31	0,465
32	0,454
33	0,443
34	0,432
35	0,421
36	0,411
37	0,401
38	0,391
39	0,382
40	0,372
41	0,363
42	0,354
43	0,346
44	0,337
45	0,329
46	0,321
47	0,313
48	0,306
49	0,298
50	0,291

Kostenart	anfallende Kosten	Barwert	Kostenart	anfallende Kosten	Barwert
		Umrechnung mit DFAKE			Umrechnung mit DFAKE
IK Bauwerk	€ 395.734,50	€ 395.734,50	IK Bauwerk	€ 535.460,73	€ 535.460,73
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 2.926,83	RIK Wartung	€ 300,00	€ 292,68
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 2.855,44	RIK Wartung	€ 300,00	€ 285,54
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 2.785,80	RIK Wartung	€ 300,00	€ 278,58
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 2.717,85	RIK Wartung	€ 300,00	€ 271,79
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 2.651,56	RIK Wartung	€ 300,00	€ 265,16
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 2.586,89	RIK Wartung	€ 300,00	€ 258,69
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 2.523,80	RIK Wartung	€ 300,00	€ 252,38
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 2.462,24	RIK Wartung	€ 300,00	€ 246,22
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 2.402,19	RIK Wartung	€ 300,00	€ 240,22
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 2.343,60	RIK Wartung	€ 300,00	€ 234,36
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 2.286,43	RIK Wartung	€ 300,00	€ 228,64
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 2.230,67	RIK Wartung	€ 300,00	€ 223,07
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 2.176,26	RIK Wartung	€ 300,00	€ 217,63
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 2.123,18	RIK Wartung	€ 300,00	€ 212,32
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 2.071,40	RIK Wartung	€ 300,00	€ 207,14
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 2.020,87	RIK Wartung	€ 300,00	€ 202,09
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 1.971,59	RIK Wartung	€ 300,00	€ 197,16
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 1.923,50	RIK Wartung	€ 300,00	€ 192,35
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 1.876,58	RIK Wartung	€ 300,00	€ 187,66
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 1.830,81	RIK Wartung	€ 300,00	€ 183,08
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 1.786,16	RIK Wartung	€ 300,00	€ 178,62
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 1.742,59	RIK Wartung	€ 300,00	€ 174,26
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 1.700,09	RIK Wartung	€ 300,00	€ 170,01
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 1.658,63	RIK Wartung	€ 300,00	€ 165,86
RIKPumpe + Betonsanierung	€ 199.271,50	€ 107.485,17	RIKPumpe + Betonsanierung	€ 122.100,00	€ 65.859,59
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 1.578,70	RIK Wartung	€ 300,00	€ 157,87
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 1.540,20	RIK Wartung	€ 300,00	€ 154,02
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 1.502,63	RIK Wartung	€ 300,00	€ 150,26
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 1.465,98	RIK Wartung	€ 300,00	€ 146,60
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 1.430,23	RIK Wartung	€ 300,00	€ 143,02
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 1.395,34	RIK Wartung	€ 300,00	€ 139,53
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 1.361,31	RIK Wartung	€ 300,00	€ 136,13
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 1.328,11	RIK Wartung	€ 300,00	€ 132,81
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 1.295,72	RIK Wartung	€ 300,00	€ 129,57
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 1.264,11	RIK Wartung	€ 300,00	€ 126,41
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 1.233,28	RIK Wartung	€ 300,00	€ 123,33
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 1.203,20	RIK Wartung	€ 300,00	€ 120,32
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 1.173,85	RIK Wartung	€ 300,00	€ 117,39
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 1.145,22	RIK Wartung	€ 300,00	€ 114,52
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 1.117,29	RIK Wartung	€ 300,00	€ 111,73
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 1.090,04	RIK Wartung	€ 300,00	€ 109,00
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 1.063,45	RIK Wartung	€ 300,00	€ 106,35
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 1.037,52	RIK Wartung	€ 300,00	€ 103,75
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 1.012,21	RIK Wartung	€ 300,00	€ 101,22
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 987,52	RIK Wartung	€ 300,00	€ 98,75
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 963,44	RIK Wartung	€ 300,00	€ 96,34
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 939,94	RIK Wartung	€ 300,00	€ 93,99
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 917,01	RIK Wartung	€ 300,00	€ 91,70
RIK Wartung	€ 3.000,00	€ 894,65	RIK Wartung	€ 300,00	€ 89,46

Gesamtsumme Projektkostenbarwerte:	€ 1.487.158,27	€ 831.063,82
---	-----------------------	---------------------





