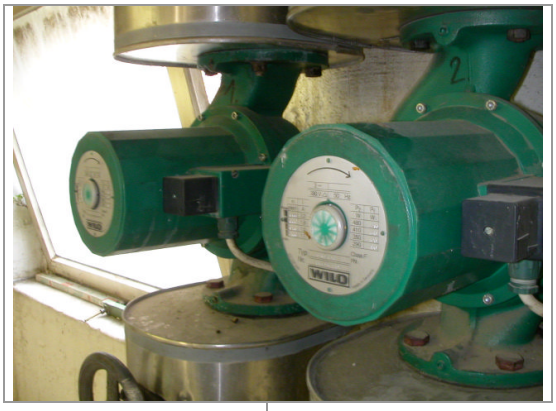

Umsetzungsprojekt: Integrale Planung und Steuerung der nachhaltigen Modernisierung des Gebäudebestands und der Energieversorgung der Evangelischen Stiftung Neuerkerode

Bericht
Empfehlungen zum Pumpentausch

Der Bericht wurde erstellt von /
Das Projekt wurde bearbeitet von:

Dr.-Ing. Kati Jagnow, Braunschweig
Prof. Dr.-Ing. Dieter Wolff, Wolfenbüttel

Datenstand: 16.11.2009

Die Verantwortung für den Inhalt
des Berichtes liegt bei den Verfassern.

Inhalt

1 Aufgabenstellung 4

2 Zirkulationspumpen 5

2.1 Grunddaten der Gebäude 5
2.1.1 Versorgte Flächen und maximale Geschosszahlen 5
2.1.2 Maximale Leitungslängen 5
2.1.3 Wärmeverluste der Warmwassernetze 6
2.1.4 Übersicht 6
2.2 Vorgefundene Pumpen 7
2.2.1 Typen, Baujahre, Anschlussdurchmesser 7
2.2.2 Regelungsarten und Leistung 7
2.2.3 Übersicht 8
2.3 Ermittlung eines überschlägigen Betriebspunktes 8
2.3.1 Volumenstrom 8
2.3.2 Förderhöhe 9
2.3.3 Übersicht 10
2.4 Weiterbetrieb der Pumpen mit Anpassung der Leistung 10
2.4.1 Einstellung der Leistung 10
2.4.2 Übersicht 11
2.5 Wahl von neuen Pumpen 12
2.5.1 Typen und Abschlussdurchmesser 12
2.5.2 Übersicht 13
2.6 Energieeinsparung 14
2.6.1 Betriebszeiten 14
2.6.2 Energiemengen und Energieeinsparung 14
2.6.3 Kosteneinsparung 14
2.6.4 Übersicht 14
2.7 Investition 16
2.7.1 Neue Pumpen 16
2.7.2 Einbau- und Einstellarbeiten 16
2.7.3 Übersicht 16
2.8 Wirtschaftlichkeit 17
2.8.1 Grundannahmen 17
2.8.2 Einstellen der alten Pumpen 18
2.8.3 Kauf neuer Pumpen am Markt 19
2.8.4 Sponsoring neuer Pumpen 20
2.9 Empfehlung und Gesamtergebnis 21

3 Heizungspumpen 24

3.1 Grunddaten der Gebäude 24
3.1.1 Versorgte Flächen und maximale Geschosszahlen 24
3.1.2 Maximale Leitungslängen 24
3.1.3 Maximale Heizleistung 25
3.1.4 Übersicht 25
3.2 Vorgefundene Pumpen 26
3.2.1 Arten von Kreisen und Pumpen 26
3.2.2 Typen, Baujahre, Anschlussdurchmesser 26
3.2.3 Regelungsarten und Leistung 26
3.2.4 Übersicht 27

3.3 Ermittlung eines überschlägigen Betriebspunktes 27
3.3.1 Volumenstrom 27
3.3.2 Förderhöhe 27
3.3.3 Übersicht 28
3.4 Weiterbetrieb der Pumpen mit Anpassung der Leistung 28
3.4.1 Einstellung der Leistung 28
3.4.2 Übersicht 29
3.5 Wahl von neuen Pumpen 29
3.5.1 Typen und Anschlussdurchmesser 29
3.5.2 Übersicht 30
3.6 Energieeinsparung 30
3.6.1 Betriebszeiten 30
3.6.2 Mittlere Leistung im Betrieb 30
3.6.3 Energiemengen und Energieeinsparung 31
3.6.4 Kosteneinsparung 32
3.6.5 Übersicht 32
3.7 Investition 33
3.7.1 Neue Pumpen 33
3.7.2 Einbau- und Einstellarbeiten 33
3.7.3 Übersicht 33
3.8 Wirtschaftlichkeit 34
3.8.1 Grundannahmen 34
3.8.2 Einstellen der alten Pumpen 34
3.8.3 Kauf neuer Pumpen am Markt 34
3.8.4 Sponsoring neuer Pumpen 34
3.9 Empfehlung 35

4 Vergleich mit der Berechnung von WILO 40

4.1 Leistungen im Betriebspunkt 40
4.2 Regelverhalten und Leistungen im Betrieb 41
4.3 Kosten der Anschaffung 46
4.4 Fazit 46

5 Ladepumpen und Speicherladepumpen 47

6 Fazit 48

6.1 Umsetzung 48
6.2 Genauigkeit, Reserven und Haftung 48
6.3 Kurzzeitige Anpassungen und spätere Optimierung 49
6.4 Verbleib der alten Pumpen 49
6.5 Förderung und Einnahmen 49

7 Anhang 50

7.1 Quellen 50
7.2 Datenblätter der Pumpen 50
7.3 Übersichten zu Heizungspumpen 51
7.4 Vergleich mit WILO 72

1 Aufgabenstellung

Für die in der Stiftung Neuerkerode vorhandenen Pumpen der Heizungs- und Warmwasserbereitungsanlagen soll ein Austauschkonzept erstellt werden. Es betrifft den Ersatz von Zirkulations- und Heizungspumpen durch Hocheffizienzpumpen. Diese Pumpenart spart schon allein wegen ihrer Bauart (Gleichstrommotor-Prinzip: EC-Motoren mit Permanentmagneten) etwa 2/3 der Energie – bezogen auf normale Regelpumpen – ein. Wenn gleichzeitig noch insgesamt kleinere Pumpen gewählt werden können oder vorher ungeregelte Pumpen vorhanden sind (beides in Neuerkerode der Fall), liegt die Einsparung darüber.

Dazu werden die Pumpen zuerst in einer Begehung erfasst. Anschließend werden anhand der Anlagen-, Gebäude- und Verbrauchsdaten der versorgten Flächen neue Pumpen überschlägig ausgewählt. Außerdem wird ermittelt, ob die vorhandene Pumpe ggf. auf einer niedrigeren Leistungsstufe weiter betrieben werden kann.

Für alle drei Varianten – den Bestand, den Zustand mit einer optimierten Bestandspumpe, den Einsatz einer neuen Pumpe – werden die elektrischen Energiemengen und die Energiekosten bestimmt.

Anhand von Kostenangaben der Firma WILO, welche bereits ein Austauschprogramm vorbereitet hatte, und eines Großhändlers sowie des Internets werden Investitionskosten für die Pumpen überschlägig ermittelt. Zusammen mit dem Handwerk in Neuerkerode werden die Installationszeiten und damit Kosten bestimmt. Aus Kosten und Einsparungen wird eine Wirtschaftlichkeitsbewertung abgeleitet.

Für die Pumpen wird eine Empfehlungsliste erarbeitet, welche für jede einzelne Pumpe eine Handlung – Tausch, Beibehaltung – vorschlägt.

Gegebene Daten

Von der Stiftung Neuerkerode bzw. aus dem Grundlagenprojekt der DBU waren gegeben:

- die Flächen der versorgten Gebäude [1]
- die maximalen Leistungen für die Beheizung der Gebäude (aus Verbrauchsmessungen, theoretisch berechnet im Rahmen von Gebäudekonzepten im Grundlagenprojekt) [1]
- die näherungsweise berechneten Wärmeverluste der Trinkwarmwasserleitungen (aus dem Grundlagenprojekt) [1]
- ein Austauschkonzept nur für die Heizungspumpen der Firma WILO vom Mai 2009
- das Angebot eines Großhändlers zur Lieferung der Heizungspumpen gemäß der Berechnung von WILO

Aus diesen Daten wurden die in etwa benötigten Betriebsdaten der Pumpen sowie die Investitionskosten abgeschätzt.

Begehung

Bei einer Begehung Anfang Juli 2009 wurden in den Heizzentralen alle Pumpen erfasst. Bei Heizungs- und Zirkulationspumpen ist dokumentiert:

- Fabrikat und Typ
- Anschlussdurchmesser DN
- Regelungsart
- Leistungsbereich und ggf. eingestellte Stufe oder Förderhöhe
- das Herstelldatum laut Pumpe (näherungsweise Einbauzeit)

Die zusätzlich vorhandenen Speicherladepumpen wurden nur mit ihrer Anzahl dokumentiert.

2 Zirkulationspumpen

Für die Zirkulationspumpen werden die Daten der Bestandserfassung, die Vorgehensweise der Pumpenwahl, erreichbare Einsparungen, notwendige Kosten und die Wirtschaftlichkeit nachfolgend dargestellt.

Das Krankenhaus mit seiner Zirkulationspumpe dient als Beispiel zur Erläuterung. Die Daten aller anderen Pumpen sind am Ende eines Kapitels jeweils in einer Tabelle zusammengefasst.

2.1 Grunddaten der Gebäude

2.1.1 Versorgte Flächen und maximale Geschosszahlen

Zur Auswahl einer neuen Pumpe werden die angeschlossene versorgte Fläche A_{EB} und die maximale Geschosszahl n_G benötigt. Aus diesen Daten kann die maximale Leitungslänge des vorhandenen Rohrnetzes näherungsweise bestimmt werden.

Die Flächen der untersuchten Gebäude wurden dem Bericht 04 "Gebäude" des Grundlagenprojektes Neuerkerode entnommen. Es sind insgesamt 39759 m² Fläche angeschlossen. Die maximalen Geschosszahlen entsprechen dem gebauten Zustand. Falls mehrere Pumpen ein Gebäude versorgen, wird die beheizte Fläche anteilig einer Pumpe zugeschlagen. Dies kann natürlich nur näherungsweise erfolgen.

Beispiel Krankenhaus

Die an die Pumpe angeschlossene versorgte Fläche beträgt 3027 m² bei einer maximalen Geschosszahl von 4 Geschossen.

2.1.2 Maximale Leitungslängen

Die maximale Leitungslänge eines Netzes wird bei der Wahl einer Zirkulationspumpe benötigt, um die Rohrreibung sowie die Verluste von Einzelwiderständen (Ventile, Abzweige, etc.) abzuschätzen, welche die Pumpe überwinden muss. Bei einer genauen Dimensionierung ist diese Größe vor Ort zu bestimmen. Dies war aus Zeitgründen nicht möglich.

Stattdessen wurde ein Näherungsansatz nach [2] verwendet, der auch den üblichen Energiebilanznormen zugrunde liegt.

$$L_{max} = 2 \cdot \left(L + 2{,}5 + 3 \cdot n_G\right) \text{ mit } L = 11{,}4 + 0{,}0059 \cdot A_N$$

Die Größe A_N kann nach [3] aus der versorgten Fläche der Gebäude berechnet werden.

$$A_N = 1{,}1 \cdot A_{EB} .$$

Die Gleichung reduziert sich auf die Eingabegrößen: A_{EB} = angeschlossene Fläche und n_G = maximale Geschosszahl.

Beispiel Krankenhaus

Die Berechnung für das Krankenhaus ergibt
A_N = 1,1 · 3027 m² = 3330 m².
L = 11,4 + 0,0059 · 3330 m² = 31
L_{max} = 2 · (31 + 2,5 + 3 · 4) = 91 m

2.1.3 Wärmeverluste der Warmwassernetze

Die Zirkulationspumpe muss die Wärmeverluste des Warmwassernetzes bzw. der ständig durchströmten Anteile des Netzes ausgleichen. Dazu wird Wasser umgewälzt, welches sich auskühlt.

Die umzuwälzende Wassermenge wird rückwärts aus der Gesamtzahl aller durchströmten Leitungen und deren Auskühlung berechnet. Bei einer genauen Dimensionierung muss das Netz abschnittsweise mit allen Leitungslängen, Durchmessern und Dämmdicken aufgenommen werden. Es interessieren dabei nur die ständig durchströmten Rohrabschnitte.

Bei der hier vorliegenden vereinfachten Dimensionierung wurde auf die Daten der Gebäudeberichte des Grundlagenprojektes [1] zurückgegriffen. Bei der Begehung der Gebäude 2007/2008 wurden die Warmwassernetze bereits hinreichend genau erfasst und ihre Wärmeverluste bestimmt. Diese Größe wird für jedes Gebäude bzw. jede Pumpe bestimmt. Falls mehrere Pumpen ein Gebäude versorgen, wird der Wärmeverlust anteilig angesetzt.

In der Annahme der Wärmeverluste nach dieser Methode steckt eine Sicherheit! Es werden nämlich jeweils alle Netzverluste angesetzt (auch die der nicht zirkulierenden Rohrstrecken).

Die Summe aller Gebäude hat Warmwassernetzverluste von 597 MWh/a laut Gebäudeberichten.

Beispiel Krankenhaus

Der Gebäudebericht des Krankenhauses weist einen Netzverlust von 28036 kWh/a aus. Dabei entstehen 24 MWh/a in den zirkulierenden Rohrabschnitten und 4 MWh/a in den Stichleitungen (Sicherheit).

2.1.4 Übersicht

Gebäudeschlüssel	Kreis, nähere Beschreibung etc.	Grunddaten der Gebäude			
		angeschlossene beh. Fläche in m²	Geschosszahl (maximal)	maximale Leitungslänge in m	Trinkwarmwasser Leitungsverlust nach IWU in kWh/a
02|Altes Schulhaus		673	2	49	15157
04|Asse	Haus I	679	1	43	16614
04|Asse	Haus II	679	1	43	16614
06|Bethesda		1034	3	59	15868
12|Elm		1000	1	47	21671
13|Emmaus		2994	4	91	39120
16|GartenwegZehn		455	1	40	13839
18|Gärtnereiwohnhaus		267	3	49	2922
20|Kaiserwald		1628	1	55	81873
24|Kindergarten		235	1	37	9256
27|Krankenhaus		3027	4	91	28036
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1	827	1	45	7374
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4	827	1	45	7374
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz Mitte	584	2	47	5205
29|LindenplatzSundern	Sundern 1	827	1	45	7374
29|LindenplatzSundern	Sundern 4	827	1	45	7374
29|LindenplatzSundern	Sundern Mitte	584	2	47	5205
34|MühlenhofWohngruppe	zusammen mit TGF	822	3	56	13965
36|Ohe		1665	3	67	11168
38|Pfarrhaus		328	2	44	5858
39|Sarona		2820	4	88	38082
40|Schule		2704	3	81	19418
42|Sonnenschein		2280	4	81	26891
47|Wabehaus		617	4	60	7896
48|WabewegDreiDreiA	Haus 3	224	3	49	2606
48|WabewegDreiDreiA	Haus 3a	224	3	49	2606
50|Weidenweg	Haus 1+2	820	2	50	2814

Gebäudeschlüssel	Kreis, nähere Beschreibung etc.	Grunddaten der Gebäude			
		angeschlossene beh. Fläche in m²	Geschosszahl (maximal)	maximale Leitungslänge in m	Trinkwarmwasser Leitungsverlust nach IWU in kWh/a
50|Weidenweg	Haus 3+4	820	2	50	2814
50|Weidenweg	Haus 5	410	2	45	1407
50|Weidenweg	Haus 6	410	2	45	1407
53|WohnhausII		531	3	53	3065
55|Zoar		2789	4	88	17863
Wirtschaftshof	Alte Wäscherei, Elim, 3/7 Frauenhaus (West)	1412	4	70	29753
Wirtschaftshof	Küche/Laden	652	1	42	11417
Wirtschaftshof	Mädchenhorst	695	2	49	49174
Wirtschaftshof	Männerhaus, Alte Schneiderei, 1/7 Frauenhaus (Ost)	1026	4	65	10210
Wirtschaftshof	Theresenheim, 3/7 Frauenhaus (Ost, Zwischenbau)	1363	4	69	37999

Tabelle 1 Übersicht der Grunddaten für die Zirkulationspumpen

2.2 Vorgefundene Pumpen

2.2.1 Typen, Baujahre, Anschlussdurchmesser

Es wurden ausschließlich WILO-Pumpen vorgefunden. 23 Mal das Modell Star Z und 14 Mal das Modell TOP Z.

Die Zirkulationspumpen sind sehr neuen Baujahrs, im Mittel aus dem Jahr 2005. Nur 3 Pumpen sind 10 Jahre und älter.

Die Anschlussdurchmesser sind im Schnitt entsprechend klein, in der Mehrzahl ist DN 32 vorhanden. Nur zwei Pumpen weisen den großen Anschlussdurchmesser DN 50 auf.

Beispiel Krankenhaus

Im Krankenhaus befindet sich eine Pumpe TOP Z 30/7 von 2004. Sie hat einen Anschlussdurchmesser DN 32.

2.2.2 Regelungsarten und Leistung

Die Mehrzahl der Pumpen (23 Stück) ist einstufig ausgeführt. Von den 14 dreistufigen Pumpen laufen 12 auf maximaler Stufe und 2 auf der mittleren Stufe. Alle Pumpen sind – wie bei Zirkulationspumpen üblich – ungeregelt.

Die Pumpen haben im Mittel eine maximale Leistung von 117 W. Sie laufen im Mittel mit 116 W. In Summe sind 4,34 kW Pumpenleistung installiert und es werden 4,29 kW permanent betrieben

Beispiel Krankenhaus

Die Pumpe ist dreistufig ungeregelt (min 110 W / max165 W) und läuft auf der 3. Stufe mit maximaler Leistung von 165 W.

2.2.3 Übersicht

Gebäudeschlüssel	Kreis, nähere Beschreibung etc.	vorhandene Pumpe - Allgemeines					Leistung d. vorhandenen Pumpe		
		Typbezeichnung	Baujahr	DN	Regelungsart	Stufe oder Förderhöhe	von W	bis W	ca. W einstellt
02|Altes Schulhaus		TOP Z 30/7	2006	32	dreistufig	3	110	165	165
04|Asse	Haus I	TOP Z 30/7	2007	32	dreistufig	3	110	165	165
04|Asse	Haus II	Star Z 25/2	2004	25	einstufig	1	46	46	46
06|Bethesda		TOP Z 25/2	2008	25	einstufig	1	46	46	46
12|Elm		Star Z 25/2	2008	25	einstufig	1	46	46	46
13|Emmaus		TOP Z 30/7	2007	32	dreistufig	3	110	165	165
16|GartenwegZehn		Star Z 25/2	2007	25	einstufig	1	46	46	46
18|Gärtnereiwohnhaus		Star Z 25/2	2007	25	einstufig	1	46	46	46
20|Kaiserwald		TOP Z 50/7 RG	2005	50	dreistufig	3	390	680	680
24|Kindergarten		Star Z 25/2	2002	25	einstufig	1	46	46	46
27|Krankenhaus		TOP Z 30/7	2004	32	dreistufig	3	110	165	165
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1	TOP Z 30/7 RG	2007	32	dreistufig	2	110	165	145
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4	Star Z 25/2	2004	25	einstufig	1	46	46	46
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz Mitte	TOP Z 30/7 RG	2005	32	dreistufig	3	110	165	165
29|LindenplatzSundern	Sundern 1	Star Z 25/2	2007	25	einstufig	1	46	46	46
29|LindenplatzSundern	Sundern 4	Star Z 25/2	2007	25	einstufig	1	46	46	46
29|LindenplatzSundern	Sundern Mitte	TOP Z 30/7	2004	32	dreistufig	3	110	165	165
34|MühlenhofWohngruppe	zusammen mit TGF	Star Z 25/2	2008	25	einstufig	1	46	46	46
36|Ohe		TOP Z 30/7 RG	1999	32	dreistufig	3	125	135	135
38|Pfarrhaus		Star Z 25/2	2002	25	einstufig	1	46	46	46
39|Sarona		TOP Z 25/2	2002	25	einstufig	1	46	46	46
40|Schule		TOP Z 30/7 RG	2005	32	dreistufig	3	110	165	165
42|Sonnenschein		TOP Z 30/7	2006	32	dreistufig	3	110	165	165
47|Wabehaus		Star Z 25/2	2006	25	einstufig	1	46	46	46
48|WabewegDreiDreiA	Haus 3	Star Z 25/2	2008	25	einstufig	1	46	46	46
48|WabewegDreiDreiA	Haus 3a	Star Z 25/2	2008	25	einstufig	1	46	46	46
50|Weidenweg	Haus 1+2	Star Z 25/2	2007	25	einstufig	1	46	46	46
50|Weidenweg	Haus 3+4	Star Z 25/2	2007	25	einstufig	1	46	46	46
50|Weidenweg	Haus 5	Star Z 25/2	1992	25	einstufig	1	47	47	47
50|Weidenweg	Haus 6	Star Z 25/2	1993	25	einstufig	1	48	48	48
53|WohnhausII		Star Z 25/2	2007	25	einstufig	1	46	46	46
55|Zoar		TOP Z 30/7	2004	32	dreistufig	3	80	155	155
Wirtschaftshof	Alte Wäscherei, Elim, 3/7 Frauenhaus (West)	Star Z 50/7	2007	50	dreistufig	3	390	680	680
Wirtschaftshof	Küche/Laden	Star Z 15	2008	15	einstufig	1	22	22	22
Wirtschaftshof	Mädchenhorst	Star Z 25/2	2002	25	einstufig	1	46	46	46
Wirtschaftshof	Männerhaus, Alte Schneiderei, 1/7 Frauenhaus (Ost)	Star Z 25/2	2006	25	einstufig	1	46	46	46
Wirtschaftshof	Theresenheim, 3/7 Frauenhaus (Ost, Zwischenbau)	Star Z 30/7	2004	32	dreistufig	2	110	165	140

Tabelle 2 Übersicht der Bestandszirkulationspumpen

2.3 Ermittlung eines überschlägigen Betriebspunktes

2.3.1 Volumenstrom

Der Volumenstrom der Zirkulationspumpe deckt die Netzverluste. Eine maximale Auskühlung des Zirkulationsnetzes von 5 K (60°C ab Speicher, 55°C zurück aus der Anlage) ist zulässig.

Die überschlägige Berechnung erfolgt mit Sicherheiten, daher wurde als maximale Auskühlung ein Wert von 2,5 K angesetzt. In der überschlägigen Pumpenleistungsabschätzung nach [2] wird sogar nur von 2 K ausgegangen.

Die Berechnung erfolgt aus den zu deckenden Wärmeverlusten $Q_{d,TW}$ sowie der zugrunde gelegten Auskühlung $\Delta\vartheta$ und der Betriebszeit der Zirkulation t_Z. Dichte und Wärmespeicherkapazität von Wasser sind zusammengefasst die Kostante 1,16 kWh/(m³K)

$$\dot{V} = \frac{Q_{d,TW}}{1{,}16\,{}^{kWh}/_{m^3K} \cdot \Delta\vartheta \cdot t_Z}.$$

Beispiel Krankenhaus

Die zu deckenden Netzverluste betragen $Q_{d,TW}$ = 28036 kWh/a nach Kapitel 2.1.3. Die Betriebszeit ist 24-h-Betrieb, also hier t_Z = 365 d/a · 24 h/d. Es ergibt sich ein Volumenstrom von:

$$\dot{V} = \frac{28036\,kWh/a}{1{,}16\,{}^{kWh}/_{m^3K} \cdot 2{,}5K \cdot 365\,{}^{d}/_{a} \cdot 24\,{}^{h}/_{d}} = 1{,}104\,\frac{m^3}{h}$$

Das sind umgerechnet 0,31 l/s.

2.3.2 Förderhöhe

Die Förderhöhe der Pumpe zur Überwindung der Netzreibung kann anhand der maximalen Leitungslänge sowie anhand von Zuschlägen für Einbauten (Regelventile, Speicher etc.) bestimmt werden. Es gilt die Näherung nach [2], wonach die Förderhöhe bestimmt wird nach

$$\Delta p = \left(1 + \frac{z}{100}\right) \cdot R \cdot L_{max} + \Delta p_S + \Delta p_A$$

Der Zuschlag z für Rohrbögen etc. beträgt 30 %. Die Rohrreibung je Meter R wird mit 0,075 kPa/m angesetzt. Die Zuschläge für Speicher bzw. Warmwasserbereiter Δp_S und Zapfstelle Δp_A betragen 5 kPa und 3 kPa. Die maximale Rohrlänge, deren Reibung überwunden werden muss, ist gebäudespezifisch anzusetzen.

Beispiel Krankenhaus

Die maximale Rohrleitungslänge beträgt 91 m aus der Abschätzung nach Kapitel 2.1.2. Alle anderen Größen werden wie oben beschrieben eingesetzt. Es ergibt sich eine Pumpendruckdifferenz von:

$$\Delta p = \left(1 + \frac{30}{100}\right) \cdot 0{,}075\,\frac{kPa}{m} \cdot 91m + 5kPa + 3kPa = 16{,}9kPa$$

Umgerechnet in Meter Wassersäule sind das 1,7 m.

2.3.3 Übersicht

Gebäudeschlüssel	Kreis, nähere Beschreibung etc.	überschlägige Auslegung	
		Volumenstrom in l/s bei 2,5 K Spreizung	Förderhöhe in m
02|Altes Schulhaus		0,2	1,3
04|Asse	Haus I	0,2	1,2
04|Asse	Haus II	0,2	1,2
06|Bethesda		0,2	1,4
12|Elm		0,2	1,3
13|Emmaus		0,4	1,7
16|GartenwegZehn		0,2	1,2
18|Gärtnereiwohnhaus		0,0	1,3
20|Kaiserwald		0,9	1,3
24|Kindergarten		0,1	1,2
27|Krankenhaus		0,3	1,7
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1	0,1	1,2
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4	0,1	1,2
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz Mitte	0,1	1,3
29|LindenplatzSundern	Sundern 1	0,1	1,2
29|LindenplatzSundern	Sundern 4	0,1	1,2
29|LindenplatzSundern	Sundern Mitte	0,1	1,3
34|MühlenhofWohngruppe	zusammen mit TGF	0,2	1,4
36|Ohe		0,1	1,5
38|Pfarrhaus		0,1	1,2
39|Sarona		0,4	1,7
40|Schule		0,2	1,6
42|Sonnenschein		0,3	1,6
47|Wabehaus		0,1	1,4
48|WabewegDreiDreiA	Haus 3	0,0	1,3
48|WabewegDreiDreiA	Haus 3a	0,0	1,3
50|Weidenweg	Haus 1+2	0,0	1,3
50|Weidenweg	Haus 3+4	0,0	1,3
50|Weidenweg	Haus 5	0,0	1,2
50|Weidenweg	Haus 6	0,0	1,2
53|WohnhausII		0,0	1,3
55|Zoar		0,2	1,7
Wirtschaftshof	Alte Wäscherei, Elim, 3/7 Frauenhaus (West)	0,3	1,5
Wirtschaftshof	Küche/Laden	0,1	1,2
Wirtschaftshof	Mädchenhorst	0,5	1,3
Wirtschaftshof	Männerhaus, Alte Schneiderei, 1/7 Frauenhaus (Ost)	0,1	1,4
Wirtschaftshof	Theresenheim, 3/7 Frauenhaus (Ost, Zwischenbau)	0,4	1,5

Tabelle 3 Auslegungskennwerte für Zirkulationspumpen

2.4 Weiterbetrieb der Pumpen mit Anpassung der Leistung

2.4.1 Einstellung der Leistung

Anhand des näherungsweise berechneten Betriebspunktes wurde zunächst für alle stufig einstellbaren geprüft, welche der anderen Stufen ausreichend ist. Dazu dienten die Datenblätter der Bestandspumpen. Ergebnis ist, dass alle Stufenpumpen auf der niedrigsten einstellbaren Stufe betrieben werden können.

Die mittlere Betriebsleistung kann von 116 W auf 84 W gesenkt werden. In Summe laufen dann noch 3,1 kW an Pumpenleistung.

Beispiel Krankenhaus

Mit der notwendigen Fördermenge von 0,3 l/s und der Förderhöhe von 1,7 m ergibt sich, dass auch die minimale Stufe ausreichend ist. Die Betriebsleistung nach Grafik beträgt nur noch ca. 85 W. Weitergerechnet wurde mit der Typenschildangabe für die niedrigste Stufe von 110 W

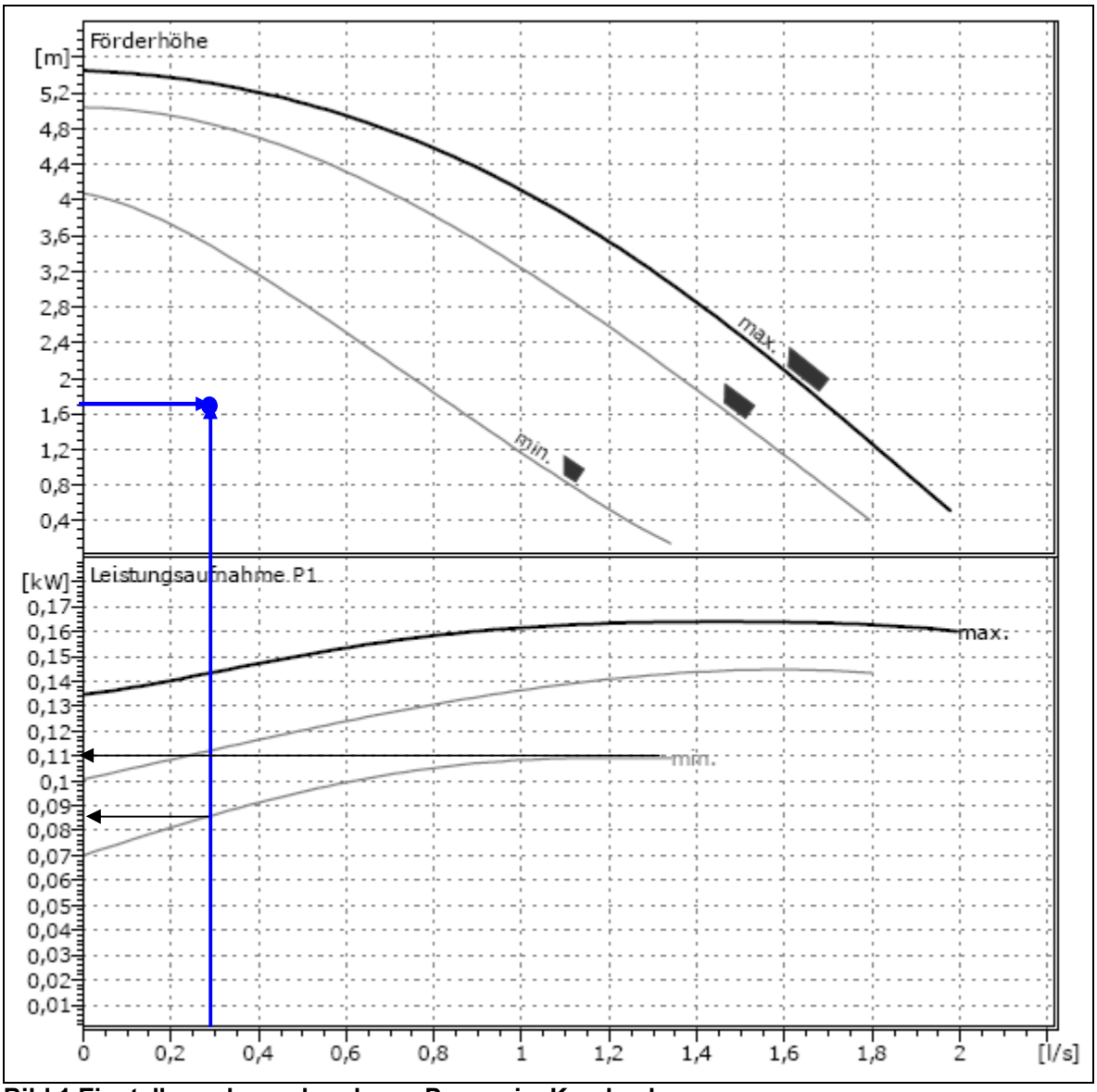

Bild 1 Einstellung der vorhandenen Pumpe im Krankenhaus

2.4.2 Übersicht

Gebäudeschlüssel	Kreis, nähere Beschreibung etc.	Runterstellen	
		Leistung, ca. W eingestellt	Einstellparameter, ca. Meter/Stufe
02|Altes Schulhaus		110	1
04|Asse	Haus I	110	1
04|Asse	Haus II	46	bleibt
06|Bethesda		46	bleibt
12|Elm		46	bleibt
13|Emmaus		110	1
16|GartenwegZehn		46	bleibt
18|Gärtnereiwohnhaus		46	bleibt
20|Kaiserwald		390	1
24|Kindergarten		46	bleibt
27|Krankenhaus		110	1
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1	110	1
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4	46	bleibt
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz Mitte	110	1
29|LindenplatzSundern	Sundern 1	46	bleibt
29|LindenplatzSundern	Sundern 4	46	bleibt
29|LindenplatzSundern	Sundern Mitte	110	1
34|MühlenhofWohngruppe	zusammen mit TGF	46	bleibt
36|Ohe		125	1
38|Pfarrhaus		46	bleibt

Gebäudeschlüssel	Kreis, nähere Beschreibung etc.	Runterstellen	
		Leistung, ca. W eingestellt	Einstellparameter, ca. Meter/Stufe
39|Sarona		46	bleibt
40|Schule		110	1
42|Sonnenschein		110	1
47|Wabehaus		46	bleibt
48|WabewegDreiDreiA	Haus 3	46	bleibt
48|WabewegDreiDreiA	Haus 3a	46	bleibt
50|Weidenweg	Haus 1+2	46	bleibt
50|Weidenweg	Haus 3+4	46	bleibt
50|Weidenweg	Haus 5	47	bleibt
50|Weidenweg	Haus 6	48	bleibt
53|WohnhausII		46	bleibt
55|Zoar		80	1
Wirtschaftshof	Alte Wäscherei, Elim, 3/7 Frauenhaus (West)	390	1
Wirtschaftshof	Küche/Laden	22	bleibt
Wirtschaftshof	Mädchenhorst	46	bleibt
Wirtschaftshof	Männerhaus, Alte Schneiderei, 1/7 Frauenhaus (Ost)	46	bleibt
Wirtschaftshof	Theresenheim, 3/7 Frauenhaus (Ost, Zwischenbau)	110	1

Tabelle 4 Optimale Betriebsstufen bei vorhandener Pumpe

2.5 Wahl von neuen Pumpen

2.5.1 Typen und Abschlussdurchmesser

Als neue Pumpen wurden ausschließlich Pumpen von WILO der Baureihen Stratos und Stratos eco vorgeschlagen. Bis auf eine sind alle vorgeschlagenen Pumpen im Anschlussdurchmesser DN 25 ausgeführt, da derzeit keine kleineren Durchmesser verfügbar sind. Die mit den gewählten Pumpen möglichen Förderhöhen liegen weit über der benötigten. Für evtl. vorhandene Druckverluste, welche in der überschlägigen Betrachtung nicht erkannt wurden, sind Reserven vorhanden.

Aus dem Pumpendiagramm für die gewählte Pumpe wurde die Betriebsleistung abgelesen.

Beispiel Krankenhaus

Mit der notwendigen Fördermenge von 0,3 l/s und der Förderhöhe von 1,7 m ergibt sich, dass die gewählte Pumpe Stratos eco 30/1-5 eine Pumpenleistung von 18 W benötigt.

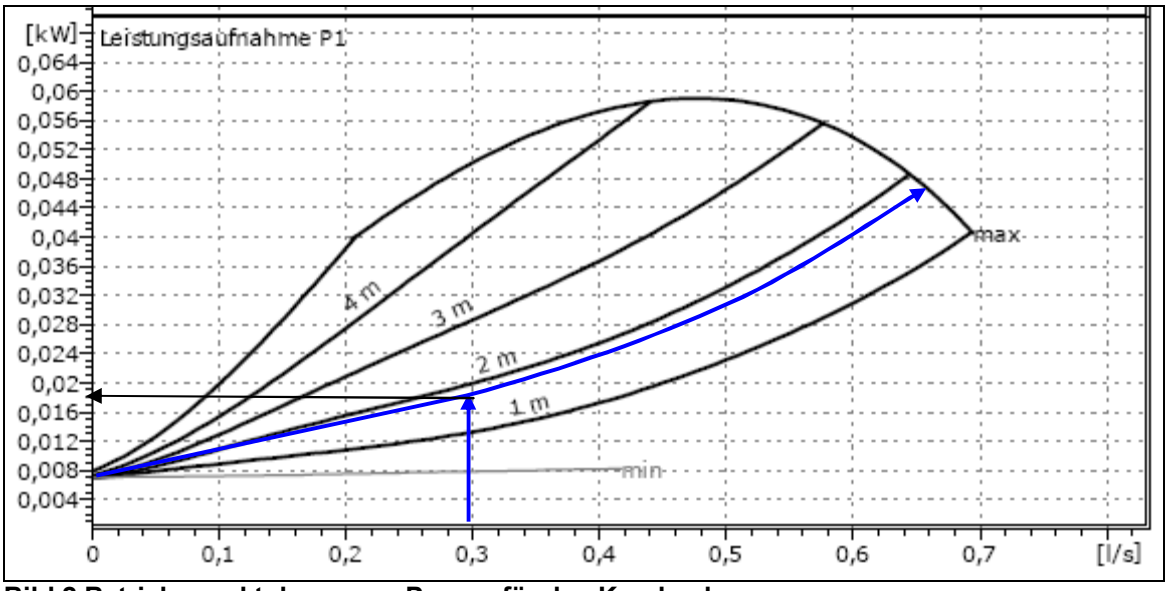

Bild 2 Betriebspunkt der neuen Pumpe für das Krankenhaus

2.5.2 Übersicht

Gebäudeschlüssel	Kreis, nähere Beschreibung etc.	Daten der neuen Pumpe				
		Typbezeichnung	mögliche Förderhöhen		Leistung, ca. W eingestellt	Einstellparameter, ca. Meter/Stufe
			von	bis		
02|Altes Schulhaus		Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	12	1,3 m
04|Asse	Haus I	Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	11	1,2 m
04|Asse	Haus II	Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	11	1,2 m
06|Bethesda		Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	13	1,4 m
12|Elm		Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	12	1,3 m
13|Emmaus		Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	23	1,7 m
16|GartenwegZehn		Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	11	1,2 m
18|Gärtnereiwohnhaus		Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	9	1,3 m
20|Kaiserwald		Stratos Z 30/1-8	1 m	8 m	30	1,3 m
24|Kindergarten		Rückbau auf elektrisch				
27|Krankenhaus		Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	18	1,7 m
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1	Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	10	1,2 m
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4	Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	10	1,2 m
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz Mitte	Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	10	1,3 m
29|LindenplatzSundern	Sundern 1	Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	10	1,2 m
29|LindenplatzSundern	Sundern 4	Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	10	1,2 m
29|LindenplatzSundern	Sundern Mitte	Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	10	1,3 m
34|MühlenhofWohngruppe	zusammen mit TGF	Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	13	1,4 m
36|Ohe		Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	10	1,5 m
38|Pfarrhaus		Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	10	1,2 m
39|Sarona		Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	23	1,7 m
40|Schule		Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	14	1,6 m
42|Sonnenschein		Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	18	1,6 m
47|Wabehaus		Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	11	1,4 m
48|WabewegDreiDreiA	Haus 3	Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	9	1,3 m
48|WabewegDreiDreiA	Haus 3a	Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	9	1,3 m
50|Weidenweg	Haus 1+2	Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	9	1,3 m
50|Weidenweg	Haus 3+4	Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	9	1,3 m
50|Weidenweg	Haus 5	Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	9	1,2 m
50|Weidenweg	Haus 6	Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	9	1,2 m
53|WohnhausII		Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	9	1,3 m
55|Zoar		Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	14	1,7 m
Wirtschaftshof	Alte Wäscherei, Elim, 3/7 Frauenhaus (West)	Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	17	1,5 m
Wirtschaftshof	Küche/Laden	Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	10	1,2 m
Wirtschaftshof	Mädchenhorst	Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	26	1,3 m
Wirtschaftshof	Männerhaus, Alte Schneiderei, 1/7 Frauenhaus (Ost)	Stratos eco Z 25/1-5	1 m	6 m	11	1,4 m
Wirtschaftshof	Theresenheim, 3/7 Frauenhaus (Ost, Zwischenbau)	Stratos eco Z 25/1-5	1 m	5 m	22	1,5 m

Tabelle 5 Gewählte neue Zirkulationspumpen und Betriebsleistungen

2.6 Energieeinsparung

2.6.1 Betriebszeiten

Für alle Pumpen wurde eine Betriebszeit von 365 d/a und 24 h/a (Dauerbetrieb) – wie im Bestand – unterstellt.

2.6.2 Energiemengen und Energieeinsparung

Aus den drei Leistungen (Bestand, optimierte Bestandspumpe, neue Pumpe) und der Laufzeit wurden jeweils Energiemengen berechnet.

Beispiel Krankenhaus

Die Pumpenleistungen von 165 W (Bestand), 110 W (Optimierte Bestandspumpe) und 18 W (neue Pumpe) führen zu Energiemengen von 1445 kWh/a, 964 kWh/a bzw. 158 kWh/a. Die Einsparung durch die Bestandsoptimierung beträgt knapp 500 kWh/a. Der Einbau einer neuen Pumpe bringt knapp 1300 kWh/a Ersparnis.

2.6.3 Kosteneinsparung

Die Einsparung an Energie wurde auch in Energiekosten zu heutigen Preisen (mit 0,14 €/kWh Strom) umgerechnet.

Beispiel Krankenhaus

Die Kostenersparnis der Betriebskosten beträgt knapp 70 €/a bei Optimierung der Bestandspumpe bzw. 180 €/a bei Einsatz der neuen Hocheffizienzpumpe. Beide Werte gelten zu heutigen Strompreisen.

2.6.4 Übersicht

Es ergibt sich für alle Pumpen zusammen eine Einsparung von ca. 89 % beim Pumpentausch, siehe auch nachfolgende Grafik.

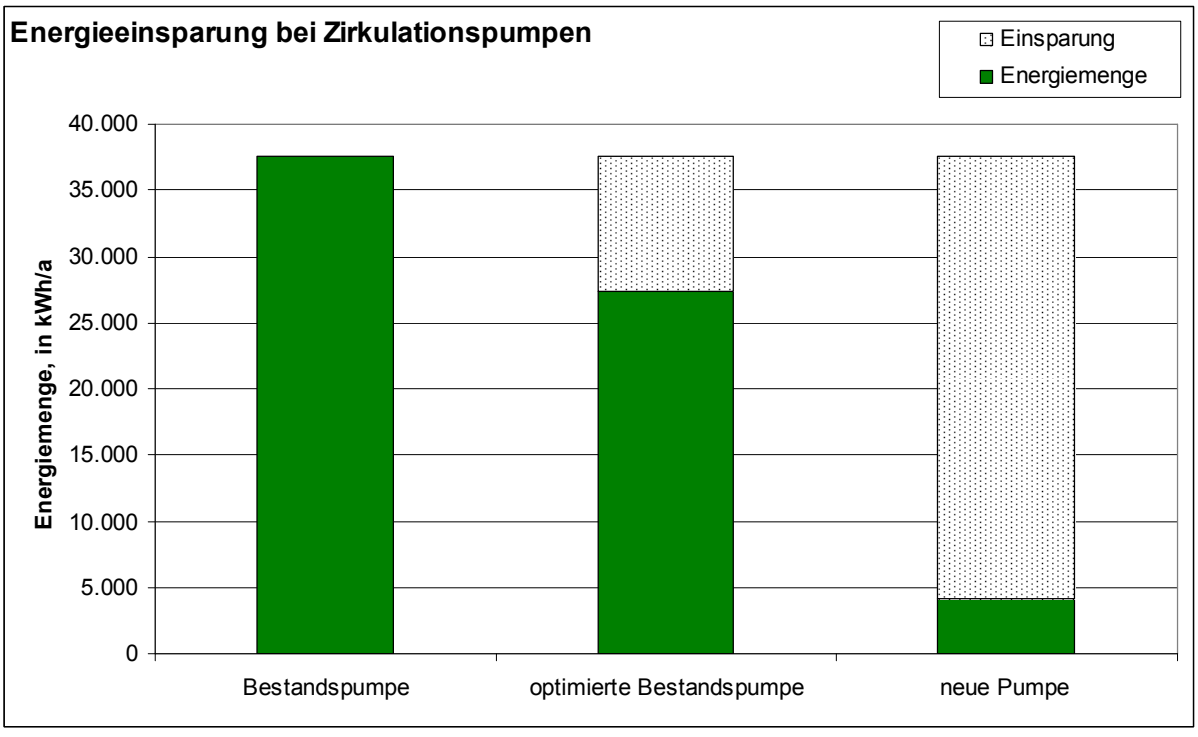

Bild 3 Energieeinsparung bei Zirkulationspumpen

Gebäudeschlüssel	Kreis, nähere Beschreibung etc.	Berechnung der Energiemengen und Einsparung						
		heute kWh/a	runtergestellt			mit neuer Pumpe		
			kWh/a Ist	kWh/a Delta	€/a Delta	kWh/a Ist	kWh/a Delta	€/a Delta
02|Altes Schulhaus		1445	964	482	67	105	1340	188
04|Asse	Haus I	1445	964	482	67	96	1349	189
04|Asse	Haus II	403	403	0	0	96	307	43
06|Bethesda		403	403	0	0	114	289	40
12|Elm		403	403	0	0	105	298	42
13|Emmaus		1445	964	482	67	201	1244	174
16|GartenwegZehn		403	403	0	0	96	307	43
18|Gärtnereiwohnhaus		403	403	0	0	79	324	45
20|Kaiserwald		5957	3416	2540	356	263	5694	797
24|Kindergarten		403	403	0	0	0	0	0
27|Krankenhaus		1445	964	482	67	158	1288	180
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1	1270	964	307	43	88	1183	166
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4	403	403	0	0	88	315	44
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz Mitte	1445	964	482	67	88	1358	190
29|LindenplatzSundern	Sundern 1	403	403	0	0	88	315	44
29|LindenplatzSundern	Sundern 4	403	403	0	0	88	315	44
29|LindenplatzSundern	Sundern Mitte	1445	964	482	67	88	1358	190
34|MühlenhofWohngruppe	zusammen mit TGF	403	403	0	0	114	289	40
36|Ohe		1183	1095	88	12	88	1095	153
38|Pfarrhaus		403	403	0	0	88	315	44
39|Sarona		403	403	0	0	201	201	28
40|Schule		1445	964	482	67	123	1323	185
42|Sonnenschein		1445	964	482	67	158	1288	180
47|Wabehaus		403	403	0	0	96	307	43
48|WabewegDreiDreiA	Haus 3	403	403	0	0	79	324	45
48|WabewegDreiDreiA	Haus 3a	403	403	0	0	79	324	45
50|Weidenweg	Haus 1+2	403	403	0	0	79	324	45
50|Weidenweg	Haus 3+4	403	403	0	0	79	324	45
50|Weidenweg	Haus 5	412	412	0	0	79	333	47
50|Weidenweg	Haus 6	420	420	0	0	79	342	48
53|WohnhausII		403	403	0	0	79	324	45
55|Zoar		1358	701	657	92	123	1235	173
Wirtschaftshof	Alte Wäscherei, Elim, 3/7 Frauenhaus (West)	5957	3416	2540	356	149	5808	813
Wirtschaftshof	Küche/Laden	193	193	0	0	88	105	15
Wirtschaftshof	Mädchenhorst	403	403	0	0	228	175	25
Wirtschaftshof	Männerhaus, Alte Schneiderei, 1/7 Frauenhaus (Ost)	403	403	0	0	96	307	43
Wirtschaftshof	Theresenheim, 3/7 Frauenhaus (Ost, Zwischenbau)	1226	964	263	37	193	1034	145

Tabelle 6 Energie- und Kosteneinsparung bei Zirkulationspumpen

Es ergibt sich für alle Pumpen zusammen ein Einsparpotential von etwa 1400 €/a durch die Optimierung der Bestandspumpen oder alternativ 4600 €/a beim Tausch aller Pumpen.

2.7 Investition

2.7.1 Neue Pumpen

Pumpenpreise für Zirkulationspumpen wurden im Internet recherchiert [4] und dann gerundet angenommen. Es gelten folgende Preise incl. Mehrwertsteuer und Versand:

Reihe	Modell	Förderhöhe	Preis, in €
Stratos eco z	25	1-5	350
Stratos z	30	1-8	950

Tabelle 7 Preise Zirkulationspumpen

Werden die Pumpen über den Großhandel bezogen, kann davon ausgegangen werden, dass es etwa 10 % günstigere Konditionen gibt. Die Preisdifferenz wurde nicht weiter korrigiert, da dafür Anschlusszubehör gekauft werden kann.

Beispiel Krankenhaus

Für das Krankenhaus ist eine Pumpe Stratos eco 25/1-5 zu 350 € vorgesehen.

2.7.2 Einbau- und Einstellarbeiten

Nach Rücksprache mit den Handwerkern der Stiftung werden – aufgerundet – die folgenden Stunden- und Kostensätze angenommen:

- Einstellen einer vorhandenen Pumpe incl. aller Nebenarbeiten: 1 h (30 €)
- Einbau einer Pumpe bei passender Baulänge und Durchmesser incl. aller Nebenarbeiten: 2 h (60 €)
- Zusatzaufwand für die Änderung von Anschlussdurchmesser und/oder Baulänge 3 h (90 €) sowie Material (Dämmung, Fittings u. ä.) 100 €

Beispiel Krankenhaus

Für den Fall, dass die Pumpe nur eingestellt wird, ergeben sich 30 €. Bei Tausch der Pumpe wird der Einbau sowie die Änderung des Anschlussdurchmessers neben der Pumpe berücksichtigt. Es ergeben sich 60 € + 190 € = 250 €.

2.7.3 Übersicht

Gebäudeschlüssel	Kreis, nähere Beschreibung etc.	Investitionen			
		Runterstellen ca. €	neue Pumpe incl. ggf. Passstücken ca. €	Einbau und Einstellen ca. €	Änderung DN/Länge ca. €
02|Altes Schulhaus		30	350	60	190
04|Asse	Haus I	30	350	60	190
04|Asse	Haus II	0	350	60	0
06|Bethesda		0	350	60	0
12|Elm		0	350	60	0
13|Emmaus		30	350	60	190
16|GartenwegZehn		0	350	60	0
18|Gärtnereiwohnhaus		0	350	60	0
20|Kaiserwald		30	950	60	190
24|Kindergarten		0	0	0	0
27|Krankenhaus		30	350	60	190
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1	30	350	60	190
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4	0	350	60	0
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz Mitte	30	350	60	190
29|LindenplatzSundern	Sundern 1	0	350	60	0
29|LindenplatzSundern	Sundern 4	0	350	60	0
29|LindenplatzSundern	Sundern Mitte	30	350	60	190
34|MühlenhofWohngruppe	zusammen mit TGF	0	350	60	0

Gebäudeschlüssel	Kreis, nähere Beschreibung etc.	Investitionen			
		Runterstellen ca. €	neue Pumpe incl. ggf. Passstücken ca. €	Einbau und Einstellen ca. €	Änderung DN/Länge ca. €
36|Ohe		30	350	60	190
38|Pfarrhaus		0	350	60	0
39|Sarona		0	350	60	0
40|Schule		30	350	60	190
42|Sonnenschein		30	350	60	190
47|Wabehaus		0	350	60	0
48|WabewegDreiDreiA	Haus 3	0	350	60	0
48|WabewegDreiDreiA	Haus 3a	0	350	60	0
50|Weidenweg	Haus 1+2	0	350	60	0
50|Weidenweg	Haus 3+4	0	350	60	0
50|Weidenweg	Haus 5	0	350	60	0
50|Weidenweg	Haus 6	0	350	60	0
53|WohnhausII		0	350	60	0
55|Zoar		30	350	60	190
Wirtschaftshof	Alte Wäscherei, Elim, 3/7 Frauenhaus (West)	30	350	60	190
Wirtschaftshof	Küche/Laden	0	350	60	100
Wirtschaftshof	Mädchenhorst	0	350	60	0
Wirtschaftshof	Männerhaus, Alte Schneiderei, 1/7 Frauenhaus (Ost)	0	350	60	0
Wirtschaftshof	Theresenheim, 3/7 Frauenhaus (Ost, Zwischenbau)	30	350	60	190

Tabelle 8 Kostenübersicht für die Investitionen in Zirkulationspumpen

Die Investitionskosten für den Tausch aller Pumpen liegen bei zusammen 17.500 €.

2.8 Wirtschaftlichkeit

2.8.1 Grundannahmen

Die Wirtschaftlichkeit wurde sowohl statisch anhand der statischen Amortisationszeit als auch dynamisch anhand des äquivalenten Energiepreises bewertet. Folgende Annahmen gelten für die Betrachtungen:

- Lebensdauer der Pumpe (Betrachtungszeitraum): 10 a
- Zins für dynamische Betrachtungen: 4 %/a
- Annuität für Betrachtungen über 10 Jahre: 12,3 %/a
- heutiger Energiepreis 0,14 €/kWh
- Energiepreissteigerung: 8 %/a
- Mittelwertfaktor für Energiepreissteigerung incl. Berücksichtigung von Kapitalzins in den nächsten 10 Jahren: 1,53 (entspricht einer Realenergiepreisverteuerung von 4,25 %/a)
- mittlerer Energiepreis in den nächsten 10 Jahren: 0,14 €/kWh · 1,53 = 0,21 €/kWh

Die statische Amortisation ergibt sich aus der Investitionssumme I_0, der eingesparten Energiemenge ΔQ und dem heutigen Energiepreis $k_{e,0}$. Sie berücksichtigt keine Preissteigerungen und Zinsen.

$$n_{Stat} = \frac{I_0}{\Delta Q \cdot k_{e,0}}$$

Beispiel Krankenhaus

Die Anschaffung einer neuen Pumpe kostet 600 €. Die Energieeinsparung beträgt 1288 kWh/a. Die statische Amortisation ergibt sich zu:
600 € / (1288 · 0,14) € = 3,3 Jahre.

Die statische Amortisation ist kürzer als die Lebensdauer der Pumpe. Die Investition rechnet sich.

Der äquivalente Energiepreis gibt an, wie teuer die gesparte Energie zu bezahlen ist – durch Abzahlung der Investition. Er ergibt sich aus den jährlichen Mehrkosten (Investition I0 und Annuität $a_{p,n}$) und der gesparten Energiemenge ΔQ.

$$k_{äqu} = \frac{I_0 \cdot a_{p,n}}{\Delta Q}$$

Der äquivalente Energiepreis wird mit dem heutigen und dem mittleren künftigen Energiepreis verglichen. Daraus abgeleitet wird eine dynamische Amortisationszeit – unter Berücksichtigung von Zinsen und Preissteigerungen.

Beispiel Krankenhaus

Die Anschaffung einer neuen Pumpe kostet 600 €. Die Energieeinsparung beträgt 1288 kWh/a. Der äquivalente Energiepreis ergibt sich zu:
600 € · 0,123 a^{-1} / 1288 kWh/a = 0,057 €/kWh

Der heutige Energiepreis liegt bei 0,14 €/kWh, der künftige bei 0,21 €/kWh. Die Investition führt dazu, dass jede gesparte Kilowattstunde mit nur 0,06 € zu bezahlen ist. Damit ist die jährliche Abzahlung günstiger als der Weiterbetrieb. Die Maßnahme ist wirtschaftlich.

2.8.2 Einstellen der alten Pumpen

Das Einstellen der vorhandenen Pumpen ist in allen Fällen wirtschaftlich. Es führt zu statischen Amortisationszeiten von ca. 0,6 Jahren. Die gesparte Kilowattstunde kostet 0,01 €.

Gebäudeschlüssel	Kreis, nähere Beschreibung etc.	äquivalenter Energiepreis: Runterstellen			Wirtschaftlichkeit: Runterstellen	statische Amortisation
		Investition Runterstellen in ca. €	jährliche Mehrkosten €/a	äquivalenter Energiepreis €/kWh	dynamische Amortisation ca. in a	nur runterstellen in a
02|Altes Schulhaus		30	4	0,01	sofort	0
04|Asse	Haus I	30	4	0,01	sofort	0
04|Asse	Haus II	0	0	k. A.	k. A.	k. A.
06|Bethesda		0	0	k. A.	k. A.	k. A.
12|Elm		0	0	k. A.	k. A.	k. A.
13|Emmaus		30	4	0,01	sofort	0
16|GartenwegZehn		0	0	k. A.	k. A.	k. A.
18|Gärtnereiwohnhaus		0	0	k. A.	k. A.	k. A.
20|Kaiserwald		30	4	0,00	sofort	0
24|Kindergarten		0	0	k. A.	k. A.	k. A.
27|Krankenhaus		30	4	0,01	sofort	0
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1	30	4	0,01	sofort	1
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4	0	0	k. A.	k. A.	k. A.
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz Mitte	30	4	0,01	sofort	0
29|LindenplatzSundern	Sundern 1	0	0	k. A.	k. A.	k. A.
29|LindenplatzSundern	Sundern 4	0	0	k. A.	k. A.	k. A.
29|LindenplatzSundern	Sundern Mitte	30	4	0,01	sofort	0
34|MühlenhofWohngruppe	zusammen mit TGF	0	0	k. A.	k. A.	k. A.
36|Ohe		30	4	0,04	sofort	2
38|Pfarrhaus		0	0	k. A.	k. A.	k. A.
39|Sarona		0	0	k. A.	k. A.	k. A.
40|Schule		30	4	0,01	sofort	0
42|Sonnenschein		30	4	0,01	sofort	0
47|Wabehaus		0	0	k. A.	k. A.	k. A.
48|WabewegDreiDreiA	Haus 3	0	0	k. A.	k. A.	k. A.
48|WabewegDreiDreiA	Haus 3a	0	0	k. A.	k. A.	k. A.

Gebäudeschlüssel	Kreis, nähere Beschreibung etc.	äquivalenter Energiepreis: Runterstellen			Wirtschaftlichkeit: Runterstellen	statische Amortisation
		Investition Runterstellen in ca. €	jährliche Mehrkosten €/a	äquivalenter Energiepreis €/kWh	dynamische Amortisation ca. in a	nur runterstellen in a
50|Weidenweg	Haus 1+2	0	0	k. A.	k. A.	k. A.
50|Weidenweg	Haus 3+4	0	0	k. A.	k. A.	k. A.
50|Weidenweg	Haus 5	0	0	k. A.	k. A.	k. A.
50|Weidenweg	Haus 6	0	0	k. A.	k. A.	k. A.
53|WohnhausII		0	0	k. A.	k. A.	k. A.
55|Zoar		30	4	0,01	sofort	0
Wirtschaftshof	Alte Wäscherei, Elim, 3/7 Frauenhaus (West)	30	4	0,00	sofort	0
Wirtschaftshof	Küche/Laden	0	0	k. A.	k. A.	k. A.
Wirtschaftshof	Mädchenhorst	0	0	k. A.	k. A.	k. A.
Wirtschaftshof	Männerhaus, Alte Schneiderei, 1/7 Frauenhaus (Ost)	0	0	k. A.	k. A.	k. A.
Wirtschaftshof	Theresenheim, 3/7 Frauenhaus (Ost, Zwischenbau)	30	4	0,01	sofort	1

Tabelle 9 Wirtschaftlichkeit des Einstellens der vorhandenen Pumpen

2.8.3 Kauf neuer Pumpen am Markt

Der Kauf einer neuen Pumpe zu üblichen Marktpreisen führt im Mittel zu einer statischen Amortisation von 8 Jahren. Die gesparte Kilowattstunde kostet 0,14 €. Insgesamt 30 der 34 untersuchten Pumpen rechnen sich innerhalb ihrer Lebensdauer.

Gebäudeschlüssel	Kreis, nähere Beschreibung etc.	äquivalenter Energiepreis: Runterstellen			Wirtschaftlichkeit: Runterstellen	statische Amortisation
		Investition neue Pumpen in ca. €	jährliche Mehrkosten €/a	äquivalenter Energiepreis €/kWh	dynamische Amortisation ca. in a	neue Pumpen in a
02|Altes Schulhaus		600	74	0,06	sofort	3
04|Asse	Haus I	600	74	0,05	sofort	3
04|Asse	Haus II	410	51	0,16	3	10
06|Bethesda		410	51	0,17	5	10
12|Elm		410	51	0,17	4	10
13|Emmaus		600	74	0,06	sofort	3
16|GartenwegZehn		410	51	0,16	3	10
18|Gärtnereiwohnhaus		410	51	0,16	2	9
20|Kaiserwald		1200	148	0,03	sofort	2
24|Kindergarten		0	0	k. A.	k. A.	k. A.
27|Krankenhaus		600	74	0,06	sofort	3
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1	600	74	0,06	sofort	4
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4	410	51	0,16	3	9
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz Mitte	600	74	0,05	sofort	3
29|LindenplatzSundern	Sundern 1	410	51	0,16	3	9
29|LindenplatzSundern	Sundern 4	410	51	0,16	3	9
29|LindenplatzSundern	Sundern Mitte	600	74	0,05	sofort	3
34|MühlenhofWohngruppe	zusammen mit TGF	410	51	0,17	5	10
36|Ohe		600	74	0,07	sofort	4
38|Pfarrhaus		410	51	0,16	3	9
39|Sarona		410	51	0,25	15	15
40|Schule		600	74	0,06	sofort	3
42|Sonnenschein		600	74	0,06	sofort	3
47|Wabehaus		410	51	0,16	3	10
48|WabewegDreiDreiA	Haus 3	410	51	0,16	2	9
48|WabewegDreiDreiA	Haus 3a	410	51	0,16	2	9
50|Weidenweg	Haus 1+2	410	51	0,16	2	9
50|Weidenweg	Haus 3+4	410	51	0,16	2	9
50|Weidenweg	Haus 5	410	51	0,15	2	9
50|Weidenweg	Haus 6	410	51	0,15	1	9
53|WohnhausII		410	51	0,16	2	9
55|Zoar		600	74	0,06	sofort	3
Wirtschaftshof	Alte Wäscherei, Elim, 3/7 Frauenhaus (West)	600	74	0,01	sofort	1

Gebäudeschlüssel	Kreis, nähere Beschreibung etc.	äquivalenter Energiepreis: Runterstellen			Wirtschaftlichkeit: Runterstellen	statische Amortisation
		Investition neue Pumpen in ca. €	jährliche Mehrkosten €/a	äquivalenter Energiepreis €/kWh	dynamische Amortisation ca. in a	neue Pumpen in a
Wirtschaftshof	Küche/Laden	510	63	0,60	62	35
Wirtschaftshof	Mädchenhorst	410	51	0,29	20	17
Wirtschaftshof	Männerhaus, Alte Schneiderei, 1/7 Frauenhaus (Ost)	410	51	0,16	3	10
Wirtschaftshof	Theresenheim, 3/7 Frauenhaus (Ost, Zwischenbau)	600	74	0,07	sofort	4

Tabelle 10 Wirtschaftlichkeit von neuen Pumpen bei Kauf am Markt

2.8.4 Sponsoring neuer Pumpen

Sollte für den Kauf der Pumpen keine Kosten anfallen, sinkt die statische Amortisation auf 1,6 Jahre. Bis auf eine Pumpe sind dann alle wirtschaftlich gegen Hocheffizienzpumpen zu ersetzen.

Gebäudeschlüssel	Kreis, nähere Beschreibung etc.	äquivalenter Energiepreis: Runterstellen			Wirtschaftlichkeit: Runterstellen	statische Amortisation
		Investition Runterstellen in ca. €	jährliche Mehrkosten €/a	äquivalenter Energiepreis €/kWh	dynamische Amortisation ca. in a	nur runterstellen in a
02|Altes Schulhaus		250	31	0,02	sofort	1
04|Asse	Haus I	250	31	0,02	sofort	1
04|Asse	Haus II	60	7	0,02	sofort	1
06|Bethesda		60	7	0,03	sofort	1
12|Elm		60	7	0,02	sofort	1
13|Emmaus		250	31	0,02	sofort	1
16|GartenwegZehn		60	7	0,02	sofort	1
18|Gärtnereiwohnhaus		60	7	0,02	sofort	1
20|Kaiserwald		250	31	0,01	sofort	0
24|Kindergarten		0	0	k. A.	k. A.	k. A.
27|Krankenhaus		250	31	0,02	sofort	1
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1	250	31	0,03	sofort	2
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4	60	7	0,02	sofort	1
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz Mitte	250	31	0,02	sofort	1
29|LindenplatzSundern	Sundern 1	60	7	0,02	sofort	1
29|LindenplatzSundern	Sundern 4	60	7	0,02	sofort	1
29|LindenplatzSundern	Sundern Mitte	250	31	0,02	sofort	1
34|MühlenhofWohngruppe	zusammen mit TGF	60	7	0,03	sofort	1
36|Ohe		250	31	0,03	sofort	2
38|Pfarrhaus		60	7	0,02	sofort	1
39|Sarona		60	7	0,04	sofort	2
40|Schule		250	31	0,02	sofort	1
42|Sonnenschein		250	31	0,02	sofort	1
47|Wabehaus		60	7	0,02	sofort	1
48|WabewegDreiDreiA	Haus 3	60	7	0,02	sofort	1
48|WabewegDreiDreiA	Haus 3a	60	7	0,02	sofort	1
50|Weidenweg	Haus 1+2	60	7	0,02	sofort	1
50|Weidenweg	Haus 3+4	60	7	0,02	sofort	1
50|Weidenweg	Haus 5	60	7	0,02	sofort	1
50|Weidenweg	Haus 6	60	7	0,02	sofort	1
53|WohnhausII		60	7	0,02	sofort	1
55|Zoar		250	31	0,02	sofort	1
Wirtschaftshof	Alte Wäscherei, Elim, 3/7 Frauenhaus (West)	250	31	0,01	sofort	0
Wirtschaftshof	Küche/Laden	160	20	0,19	6	11
Wirtschaftshof	Mädchenhorst	60	7	0,04	sofort	2
Wirtschaftshof	Männerhaus, Alte Schneiderei, 1/7 Frauenhaus (Ost)	60	7	0,02	sofort	1
Wirtschaftshof	Theresenheim, 3/7 Frauenhaus (Ost, Zwischenbau)	250	31	0,03	sofort	2

Tabelle 11 Wirtschaftlichkeit von neuen Pumpen bei Sponsoring

2.9 Empfehlung und Gesamtergebnis

Da die Pumpen teilweise noch recht neu sind, wurde folgende Vorgehensweise für die Empfehlung zugrunde gelegt:

- Amortisationszeiten über 10 Jahren führen unabhängig vom Pumpenalter zur Empfehlung, die alte Pumpe zu belassen
- Amortisationszeiten unter 5 Jahren führen unanhängig vom Pumpenalter zur Empfehlung die Pumpe zu tauschen
- Amortisationszeiten von 6 – 10 Jahren führen zur Empfehlung eines Pumpentauschs, wenn die vorhandene Pumpe 10 Jahre und älter ist

Beispiel Krankenhaus

Die vorhandene Pumpe ist Baujahr 2004. Es wird wegen der nur 3 Jahre dauernden Amortisation der Einbau der neuen Pumpe empfohlen.

Gebäudeschlüssel	Kreis, nähere Beschreibung etc.	Empfehlung bei Kauf der Pumpen am Markt	Empfehlung bei Sponsoring der Pumpen
02|Altes Schulhaus		neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,3 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,3 m einstellen
04|Asse	Haus I	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,2 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,2 m einstellen
04|Asse	Haus II	nichts ändern, bei Ausfall Stratos eco Z 25/1-5 ;1,2 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,2 m einstellen
06|Bethesda		nichts ändern, bei Ausfall Stratos eco Z 25/1-5 ;1,4 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,4 m einstellen
12|Elm		nichts ändern, bei Ausfall Stratos eco Z 25/1-5 ;1,3 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,3 m einstellen
13|Emmaus		neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,7 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,7 m einstellen
16|GartenwegZehn		nichts ändern, bei Ausfall Stratos eco Z 25/1-5 ;1,2 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,2 m einstellen
18|Gärtnereiwohnhaus		nichts ändern, bei Ausfall Stratos eco Z 25/1-5 ;1,3 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,3 m einstellen
20|Kaiserwald		neue Pumpe: Stratos Z 30/1-8; 1,3 m einstellen	neue Pumpe: Stratos Z 30/1-8; 1,3 m einstellen
24|Kindergarten		Umbau auf Durchlauferhitzer	Umbau auf Durchlauferhitzer
27|Krankenhaus		neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,7 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,7 m einstellen
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,2 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,2 m einstellen
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4	nichts ändern, bei Ausfall Stratos eco Z 25/1-5 ;1,2 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,2 m einstellen
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz Mitte	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,3 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,3 m einstellen
29|LindenplatzSundern	Sundern 1	nichts ändern, bei Ausfall Stratos eco Z 25/1-5 ;1,2 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,2 m einstellen
29|LindenplatzSundern	Sundern 4	nichts ändern, bei Ausfall Stratos eco Z 25/1-5 ;1,2 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,2 m einstellen
29|LindenplatzSundern	Sundern Mitte	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,3 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,3 m einstellen
34|MühlenhofWohngruppe	zusammen mit TGF	nichts ändern, bei Ausfall Stratos eco Z 25/1-5 ;1,4 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,4 m einstellen
36|Ohe		neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,5 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,5 m einstellen
38|Pfarrhaus		nichts ändern, bei Ausfall Stratos eco Z 25/1-5 ;1,2 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,2 m einstellen
39|Sarona		nichts ändern, bei Ausfall Stratos eco Z 25/1-5 ;1,7 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,7 m einstellen
40|Schule		neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,6 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,6 m einstellen
42|Sonnenschein		neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,6 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,6 m einstellen
47|Wabehaus		nichts ändern, bei Ausfall Stratos eco Z 25/1-5 ;1,4 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,4 m einstellen
48|WabewegDreiDreiA	Haus 3	nichts ändern, bei Ausfall Stratos eco Z 25/1-5 ;1,3 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,3 m einstellen
48|WabewegDreiDreiA	Haus 3a	nichts ändern, bei Ausfall Stratos eco Z 25/1-5 ;1,3 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,3 m einstellen

Gebäudeschlüssel	Kreis, nähere Beschreibung etc.	Empfehlung bei Kauf der Pumpen am Markt	Empfehlung bei Sponsoring der Pumpen
50|Weidenweg	Haus 1+2	nichts ändern, bei Ausfall Stratos eco Z 25/1-5 ;1,3 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,3 m einstellen
50|Weidenweg	Haus 3+4	nichts ändern, bei Ausfall Stratos eco Z 25/1-5 ;1,3 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,3 m einstellen
50|Weidenweg	Haus 5	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,2 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,2 m einstellen
50|Weidenweg	Haus 6	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,2 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,2 m einstellen
53|WohnhausII		nichts ändern, bei Ausfall Stratos eco Z 25/1-5 ;1,3 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,3 m einstellen
55|Zoar		neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,7 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,7 m einstellen
Wirtschaftshof	Alte Wäscherei, Elim, 3/7 Frauenhaus (West)	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,5 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,5 m einstellen
Wirtschaftshof	Küche/Laden	nichts ändern, bei Ausfall Stratos eco Z 25/1-5 ;1,2 m einstellen	nichts ändern, bei Ausfall Stratos eco Z 25/1-5 ;1,2 m einstellen
Wirtschaftshof	Mädchenhorst	nichts ändern, bei Ausfall Stratos eco Z 25/1-5 ;1,3 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,3 m einstellen
Wirtschaftshof	Männerhaus, Alte Schneiderei, 1/7 Frauenhaus (Ost)	nichts ändern, bei Ausfall Stratos eco Z 25/1-5 ;1,4 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,4 m einstellen
Wirtschaftshof	Theresenheim, 3/7 Frauenhaus (Ost, Zwischenbau)	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,5 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco Z 25/1-5; 1,5 m einstellen

Tabelle 12 Empfehlungsliste für Hocheffizienzpumpen (Zirkulation)

Wenn normal finanziert wird, werden 16 Zirkulationspumpen zum Tausch empfohlen. Die Einsparung an Energie beträgt dann 73 % verglichen mit heute. Es fallen Kosten für Investitionen von knapp 10.000 € an.

Wird über ein Sponsoring finanziert, werden 35 Zirkulationspumpen zum Tausch empfohlen. Es sind etwa 88 % Energieeinsparung möglich. Die Kosten betragen dann knapp 5000 €.

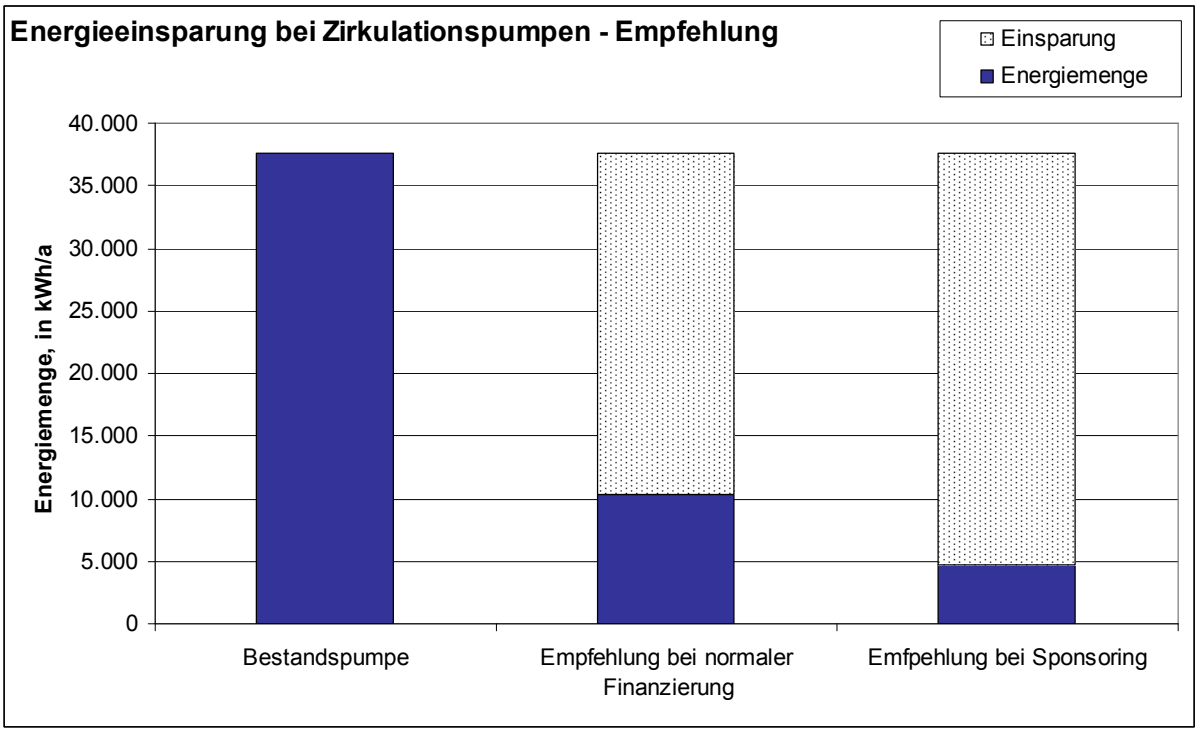

Bild 4 Energieeinsparung bei Zirkulationspumpen – Umsetzung

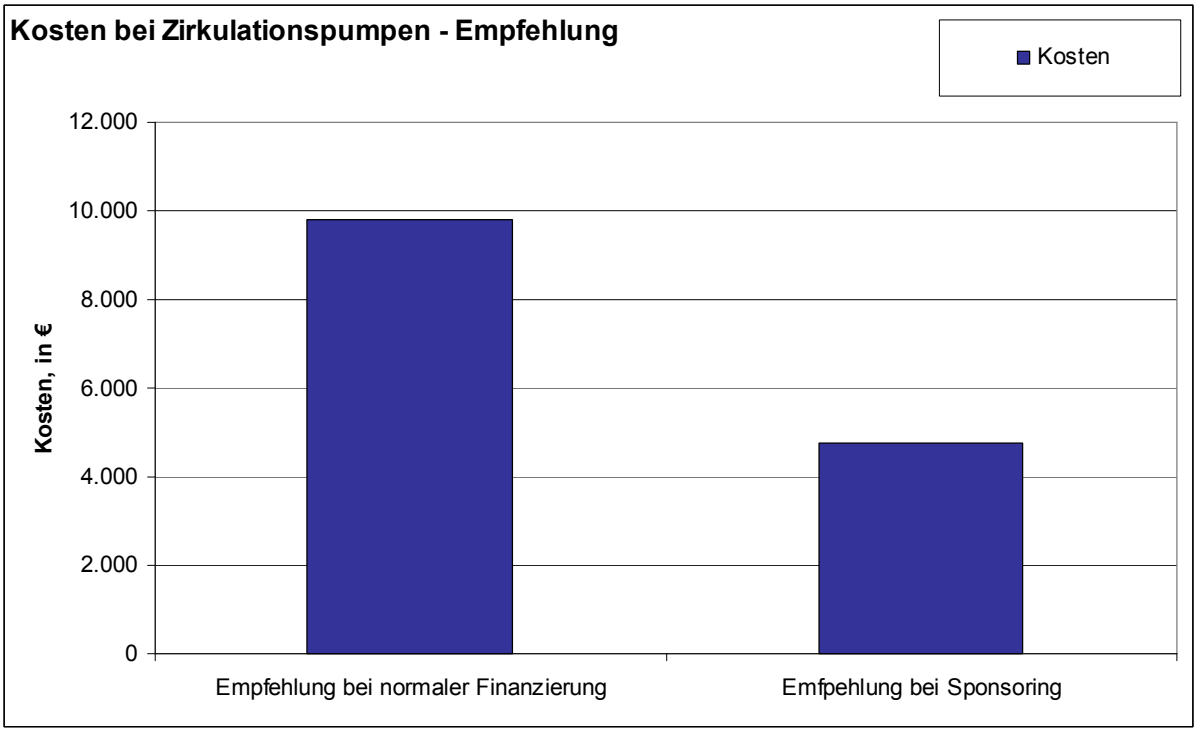

Bild 5 Kosten von Zirkulationspumpen - Umsetzung

3 Heizungspumpen

Für die Heizungspumpen werden die Daten der Bestandserfassung, die Vorgehensweise der Pumpenwahl, erreichbare Einsparungen, notwendige Kosten und die Wirtschaftlichkeit nachfolgend dargestellt.

Das Krankenhaus mit seinen drei Pumpen für Heizkörper- und Fußbodenheizung dient auch in diesem Kapitel als Beispiel zur Erläuterung. Die zusammengefassten Daten für alle anderen Heizungspumpen sind jeweils im Anhang 7.3 dargestellt.

3.1 Grunddaten der Gebäude

3.1.1 Versorgte Flächen und maximale Geschosszahlen

Zur Auswahl einer neuen Pumpe werden als geometrische Daten die angeschlossene versorgte Fläche A_{EB} und die maximale Geschosszahl n_G benötigt. Aus diesen Daten kann die maximale Leitungslänge des vorhandenen Rohrnetzes näherungsweise bestimmt werden.

Die Flächen der untersuchten Gebäude wurden dem Bericht 04 "Gebäude" des Grundlagenprojektes Neuerkerode entnommen. Es sind insgesamt 39759 m² Fläche angeschlossen. Die maximalen Geschosszahlen entsprechen dem gebauten Zustand. Falls mehrere Pumpen ein Gebäude versorgen, wird die beheizte Fläche anteilig einer Pumpe zugeschlagen. Dies kann natürlich nur näherungsweise erfolgen.

Beispiel Krankenhaus

Die an die Pumpe angeschlossene versorgte Fläche beträgt 3027 m². Es sind eine Heizungspumpe für das Hauptgebäude sowie eine Fußbodenheizungspumpe für den Gymnastikraum vorhanden. Laut Gebäudebericht [1] teilen sich die Flächen im Verhältnis 3,5 % zu 96,5 % auf. Das bedeutet als Grundlage:
Die Heizkörperheizung versorgt 2921 m² mit einer maximalen Geschosszahl von 4.
Die Fußbodenheizung versorgt 106 m² mit einer maximalen Geschosszahl von 1.

3.1.2 Maximale Leitungslängen

Die maximale Leitungslänge eines Netzes wird bei der Wahl einer Heizungspumpe benötigt, um die Rohrreibung und Verluste von Einzelwiderständen abzuschätzen, welche die Pumpe überwinden muss. Bei einer genauen Dimensionierung ist diese Größe vor Ort zu bestimmen. Dies war aus Zeitgründen nicht möglich.

Stattdessen wurde ein Näherungsansatz nach [2] verwendet, der auch den üblichen Energiebilanznormen zugrunde liegt.

$$L_{max} = 2 \cdot \left(L + \frac{B}{2} + 3 \cdot n_G + 10 \right) \text{ mit } L = 11{,}4 + 0{,}0059 \cdot A_N \text{ und } B = 2{,}72 \cdot \ln(A_N) - 6{,}62$$

Die Größe A_N kann nach [3] aus der versorgten Fläche der Gebäude berechnet werden.

$$A_N = 1{,}1 \cdot A_{EB} .$$

Die Gleichung reduziert sich auf die Eingabegrößen: A_{EB} = angeschlossene Fläche und n_G = maximale Geschosszahl.

Beispiel Krankenhaus

Die Berechnung für die Heizungspumpe des Krankenhauses ergibt
A_N = 1,1 · 2921 m² = 3213 m².
L = 11,4 + 0,0059 · 3213 m² = 30,4
B = 2,72 · ln (3213 m²) - 6,62 = 15,3
L_{max} = 2 · (30,4 + 15,3/2 + 3 · 4 +10) = 120 m

3.1.3 Maximale Heizleistung

Zur Bestimmung der Volumenströme ist die maximale Heizlast des Gebäudes zu bestimmen. Bei einer exakten Planung erfolgt diese Berechnung nach DIN EN 12831. Aus Zeitgründen war diese Berechnung nicht möglich.

Alternativ wurden zwei näherungsweise Heizlasten herangezogen, um einen repräsentativen Wert zu erhalten. Zum einen wurde die maximale Heizlast nach der IWU Berechnung des Gebäudeberichtes verwendet [1]. Zum zweiten wurde die maximale, aus Messwerten resultierende Heizlast verwendet, welche sich aus der Heizperiode 2007/2008 ergibt. Hier jedoch die Werte ohne Fremdwärme. Erstere geht von Vollbeheizung aus, letztere berücksichtigt die geringeren Innentemperaturen in der Realität sowie Teilbeheizung.

Von beiden Werten wurde der höhere Wert verwendet. Es gibt drei Ausnahmen: die Wäscherei, die Küche und die Kirche. Bei diesen drei Gebäuden ist die theoretische Heizlast nach IWU sehr viel größer als die gemessene, weil in der Realität nie von Vollbeheizung auszugehen ist. Bei diesen 3 Gebäuden wurde jeweils nur ¼ (Küche, Wäscherei) bzw. ½ der Maximalleistung nach IWU angesetzt.

In der Regel ist die theoretische Leistung nach IWU größer als die maximale gemessene. In Summe ergeben sich 4,74 MW theoretisch und 3,72 MW gemessen. Es ist hier also eine gewisse Sicherheit von ca. 25 % zu verzeichnen.

Falls mehrere Pumpen ein Gebäude versorgen, wird die maximale Heizleistung anteilig nach der Fläche einer Pumpe zugeschlagen. Dies ist eine Näherung.

Beispiel Krankenhaus

Die IWU-Berechnung gibt eine Leistung von maximal 188 kW zur Beheizung. Ohne innere und solare Wärmeeinträge mit nahezu Vollbeheizung.

Die Verbrauchsmessung verzeichnet nur 150 kW (4,4 kW/K · 34 K), wenn man davon ausgeht, dass es keine inneren und solaren Wärmegewinne gibt. Unter Berücksichtigung der inneren und solaren Wärmeeinträge ergeben die Messwerte nur ca. 128 kW Maximalleistung.

Weitergerechnet wird mit 188 kW – einer Leistung, die fast 50 % größer ist als die zu erwartende Maximalleistung im realen Betrieb.

Die Leistung wird auf die beiden Heizkreise (anteilig nach Fläche) aufgeteilt. Auf den Fußbodenheizkreis entfallen 3,5 %, d.h. 7 kW. Der Heizkörperkreis deckt die verbleibenden 181 kW.

3.1.4 Übersicht

Eine Übersicht zu allen Heizkreisen zeigen die Tabellen im Anhang 7.3.

3.2 Vorgefundene Pumpen

3.2.1 Arten von Kreisen und Pumpen

Bei der Begehung wurden verschiedene Heizkreisarten und Pumpenverschaltungsarten gefunden. Am häufigsten waren Einzelpumpen in normalen Heizkörperkreisen zu finden. Im Detail vorgefunden wurden:

- 90 Heizkörperheizungspumpen
- 10 Fußbodenheizungspumpen
- 7 sonstige Pumpen, z.B. zur Beheizung der Gewächshäuser

Ausgeführt als:

- 10 Einzelpumpen in Parallelschaltungen (Redundanz, je halbe Laufzeit)
- 48 Pumpen als Doppelpumpe (Redundanz, je halbe Laufzeit)
- 49 Einzelpumpen (je volle Laufzeit)

Beispiel Krankenhaus

Die Fußbodenheizungspumpe ist als Einzelpumpe ausgeführt, die Heizungspumpe als Parallelschaltung mit 2 Pumpen.

3.2.2 Typen, Baujahre, Anschlussdurchmesser

Es wurden überwiegend WILO-Pumpen vorgefunden. Häufige Modelle der Doppelpumpen sind die Modelle TP, TS und P (alle ungeregelt, überwiegend einstufig). Bei den Einzelpumpen sind die ungeregelten Modelle RP und RS (beide überwiegend vierstufig) sowie die geregelten Modelle STAR E und TOP E zu finden. Es sind derzeit 4 Hocheffizienzpumpen eingebaut.

Die Heizungspumpen sind unterschiedlichen Baujahrs. 5 Pumpen sind aus den 1970er Jahren, 12 Pumpen aus den 1980er Jahren, 48 Pumpen aus dem 1990er Jahren und 42 Pumpen sind nach 2000 gebaut worden. Im Mittel sind die Pumpen 12 Jahre alt.

Die Anschlussdurchmesser sind im Schnitt verhältnismäßig groß. 20 Mal ist der DN 25 vorhanden, 26 Mal der DN 32, 40 Mal DN 40, 6 Mal DN 50, 12 Mal DN 65 und 3 Mal DN 80.

Beispiel Krankenhaus

Im Krankenhaus befindet sich für die Fußbodenheizung eine Pumpe RP 25/80r von 2006 mit einem Anschlussdurchmesser von DN 25. Die beiden Heizkörperkreispumpen sind in DN 80 ausgeführt und beide vom Typ P 80/140r von 1992.

3.2.3 Regelungsarten und Leistung

Die Mehrzahl der Pumpen (46 Stück) ist einstufig ungeregelt ausgeführt. 37 Pumpen sind drei- und vierstufig, davon 26 auf höchster Stufe. Es sind 23 Regelpumpen vorhanden.

Die Pumpen haben im Mittel eine maximale Leistung von 204 W. Sie laufen im Mittel mit ca. 170 W. In Summe sind 21,8 kW Pumpenleistung installiert und es werden 18,2 kW im Mittel betrieben. Die mittleren Leistungen der Regelpumpen sind anhand von Herstellerunterlagen geschätzt.

Beispiel Krankenhaus

Die Fußbodenheizungspumpe ist vierstufig ungeregelt (min 46 W / max 112 W) und läuft auf der 4. Stufe mit maximaler Leistung von 112 W. Die beiden Heizkörperheizungspumpen sind ebenfalls vierstufig ungeregelt (min 450 W / max 710 W) und laufen jeweils auf der maximalen Stufe.

3.2.4 Übersicht

Eine Übersicht zu allen Heizkreisen zeigen die Tabellen im Anhang 7.3.

3.3 Ermittlung eines überschlägigen Betriebspunktes

3.3.1 Volumenstrom

Der Auslegungsvolumenstrom der Heizungspumpe deckt die maximal erforderliche Heizleistung. Die Auslegungstemperaturen werden mit 75/60°C bzw. 45/35°C angenommen. Es handelt sich um eine Schätzung, welche aus der Gebäudeaufnahme [1] resultiert. Für die Auslegung der Pumpe gelten demzufolge bei Heizkörperanlagen $\Delta\vartheta$=15 K Spreizung zwischen Vor- und Rücklauf und $\Delta\vartheta$=10 K bei Fußbodenheizungen.

Die Berechnung erfolgt aus der maximalen Heizleistung $\dot{Q}_H$ sowie der zugrunde gelegten Auskühlung $\Delta\vartheta$. Dichte und Wärmespeicherkapazität von Wasser sind zusammengefasst die Kostante 1,16 kWh/(m³K)

$$\dot{V} = \frac{\dot{Q}_H}{1{,}16\,{}^{kWh}/_{m^3K} \cdot \Delta\vartheta}.$$

Beispiel Krankenhaus

Die zu deckenden maximale Heizleistung der Heizkörperheizung beträgt $\dot{Q}_H$ = 181 kW nach Kapitel 3.1.3. Es ergibt sich ein Volumenstrom von:

$$\dot{V} = \frac{181\text{kW}}{1{,}16\,{}^{kWh}/_{m^3K} \cdot 15\text{K}} = 10{,}40\,\frac{m^3}{h} = 2{,}89\,\frac{l}{s}.$$

3.3.2 Förderhöhe

Die Förderhöhe der Pumpe zur Überwindung der Netzreibung kann anhand der maximalen Leitungslänge sowie anhand von Zuschlägen für Einbauten (Regelventile etc.) bestimmt werden. Es gilt die Näherung nach [2], wonach die Förderhöhe bestimmt wird nach

$$\Delta p = \left(1 + \frac{z}{100}\right) \cdot R \cdot (1 + a_V) \cdot L_{max} + \Delta p_K + \Delta p_{HF}$$

Der Zuschlag z für Rohrbögen und sonstige Widerstände wurde mit 33 % angesetzt. Wegen der tendenziell vorhandenen großen Rohrdurchmesser und der dadurch zu erwartenden geringeren Rohrreibung wird die Rohrreibung je Meter R mit 0,075 kPa/m angenommen. Der Zuschlag für das Thermostatventil bzw. seine Ventilautorität beträgt a_V = 0,4. Die maximale Rohrlänge, deren Reibung überwunden werden muss, ist gebäudespezifisch anzusetzen.

Die Zuschläge für den Kessel entfallen, da es keinen Kessel gibt (ΔP_K = 0 kPa). Für die Wärmeübergabe werden 4 kPa bei Heizkörpern oder 15 kPa bei Fußbodenheizungen angesetzt.

Beispiel Krankenhaus

Die maximale Rohrleitungslänge beträgt 120 m aus der Abschätzung nach Kapitel 3.1.2. Alle anderen Größen werden wie oben beschrieben eingesetzt. Es ergibt sich eine Pumpendruckdifferenz von:

$$\Delta p = \left(1 + \frac{33}{100}\right) \cdot 0{,}075 \frac{\text{kPa}}{\text{m}} \cdot (1 + 0{,}4) \cdot 120\text{m} + 0\text{kPa} + 4\text{kPa} = 20{,}8\text{kPa} = 2{,}1\text{m}$$

3.3.3 Übersicht

Eine Übersicht zu allen Heizkreisen zeigen die Tabellen im Anhang 7.3.

3.4 Weiterbetrieb der Pumpen mit Anpassung der Leistung

3.4.1 Einstellung der Leistung

Anhand des näherungsweise berechneten Betriebspunktes wurde zunächst für alle stufig einstellbaren geprüft, welche der anderen Stufen ausreichend ist. Dazu dienten – sofern vorhanden – die Datenblätter der Bestandspumpen. Alternativ kamen Datenblätter ähnlicher Pumpen zum Einsatz.

Ergebnis ist, dass bei 27 von 33 einstellbaren Stufenpumpen die kleinste Stufe ausreichend ist. Die anderen 6 Pumpen können auf der zweitkleinsten Stufe betrieben werden.

Die mittlere Betriebsleistung kann von 170 W auf 135 W gesenkt werden. In Summe laufen dann noch 14,4 kW an Pumpenleistung.

Beispiel Krankenhaus

Das Datenblatt der alten Pumpen P 80/140r von 1992 konnte nicht mehr beschafft werden. Die ungeregelte Pumpe, welche die notwendigen Betriebsdaten (Fördermenge von 2,9 l/s und der Förderhöhe von 2,1 m) hergibt, ist die Pumpe TOP S 40/7.

Trägt man die Betriebsdaten in das Diagramm dieser Pumpe ein, ergibt sich, dass eine Leistung von ca. 350 W dafür erforderlich wäre. Übertragen auf die vierstufige Bestandspumpe wird daher vermutet, dass dort die Stufe 1 mit 450 W ausreichend ist.

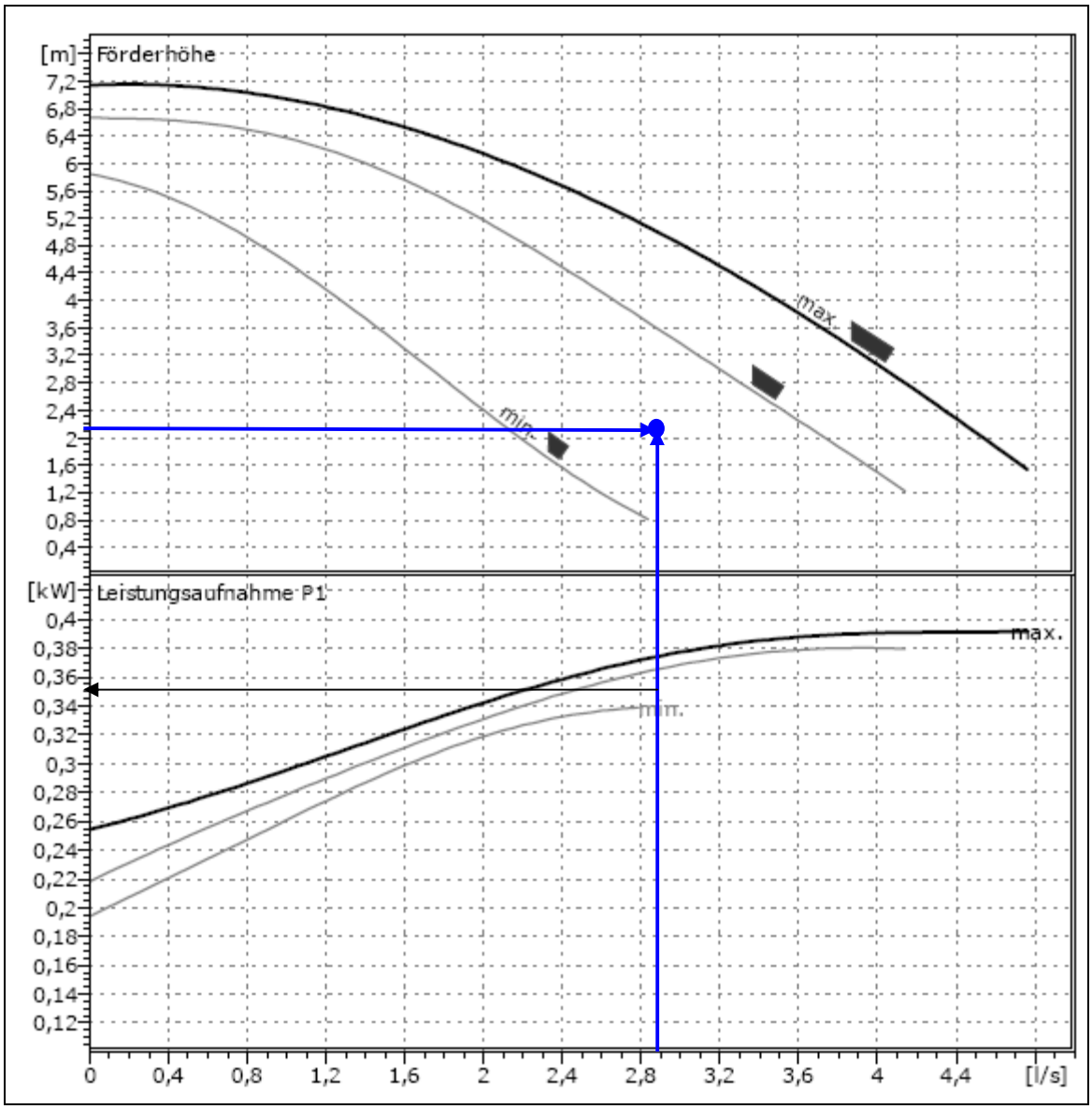

Bild 6 Einstellung der vorhandenen Heizungspumpe im Krankenhaus

3.4.2 Übersicht

Eine Übersicht zu allen Heizkreisen zeigen die Tabellen im Anhang 7.3.

3.5 Wahl von neuen Pumpen

3.5.1 Typen und Anschlussdurchmesser

Als neue Pumpen wurden ausschließlich Pumpen von WILO der Baureihen Stratos und Stratos eco vorgeschlagen. Die Durchmesser einer großen Zahl von Pumpen muss reduziert werden, weil es im vorhandenen DN keine sinnvoll einsetzbare Pumpe gibt. Gewählt wurden:

- 12 x Stratos eco 25/1-3
- 2 x Stratos eco 25/1-5
- 5 x Stratos 25/1-6
- 17 x Stratos eco 30/1-3
- 2 x Stratos eco 30/1-5
- 28 x Stratos 30/1-6
- 3 x Stratos 40/1-4
- 3 x Stratos 40/1-8
- 6 x Stratos 50/1-9

Die mit den gewählten Pumpen möglichen Förderhöhen liegen im Schnitt 3-mal höher als die angesetzten Auslegungswerte. Es sind hier also Reserven vorhanden.

Aus dem Pumpendiagramm für die gewählte Pumpe wurde die Betriebsleistung bei Auslegung abgelesen. Es ist im Jahresmittel davon auszugehen, dass die Leistung geringer ist, da die Volumenströme bei Teillast abnehmen.

Beispiel Krankenhaus

Mit der notwendigen Fördermenge von 2,9 l/s und der Förderhöhe von 2,1 m ergibt sich, dass die gewählte Pumpe Stratos 40/1-8 eine Pumpenleistung von 130 W bei Auslegung benötigt. Im Jahresverlauf könnte bis ca. 40 W heruntergeregelt werden. Für die Wirtschaftlichkeitsbewertung wurde der schlechteste Wert angenommen.

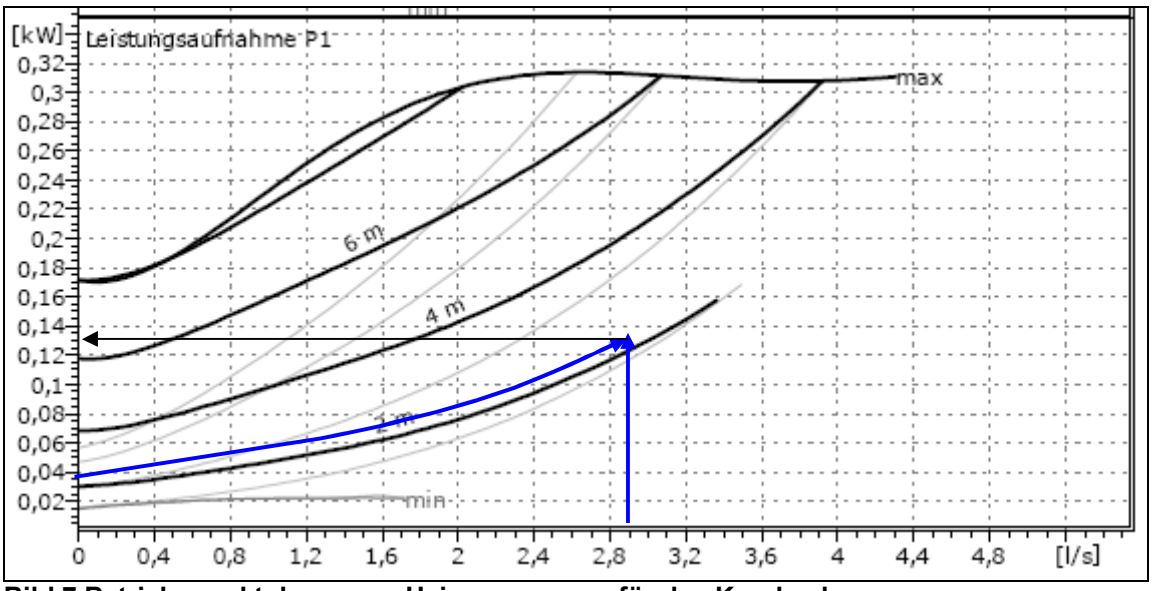

Bild 7 Betriebspunkt der neuen Heizungspumpe für das Krankenhaus

3.5.2 Übersicht

Eine Übersicht zu allen Heizkreisen zeigen die Tabellen im Anhang 7.3.

3.6 Energieeinsparung

3.6.1 Betriebszeiten

Für die Einzelpumpen wurde eine Betriebszeit von einem Dreiviertel Jahr angesetzt, d.h. 6570 h/a. Bei den Doppelpumpen jeweils die Hälfte. Für die Pumpen im Blumenladen wurde nur ein Viertel Jahr angenommen.

3.6.2 Mittlere Leistung im Betrieb

Alle vorgeschlagenen Pumpen sind Hocheffizienzregelpumpen, deren Leistung nicht konstant über das Jahr ist, sondern automatisch dem Bedarf angepasst wird. Die mittlere Betriebsleistung hängt vom aktuell geförderten Volumenstrom ab.

WILO legt in seiner Wirtschaftlichkeitsbewertung [5] ein Zeitprofil zugrunde, mit dessen Hilfe die mittlere Leistung abgeschätzt wird. Das Zeitprofil unterstellt 6 % Volllast, 15 % Teillast, 44 % Schwachlast und 35 % Nachtabsenkung.

Stichprobenhaft wurde die mittlere Betriebsleistung mit der Maximalleistung verglichen. Sie beträgt nach diesem Betriebsverhalten etwa 50 % des Maximalwertes. Mit dieser mittleren Leistung wurde im Rahmen des Berichtes nicht weiter gerechnet. Sie kann nur erreicht wer-

den, wenn die Pumpe vernünftig regeln kann. Das setzt einen hydraulischen Abgleich voraus, der noch nicht in den Gebäuden vorhanden ist.

Konservativ wird also die schlechteste Leistung für alle weiteren Betrachtungen verwendet und die mittlere Betriebsleistung unter optimalen Bedingungen nur exemplarisch verwendet und dann entsprechend gekennzeichnet.

Beispiel Krankenhaus

Die eingestellte Druckförderhöhe beträgt ganzjährig 2,1 m. Der Volumenstrom ändert sich und ergibt folgende Leistungen:

- *Auslegung, Volllastbetrieb, 6 % der Zeit, 100 % = 2,9 l/s, 130 W*
- *Teillastbetrieb, 15 % der Zeit; 75 % = 2,2 l/s, 90 W*
- *Nachtabsenkung, 35 % der Zeit, 50 % = 1,5 l/s, 65 W*
- *Schwachlastbetrieb, 44 % der Zeit, 25 % = 0,7 l/s, 45 W*

Im Mittel ergibt sich zeitgewichtet eine Leistung von 64 W. Das ist etwa 50 % der Maximalleistung.

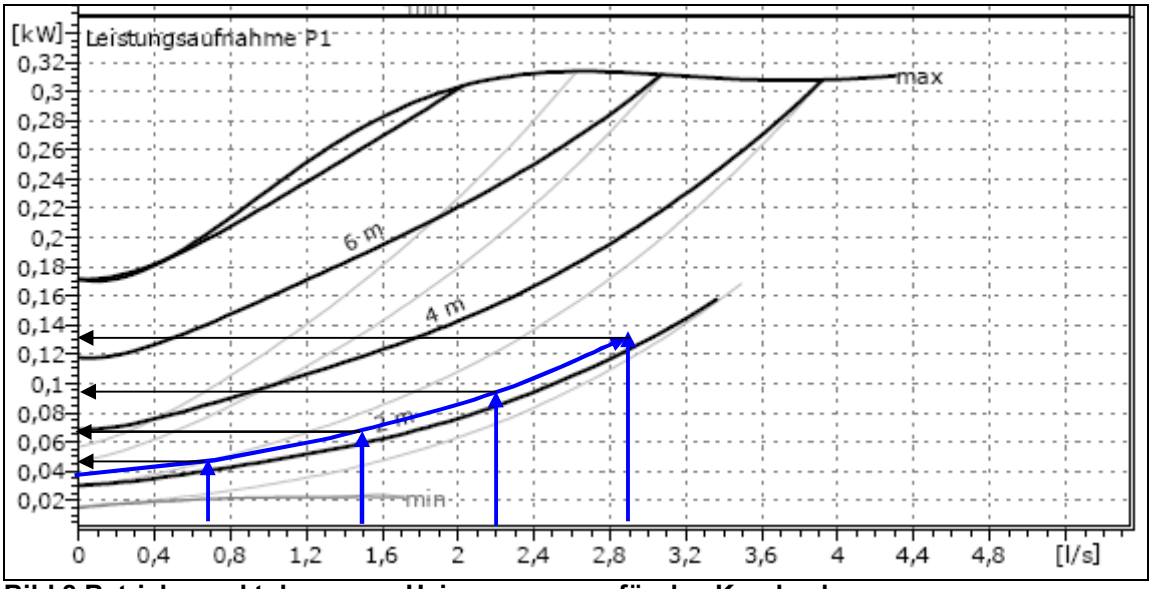

Bild 8 Betriebspunkt der neuen Heizungspumpe für das Krankenhaus

3.6.3 Energiemengen und Energieeinsparung

Aus den drei Leistungen (Bestand, optimierte Bestandspumpe, neue Pumpe) und der Laufzeit wurden jeweils Energiemengen berechnet. Grundlage der Leistungsangaben ist konservativ der schlechteste Fall, der Auslegungsfall – ohne den Einfluss eines Herunterregelns der Pumpe.

Beispiel Krankenhaus

Die Pumpenleistungen von 710 W (Bestand), 450 W (Optimierte Bestandspumpe) und 130 W (neue Pumpe, Auslegungsleistung) führen zu Energiemengen von 4665 kWh/a, 2957 kWh/a bzw. 854 kWh/a. Die Einsparung durch die Bestandsoptimierung beträgt etwa 1700 kWh/a. Der Einbau einer neuen Pumpe bringt etwa 3800 kWh/a Ersparnis.

Wird das Regelverhalten der Pumpe berücksichtigt, dann ergibt sich mit der neuen Pumpe eine Energiemenge von 427 kWh/a (50 % des Auslegungswertes) und die Ersparnis bei 4200 kWh/a.

3.6.4 Kosteneinsparung

Die Einsparung an Energie wurde auch in Energiekosten zu heutigen Preisen (mit 0,14 €/kWh Strom) umgerechnet.

Beispiel Krankenhaus

Die Kostenersparnis der Betriebskosten beträgt etwa 240 €/a bei Optimierung der Bestandspumpe bzw. 530 €/a bei Einsatz der neuen Hocheffizienzpumpe. Beide Werte gelten zu heutigen Strompreisen.

3.6.5 Übersicht

Es ergibt sich für alle Pumpen zusammen eine Einsparung von ca. 78 % (Auslegungsleistung). Würde man als mittlere Betriebsleistung 50 % der Auslegungsleistung ansetzen, ergäben sich 89 % Einsparung beim Pumpentausch.

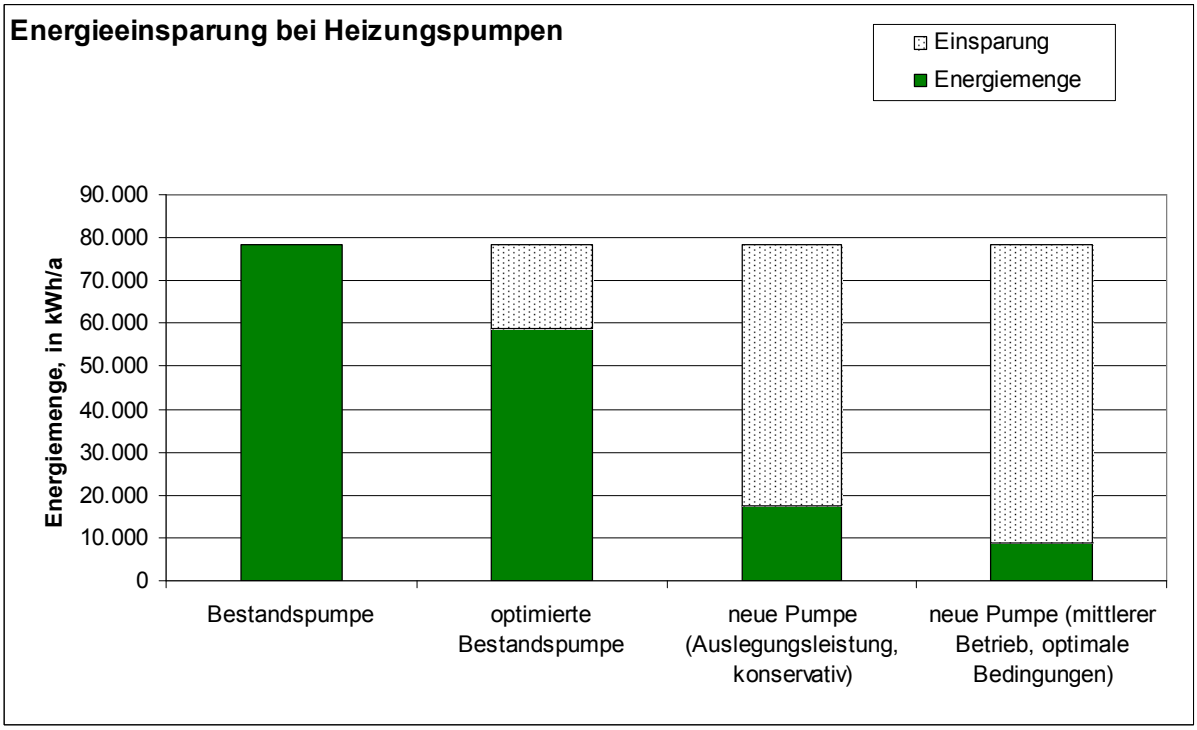

Bild 9 Energieeinsparung bei Heizungspumpen

Er ergibt sich für alle Pumpen zusammen ein Einsparpotential von etwa 2700 €/a durch die Optimierung der Bestandspumpen oder alternativ 8500 €/a beim Tausch aller Pumpen.

Diese Zahlen sind konservativ mit der Auslegungsleistung berechnet. Die Kostenersparnis ist etwas größer, wenn eine mittlere Leistung im Betrieb zugrunde gelegt wird.

Eine detaillierte Übersicht zu allen Heizkreisen zeigen die Tabellen im Anhang 7.3.

3.7 Investition

3.7.1 Neue Pumpen

Pumpenpreise für Heizungspumpen wurden im Internet recherchiert [4] und dann gerundet angenommen. Vergleichswerte stammen von einer Berechnung von Wilo [6] und vom Großhandel [5].

Reihe	Modell	Förderhöhe	Internetpreis, in €	Großhändlerpreis [5], in €	Faktor	Preis WILO [6], in €	Faktor
Stratos	25	1-6	450	402	0,89	821	1,82
Stratos	30	1-6	500	431	0,86	865	1,73
Stratos	40	1-4	650	518	0,80	968	1,49
Stratos	40	1-8	1100	869	0,79	1649	1,50
Stratos	50	1-9	1400	1248	0,89	2215	1,58
Stratos	65	1-9	1600	1339	0,84	2570	1,61
Stratos	80	1-12	2400	2020	0,84	3773	1,57
Stratos eco	15	1-3	250				
Stratos eco	25	1-3	250				
Stratos eco	25	1-5	300				
Stratos eco	30	1-3	250				
Stratos eco	30	1-5	300				

Tabelle 13 Preise Heizungspumpen

Die Großhandelspreise [5] liegen ca. 10 % unter den Internetpreisen [4]. Die Preise von WILO [6] etwa 60 % über den Internetpreisen. Es wurde mit den Internetpreisen weitergerechnet. Die Preisdifferenz zum Großhandel wurde nicht weiter korrigiert, da dafür Anschlusszubehör gekauft werden kann.

Beispiel Krankenhaus

Für das Krankenhaus ist eine Heizungspumpe Stratos 40/1-8 zu 1100 € vorgesehen.

3.7.2 Einbau- und Einstellarbeiten

Nach Rücksprache mit den Handwerkern der Stiftung werden – aufgerundet – die folgenden Stunden- und Kostensätze angenommen:

- Einstellen einer vorhandenen Pumpe incl. aller Nebenarbeiten: 1 h (30 €)
- Einbau einer Pumpe bei passender Baulänge und Durchmesser incl. aller Nebenarbeiten: 2 h (60 €)
- Zusatzaufwand für die Änderung von Anschlussdurchmesser und/oder Baulänge 3 h (90 €) sowie Material (Dämmung, Fittings u. ä.) 100 €
- Zusatzaufwand für den Rückbau einer Parallelpumpe 3 h (90 €) sowie Material (Dämmung, Passstücke u.ä.9 200 €

Beispiel Krankenhaus

Für den Fall, dass die Heizkörperheizungspumpe nur eingestellt wird, ergeben sich 30 €. Bei Tausch der Pumpe muss die Parallelpumpe zurückgebaut werden, außerdem der Anschlussdurchmesser geändert werden. Es ergeben sich 60 € + 190 € + 290 € = 540 €.

3.7.3 Übersicht

Eine Übersicht zu allen Heizkreisen zeigen die Tabellen im Anhang 7.3.

3.8 Wirtschaftlichkeit

3.8.1 Grundannahmen

Die Wirtschaftlichkeit wurde sowohl statisch anhand der statischen Amortisationszeit als auch dynamisch anhand des äquivalenten Energiepreises bewertet. Es gelten die Annahmen nach Kapitel 2.8.1. Statische Amortisation und äquivalenter Energiepreis werden nach den dort genannten Formeln bestimmt.

Es gilt konservativ die Auslegungsleistung als Grundlage, nicht die mittlere Leistung der neuen Pumpe.

Beispiel Krankenhaus

Die Anschaffung der neuen Heizungspumpe kostet 1640 €. Die Energieeinsparung beträgt 3811 kWh/a. Die statische Amortisation ergibt sich zu: 1640 € / (3811 · 0,14) € = 3,1 Jahre. Die statische Amortisation ist kürzer als die Lebensdauer der Pumpe. Die Investition rechnet sich.

Der äquivalente Energiepreis ergibt sich zu:
1640 € · 0,123 a^{-1} / 3811 kWh/a = 0,053 €/kWh

Der heutige Energiepreis liegt bei 0,14 €/kWh, der künftige bei 0,21 €/kWh. Die Investition führt dazu, dass jede gesparte Kilowattstunde mit nur 0,05 € zu bezahlen ist. Damit ist die jährliche Abzahlung günstiger als der Weiterbetrieb. Die Maßnahme ist wirtschaftlich.

Die Einsparung ist größer, wenn die mittlere Betriebsleistung zugrunde gelegt wird, nämlich ca. 4200 kWh/a. Die Amortisationszeiten verkürzen sich dann etwas – auf ca. 2,8 Jahre im Falle der statischen Berechnung. Diese Berechnung wurde für die anderen Gebäude nicht weiter verfolgt.

3.8.2 Einstellen der alten Pumpen

Das Einstellen der vorhandenen Pumpen ist in fast allen Fällen wirtschaftlich. Es führt zu statischen Amortisationszeiten von durchschnittlich Jahren. Die gesparte Kilowattstunde kostet 0,05 €.

Eine Übersicht zu allen Heizkreisen zeigen die Tabellen im Anhang 7.3.

3.8.3 Kauf neuer Pumpen am Markt

Der Kauf einer neuen Pumpe zu üblichen Marktpreisen führt im Mittel zu einer statischen Amortisation von 15 Jahren, wenn die Auslegungsleistung zugrunde gelegt wird (unter optimalen Betriebsbedingungen ist sie etwa 12 Jahre lang.)

Die gesparte Kilowattstunde kostet konservativ etwa 0,26 €. Insgesamt 53 der 78 neuen Pumpen rechnen sich innerhalb ihrer Lebensdauer. Eine Übersicht zu allen Heizkreisen zeigen die Tabellen im Anhang 7.3.

3.8.4 Sponsoring neuer Pumpen

Sollten für den Kauf der Pumpen keine Investitionskosten sondern nur Montagekosten anfallen, sinkt die statische Amortisation auf 4,9 Jahre. Bis auf fünf Pumpen sind dann alle wirtschaftlich gegen Hocheffizienzpumpen zu ersetzen.

Eine Übersicht zu allen Heizkreisen zeigen die Tabellen im Anhang 7.3.

3.9 Empfehlung

Da die Pumpen teilweise noch recht neu sind, wurde folgende Vorgehensweise für die Empfehlung zugrunde gelegt:

- Amortisationszeiten über 10 Jahren führen unabhängig vom Pumpenalter zur Empfehlung, die alte Pumpe zu belassen – wenn möglich wird die Optimierung der Bestandspumpe empfohlen
- Amortisationszeiten von 5 oder weniger Jahren führen unanhängig vom Pumpenalter zur Empfehlung, die Pumpe zu tauschen
- Amortisationszeiten von 6 – 10 Jahren führen zur Empfehlung eines Pumpentauschs, wenn die vorhandene Pumpe 10 Jahre und älter ist, sonst wird die alte Pumpe belassen und ggf. nur optimiert eingestellt

Beispiel Krankenhaus

Die vorhandene Pumpe ist Baujahr 1992. Es wird wegen der nur 3 Jahre dauernden Amortisation der Einbau der neuen Pumpe empfohlen.

Gebäude-schlüssel	Kreis, nähere Beschreibung etc.	Kreisart	Pum-penart	Empfehlung bei Kauf der Pumpen am Markt	Empfehlung bei Sponsoring der Pumpen
02|Altes Schul-haus		Heizkör-per	Einzel-pumpe	vorhandene Pumpe runterstellen: 1,3 m	neue Pumpe: Stratos 25 1-6; 1,3 m einstellen
04|Asse	Haus I	Flächen-heizung	Einzel-pumpe	neue Pumpe: Stratos eco 25 1-5; 2,4 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco 25 1-5; 2,4 m einstellen
04|Asse	Haus I	Heizkör-per	Doppel-Reihe	neue Pumpe Stratos 30 1-6 ;1,3 m einstellen	neue Pumpe Stratos 30 1-6 ;1,3 m einstellen
04|Asse	Haus II	Flächen-heizung	Einzel-pumpe	neue Pumpe: Stratos eco 25 1-3; 1,5 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco 25 1-3; 1,5 m einstellen
04|Asse	Haus II	Heizkör-per	Doppel-Reihe	nichts ändern, bei Ausfall Stratos 30 1-6 ;1,3 m einstellen	neue Pumpe Stratos 30 1-6 ;1,3 m einstellen
06|Bethesda		Heizkör-per	Doppel-Reihe	nichts ändern, bei Ausfall Stratos 40 1-4 ;1,6 m einstellen	neue Pumpe Stratos 40 1-4 ;1,6 m einstellen
07|Blumenlade nGewächshaus	Glashaus	Sonstige	Einzel-pumpe	nichts ändern, bei Ausfall Stratos 30 1-6 ;1,2 m einstellen	nichts ändern, bei Ausfall Stratos 30 1-6 ;1,2 m einstellen
07|Blumenlade nGewächshaus	Glashaus	Sonstige	Einzel-pumpe	nichts ändern, bei Ausfall Stratos 30 1-6 ;1,2 m einstellen	nichts ändern, bei Ausfall Stratos 30 1-6 ;1,2 m einstellen
07|Blumenlade nGewächshaus	Glashaus	Sonstige	Einzel-pumpe	nichts ändern, bei Ausfall Stratos 30 1-6 ;1,2 m einstellen	nichts ändern, bei Ausfall Stratos 30 1-6 ;1,2 m einstellen
07|Blumenlade nGewächshaus	Aufstellort Wohnhaus I	Sonstige	Einzel-pumpe	nichts ändern, bei Ausfall Stratos 30 1-6 ;1,2 m einstellen	nichts ändern, bei Ausfall Stratos 30 1-6 ;1,2 m einstellen
07|Blumenlade nGewächshaus	Aufstellort Wohnhaus I	Sonstige	Einzel-pumpe	nichts ändern, bei Ausfall Stratos 30 1-6 ;1,2 m einstellen	nichts ändern, bei Ausfall Stratos 30 1-6 ;1,2 m einstellen
10|DorfkrugLad en		Heizkör-per	Doppel-Reihe	einstellen	neue Pumpe Stratos 30 1-6 ;1,3 m einstellen
12|Elm	Haus I	Heizkör-per	Einzel-pumpe	vorhandene Pumpe runterstellen: 1,3 m	neue Pumpe: Stratos eco 30 1-3; 1,3 m einstellen
12|Elm	Haus II	Heizkör-per	Einzel-pumpe	vorhandene Pumpe runterstellen: 1,3 m	neue Pumpe: Stratos eco 30 1-3; 1,3 m einstellen
13|Emmaus		Heizkör-per	Doppel-Reihe	nichts ändern, bei Ausfall Stratos 50 1-9 ;2,1 m einstellen	neue Pumpe Stratos 50 1-9 ;2,1 m einstellen
16|GartenwegZ ehn		Flächen-heizung	Einzel-pumpe	neue Pumpe: Stratos eco 25 1-5; 2,3 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco 25 1-5; 2,3 m einstellen
16|GartenwegZ ehn		Heizkör-per	Einzel-pumpe	neue Pumpe: Stratos 30 1-6; 1,3 m einstellen	neue Pumpe: Stratos 30 1-6; 1,3 m einstellen
17|Gärtnereico nainer		Heizkör-per	Einzel-pumpe	neue Pumpe: Stratos eco 25 1-3; 1,2 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco 25 1-3; 1,2 m einstellen
19|Handwerker haus		Heizkör-per	Einzel-pumpe	nichts ändern, bei Ausfall Stratos eco 30 1-3 ;1,3 m einstellen	nichts ändern, bei Ausfall Stratos eco 30 1-3 ;1,3 m einstellen
18|Gärtnereiwo hnhaus		Heizkör-per	Doppel-Reihe	nichts ändern, bei Ausfall Stratos 30 1-6 ;1,4 m einstellen	nichts ändern, bei Ausfall Stratos 30 1-6 ;1,4 m einstellen
20|Kaiserwald		Heizkör-per	Doppel-Reihe	neue Pumpe Stratos 50 1-9 ;1,6 m einstellen	neue Pumpe Stratos 50 1-9 ;1,6 m einstellen
20|Kaiserwald		Heizkör-per	Einzel-pumpe	neue Pumpe: Stratos 50 1-9; 1,6 m einstellen	neue Pumpe: Stratos 50 1-9; 1,6 m einstellen

Gebäude-schlüssel	Kreis, nähere Beschreibung etc.	Kreisart	Pum-penart	Empfehlung bei Kauf der Pumpen am Markt	Empfehlung bei Sponsoring der Pumpen
22|Kegelbahn		Heizkör-per	Einzel-pumpe	vorhandene Pumpe runterstellen: Stufe 1	neue Pumpe: Stratos eco 25 1-3; 1,2 m einstellen
24|Kindergarten		Heizkör-per	Doppel-Reihe	neue Pumpe Stratos eco 30 1-3 ;1,2 m einstellen	neue Pumpe Stratos eco 30 1-3 ;1,2 m einstellen
27|Krankenhaus		Heizkör-per	Doppel-Parallel	neue Pumpe Stratos 40 1-8 ;2,1 m einstellen	neue Pumpe Stratos 40 1-8 ;2,1 m einstellen
27|Krankenhaus		Flächen-heizung	Einzel-pumpe	neue Pumpe: Stratos eco 25 1-3; 2,3 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco 25 1-3; 2,3 m einstellen
29|Lindenplatz Sundern	Lindenplatz I/FBH	Flächen-heizung	Einzel-pumpe	nichts ändern, bei Ausfall Stratos eco 25 1-3 ;2,3 m einstellen	nichts ändern, bei Ausfall Stratos eco 25 1-3 ;2,3 m einstellen
29|Lindenplatz Sundern	Lindenplatz 1/I	Heizkör-per	Doppel-Reihe	neue Pumpe Stratos eco 30 1-3 ;1,2 m einstellen	neue Pumpe Stratos eco 30 1-3 ;1,2 m einstellen
29|Lindenplatz Sundern	Lindenplatz 1/II	Heizkör-per	Doppel-Reihe	neue Pumpe Stratos eco 30 1-3 ;1,2 m einstellen	neue Pumpe Stratos eco 30 1-3 ;1,2 m einstellen
29|Lindenplatz Sundern	Lindenplatz 1/VI	Heizkör-per	Doppel-Reihe	neue Pumpe Stratos eco 30 1-3 ;1,2 m einstellen	neue Pumpe Stratos eco 30 1-3 ;1,2 m einstellen
29|Lindenplatz Sundern	Lindenplatz VI/FBH	Flächen-heizung	Einzel-pumpe	vorhandene Pumpe runterstellen: 2,6 m	vorhandene Pumpe runterstellen: 2,6 m
29|Lindenplatz Sundern	Lindenplatz 4/III	Heizkör-per	Doppel-Reihe	neue Pumpe Stratos eco 30 1-3 ;1,2 m einstellen	neue Pumpe Stratos eco 30 1-3 ;1,2 m einstellen
29|Lindenplatz Sundern	Lindenplatz 4/IV	Heizkör-per	Doppel-Reihe	neue Pumpe Stratos eco 30 1-3 ;1,2 m einstellen	neue Pumpe Stratos eco 30 1-3 ;1,2 m einstellen
29|Lindenplatz Sundern	Lindenplatz 4/V	Heizkör-per	Doppel-Reihe	neue Pumpe Stratos eco 30 1-3 ;1,2 m einstellen	neue Pumpe Stratos eco 30 1-3 ;1,2 m einstellen
29|Lindenplatz Sundern	Lindenplatz Mitte	Heizkör-per	Doppel-Reihe	nichts ändern, bei Ausfall Stratos 30 1-6 ;1,4 m einstellen	nichts ändern, bei Ausfall Stratos 30 1-6 ;1,4 m einstellen
29|Lindenplatz Sundern	Sundern I/FBH	Flächen-heizung	Einzel-pumpe	neue Pumpe: Stratos eco 30 1-3; 2,3 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco 30 1-3; 2,3 m einstellen
29|Lindenplatz Sundern	Sundern 1/I	Heizkör-per	Einzel-pumpe	neue Pumpe: Stratos eco 30 1-3; 1,2 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco 30 1-3; 1,2 m einstellen
29|Lindenplatz Sundern	Sundern 1/II	Heizkör-per	Einzel-pumpe	neue Pumpe: Stratos eco 30 1-3; 1,2 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco 30 1-3; 1,2 m einstellen
29|Lindenplatz Sundern	Sundern 1/VI	Heizkör-per	Einzel-pumpe	neue Pumpe: Stratos eco 30 1-3; 1,2 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco 30 1-3; 1,2 m einstellen
29|Lindenplatz Sundern	Sundern IV/FBH	Flächen-heizung	Einzel-pumpe	neue Pumpe: Stratos eco 25 1-3; 2,3 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco 25 1-3; 2,3 m einstellen
29|Lindenplatz Sundern	Sundern 4/III	Heizkör-per	Doppel-Reihe	neue Pumpe Stratos eco 30 1-3 ;1,2 m einstellen	neue Pumpe Stratos eco 30 1-3 ;1,2 m einstellen
29|Lindenplatz Sundern	Sundern 4/IV	Heizkör-per	Doppel-Reihe	vorhandene Pumpe runterstellen: Stufe 1	neue Pumpe Stratos eco 30 1-3 ;1,2 m einstellen
29|Lindenplatz Sundern	Sundern 4/V	Heizkör-per	Doppel-Reihe	neue Pumpe Stratos eco 30 1-3 ;1,2 m einstellen	neue Pumpe Stratos eco 30 1-3 ;1,2 m einstellen
29|Lindenplatz Sundern	Sundern Mitte	Heizkör-per	Doppel-Reihe	nichts ändern, bei Ausfall Stratos 30 1-6 ;1,4 m einstellen	neue Pumpe Stratos 30 1-6 ;1,4 m einstellen
30|Lindenweg Gartenweg	Querbaracke	Heizkör-per	Einzel-pumpe	vorhandene Pumpe runterstellen: Stufe 1	vorhandene Pumpe runterstellen: Stufe 1
30|Lindenweg Gartenweg	Werkstatt	Heizkör-per	Einzel-pumpe	neue Pumpe: Stratos 30 1-6; 1,3 m einstellen	neue Pumpe: Stratos 30 1-6; 1,3 m einstellen
33|MühlenhofTGF		Heizkör-per	Doppel-Parallel	neue Pumpe Stratos 30 1-6 ;1,3 m einstellen	neue Pumpe Stratos 30 1-6 ;1,3 m einstellen
34|Mühlenhof Wohngruppe		Heizkör-per	Doppel-Reihe	vorhandene Pumpe runterstellen: Stufe 1	neue Pumpe Stratos 30 1-6 ;1,3 m einstellen
35|Nähzentrum		Heizkör-per	Einzel-pumpe	vorhandene Pumpe runterstellen: 1,3 m	neue Pumpe: Stratos eco 25 1-3; 1,3 m einstellen
36|Ohe	neue FBH	Flächen-heizung	Einzel-pumpe	neue Pumpe: Stratos eco 25 1-3; 2,3 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco 25 1-3; 2,3 m einstellen
36|Ohe	neue FBH	Sonstige	Einzel-pumpe	neue Pumpe: Stratos eco 25 1-3; 1,2 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco 25 1-3; 1,2 m einstellen
36|Ohe		Flächen-heizung	Einzel-pumpe	neue Pumpe: Stratos eco 30 1-5; 2,5 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco 30 1-5; 2,5 m einstellen
36|Ohe		Heizkör-per	Doppel-Reihe	neue Pumpe Stratos 30 1-6 ;1,7 m einstellen	neue Pumpe Stratos 30 1-6 ;1,7 m einstellen

Gebäude-schlüssel	Kreis, nähere Beschreibung etc.	Kreisart	Pum-penart	Empfehlung bei Kauf der Pumpen am Markt	Empfehlung bei Sponsoring der Pumpen
38|Pfarrhaus		Heizkör-per	Einzel-pumpe	vorhandene Pumpe runterstellen: 1,6 m	neue Pumpe: Stratos 30 1-6; 1,4 m einstellen
39|Sarona		Heizkör-per	Doppel-Reihe	nichts ändern, bei Ausfall Stratos 50 1-9 ;2,1 m einstellen	neue Pumpe Stratos 50 1-9 ;2,1 m einstellen
40|Schule	Wohnhaus	Heizkör-per	Doppel-Parallel	neue Pumpe Stratos 40 1-8 ;1,5 m einstellen	neue Pumpe Stratos 40 1-8 ;1,5 m einstellen
40|Schule	Schule	Heizkör-per	Doppel-Parallel	neue Pumpe Stratos 40 1-4 ;1,5 m einstellen	neue Pumpe Stratos 40 1-4 ;1,5 m einstellen
41|SchwimmbadTurnhalle	Lüftung	Sonstige	Einzel-pumpe	nichts ändern, bei Ausfall Stratos eco 30 1-5 ;3 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco 30 1-5; 3 m einstellen
41|SchwimmbadTurnhalle	Schwimmhal-le	Heizkör-per	Einzel-pumpe	vorhandene Pumpe runterstellen: 1,3 m	neue Pumpe: Stratos 30 1-6; 1,3 m einstellen
41|SchwimmbadTurnhalle	Turnhalle	Heizkör-per	Einzel-pumpe	vorhandene Pumpe runterstellen: 1,3 m	neue Pumpe: Stratos 30 1-6; 1,3 m einstellen
42|Sonnenschein		Heizkör-per	Einzel-pumpe	neue Pumpe: Stratos 40 1-8; 2 m einstellen	neue Pumpe: Stratos 40 1-8; 2 m einstellen
43|Therapiehaus		Heizkör-per	Einzel-pumpe	neue Pumpe: Stratos eco 25 1-3; 1,4 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco 25 1-3; 1,4 m einstellen
45|TischlereiSchlosserei		Heizkör-per	Einzel-pumpe	vorhandene Pumpe runterstellen: Stufe 1	neue Pumpe: Stratos 25 1-6; 1,3 m einstellen
46|Verwaltung		Heizkör-per	Einzel-pumpe	nichts ändern, bei Ausfall Stratos 30 1-6 ;1,5 m einstellen	neue Pumpe: Stratos 30 1-6; 1,5 m einstellen
47|Wabehaus		Heizkör-per	Doppel-Reihe	neue Pumpe Stratos 30 1-6 ;1,6 m einstellen	neue Pumpe Stratos 30 1-6 ;1,6 m einstellen
48|WabewegDreiDreiA		Heizkör-per	Einzel-pumpe	vorhandene Pumpe runterstellen: 1,5 m	neue Pumpe: Stratos 30 1-6; 1,5 m einstellen
50|Weidenweg	Haus 1+2	Heizkör-per	Einzel-pumpe	nichts ändern, bei Ausfall Stratos 30 1-6 ;1,5 m einstellen	neue Pumpe: Stratos 30 1-6; 1,5 m einstellen
50|Weidenweg	Haus 3+4	Heizkör-per	Einzel-pumpe	vorhandene Pumpe runterstellen: 1,5 m	neue Pumpe: Stratos 30 1-6; 1,5 m einstellen
50|Weidenweg	Haus 5+6	Heizkör-per	Einzel-pumpe	nichts ändern, bei Ausfall Stratos 30 1-6 ;1,5 m einstellen	neue Pumpe: Stratos 30 1-6; 1,5 m einstellen
51|WerkstWabewegBogenhall		Heizkör-per	Einzel-pumpe	neue Pumpe: Stratos 30 1-6; 1,5 m einstellen	neue Pumpe: Stratos 30 1-6; 1,5 m einstellen
53|WohnhausII	Wohnhaus II und Betha-nien	Heizkör-per	Doppel-Reihe	nichts ändern, bei Ausfall Stratos 30 1-6 ;1,5 m einstellen	nichts ändern, bei Ausfall Stratos 30 1-6 ;1,5 m einstellen
54|Zentrallager		Heizkör-per	Einzel-pumpe	vorhandene Pumpe runterstellen: Stufe 1	neue Pumpe: Stratos 25 1-6; 1,4 m einstellen
55|Zoar		Heizkör-per	Einzel-pumpe	nichts ändern, bei Ausfall Stratos 50 1-9 ;2 m einstellen	nichts ändern, bei Ausfall Stratos 50 1-9 ;2 m einstellen
Wirtschaftshof	Elim	Heizkör-per	Einzel-pumpe	neue Pumpe: Stratos 25 1-6; 1,3 m einstellen	neue Pumpe: Stratos 25 1-6; 1,3 m einstellen
Wirtschaftshof	Wäscherei, Mädchenhorst	Heizkör-per	Einzel-pumpe	neue Pumpe: Stratos 25 1-6; 1,6 m einstellen	neue Pumpe: Stratos 25 1-6; 1,6 m einstellen
Wirtschaftshof	Alte Wäsche-rei	Heizkör-per	Einzel-pumpe	neue Pumpe: Stratos eco 25 1-3; 1,5 m einstellen	neue Pumpe: Stratos eco 25 1-3; 1,5 m einstellen
Wirtschaftshof	Küche/Laden, Theresen-heim, Kiosk	Heizkör-per	Einzel-pumpe	neue Pumpe: Stratos 40 1-4; 1,7 m einstellen	neue Pumpe: Stratos 40 1-4; 1,7 m einstellen
Wirtschaftshof	Frauenhaus, Männerhaus, Kirche, Alte Schneiderei	Heizkör-per	Doppel-Parallel	nichts ändern, bei Ausfall Stratos 50 1-9 ;1,9 m einstellen	neue Pumpe Stratos 50 1-9 ;1,9 m einstellen

Tabelle 14 Empfehlungsliste für Hocheffizienzpumpen (Heizung)

Wenn normal finanziert wird, werden 61 Heizungspumpen zum Tausch empfohlen (es werden an deren Stelle 41 neue Pumpen eingesetzt), 16 für eine nachträgliche Einstellung. Die Einsparung an Energie beträgt dann 63 % verglichen mit heute (Auslegungsleistung). Sie ist höher, wenn die Pumpen in vernünftigen Regelbetrieb kommen (81%). Es fallen Kosten für Investitionen von gut 31.000 € an.

Wird über ein Sponsoring finanziert, werden 91 Heizungspumpen zum Tausch und 2 für eine nachträgliche Einstellung empfohlen. Es sind etwa 74 % Energieeinsparung (konservativ) und 87 % unter optimalen Bedingungen möglich. Die Kosten betragen dann knapp 18.000 €.

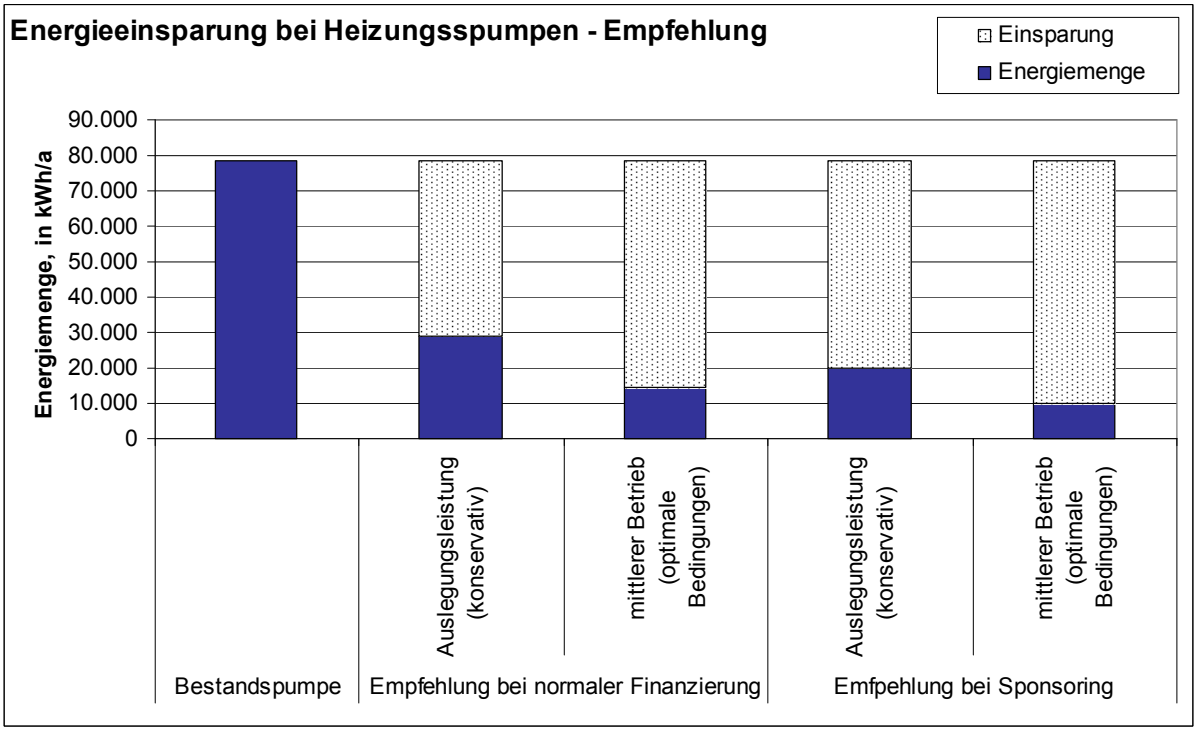

Bild 10 Energieeinsparung bei Heizungspumpen – Umsetzung

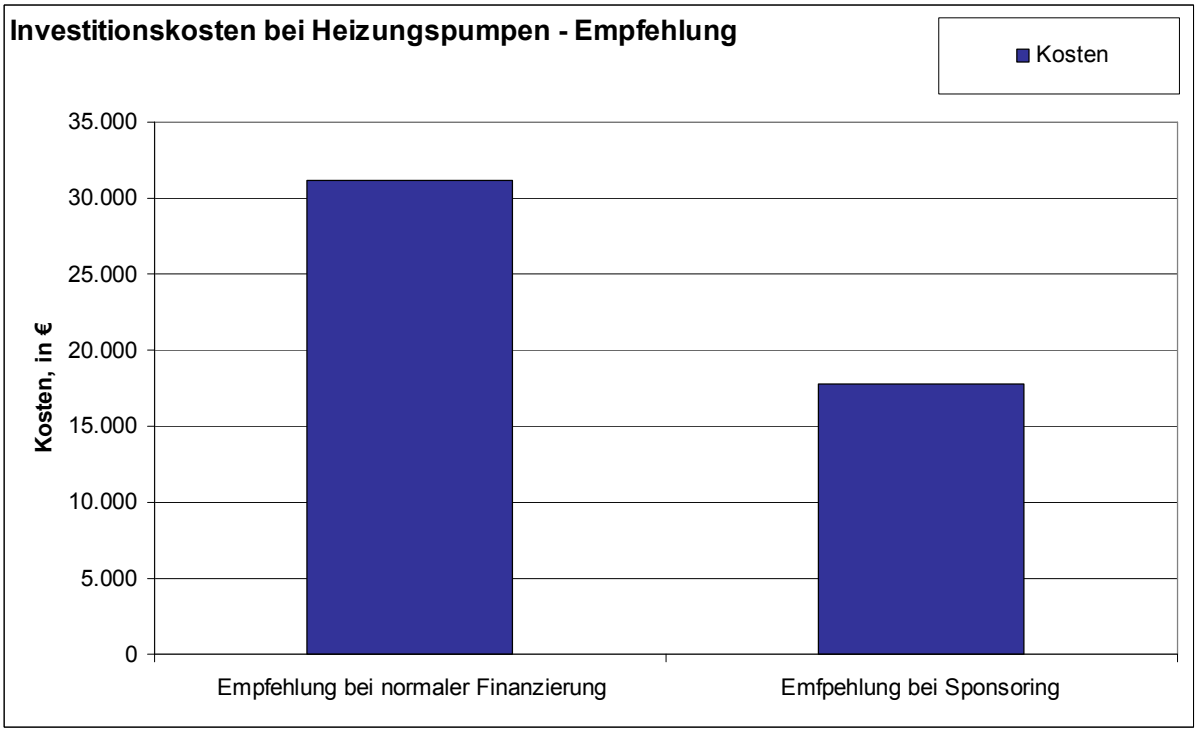

Bild 11 Kosten von Heizungspumpen - Umsetzung

4 Vergleich mit der Berechnung von WILO

Einzelne Punkte der Planungsmappe der Firma WILO [5] die Auswahl von Pumpen, deren Leistung und Regelverhalten im Betrieb betreffend, werden nachfolgend kommentiert. Es wird ein Vergleich zur Auswahl der Pumpen nach dieser Ausarbeitung gezogen.

4.1 Leistungen im Betriebspunkt

Die Firma WILO hat im Mai 2009 ebenfalls neue Pumpen geplant. Grunddatenbasis waren die historisch für die Nahwärme dokumentierten Heizleistungen (Anschlussleistungen der Gebäude von 1973 mit Ergänzungen) sowie einer Aufstellung der Anfang 2009 installierten Pumpen (Typ, DN).

Die neuen Pumpengrößen fallen – vor allem wegen der angenommenen zu transportierenden Leistungen teils erheblich größer aus als im Kapitel 3.5. Die unten stehende Grafik zeigt für 61 Pumpen die beiden Leistungen im Vergleich.

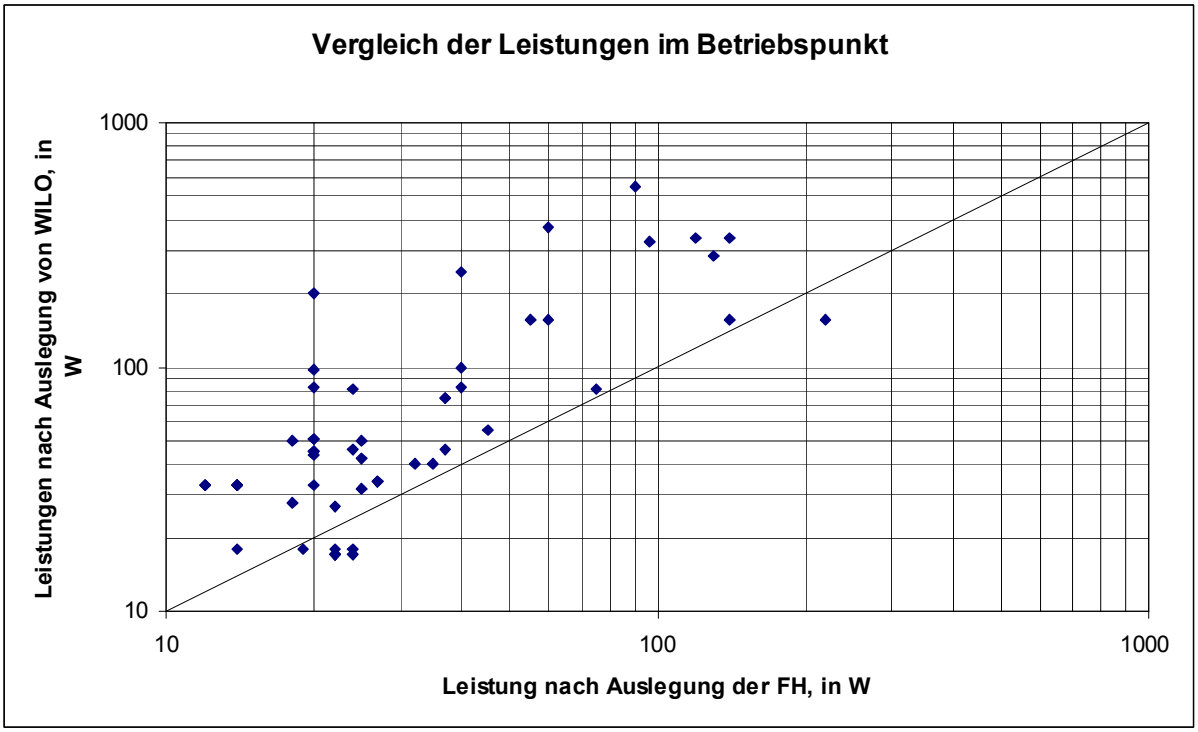

Bild 12 Vergleich der Leistungen nach Projektierung der FH und von WILO

Im Schnitt wird eine 2,3-mal so hohe Leistung für den Betriebspunkt angesetzt als überschlägig in diesem Bericht abgeschätzt – und das, obwohl auch bei den Leistungen nach Kapitel 3.5 Reserven vorhanden sind.

Die extremen Ausreißer nach oben sind:

- die Fußbodenheizung für Asse II: 20 W (FH) und 82 W (WILO)
- die Heizkörperheizung der Tischlerei und Schlosserei: 20 W (FH) und 98 W (WILO)
- die Heizkörperheizung des Hauses Sonnenschein: 90 W (FH) und 547 W (WILO)
- die Heizkörperheizung der Schule: 40 W (FH) und 244 W (WILO)
- die Versorgung von Küche, Theresenheim, Kiosk: 60 W (FH) und 375 W (WILO)
- die Heizkörperheizung der TGF Mühlenhof: 20 W (FH) zu 200 W (WILO)

Beim letzten Gebäude wird ein Übertragungsfehler in der abzudeckenden Leistung unterstellt. Bei der Küche sowie der Tischlerei/Schlosserei wurde seitens der FH vermutlich mit weit weniger zu transportierender Wärmeleistung gerechnet als im Netzplan der Fernwärme von 1973 verzeichnet. Das Haus Sonnenschein ist zwischendurch modernisiert worden, was in der Planung von WILO jedoch nicht berücksichtigt werden konnte, weil die Unterlagen dies nicht verzeichnen.

Die zu große angesetzte zu übertragende Wärmeleistung (Heizleistung der Gebäude) führt also zu einem zu hoch angenommenen Auslegungsvolumenstrom und zu einer zu hoch angenommenen Rohrreibung. Dies hat die Wahl von zu großen Pumpen zur Folge. Ansonsten unterscheiden sich die Auslegungen von WILO nur wenig von denen der FH.

Eine Einzelaufstellung aller Gebäude und Pumpen findet sich im Anhang 7.4.

4.2 Regelverhalten und Leistungen im Betrieb

Eine zu groß gewählte Pumpe hat den Nachteil, dass sie im laufenden Betrieb unter Umständen keine ausreichende Regelreserve für das Herunterregeln mehr hat. Dann wird im Mittel eine zu große elektrische Leistung aufgenommen und die Energiekostenersparnis fällt kleiner aus als möglich.

Dieses Verhalten ist bei Hocheffizienzpumpen allerdings nicht sehr ausgeprägt, so dass die Wahl einer zu großen Pumpe nicht sehr kritisch für den laufenden Betrieb ist.

Die Nachteile werden nachfolgend an zwei Beispielen erläutert. Zum einen dem Krankenhaus, wo die Überdimensionierung (Stratos 50 statt Stratos 40) unkritisch ist. Zum anderem am Wabehaus (Stratos 40 statt Stratos 30), wo die Überdimensionierung den Regelbereich merklich einschränkt.

Beispiel Wabehaus

Der abgeschätzte Betriebspunkt nach Kapitel 3.3 ergibt sich mit 1,1 l/s Fördervolumenstrom und 1,6 m Förderhöhe. Eine Heizleistung von 68 kW wurde dafür zugrunde gelegt. Es wird die Pumpe Stratos 30/1-6 empfohlen. Sie hat im Auslegungsfall knapp 40 W Leistungsaufnahme. Bei Bedarf kann sie herunterregeln bis auf ca. 10 W.

Diese Zusammenhänge zeigt nachfolgende Grafik.

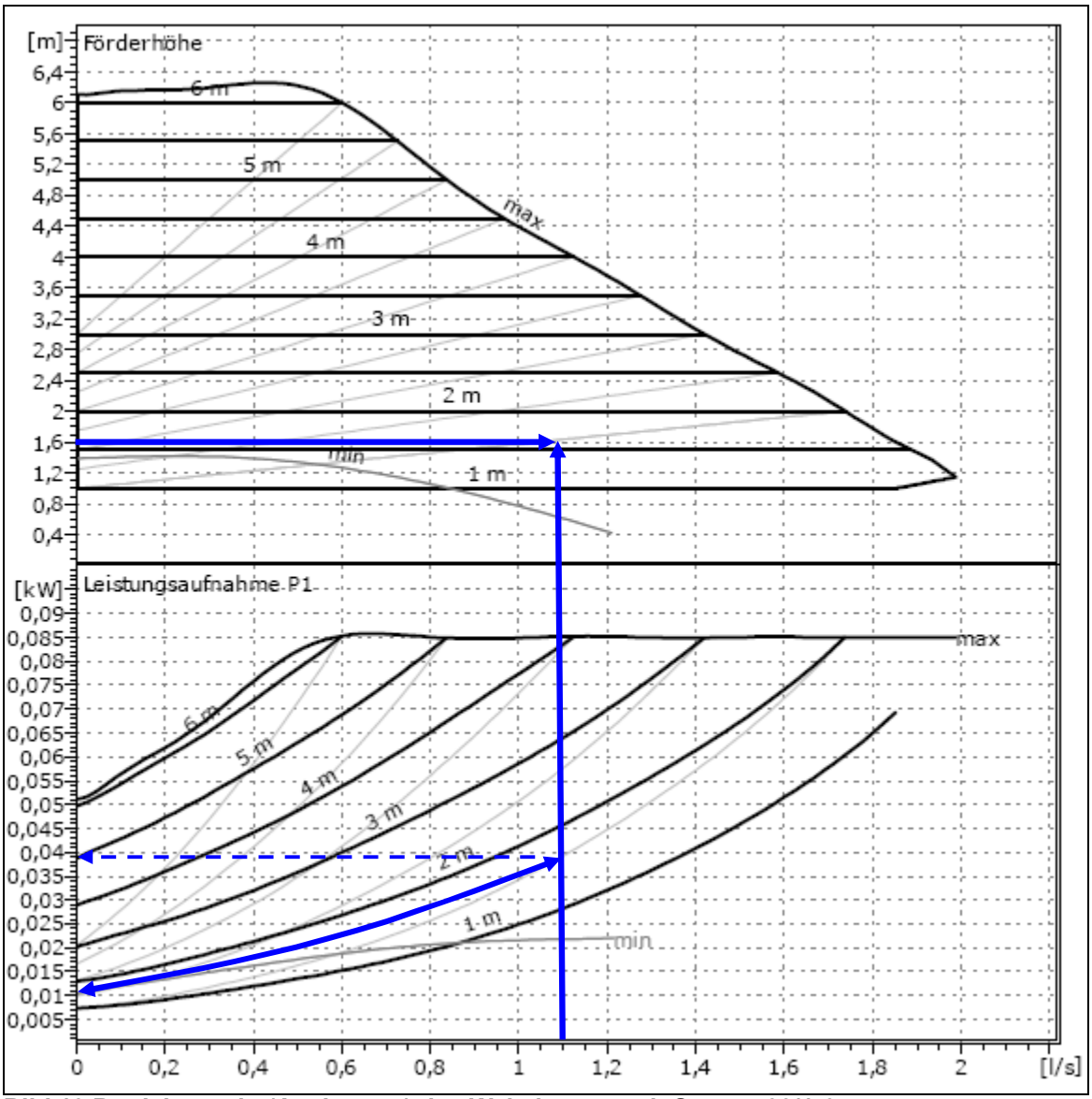

Bild 13 Betriebspunkt (Auslegung) des Wabehauses mit Stratos 30/1-6

WILO hat für das Wabehaus eine größere Heizleistung aus den Bestandsplänen der Nahwärme entnommen, nämlich 122 kW. Demzufolge ergab sich ein größerer Fördervolumenstrom (6,5 m³/h = 1,8 l/s). Wegen der dann größeren zu erwartenden Rohrreibung ergibt sich eine projektierte Druckförderhöhe von 3 m.

Es wird die Pumpe Stratos eco 40/1-8 empfohlen. Ihre Leistung würde im Betrieb von knapp 100 W (Auslegung) auf ca. 50 W selbsttätig herunter regeln. Eingetragen sind diese Zusammenhänge in der nachfolgenden Grafik in rot.

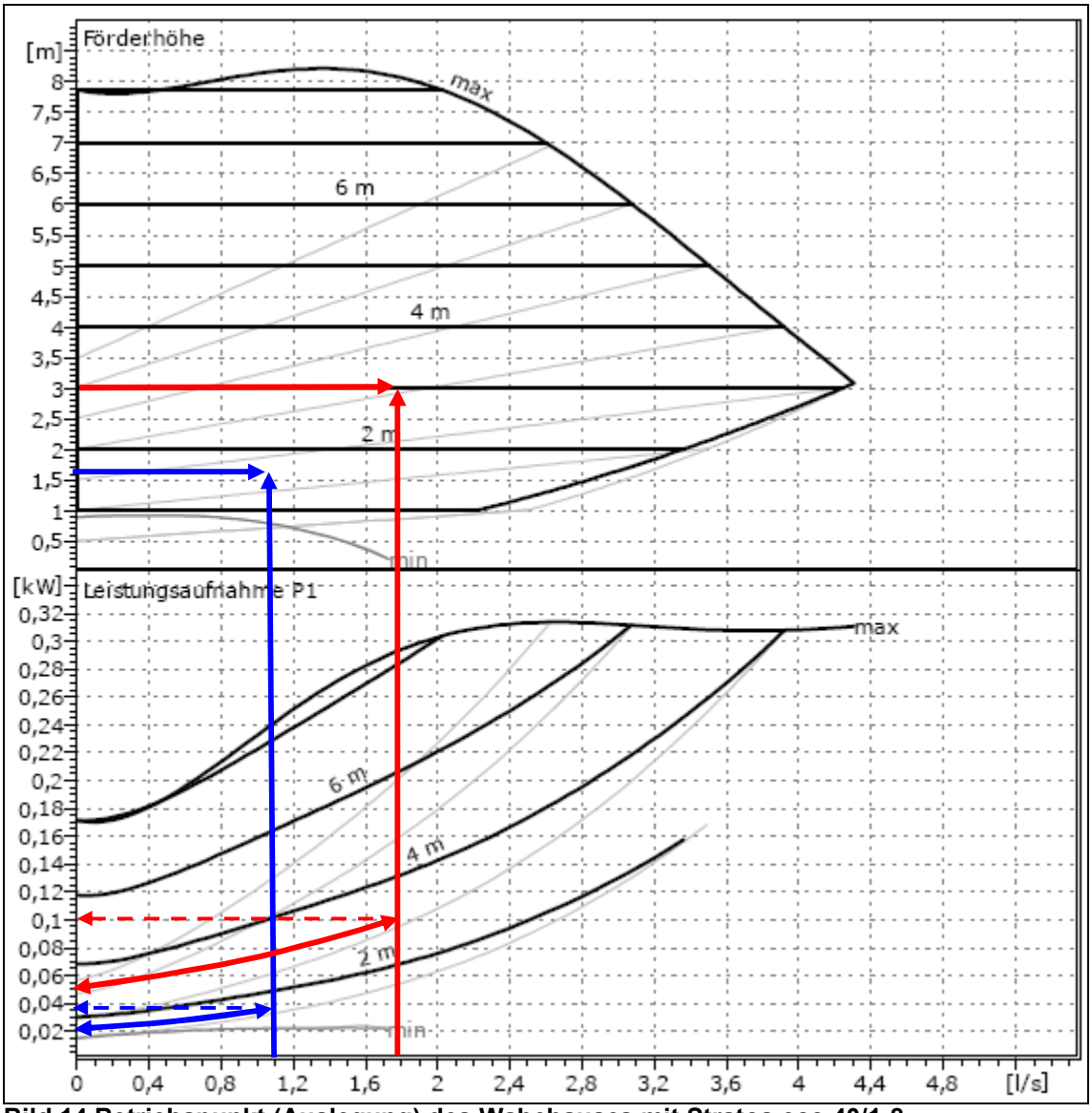

Bild 14 Betriebspunkt (Auslegung) des Wabehauses mit Stratos eco 40/1-8

Vorausgesetzt, der Betriebspunkt der FH ist der richtige und man würde ihn einstellen, ergäben sich in Bild 14 *die blau markierten Verhältnisse. Die Pumpe wäre entschieden zu groß, aber auch dann ließe sich bei Auslegung eine Leistung von knapp unter 40 W ablesen. Weil die Pumpe nun bereits am unteren Regelbereich arbeitet, kann im laufenden Betrieb nur noch auf ca. 20 W heruntergeregelt werden – statt auf 10 W mit der kleineren Pumpe.*

Hier wäre die zu große Pumpe kritisch, weil sie Energieeinsparung verhindert.

Beispiel Krankenhaus

Der abgeschätzte Betriebspunkt nach Kapitel 3.3 ergibt sich mit 2,9 l/s Fördervolumenstrom und 2,1 m Förderhöhe. Es wird die Pumpe Stratos 40/1-8 empfohlen. Sie hat im Auslegungsfall etwa 125 W Leistungsaufnahme. Bei Bedarf kann sie herunterregeln bis auf ca. 35 W. Diese Zusammenhänge zeigt nachfolgende Grafik.

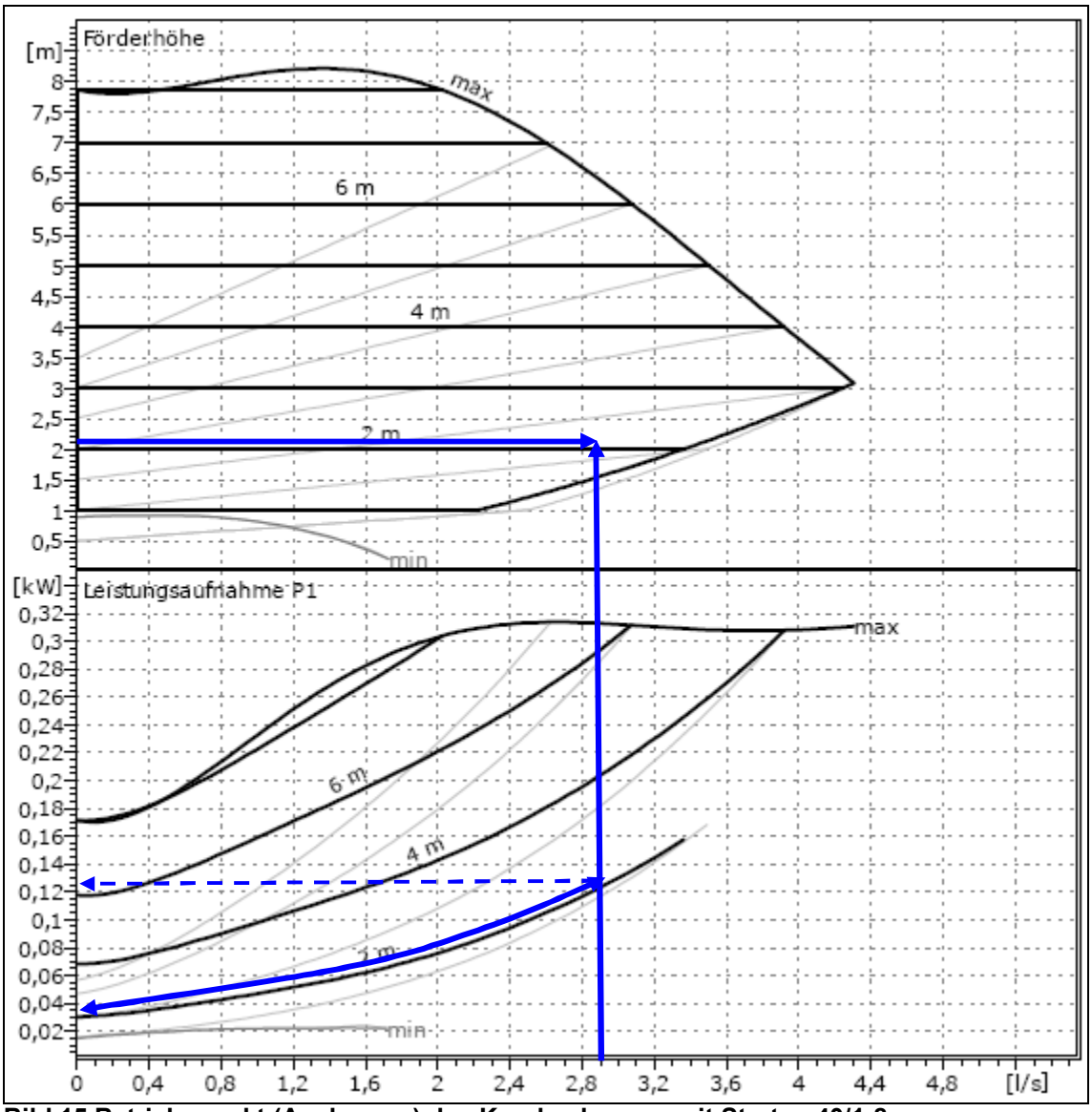

Bild 15 Betriebspunkt (Auslegung) des Krankenhauses mit Stratos 40/1-8

WILO hat für das Krankenhaus als Fördervolumenstrom 3,5 l/s und als Druckförderhöhe 5 m zugrunde gelegt. Es wird die Pumpe Stratos eco 50/1-9 empfohlen. Ihre Leistung würde im Betrieb von knapp 280 W (Auslegung) auf ca. 110 W selbsttätig herunter regeln. Eingetragen sind diese Zusammenhänge in der nachfolgenden Grafik in rot.

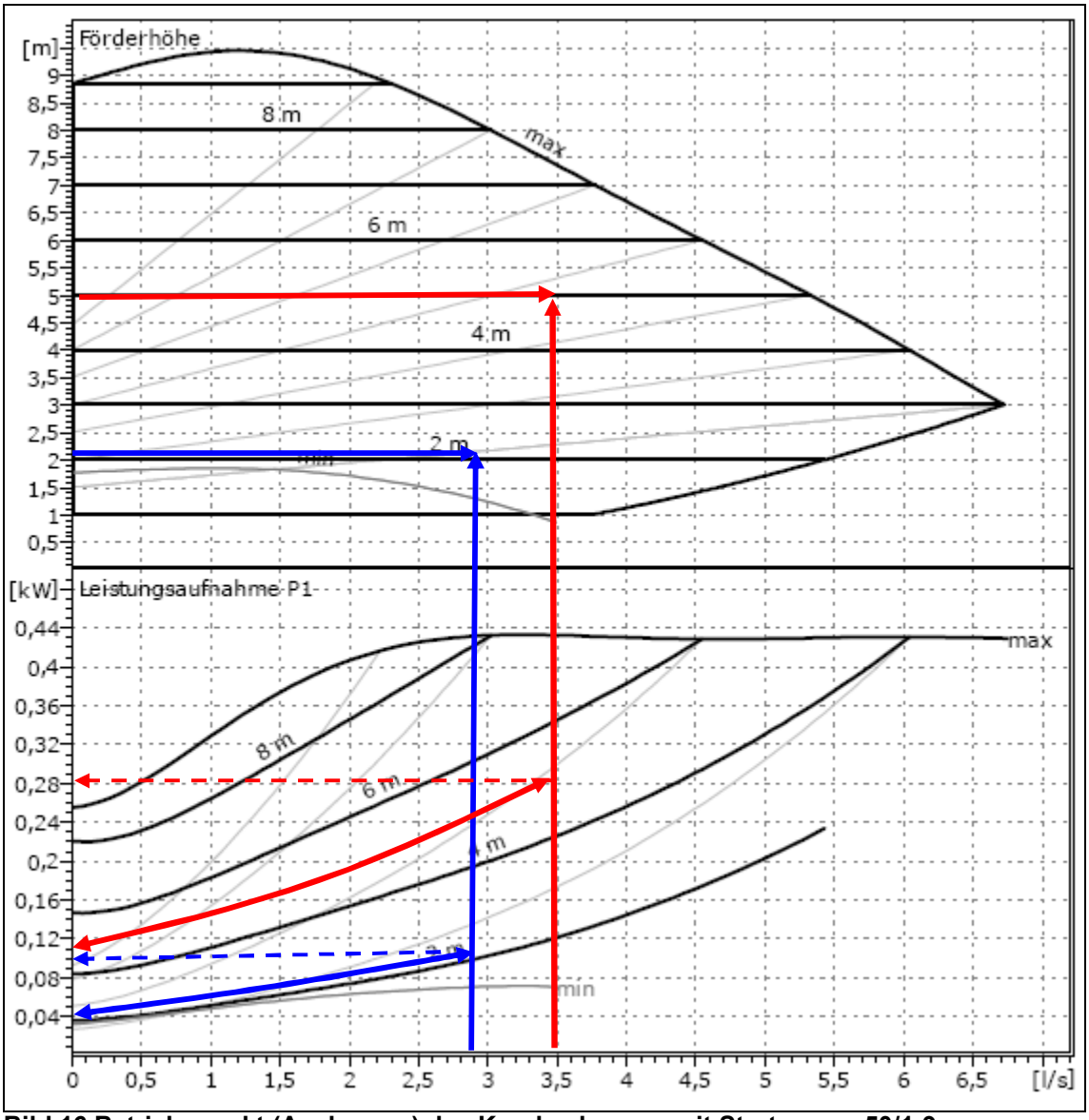

Bild 16 Betriebspunkt (Auslegung) des Krankenhauses mit Stratos eco 50/1-9

Vorausgesetzt, der Betriebspunkt der FH ist der richtige und man würde ihn einstellen, ergäben sich in Bild 16 *die blau markierten Verhältnisse. Die Pumpe wäre auch noch hinreichend passend. Im Auslegungsfall ergäbe sich eine Leistung von 100 W (geringer als bei der kleineren Pumpe!). Es könnte bis auf etwa 40 W (höher als bei der kleineren Pumpe) heruntergeregelt werden.*

Im Mittel würde – sofern man im beiden Fällen ca. 2,1 m Förderhöhe einstellt – in etwa die gleiche Leistung benötigt. Hier ist die größere Pumpe unkritisch, von den höheren Anschaffungskosten abgesehen.

4.3 Kosten der Anschaffung

Seitens der Kosten für die Anschaffung der Pumpen ergeben sich ebenfalls Unterschiede. Ausgewertet wurden 61 Gebäude, in denen jeweils eine Pumpe vorgeschlagen wurde. Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über Pumpentypen (sortiert nach Leistung) sowie der Summe der vorgeschlagenen Pumpen.

	Stückzahlen		Kosten bei Realpreisen, in €	
Pumpentypen	FH	WILO	FH	WILO
Stratos eco 25 1-3	7		1750	
Stratos eco 25 1-5	2		600	
Stratos eco 30 1-3	16		4000	
Stratos eco 30 1-5	1		300	
Stratos 25 1-6	5	35	2250	15750
Stratos 30 1-6	19	10	9500	5000
Stratos 30/1-8		1		550
Stratos 40 1-4	3	2	1950	1300
Stratos 40 1-8	3	5	3300	5500
Stratos 50 1-9	5	1	7000	1400
Stratos 50/1-12		1		1500
Stratos 65/1-9		5		8000
Stratos 80/1-12		1		2400
Summen	61	61	30650	41400

Tabelle 15 Kosten und Stückzahlen im Vergleich

Es ist zu erkennen, dass die Pumpen von WILO deutlich größer ausfallen. Damit ergeben sich nach den Einheitspreisen des Kapitels 3.7.1 etwa 10.000 € (35%) höhere Investitionskosten.

Eine Einzelaufstellung aller Gebäude und Pumpen findet sich im Anhang 7.4.

4.4 Fazit

Als Fazit ist an allererster Stelle festzuhalten, dass die Auswahl von Pumpen nach veralteten Bestandsunterlagen nicht empfehlenswert ist! Es ergeben sich größere Pumpen und damit höhere Anschaffungskosten.

Das Betriebsverhalten dieser zu großen Pumpen ist – weil es sich um Hocheffizienzpumpen handelt – fast gleich zu setzen mit dem passender Pumpen. Vorausgesetzt, es wird der gleiche Differenzdruck (Druckförderhöhe) eingestellt. Nur bei sehr starker Überdimensionierung ergeben sich Nachteile bei extremer Teillast.

5 Ladepumpen und Speicherladepumpen

Bei der Begehung der Stiftung wurden auch Ladepumpen (für Wärmetauscher) und Speicherladepumpen (für Trinkwarmwasserspeicher) erfasst. Die vorhandenen Leistungen sind einsatzbedingt groß, jedoch die Laufzeiten kurz. Daher wurden diese Pumpen nicht weiter untersucht.

Nachfolgende Tabelle zeigt, welches der Systeme vorhanden ist. Gebäude mit einer Pumpe ausschließlich für Speicherladung sind mit einem konventionellen Trinkwasserspeicher ausgestattet. Ist ausschließlich eine Ladepumpe verzeichnet, befindet sich in diesem Kreis nur ein Rohrbündelwärmetauscher. Sind beide Pumpen in der Tabelle vermerkt, handelt es sich um die Kombination aus Speicher und Tauscher (cetetherm-System).

Gebäudeschlüssel	Kreis, Teilgebäude etc.	Pumpe
02|Altes Schulhaus		Ladepumpe
04|Asse	Haus I	Ladepumpe
04|Asse	Haus I	Speicherladung
04|Asse	Haus II	Ladepumpe
06|Bethesda		Ladepumpe
06|Bethesda		Speicherladung
12|Elm		Ladepumpe
12|Elm		Speicherladung
13|Emmaus		Ladepumpe
13|Emmaus		Speicherladung
16|GartenwegZehn		Ladepumpe
16|GartenwegZehn		Speicherladung
18|Gärtnereiwohnhaus		Ladepumpe
20|Kaiserwald		Ladepumpe
20|Kaiserwald		Speicherladung
24|Kindergarten		Speicherladung
27|Krankenhaus		Ladepumpe
27|Krankenhaus		Speicherladung
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1	Ladepumpe
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4	Ladepumpe
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz Mitte	Ladepumpe
29|LindenplatzSundern	Sundern 1	Ladepumpe
29|LindenplatzSundern	Sundern 4	Ladepumpe
29|LindenplatzSundern	Sundern 4	Speicherladung
29|LindenplatzSundern	Sundern Mitte	Ladepumpe
34|MühlenhofWohngruppe		Ladepumpe
36|Ohe		Ladepumpe
36|Ohe		Speicherladung
38|Pfarrhaus		Speicherladung
39|Sarona		Ladepumpe
40|Schule		Speicherladung
42|Sonnenschein		Ladepumpe
47|Wabehaus		Ladepumpe
47|Wabehaus		Speicherladung
48|WabewegDreiDreiA		Ladepumpe
50|Weidenweg	Haus 1+2	Ladepumpe
50|Weidenweg	Haus 1+2	Speicherladung
50|Weidenweg	Haus 3+4	Ladepumpe
50|Weidenweg	Haus 3+4	Speicherladung
50|Weidenweg	Haus 5+6	Ladepumpe
50|Weidenweg	Haus 5+6	Speicherladung
53|WohnhausII		Speicherladung
55|Zoar		Ladepumpe
Wirtschaftshof	Mädchenhorst, Alte Wäscherei, Elim, 3/7 Frauenhaus (West)	Speicherladung
Wirtschaftshof	Männerhaus, Alte Schneiderei, 1/7 Frauenhaus (Ost)	Ladepumpe
Wirtschaftshof	Männerhaus, Alte Schneiderei, 1/7 Frauenhaus (Ost)	Speicherladung
Wirtschaftshof	Theresenheim, 3/7 Frauenhaus (Ost, Zwischenbau)	Ladepumpe
Wirtschaftshof	Küche, Laden	Speicherladung
Wirtschaftshof	Küche, Laden	Ladepumpe

Tabelle 16 Übersicht der Lade- und Speicherladepumpen

6 Fazit

Dieser letzte Abschnitt enthält die Empfehlungen für die Umsetzung des Pumpentauschprogramms. Es wird auch auf die Förderung der Investition und weiter folgende Optimierungen eingegangen.

6.1 Umsetzung

Es wird empfohlen, zunächst bei WILO bzgl. eines Sponsorings anzufragen. Sollte dies positiv beschieden werden, dann sind die empfohlenen 35 Zirkulationspumpen und die 91 Heizungspumpen zu erneuern.

Müssen die Pumpen aus Mitteln der Stiftung Neuerkerode angeschafft werden, ist beim Großhandel ein neues Angebot – dann über 16 Zirkulations- und 61 Heizungspumpen - einzuholen. Vorher müsste von Handwerkern der Stiftung geprüft werden, welches Zubehör (Reduzierstücke, Passtücke usw.) jeweils benötigt wird. Dies konnte nicht im Rahmen der Begehung erfolgen. Die noch fehlende Aufnahme dieser Daten kann bei der nächsten Wärmemengenzählerablesung erfolgen, wenn die Handwerker sowieso in den Zentralen sind.

6.2 Genauigkeit, Reserven und Haftung

Die hier vorliegende Abschätzung von Pumpenbetriebsdaten erfolgte auf Basis besten Wissens und Gewissens. Sie ersetzt jedoch keine Fachplanung.

Die neuen Pumpen wurden – im Gegensatz zur Abschätzung von WILO – auf Basis von Messwerten und Energiebilanzen der Häuser ausgewählt. Sie fallen daher kleiner aus – die Auslegungsleistung ist nur etwa 45 % so groß wie bei der Auslegung des Herstellers. Die mittlere Leistung im Betrieb ist wegen der guten Regeleigenschaften der Hocheffizienzpumpen voraussichtlich nur geringfügig kleiner.

Die aus dem Mai 2009 vorhandene Auswahl von WILO [6] erfolgte auf Basis von alten Fernleitungsplänen mit größeren Heizleistungen und liefert daher auch sehr viel größere Pumpenleistungen und -anschlussdurchmesser. Die Investitionskosten lägen ca. 1/3 höher als bei der in diesem Bericht durchgeführten Dimensionierung.

Es ist bei den Volumenströmen der Pumpen im Schnitt eine Reserve von etwa 70 % vorhanden (Grund: der Maximalvolumenstrom der Pumpen liegt im Schnitt 50 % über dem berechneten, außerdem ist die zugrunde gelegte Gebäudewärmeleistung ca. 1,8 x so groß wie die echte gemessene Maximallleistung). Sollte der notwendige Volumenstrom wider Erwarten noch größer sein, wäre eine andere Pumpe notwendig.

Bei der Förderhöhe bzw. Druckdifferenz ist in der Regel eine Reserve von etwa 70 % vorhanden. Es wird im Mittel eine Förderhöhe von 1,5 m benötigt und es sind 5,1 m vorhanden. Bei der Druckdifferenz sind keine Probleme zu erwarten.

Eine Haftung für die Ergebnisse wird insgesamt ausgeschlossen. Es handelt sich um eine Empfehlung.

6.3 Kurzzeitige Anpassungen und spätere Optimierung

Sowohl Heizungs- als auch Zirkulationspumpen sollten in den nächsten Jahren an die realen Bedingungen angepasst werden. Das heißt, dass für jede Pumpe die echte Planung nachgeholt wird und die Betriebsparameter analog der Kapitel 2.3 und 3.3 noch einmal genau bestimmt werden. Bis auf weiteres werden die Einstellwerte gemäß dieser Kapitel empfohlen.

Sollte es zu einer Unterversorgung kommen, wird empfohlen, die Förderhöhe jeweils in Schritten von 0,5 m zu erhöhen.

6.4 Verbleib der alten Pumpen

Die alten Pumpen mit Baualtern unter 10 Jahren können am Markt veräußert werden – ggf. an die externen Heizungsbauunternehmen, welche in der Stiftung arbeiten oder über einen Online-Handel.

Darüber hinaus können die Pumpen mit größerer Leistung und Anschlussdurchmesser bevorratet werden und im Bedarfsfall als Ersatzteile für die Speicherladesysteme dienen. Dort ist die Betriebszeit geringer und eine Hocheffizienz verzichtbar.

6.5 Förderung und Einnahmen

Einnahmen aus dem Verkauf der alten Pumpen wurden nicht kalkuliert.

KfW-Förderung (Programm 431) für Hocheffizienzpumpen wurde nicht mit eingerechnet. Sie kann beantragt werden, wenn die Ausführung vom Fachunternehmen mit Rechnung erfolgt. Da die Umsetzung in Eigenleistung erfolgen soll, kommt die Förderung nicht in Frage.

Fördersumme wäre: 25 % der Rechnungssumme, minimal 100 € je Pumpe. Es ist davon auszugehen, dass der Einbau durch einen Fachhandwerker incl. Förderung nicht günstiger als der Eigeneinbau ist.

7 Anhang

7.1 Quellen

[1] Jagnow/Hübener/Jütter/Wolff; Grundlagenprojekt im Rahmen der energetischen und ökologischen Modernisierung der Evangelischen Stiftung Neuerkerode: Bestandsaufnahme des Gebäude- und Anlagenbestandes; Abschlussbericht für die DBU; Teilbericht 04 Gebäude; Wolfenbüttel; 2008.

[2] Strauß; Theorie zur Verteilung für Heiz- und Trinkwasserkreise; Begleitarbeit zur DIN V 4701-10; ohne Verlag; Bremen; 2001.

[3] DIN V 18599-10; Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz , End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung; Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten; Beuth; Berlin; 2007.

[4] Abruf der Internetplattform http://www.loebbeshop.de; Inhalt: Preise von Heizungskomponenten; abgerufen im Juli und August 2009; Löbbe GmbH - Hammerstr.39 - 59174 Kamen.

[5] Angebot der Firma W+S Begau KG für die Stiftung Neuerkerode; Inhalt Pumpenpreise lauf Planung von WILO; Vorgang 1366528.001; 28.05.299.

[6] Planungsmappe der Firma WILO SE; Inhalt: Vorschläge für neue Heizungspumpen anhand von Anlagendaten; erstellt von Martin Schulze; Hamburg; 21.05.2009.

[7] Abruft der Internetplattform http://www.kfw.de; Inhalt: Förderprogramm 431 für Sonderförderung von Heizungspumpen; abgerufen im August 2009; KfW - Palmengartenstraße 5-9 - 60325 Frankfurt am Main.

7.2 Datenblätter der Pumpen

Die benutzten Datenblätter der Pumpen liegen als PDF-Anhang bei.

7.3 Übersichten zu Heizungspumpen

Tabelle 17 Grunddaten für die Heizungspumpen 53
Tabelle 18 Leistung und allgemeine Daten der vorhandenen Heizungspumpen 56
Tabelle 19 Betriebsparameter der optimierten Pumpen und Wahl neuer Heizungspumpen 59
Tabelle 20 Berechnung der Energiemengen und Einsparungen bei Heizungspumpen 62
Tabelle 21 Investitionskosten bei Heizungspumpen 64
Tabelle 22 Wirtschaftlichkeit der Optimierung bestehender Heizungspumpen 67
Tabelle 23 Wirtschaftlichkeit neuer Heizungspumpen bei normaler Finanzierung 69
Tabelle 24 Wirtschaftlichkeit neuer Heizungspumpen bei Sponsoring 72
Tabelle 25 Pumpenwahl der FH im Vergleich mit WILO 75

Gebäudeschlüssel	Kreis, nähere Beschreibung etc.	Kreisart	Grunddaten der Gebäude						überschlägige Auslegung	
			angeschlossene versorgte Fläche, in m2	Geschosszahl maximal	maximale Leitungslänge in m	Extrapolation aus Messung, in kW	maximale Leistung für Heizung; Berechnung im Hüllflächenverfahren, in kW	Annahme für die Auslegung, ca. in kW	Volumenstrom in l/s Spreizung bei FBH 10 K bei HK 15 K	Förderhöhe, in m
02|Altes Schulhaus		Heizkörper	186	2	65	47	71	71	1,1	1,3
04|Asse	Haus I	Flächenheizung	311	1	62	22	31	31	0,5	2,4
04|Asse	Haus I	Heizkörper	368	1	63	25	37	37	0,6	1,3
04|Asse	Haus II	Flächenheizung	311	1	62	22	31	31	0,5	2,4
04|Asse	Haus II	Heizkörper	368	1	63	25	37	37	0,6	1,3
06|Bethesda		Heizkörper	1034	3	87	214	146	146	2,3	1,6
07|BlumenladenGewächshaus	Glashaus	Sonstige	95	1	56	42	39	42	0,7	1,2
07|BlumenladenGewächshaus	Glashaus	Sonstige	95	1	56	42	39	42	0,7	1,2
07|BlumenladenGewächshaus	Glashaus	Sonstige	95	1	56	42	39	42	0,7	1,2
07|BlumenladenGewächshaus	Aufstellort Wohnhaus I	Sonstige	95	1	56	42	39	42	0,7	1,2
07|BlumenladenGewächshaus	Aufstellort Wohnhaus I	Sonstige	95	1	56	42	39	42	0,7	1,2
10|DorfkrugLaden		Heizkörper	405	1	64	34	37	37	0,6	1,3
12|Elm	Haus I	Heizkörper	500	1	66		25	25	0,4	1,3
12|Elm	Haus II	Heizkörper	500	1	66		25	25	0,4	1,3
13|Emmaus		Heizkörper	2994	4	121	259	305	305	4,9	2,1
16|GartenwegZehn		Flächenheizung	130	1	57	10	14	14	0,2	2,3
16|GartenwegZehn		Heizkörper	325	1	62	26	35	35	0,6	1,3

17|Gärtnereiconainer		Heizkörper	120	1	57	7	6	7	0,1	1,2
18|Gärtnereiwohnhaus		Heizkörper	267	3	73	26	41	41	0,7	1,4
19|Handwerkerhaus		Heizkörper	284	2	67	20	32	32	0,5	1,3
20|Kaiserwald		Heizkörper	1628	1	84	187	241	241	3,8	1,6
20|Kaiserwald		Heizkörper	1628	1	84	187	241	241	3,8	1,6
22|Kegelbahn		Heizkörper	120	1	57	15	17	17	0,3	1,2
24|Kindergarten		Heizkörper	235	1	60	23	26	26	0,4	1,2
27|Krankenhaus		Heizkörper	2921	4	120	145	181	181	2,9	2,1
27|Krankenhaus		Flächenheizung	106	1	56	5	7	7	0,1	2,3
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz I/FBH	Flächenheizung	181	1	59	13	16	16	0,3	2,3
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1/I	Heizkörper	123	1	57	8	11	11	0,2	1,2
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1/II	Heizkörper	237	1	60	16	21	21	0,3	1,2
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1/VI	Heizkörper	237	1	60	16	21	21	0,3	1,2
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz VI/FBH	Flächenheizung	181	1	59	13	16	16	0,3	2,3
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4/III	Heizkörper	237	1	60	16	21	21	0,3	1,2
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4/IV	Heizkörper	123	1	57	8	11	11	0,2	1,2
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4/V	Heizkörper	237	1	60	16	21	21	0,3	1,2
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz Mitte	Heizkörper	533	2	72	37	48	48	0,8	1,4
29|LindenplatzSundern	Sundern I/FBH	Flächenheizung	181	1	59	13	16	16	0,3	2,3
29|LindenplatzSundern	Sundern 1/I	Heizkörper	123	1	57	8	11	11	0,2	1,2
29|LindenplatzSundern	Sundern 1/II	Heizkörper	237	1	60	16	21	21	0,3	1,2
29|LindenplatzSundern	Sundern 1/VI	Heizkörper	237	1	60	16	21	21	0,3	1,2
29|LindenplatzSundern	Sundern IV/FBH	Flächenheizung	181	1	59	13	16	16	0,3	2,3
29|LindenplatzSundern	Sundern 4/III	Heizkörper	237	1	60	16	21	21	0,3	1,2
29|LindenplatzSundern	Sundern 4/IV	Heizkörper	123	1	57	8	11	11	0,2	1,2
29|LindenplatzSundern	Sundern 4/V	Heizkörper	237	1	60	16	21	21	0,3	1,2
29|LindenplatzSundern	Sundern Mitte	Heizkörper	533	2	72	37	48	48	0,8	1,4
30|LindenwegGartenweg	Querbaracke	Heizkörper	458	1	65	38	34	38	0,6	1,3
30|LindenwegGartenweg	Werkstatt	Heizkörper	458	1	65	38	34	38	0,6	1,3
33|MühlenhofTGF		Heizkörper	401	1	64	34	36	36	0,6	1,3

34|MühlenhofWohngruppe		Heizkörper	41	3	65	33	43	43	0,7	1,3
35|Nähzentrum		Heizkörper	323	1	62	16	19	19	0,3	1,3
36|Ohe	neue FBH	Flächenheizung	111	1	57	5	7	7	0,1	2,3
36|Ohe	neue FBH	Sonstige	111	1	57	5	7	7	0,1	1,2
36|Ohe		Flächenheizung	333	3	75	14	21	21	0,3	2,5
36|Ohe		Heizkörper	1221	3	90	52	77	77	1,2	1,7
38|Pfarrhaus		Heizkörper	328	2	68	32	39	39	0,6	1,4
39|Sarona		Heizkörper	2820	4	119	180	230	230	3,7	2,1
40|Schule	Wohnhaus	Heizkörper	1352	4	98	94	105	105	1,7	1,8
40|Schule	Schule	Heizkörper	1352	2	86	94	105	105	1,7	1,6
41|SchwimmbadTurnhalle	Lüftung	Sonstige								
41|SchwimmbadTurnhalle	Schwimmhalle	Heizkörper	264	1	61	31	35	35	0,6	1,3
41|SchwimmbadTurnhalle	Turnhalle	Heizkörper	264	1	61	31	35	35	0,6	1,3
42|Sonnenschein		Heizkörper	2280	4	111	139	139	139	2,2	2,0
43|Therapiehaus		Heizkörper	352	2	69	20	23	23	0,4	1,4
45|TischlereiSchlosserei		Heizkörper	281	1	61	31	35	35	0,6	1,3
46|Verwaltung		Heizkörper	686	2	75	51	57	57	0,9	1,5
47|Wabehaus		Heizkörper	617	4	86	68	66	68	1,1	1,6
48|WabewegDreiDreiA		Heizkörper	488	3	78	44	41	44	0,7	1,5
50|Weidenweg	Haus 1+2	Heizkörper	820	2	77	58	69	69	1,1	1,5
50|Weidenweg	Haus 3+4	Heizkörper	820	2	77	58	69	69	1,1	1,5
50|Weidenweg	Haus 5+6	Heizkörper	820	2	77	58	69	69	1,1	1,5
51|WerkstWabewegBogenhall		Heizkörper	1240	1	78	58	60	60	1,0	1,5
53|WohnhausII	Wohnhaus II und Bethanien	Heizkörper	688	3	81	54	69	69	1,1	1,5
54|Zentrallager		Heizkörper	419	2	70	34	39	39	0,6	1,4
55|Zoar		Heizkörper	2789	4	118	136	206	206	3,3	2,1
Wirtschaftshof	Elim	Heizkörper	506	1	66	43	50	50	0,8	1,3
Wirtschaftshof	Wäscherei, Mädchenhorst	Heizkörper	1149	3	89	71	174	91	1,4	1,6
Wirtschaftshof	Alte Wäscherei	Heizkörper	404	4	82	30	32	32	0,5	1,5
Wirtschaftshof	Küche/Laden, Theresenheim, Kiosk	Heizkörper	1561	3	95	92	175	110	1,8	1,7
Wirtschaftshof	Frauenhaus, Männerhaus, Kirche, Alte Schneiderei	Heizkörper	2221	4	110	179	385	290	4,6	1,9

Tabelle 17 Grunddaten für die Heizungspumpen

Gebäudeschlüssel	Kreis, nähere Beschrei-	vorhandene Pumpe - Allgemeines	Leistung d. vorhandenen Pumpe

	bung etc.	Betriebsart	Typbezeichnung	DN	Rege-lungsart	Stufe oder Förder-höhe	Baujahr	von W	bis W	ca. W einstellt
02|Altes Schulhaus		Einzelpumpe	Star E 25/1-5	25	geregelt	4	2002	36	99	86
04|Asse	Haus I	Einzelpumpe	RP 25/80r	25	vierstufig	4	1999	46	112	112
04|Asse	Haus I	Doppel-Reihe	TS 30/70	32	einstufig	1	1996	150	150	150
			TS 30/70	32	einstufig	1	1996	150	150	150
04|Asse	Haus II	Einzelpumpe	RS 25/80r	25	einstufig	1	1984	70	70	70
04|Asse	Haus II	Doppel-Reihe	TS 30/70	32	einstufig	1	1983	70	70	70
			TS 30/70	32	einstufig	1	1983	70	70	70
06|Bethesda		Doppel-Reihe	P 40/100r	40	einstufig	1	1997	170	170	170
			TP 40/1	40	vierstufig	4	1997	85	170	170
07|BlumenladenGewächshaus	Glashaus	Einzelpumpe	Grundfos alpha 32-60	32	geregelt	2	2007	35	60	45
07|BlumenladenGewächshaus	Glashaus	Einzelpumpe	Grundfos alpha 32-60	32	geregelt	2	2007	35	60	45
07|Blu enGewächshaus	Glashaus	Einzelpumpe		32	geregelt	2	2007	35	60	45
07|BlumenladenGewächshaus	Aufstellort Wohnhaus I	Einzelpumpe	Grundfos alpha 32-60	32	geregelt	2	2007	35	60	45
07|BlumenladenGewächshaus	Aufstellort Wohnhaus I	Einzelpumpe	Grundfos alpha 32-60	32	geregelt	2	2007	35	60	45
10|DorfkrugLaden		Doppel-Reihe	TS 30/70	32	einstufig	1	1991	120	120	120
			TS 30/70	32	einstufig	1	2005	150	150	150
12|Elm	Haus I	Einzelpumpe	Stratos 30/1-6	32	geregelt	2	2008	9	85	34
12|Elm	Haus II	Einzelpumpe	Stratos 30/1-6	32	geregelt	2	2008	9	85	34
13|Emmaus		Doppel-Reihe	TP 65/1	65	einstufig	1	1987	440	440	440
			TP 65/1	65	einstufig	1	1995	440	440	440
16|GartenwegZehn		Einzelpumpe	RS 25/70r	25	vierstufig	3	1992	54	113	93
16|GartenwegZehn		Einzelpumpe	RP 30/100r	32	vierstufig	2	1991	125	176	140
17|Gärtnereiconainer		Einzelpumpe	Star E 25/1-5	25	geregelt	2	2000	34	116	75
18|Gärtnereiwohnhaus		Doppel-Reihe	TP 40/1	40	einstufig	1	2004	120	120	120
			TP 40/1	40	einstufig	1	2006	120	120	120
19|Handwerkerhaus		Einzelpumpe	TOP D-40	40	einstufig	1	2000	70	70	70
20|Kaiserwald		Doppel-Reihe	TP 65/1	65	einstufig	1	1990	440	440	440
			TP 65/1	65	einstufig	1	1990	440	440	440
20|Kaiserwald		Einzelpumpe	P 65/125r	65	vierstufig	4	1984	340	540	540
22|Kegelbahn		Einzelpumpe	Star RS 25/6	25	dreistufig	2	1999	46	93	67
24|Kindergarten		Doppel-Reihe	P 40/1	40	einstufig	1	1981	75	75	75
			P 40/100r	40	vierstufig	4	2002	85	170	170
27|Krankenhaus		Doppel-Parallel	P 80/140r	80	vierstufig	4	1992	450	710	710
			P 80/140r	80	vierstufig	4	1992	450	710	710
27|Krankenhaus		Einzelpumpe	RP 25/80r	25	vierstufig	4	2006	46	112	112
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz I/FBH	Einzelpumpe	RS 25/50	25	einstufig	1	1983	30	30	30
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1/I	Doppel-Reihe	TP 40/20	40	einstufig	1	1973	74	74	74
			P 40/100r	40	vierstufig	4	1999	85	170	170
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1/II	Doppel-Reihe	P 40/1	40	einstufig	1	1992	120	120	120
			TP 40/1	40	einstufig	1	2004	120	120	120
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1/VI	Doppel-Reihe	P 40/1	40	einstufig	1	1985	75	75	75
			P 40/100r	40	vierstufig	4	1990	83	164	164

29|LindenplatzSundern	Lindenplatz VI/FBH	Einzelpumpe	Stratos 25/1-3	25	geregelt	3	2008	6	32	32
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4/III	Doppel-Reihe	TP 40/1	40	einstufig	1	1978	75	75	75
			TP 40/1	40	einstufig	1	2004	120	120	120
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4/IV	Doppel-Reihe	Z 40r	40	einstufig	1	1997	350	350	350
			TP 40/1	40	einstufig	1	2005	120	120	120
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4/V	Doppel-Reihe	P 40/1	40	einstufig	1	1979	75	75	75
			TP 40/1	40	einstufig	1	1996	150	150	150
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz Mitte	Doppel-Reihe	TP 30	32	einstufig	1	1995	75	75	75
			TP 30/70	32	einstufig	1	2005	75	75	75
29|LindenplatzSundern	Sundern I/FBH	Einzelpumpe	Star RS 30/6	32	dreistufig	3	2000	46	93	93
29|LindenplatzSundern	Sundern 1/I	Einzelpumpe	TOP E 40/1-4	40	geregelt	2,5	2004	60	200	130
29|LindenplatzSundern	Sundern 1/II	Einzelpumpe	TOP E 40/1-4	40	geregelt	2,5	2007	60	200	130
29|LindenplatzSundern	Sundern 1/VI	Einzelpumpe	TOP E 40/1-4	40	geregelt	2,5	2007	60	200	130
29|LindenplatzSundern	Sundern IV/FBH	Einzelpumpe	RS 25/70r	25	vierstufig	2	1994	59	115	78
29|LindenplatzSundern	Sundern 4/III	Doppel-Reihe	TP 40/1	40	einstufig	1	1996	150	150	150
			P 40/100r	40	vierstufig	4	1997	85	170	170
29|LindenplatzSundern	Sundern 4/IV	Doppel-Reihe	P 40/100r	40	vierstufig	4	1997	85	170	170
			TP 40/1	40	einstufig	1	2004	120	120	120
29|LindenplatzSundern	Sundern 4/V	Doppel-Reihe	TP 40/1	40	einstufig	1	1979	75	75	75
			TP 40/1	40	vierstufig	4	1997	85	170	170
29|LindenplatzSundern	Sundern Mitte	Doppel-Reihe	TP 30/1	32	einstufig	1	1995	75	75	75
			TP 30/1	32	einstufig	1	1996	75	75	75
30|LindenwegGartenweg	Querbaracke	Einzelpumpe	Star RS 25/6	25	dreistufig	3	1998	46	93	93
30|LindenwegGartenweg	Werkstatt	Einzelpumpe	RP 30/100r	32	vierstufig	2	2004	130	170	145
33|MühlenhofTGF		Doppel-Parallel	S/DOS 40/90r	40	vierstufig	4	1992	215	420	420
			S/DOS 40/90r	40	vierstufig	4	2003	240	450	450
34|MühlenhofWohngruppe		Doppel-Reihe	P 40/100r	40	vierstufig	4	1994	83	164	164
			TP 40/1	40	einstufig	1	2004	120	120	120
35|Nähzentrum		Einzelpumpe	Star E 25/1-5	25	geregelt	3	2006	27	72	50
36|Ohe	neue FBH	Einzelpumpe	Star E 25/1-5	25	geregelt	4	1996	19	127	105
36|Ohe	neue FBH	Einzelpumpe	RS 25/80r	25	vierstufig	4	1996	42	86	86
36|Ohe		Einzelpumpe	P 40/100r	40	vierstufig	4	1988	83	164	164
36|Ohe		Doppel-Reihe	TP 50/2	50	einstufig	1	1989	220	220	220
			TP 50/2	50	einstufig	1	1989	220	220	220
38|Pfarrhaus		Einzelpumpe	TOP E 30/1-10	32	geregelt	2	2002	45	400	80
39|Sarona		Doppel-Reihe	65	65	einstufig	1	1972	300	300	300
			65-7	65	einstufig	1	1985	300	300	300
40|Schule	Wohnhaus	Doppel-Parallel	P 50/1	50	vierstufig	3	1992	170	340	280
			P 50/1	50	vierstufig	3	1992	170	340	290
40|Schule	Schule	Doppel-Parallel	P 65/125r	65	einstufig	1	1992	340	340	340
			TP 65/1	65	einstufig	1	1995	440	440	440
41|SchwimmbadTurnhalle	Lüftung	Einzelpumpe	Star E 30/1-5	32	geregelt	3	2006	27	72	50
41|SchwimmbadTurnhalle	Schwimmhalle	Einzelpumpe	Star EP 30/1-5	32	geregelt	3	2004	36	99	68
41|SchwimmbadTurnhalle	Turnhalle	Einzelpumpe	Star E 30/1-5	32	geregelt	3	2007	27	72	50
42|Sonnenschein		Einzelpumpe	TOP E 80/1-10	80	geregelt	2	1997	100	1750	280
43|Therapiehaus		Einzelpumpe	RP 25/80r	25	vierstufig	4	2000	46	112	112

45|TischlereiSchlosserei		Einzelpumpe	RP 25/80r	25	vierstufig	4	1993	46	112	112
46|Verwaltung		Einzelpumpe	TOP-D 65	65	einstufig	1	2003	103	103	103
47|Wabehaus		Doppel-Reihe	TP 50/2	50	einstufig	1	1993	185	185	185
			TP 50/2	50	einstufig	1	2003	220	220	220
48|WabewegDreiDreiA		Einzelpumpe	Star E 30/1-3	32	geregelt	3	2005	27	62	62
50|Weidenweg	Haus 1+2	Einzelpumpe	S 40/80r	40	vierstufig	1	1991	101	202	101
50|Weidenweg	Haus 3+4	Einzelpumpe	TOP E 40/1-4	40	geregelt	2,5	2006	60	200	130
50|Weidenweg	Haus 5+6	Einzelpumpe	S 40/80r	40	vierstufig	1	1992	101	202	101
51|WerkstWabewegBogenhall		Einzelpumpe	TOP E 30/1-7	32	geregelt	6,6	1999	40	200	190
53|WohnhausII	Wohnhaus II und Bethanien	Doppel-Reihe	TP 40/1	40	einstufig	1	1996	150	150	150
			TP 40/1	40	einstufig	1	1996	150	150	150
54|Zentrallager		Einzelpumpe	RP 25/80r	25	vierstufig	4	2004	46	112	112
55|Zoar		Einzelpumpe	Stratos 65/1-9	65	geregelt	2	2008	25	590	96
Wirtschaftshof	Elim	Einzelpumpe	RP 25/80r	25	vierstufig	4	1995	46	112	112
Wirtschaftshof	Wäscherei, Mädchenhorst	Einzelpumpe	P 40/100r	25	vierstufig	4	1992	83	154	154
Wirtschaftshof	Alte Wäscherei	Einzelpumpe	P 40/100r	25	vierstufig	4	1992	83	154	154
Wirtschaftshof	Küche/Laden, Theresenheim, Kiosk	Einzelpumpe	TOP 365/10	65	dreistufig	3	2000	585	970	970
Wirtschaftshof	Frauenhaus, Männerhaus, Kirche, Alte Schneiderei	Doppel-Parallel	P 40/160r	40	vierstufig	2	1998	185	365	260
			P 40/160r	40	vierstufig	2	2001	185	365	260

Tabelle 18 Leistung und allgemeine Daten der vorhandenen Heizungspumpen

Gebäudeschlüssel	Kreis, nähere Beschreibung etc.	vorhandene Pumpe, Betriebsart	Runterstellen		Daten der neuen Pumpe				
			Leistung, ca. W eingestellt	Einstellparameter, ca. Meter/Stufe	Typbezeichnung	mögliche Förderhöhen		Leistung, ca. W eingestellt	Einstellparameter, ca. Meter/Stufe
						von	bis		
02|Altes Schulhaus		Einzelpumpe	50	1,3 m	Stratos 25 1-6	1 m	6 m	35	1,3 m
04|Asse	Haus I	Einzelpumpe	60	2	Stratos eco 25 1-5	1 m	5 m	40	2,4 m
04|Asse	Haus I	Doppel-Reihe	150	bleibt	Stratos 30 1-6	1 m	6 m	20	1,3 m
			150	bleibt					
04|Asse	Haus II	Einzelpumpe	70	bleibt	Stratos eco 25 1-3	1 m	3 m	20	1,5 m
04|Asse	Haus II	Doppel-Reihe	70	bleibt	Stratos 30 1-6	1 m	6 m	20	1,3 m
			70	bleibt					
06|Bethesda		Doppel-Reihe	170	bleibt	Stratos 40 1-4	1 m	4 m	75	1,6 m
			170	bleibt					
07|BlumenladenGewächshaus	Glashaus	Einzelpumpe	40	1,2 m	Stratos 30 1-6	1 m	6 m	20	1,2 m
07|BlumenladenGewächshaus	Glashaus	Einzelpumpe	40	1,2 m	Stratos 30 1-6	1 m	6 m	20	1,2 m
07|BlumenladenGewächshaus	Glashaus	Einzelpumpe	40	1,2 m	Stratos 30 1-6	1 m	6 m	20	1,2 m
07|BlumenladenGewächshaus	Aufstellort Wohnhaus I	Einzelpumpe	40	1,2 m	Stratos 30 1-6	1 m	6 m	20	1,2 m
07|BlumenladenGewächshaus	Aufstellort Wohnhaus I	Einzelpumpe	40	1,2 m	Stratos 30 1-6	1 m	6 m	20	1,2 m
10|DorfkrugLaden		Doppel-Reihe	120	bleibt	Stratos 30 1-6	1 m	6 m	20	1,3 m
			150	bleibt					
12|Elm	Haus I	Einzelpumpe	15	1,3 m	Stratos eco 30 1-3	1 m	3 m	18	1,3 m
12|Elm	Haus II	Einzelpumpe	15	1,3 m	Stratos eco 30 1-3	1 m	3 m	18	1,3 m
13|Emmaus		Doppel-Reihe	440	bleibt	Stratos 50 1-9	1 m	9 m	220	2,1 m
			440	bleibt					
16|GartenwegZehn		Einzelpumpe	54	1	Stratos eco 25 1-5	1 m	5 m	18	2,3 m
16|GartenwegZehn		Einzelpumpe	125	1	Stratos 30 1-6	1 m	6 m	20	1,3 m
17|Gärtnereiconainer		Einzelpumpe	34	1,4 m	Stratos eco 25 1-3	1 m	3 m	9	1,2 m
18|Gärtnereiwohnhaus		Doppel-Reihe	120	bleibt	Stratos 30 1-6	1 m	6 m	25	1,4 m
			120	bleibt					
19|Handwerkerhaus		Einzelpumpe	70	bleibt	Stratos eco 30 1-3	1 m	3 m	24	1,3 m
20|Kaiserwald		Doppel-Reihe	440	bleibt	Stratos 50 1-9	1 m	9 m	120	1,6 m
			440	bleibt					
20|Kaiserwald		Einzelpumpe	380	2	Stratos 50 1-9	1 m	9 m	120	1,6 m
22|Kegelbahn		Einzelpumpe	46	1	Stratos eco 25 1-3	1 m	3 m	14	1,2 m
24|Kindergarten		Doppel-Reihe	75	bleibt	Stratos eco 30 1-3	1 m	3 m	18	1,2 m
			85	1					
27|Krankenhaus		Doppel-Parallel	450	1	Stratos 40 1-8	1 m	8 m	130	2,1 m
			450	1					
27|Krankenhaus		Einzelpumpe	46	1	Stratos eco 25 1-3	1 m	3 m	13	2,3 m
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz I/FBH	Einzelpumpe	30	bleibt	Stratos eco 25 1-3	1 m	3 m	22	2,3 m
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1/I	Doppel-Reihe	74	bleibt	Stratos eco 30 1-3	1 m	3 m	12	1,2 m
			85	1					
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1/II	Doppel-Reihe	120	bleibt	Stratos eco 30 1-3	1 m	3 m	14	1,2 m
			120	bleibt					

29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1/VI	Doppel-Reihe	75	bleibt	Stratos eco 30 1-3	1 m	3 m	14	1,2 m
			83	1					
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz VI/FBH	Einzelpumpe	30	2,6 m	Stratos eco 25 1-3	1 m	3 m	22	2,3 m
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4/III	Doppel-Reihe	75	bleibt	Stratos eco 30 1-3	1 m	3 m	14	1,2 m
			120	bleibt					
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4/IV	Doppel-Reihe	350	bleibt	Stratos eco 30 1-3	1 m	3 m	12	1,2 m
			120	bleibt					
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4/V	Doppel-Reihe	75	bleibt	Stratos eco 30 1-3	1 m	3 m	14	1,2 m
			150	bleibt					
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz Mitte	Doppel-Reihe	75	bleibt	Stratos 30 1-6	1 m	6 m	27	1,4 m
			75	bleibt					
29|LindenplatzSundern	Sundern I/FBH	Einzelpumpe	46	1	Stratos eco 30 1-3	1 m	3 m	22	2,3 m
29|LindenplatzSundern	Sundern 1/I	Einzelpumpe	32	1,2 m	Stratos eco 30 1-3	1 m	3 m	12	1,2 m
29|LindenplatzSundern	Sundern 1/II	Einzelpumpe	35	1,2 m	Stratos eco 30 1-3	1 m	3 m	14	1,2 m
29|LindenplatzSundern	Sundern 1/VI	Einzelpumpe	35	1,2 m	Stratos eco 30 1-3	1 m	3 m	14	1,2 m
29|LindenplatzSundern	Sundern IV/FBH	Einzelpumpe	59	1	Stratos eco 25 1-3	1 m	3 m	22	2,3 m
29|LindenplatzSundern	Sundern 4/III	Doppel-Reihe	150	bleibt	Stratos eco 30 1-3	1 m	3 m	14	1,2 m
			85	1					
29|LindenplatzSundern	Sundern 4/IV	Doppel-Reihe	85	1	Stratos eco 30 1-3	1 m	3 m	12	1,2 m
			120	bleibt					
29|LindenplatzSundern	Sundern 4/V	Doppel-Reihe	75	bleibt	Stratos eco 30 1-3	1 m	3 m	14	1,2 m
			85	1					
29|LindenplatzSundern	Sundern Mitte	Doppel-Reihe	75	bleibt	Stratos 30 1-6	1 m	6 m	27	1,4 m
			75	bleibt					
30|LindenwegGartenweg	Querbaracke	Einzelpumpe	46	1	Stratos 30 1-6	1 m	6 m	20	1,3 m
30|LindenwegGartenweg	Werkstatt	Einzelpumpe	130	1	Stratos 30 1-6	1 m	6 m	20	1,3 m
33|MühlenhofTGF		Doppel-Parallel	215	1	Stratos 30 1-6	1 m	6 m	20	1,3 m
			240	1					
34|MühlenhofWohngruppe		Doppel-Reihe	83	1	Stratos 30 1-6	1 m	6 m	25	1,3 m
			120	bleibt					
35|Nähzentrum		Einzelpumpe	35	1,3 m	Stratos eco 25 1-3	1 m	3 m	15	1,3 m
36|Ohe	neue FBH	Einzelpumpe	32	2,3 m	Stratos eco 25 1-3	1 m	3 m	13	2,3 m
36|Ohe	neue FBH	Einzelpumpe	42	1	Stratos eco 25 1-3	1 m	3 m	9	1,2 m
36|Ohe		Einzelpumpe	83	1	Stratos eco 30 1-5	1 m	5 m	24	2,5 m
36|Ohe		Doppel-Reihe	220	bleibt	Stratos 30 1-6	1 m	6 m	45	1,7 m
			220	bleibt					
38|Pfarrhaus		Einzelpumpe	55	1,6 m	Stratos 30 1-6	1 m	6 m	22	1,4 m
39|Sarona		Doppel-Reihe	300	bleibt	Stratos 50 1-9	1 m	9 m	140	2,1 m
			300	bleibt					
40|Schule	Wohnhaus	Doppel-Parallel	220	2	Stratos 40 1-8	1 m	8 m	60	1,5 m
			220	2					
40|Schule	Schule	Doppel-Parallel	340	bleibt	Stratos 40 1-4	1 m	4 m	40	1,5 m
			440	bleibt					
41|SchwimmbadTurnhalle	Lüftung	Einzelpumpe	50	bleibt	Stratos eco 30 1-5	1 m	5 m	30	3 m
41|SchwimmbadTurnhalle	Schwimmhalle	Einzelpumpe	45	1,3 m	Stratos 30 1-6	1 m	6 m	20	1,3 m
41|SchwimmbadTurnhalle	Turnhalle	Einzelpumpe	45	1,3 m	Stratos 30 1-6	1 m	6 m	20	1,3 m

42|Sonnenschein		Einzelpumpe	150	2,0 m	Stratos 40 1-8	1 m	8 m	90	2 m
43|Therapiehaus		Einzelpumpe	46	1	Stratos eco 25 1-3	1 m	3 m	19	1,4 m
45|TischlereiSchlosserei		Einzelpumpe	46	1	Stratos 25 1-6	1 m	6 m	20	1,3 m
46|Verwaltung		Einzelpumpe	103	bleibt	Stratos 30 1-6	1 m	6 m	32	1,5 m
47|Wabehaus		Doppel-Reihe	185	bleibt	Stratos 30 1-6	1 m	6 m	40	1,6 m
			220	bleibt					
48|WabewegDreiDreiA		Einzelpumpe	50	1,5 m	Stratos 30 1-6	1 m	6 m	25	1,5 m
50|Weidenweg	Haus 1+2	Einzelpumpe	101	1	Stratos 30 1-6	1 m	6 m	37	1,5 m
50|Weidenweg	Haus 3+4	Einzelpumpe	100	1,5 m	Stratos 30 1-6	1 m	6 m	37	1,5 m
50|Weidenweg	Haus 5+6	Einzelpumpe	101	1	Stratos 30 1-6	1 m	6 m	37	1,5 m
51|WerkstWabewegBogenhall		Einzelpumpe	60	1,8 m	Stratos 30 1-6	1 m	6 m	35	1,5 m
53|WohnhausII	Wohnhaus II und Bethanien	Doppel-Reihe	150	bleibt	Stratos 30 1-6	1 m	6 m	37	1,5 m
			150	bleibt					
54|Zentrallager		Einzelpumpe	46	1	Stratos 25 1-6	1 m	6 m	22	1,4 m
55|Zoar		Einzelpumpe	96	bleibt	Stratos 50 1-9	1 m	9 m	96	2 m
Wirtschaftshof	Elim	Einzelpumpe	64	2	Stratos 25 1-6	1 m	6 m	24	1,3 m
Wirtschaftshof	Wäscherei, Mädchenhorst	Einzelpumpe	154	bleibt	Stratos 25 1-6	1 m	6 m	55	1,6 m
Wirtschaftshof	Alte Wäscherei	Einzelpumpe	110	2	Stratos eco 25 1-3	1 m	3 m	24	1,5 m
Wirtschaftshof	Küche/Laden, Theresenheim, Kiosk	Einzelpumpe	585	1	Stratos 40 1-4	1 m	4 m	60	1,7 m
Wirtschaftshof	Frauenhaus, Männerhaus, Kirche, Alte Schneiderei	Doppel-Parallel	260	bleibt	Stratos 50 1-9	1 m	9 m	140	1,9 m
			260	bleibt					

Tabelle 19 Betriebsparameter der optimierten Pumpen und Wahl neuer Heizungspumpen

Gebäudeschlüssel	Kreis, nähere Beschreibung etc.	vorhandene Pumpe, Betriebsart	Berechnung der Energiemengen und Einsparung							
			Laufzeit ca. h	heute kWh/a	runtergestellt			mit neuer Pumpe		
					kWh/a Ist	kWh/a Delta	€/a Delta	kWh/a Ist	kWh/a Delta	€/a Delta
02|Altes Schulhaus		Einzelpumpe	6570	565	329	237	33	230	335	47
04|Asse	Haus I	Einzelpumpe	6570	736	394	342	48	263	473	66
04|Asse	Haus I	Doppel-Reihe	3285	493	493	0	0	131	854	120
			3285	493	493	0	0			
04|Asse	Haus II	Einzelpumpe	6570	460	460	0	0	131	329	46
04|Asse	Haus II	Doppel-Reihe	3285	230	230	0	0	131	329	46
			3285	230	230	0	0			
06|Bethesda		Doppel-Reihe	3285	558	558	0	0	493	624	87
			3285	558	558	0	0			

07|BlumenladenGewächshaus	Glashaus	Einzelpumpe	2190	99	88	11	2	44	55	8
07|BlumenladenGewächshaus	Glashaus	Einzelpumpe	2190	99	88	11	2	44	55	8
07|BlumenladenGewächshaus	Glashaus	Einzelpumpe	2190	99	88	11	2	44	55	8
07|BlumenladenGewächshaus	Aufstellort Wohnhaus I	Einzelpumpe	2190	99	88	11	2	44	55	8
07|BlumenladenGewächshaus	Aufstellort Wohnhaus I	Einzelpumpe	2190	99	88	11	2	44	55	8
10|DorfkrugLaden		Doppel-Reihe	3285	394	394	0	0	131	756	106
			3285	493	493	0	0			
12|Elm	Haus I	Einzelpumpe	6570	223	99	125	17	118	105	15
12|Elm	Haus II	Einzelpumpe	6570	223	99	125	17	118	105	15
13|Emmaus		Doppel-Reihe	3285	1445	1445	0	0	1445	1445	202
			3285	1445	1445	0	0			
16|GartenwegZehn		Einzelpumpe	6570	611	355	256	36	118	493	69
16|GartenwegZehn		Einzelpumpe	6570	920	821	99	14	131	788	110
17|Gärtnereiconainer		Einzelpumpe	6570	493	223	269	38	59	434	61
18|Gärtnereiwohnhaus		Doppel-Reihe	3285	394	394	0	0	164	624	87
			3285	394	394	0	0			
19|Handwerkerhaus		Einzelpumpe	6570	460	460	0	0	158	302	42
20|Kaiserwald		Doppel-Reihe	3285	1445	1445	0	0	788	2102	294
			3285	1445	1445	0	0			
20|Kaiserwald		Einzelpumpe	6570	3548	2497	1051	147	788	2759	386
22|Kegelbahn		Einzelpumpe	6570	440	302	138	19	92	348	49
24|Kindergarten		Doppel-Reihe	3285	246	246	0	0	118	687	96
			3285	558	279	279	39			
27|Krankenhaus		Doppel-Parallel	3285	2332	1478	854	120	854	3811	533
			3285	2332	1478	854	120			
27|Krankenhaus		Einzelpumpe	6570	736	302	434	61	85	650	91
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz I/FBH	Einzelpumpe	6570	197	197	0	0	145	53	7
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1/I	Doppel-Reihe	3285	243	243	0	0	79	723	101
			3285	558	279	279	39			
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1/II	Doppel-Reihe	3285	394	394	0	0	92	696	97
			3285	394	394	0	0			
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1/VI	Doppel-Reihe	3285	246	246	0	0	92	693	97
			3285	539	273	266	37			
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz VI/FBH	Einzelpumpe	6570	210	197	13	2	145	66	9
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4/III	Doppel-Reihe	3285	246	246	0	0	92	549	77
			3285	394	394	0	0			
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4/IV	Doppel-Reihe	3285	1150	1150	0	0	79	1465	205
			3285	394	394	0	0			
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4/V	Doppel-Reihe	3285	246	246	0	0	92	647	91
			3285	493	493	0	0			
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz Mitte	Doppel-Reihe	3285	246	246	0	0	177	315	44
			3285	246	246	0	0			
29|LindenplatzSundern	Sundern I/FBH	Einzelpumpe	6570	611	302	309	43	145	466	65
29|LindenplatzSundern	Sundern 1/I	Einzelpumpe	6570	854	210	644	90	79	775	109
29|LindenplatzSundern	Sundern 1/II	Einzelpumpe	6570	854	230	624	87	92	762	107
29|LindenplatzSundern	Sundern 1/VI	Einzelpumpe	6570	854	230	624	87	92	762	107

29|LindenplatzSundern	Sundern IV/FBH	Einzelpumpe	6570	512	388	125	17	145	368	52
29|LindenplatzSundern	Sundern 4/III	Doppel-Reihe	3285	493	493	0	0	92	959	134
			3285	558	279	279	39			
29|LindenplatzSundern	Sundern 4/IV	Doppel-Reihe	3285	558	279	279	39	79	874	122
			3285	394	394	0	0			
29|LindenplatzSundern	Sundern 4/V	Doppel-Reihe	3285	246	246	0	0	92	713	100
			3285	558	279	279	39			
29|LindenplatzSundern	Sundern Mitte	Doppel-Reihe	3285	246	246	0	0	177	315	44
			3285	246	246	0	0			
30|LindenwegGartenweg	Querbaracke	Einzelpumpe	6570	611	302	309	43	131	480	67
30|LindenwegGartenweg	Werkstatt	Einzelpumpe	6570	953	854	99	14	131	821	115
33|MühlenhofTGF		Doppel-Parallel	3285	1380	706	673	94	131	2727	382
			3285	1478	788	690	97			
34|MühlenhofWohngruppe		Doppel-Reihe	3285	539	273	266	37	164	769	108
			3285	394	394	0	0			
35|Nähzentrum		Einzelpumpe	6570	329	230	99	14	99	230	32
36|Ohe	neue FBH	Einzelpumpe	6570	690	210	480	67	85	604	85
36|Ohe	neue FBH	Einzelpumpe	6570	565	276	289	40	59	506	71
36|Ohe		Einzelpumpe	6570	1077	545	532	75	158	920	129
36|Ohe		Doppel-Reihe	3285	723	723	0	0	296	1150	161
			3285	723	723	0	0			
38|Pfarrhaus		Einzelpumpe	6570	526	361	164	23	145	381	53
39|Sarona		Doppel-Reihe	3285	986	986	0	0	920	1051	147
			3285	986	986	0	0			
40|Schule	Wohnhaus	Doppel-Parallel	3285	920	723	197	28	394	1478	207
			3285	953	723	230	32			
40|Schule	Schule	Doppel-Parallel	3285	1117	1117	0	0	263	2300	322
			3285	1445	1445	0	0			
41|SchwimmbadTurnhalle	Lüftung	Einzelpumpe	4380	219	219	0	0	131	88	12
41|SchwimmbadTurnhalle	Schwimmhalle	Einzelpumpe	6570	447	296	151	21	131	315	44
41|SchwimmbadTurnhalle	Turnhalle	Einzelpumpe	6570	329	296	33	5	131	197	28
42|Sonnenschein		Einzelpumpe	6570	1840	986	854	120	591	1248	175
43|Therapiehaus		Einzelpumpe	6570	736	302	434	61	125	611	86
45|TischlereiSchlosserei		Einzelpumpe	6570	736	302	434	61	131	604	85
46|Verwaltung		Einzelpumpe	6570	677	677	0	0	210	466	65
47|Wabehaus		Doppel-Reihe	3285	608	608	0	0	263	1068	149
			3285	723	723	0	0			
48|WabewegDreiDreiA		Einzelpumpe	6570	407	329	79	11	164	243	34
50|Weidenweg	Haus 1+2	Einzelpumpe	6570	664	664	0	0	243	420	59
50|Weidenweg	Haus 3+4	Einzelpumpe	6570	854	657	197	28	243	611	86
50|Weidenweg	Haus 5+6	Einzelpumpe	6570	664	664	0	0	243	420	59
51|WerkstWabewegBogenhall		Einzelpumpe	6570	1248	394	854	120	230	1018	143
53|WohnhausII	Wohnhaus II und Bethanien	Doppel-Reihe	3285	493	493	0	0	243	742	104
			3285	493	493	0	0			
54|Zentrallager		Einzelpumpe	6570	736	302	434	61	145	591	83
55|Zoar		Einzelpumpe	6570	631	631	0	0	631	0	0

Wirtschaftshof	Elim	Einzelpumpe	6570	736	420	315	44	158	578	81
Wirtschaftshof	Wäscherei, Mädchenhorst	Einzelpumpe	6570	1012	1012	0	0	361	650	91
Wirtschaftshof	Alte Wäscherei	Einzelpumpe	6570	1012	723	289	40	158	854	120
Wirtschaftshof	Küche/Laden, Theresen-heim, Kiosk	Einzelpumpe	6570	6373	3843	2529	354	394	5979	837
Wirtschaftshof	Frauenhaus, Männerhaus, Kirche, Alte Schneiderei	Doppel-Parallel	3285	854	854	0	0	920	788	160
			3285	854	854	0	0			

Tabelle 20 Berechnung der Energiemengen und Einsparungen bei Heizungspumpen

Gebäudeschlüssel	Kreis, nähere Beschreibung etc.	vorhandene Pumpe, Betriebsart	Investition				
				neue Pumpe			
			Runterstellen, ca. €	neue Pumpe incl. ggf. Passstücken, ca. €	Einbau und Ein-stellen, ca. €	Änderung DN/Länge, ca. €	Umbau Doppel-pumpe ca. €
02|Altes Schulhaus		Einzelpumpe	30	450	60	0	0
04|Asse	Haus I	Einzelpumpe	30	300	60	0	0
04|Asse	Haus I	Doppel-Reihe	0 0	500	60	0	290
04|Asse	Haus II	Einzelpumpe	0	250	60	0	0
04|Asse	Haus II	Doppel-Reihe	0 0	500	60	0	290
06|Bethesda		Doppel-Reihe	0 0	650	60	0	290
07|BlumenladenGewächshaus	Glashaus	Einzelpumpe	30	500	60	190	0
07|BlumenladenGewächshaus	Glashaus	Einzelpumpe	30	500	60	190	0
07|BlumenladenGewächshaus	Glashaus	Einzelpumpe	30	500	60	190	0
07|BlumenladenGewächshaus	Aufstellort Wohnhaus I	Einzelpumpe	30	500	60	190	0
07|BlumenladenGewächshaus	Aufstellort Wohnhaus I	Einzelpumpe	30	500	60	190	0
10|DorfkrugLaden		Doppel-Reihe	0 0	500	60	0	290
12|Elm	Haus I	Einzelpumpe	30	250	60	0	0
12|Elm	Haus II	Einzelpumpe	30	250	60	0	0
13|Emmaus		Doppel-Reihe	0 0	1400	60	190	290
16|GartenwegZehn		Einzelpumpe	30	300	60	0	0
16|GartenwegZehn		Einzelpumpe	30	500	60	0	0
17|Gärtnereiconainer		Einzelpumpe	30	250	60	0	0
18|Gärtnereiwohnhaus		Doppel-Reihe	0 0	500	60	190	290
19|Handwerkerhaus		Einzelpumpe	0		60	190	0
20|Kaiserwald		Doppel-Reihe	0 0	1400	60	190	290

20|Kaiserwald		Einzelpumpe	30	1400	60	190	0
22|Kegelbahn		Einzelpumpe	30	250	60	0	0
24|Kindergarten		Doppel-Reihe	0 30	250	60	190	290
27|Krankenhaus		Doppel-Parallel	30 30	1100	60	190	290
27|Krankenhaus		Einzelpumpe	30	250	60	0	0
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz I/FBH	Einzelpumpe	0	250	60	0	0
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1/I	Doppel-Reihe	0 30	250	60	190	290
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1/II	Doppel-Reihe	0 0	250	60	190	290
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1/VI	Doppel-Reihe	0 30	250	60	190	290
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz VI/FBH	Einzelpumpe	30	250	60	0	0
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4/III	Doppel-Reihe	0 0	250	60	190	290
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4/IV	Doppel-Reihe	0 0	250	60	190	290
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4/V	Doppel-Reihe	0 0	250	60	190	290
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz Mitte	Doppel-Reihe	0 0	500	60	0	290
29|LindenplatzSundern	Sundern I/FBH	Einzelpumpe	30	250	60	0	0
29|LindenplatzSundern	Sundern 1/I	Einzelpumpe	30	250	60	190	0
29|LindenplatzSundern	Sundern 1/II	Einzelpumpe	30	250	60	190	0
29|LindenplatzSundern	Sundern 1/VI	Einzelpumpe	30	250	60	190	0
29|LindenplatzSundern	Sundern IV/FBH	Einzelpumpe	30	250	60	0	0
29|LindenplatzSundern	Sundern 4/III	Doppel-Reihe	0 30	250	60	190	290
29|LindenplatzSundern	Sundern 4/IV	Doppel-Reihe	30 0	250	60	190	290
29|LindenplatzSundern	Sundern 4/V	Doppel-Reihe	0 30	250	60	190	290
29|LindenplatzSundern	Sundern Mitte	Doppel-Reihe	0 0	500	60	0	290
30|LindenwegGartenweg	Querbaracke	Einzelpumpe	30	500	60	190	0
30|LindenwegGartenweg	Werkstatt	Einzelpumpe	30	500	60	0	0
33|MühlenhofTGF		Doppel-Parallel	30 30	500	60	190	290
34|MühlenhofWohngruppe		Doppel-Reihe	30 0	500	60	190	290
35|Nähzentrum		Einzelpumpe	30	250	60	0	0
36|Ohe	neue FBH	Einzelpumpe	30	250	60	0	0
36|Ohe	neue FBH	Einzelpumpe	30	250	60	0	0
36|Ohe		Einzelpumpe	30	300	60	190	0

36|Ohe		Doppel-Reihe	0 0	500	60	190	290
38|Pfarrhaus		Einzelpumpe	30	500	60	0	0
39|Sarona		Doppel-Reihe	0 0	1400	60	190	290
40|Schule	Wohnhaus	Doppel-Parallel	30 30	1100	60	190	290
40|Schule	Schule	Doppel-Parallel	0 0	650	60	190	290
41|SchwimmbadTurnhalle	Lüftung	Einzelpumpe	0	300	60	0	0
41|SchwimmbadTurnhalle	Schwimmhalle	Einzelpumpe	30	500	60	0	0
41|SchwimmbadTurnhalle	Turnhalle	Einzelpumpe	30	500	60	0	0
42|Sonnenschein		Einzelpumpe	30	1100	60	190	0
43|Therapiehaus		Einzelpumpe	30	250	60	0	0
45|TischlereiSchlosserei		Einzelpumpe	30	450	60	0	0
46|Verwaltung		Einzelpumpe	0	500	60	190	0
47|Wabehaus		Doppel-Reihe	0 0	500	60	190	290
48|WabewegDreiDreiA		Einzelpumpe	30	500	60	0	0
50|Weidenweg	Haus 1+2	Einzelpumpe	0	500	60	190	0
50|Weidenweg	Haus 3+4	Einzelpumpe	30	500	60	190	0
50|Weidenweg	Haus 5+6	Einzelpumpe	0	500	60	190	0
51|WerkstWabewegBogenhall		Einzelpumpe	30	500	60	0	0
53|WohnhausII	Wohnhaus II und Bethanien	Doppel-Reihe	0 0	500	60	190	290
54|Zentrallager		Einzelpumpe	30	450	60	0	0
55|Zoar		Einzelpumpe	0	1400	60	190	0
Wirtschaftshof	Elim	Einzelpumpe	30	450	60	0	0
Wirtschaftshof	Wäscherei, Mädchenhorst	Einzelpumpe	0	450	60	0	0
Wirtschaftshof	Alte Wäscherei	Einzelpumpe	30	250	60	0	0
Wirtschaftshof	Küche/Laden, Theresenheim, Kiosk	Einzelpumpe	30	650	60	190	0
Wirtschaftshof	Frauenhaus, Männerhaus, Kirche, Alte Schneiderei	Doppel-Parallel	0 0	1400	60	190	290

Tabelle 21 Investitionskosten bei Heizungspumpen

Gebäudeschlüssel	Kreis, nähere Beschreibung etc.	vorhandene Pumpe, Betriebsart	äquivalenter Energiepreis: Runterstellen			Wirtschaftlichkeit: Runterstellen			statische Amortisation
			Investition, in ca. €	jährliche Mehrkosten, in €/a	äquivalenter Energiepreis, in €/kWh	Strom heute, 0,14 €/kWh	Strom mittel 0,21 €/kWh	dynamische Amortisation, ca. in a	in a
02|Altes Schulhaus		Einzelpumpe	30	4	0,016	0,14	0,214	sofort	1
04|Asse	Haus I	Einzelpumpe	30	4	0,011	0,14	0,214	sofort	1
04|Asse	Haus I	Doppel-Reihe	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
			0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
04|Asse	Haus II	Einzelpumpe	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.

04|Asse	Haus II	Doppel-Reihe	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
			0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
06|Bethesda		Doppel-Reihe	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
			0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
07|BlumenladenGewächshaus	Glashaus	Einzelpumpe	30	4	0,338	0,14	0,214	27	20
07|BlumenladenGewächshaus	Glashaus	Einzelpumpe	30	4	0,338	0,14	0,214	27	20
07|BlumenladenGewächshaus	Glashaus	Einzelpumpe	30	4	0,338	0,14	0,214	27	20
07|BlumenladenGewächshaus	Aufstellort Wohnhaus I	Einzelpumpe	30	4	0,338	0,14	0,214	27	20
07|BlumenladenGewächshaus	Aufstellort Wohnhaus I	Einzelpumpe	30	4	0,338	0,14	0,214	27	20
10|DorfkrugLaden		Doppel-Reihe	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
			0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
12|Elm	Haus I	Einzelpumpe	30	4	0,030	0,14	0,214	sofort	2
12|Elm	Haus II	Einzelpumpe	30	4	0,030	0,14	0,214	sofort	2
13|Emmaus		Doppel-Reihe	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
			0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
16|GartenwegZehn		Einzelpumpe	30	4	0,014	0,14	0,214	sofort	1
16|GartenwegZehn		Einzelpumpe	30	4	0,038	0,14	0,214	sofort	2
17|Gärtnereiconainer		Einzelpumpe	30	4	0,014	0,14	0,214	sofort	1
18|Gärtnereiwohnhaus		Doppel-Reihe	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
			0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
19|Handwerkerhaus		Einzelpumpe	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
20|Kaiserwald		Doppel-Reihe	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
			0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
20|Kaiserwald		Einzelpumpe	30	4	0,004	0,14	0,214	sofort	0
22|Kegelbahn		Einzelpumpe	30	4	0,027	0,14	0,214	sofort	2
24|Kindergarten		Doppel-Reihe	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
			30	4	0,013	0,14	0,214	sofort	1
27|Krankenhaus		Doppel-Parallel	30	4	0,004	0,14	0,214	sofort	0
			30	4	0,004	0,14	0,214	sofort	0
27|Krankenhaus		Einzelpumpe	30	4	0,009	0,14	0,214	sofort	0
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz I/FBH	Einzelpumpe	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1/I	Doppel-Reihe	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
			30	4	0,013	0,14	0,214	sofort	1
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1/II	Doppel-Reihe	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
			0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1/VI	Doppel-Reihe	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
			30	4	0,014	0,14	0,214	sofort	1
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz VI/FBH	Einzelpumpe	30	4	0,281	0,14	0,214	19	16
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4/III	Doppel-Reihe	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
			0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4/IV	Doppel-Reihe	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
			0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4/V	Doppel-Reihe	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
			0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz Mitte	Doppel-Reihe	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
			0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.

29|LindenplatzSundern	Sundern I/FBH	Einzelpumpe	30	4	0,012	0,14	0,214	sofort	1
29|LindenplatzSundern	Sundern 1/I	Einzelpumpe	30	4	0,006	0,14	0,214	sofort	0
29|LindenplatzSundern	Sundern 1/II	Einzelpumpe	30	4	0,006	0,14	0,214	sofort	0
29|LindenplatzSundern	Sundern 1/VI	Einzelpumpe	30	4	0,006	0,14	0,214	sofort	0
29|LindenplatzSundern	Sundern IV/FBH	Einzelpumpe	30	4	0,030	0,14	0,214	sofort	2
29|LindenplatzSundern	Sundern 4/III	Doppel-Reihe	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
			30	4	0,013	0,14	0,214	sofort	1
29|LindenplatzSundern	Sundern 4/IV	Doppel-Reihe	30	4	0,013	0,14	0,214	sofort	1
			0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
29|LindenplatzSundern	Sundern 4/V	Doppel-Reihe	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
			30	4	0,013	0,14	0,214	sofort	1
29|LindenplatzSundern	Sundern Mitte	Doppel-Reihe	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
			0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
30|LindenwegGartenweg	Querbaracke	Einzelpumpe	30	4	0,012	0,14	0,214	sofort	1
30|LindenwegGartenweg	Werkstatt	Einzelpumpe	30	4	0,038	0,14	0,214	sofort	2
33|MühlenhofTGF		Doppel-Parallel	30	4	0,005	0,14	0,214	sofort	0
			30	4	0,005	0,14	0,214	sofort	0
34|MühlenhofWohngruppe		Doppel-Reihe	30	4	0,014	0,14	0,214	sofort	1
			0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
35|Nähzentrum		Einzelpumpe	30	4	0,038	0,14	0,214	sofort	2
36|Ohe	neue FBH	Einzelpumpe	30	4	0,008	0,14	0,214	sofort	0
36|Ohe	neue FBH	Einzelpumpe	30	4	0,013	0,14	0,214	sofort	1
36|Ohe		Einzelpumpe	30	4	0,007	0,14	0,214	sofort	0
36|Ohe		Doppel-Reihe	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
			0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
38|Pfarrhaus		Einzelpumpe	30	4	0,023	0,14	0,214	sofort	1
39|Sarona		Doppel-Reihe	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
			0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
40|Schule	Wohnhaus	Doppel-Parallel	30	4	0,019	0,14	0,214	sofort	1
			30	4	0,016	0,14	0,214	sofort	1
40|Schule	Schule	Doppel-Parallel	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
			0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
41|SchwimmbadTurnhalle	Lüftung	Einzelpumpe	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
41|SchwimmbadTurnhalle	Schwimmhalle	Einzelpumpe	30	4	0,024	0,14	0,214	sofort	1
41|SchwimmbadTurnhalle	Turnhalle	Einzelpumpe	30	4	0,113	0,14	0,214	sofort	7
42|Sonnenschein		Einzelpumpe	30	4	0,004	0,14	0,214	sofort	0
43|Therapiehaus		Einzelpumpe	30	4	0,009	0,14	0,214	sofort	0
45|TischlereiSchlosserei		Einzelpumpe	30	4	0,009	0,14	0,214	sofort	0
46|Verwaltung		Einzelpumpe	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
47|Wabehaus		Doppel-Reihe	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
			0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
48|WabewegDreiDreiA		Einzelpumpe	30	4	0,047	0,14	0,214	sofort	3
50|Weidenweg	Haus 1+2	Einzelpumpe	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
50|Weidenweg	Haus 3+4	Einzelpumpe	30	4	0,019	0,14	0,214	sofort	1
50|Weidenweg	Haus 5+6	Einzelpumpe	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
51|WerkstWabewegBogenhall		Einzelpumpe	30	4	0,004	0,14	0,214	sofort	0

53|WohnhausII	Wohnhaus II und Bethanien	Doppel-Reihe	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
			0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
54|Zentrallager		Einzelpumpe	30	4	0,009	0,14	0,214	sofort	0
55|Zoar		Einzelpumpe	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
Wirtschaftshof	Elim	Einzelpumpe	30	4	0,012	0,14	0,214	sofort	1
Wirtschaftshof	Wäscherei, Mädchenhorst	Einzelpumpe	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
Wirtschaftshof	Alte Wäscherei	Einzelpumpe	30	4	0,013	0,14	0,214	sofort	1
Wirtschaftshof	Küche/Laden, Theresenheim, Kiosk	Einzelpumpe	30	4	0,001	0,14	0,214	sofort	0
Wirtschaftshof	Frauenhaus, Männerhaus, Kirche, Alte Schneiderei	Doppel-Parallel	0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.
			0	0	k. A.	0,14	0,214	k. A.	k. A.

Tabelle 22 Wirtschaftlichkeit der Optimierung bestehender Heizungspumpen

Gebäudeschlüssel	Kreis, nähere Beschreibung etc.	vorhandene Pumpe, Betriebsart	äquivalenter Energiepreis: neue Pumpe			Wirtschaftlichkeit: neue Pumpe			statische Amortisation
			Investition, in ca. €	jährliche Mehrkosten, in €/a	äquivalenter Energiepreis, in €/kWh	Strom heute, 0,14 €/kWh	Strom mittel 0,21 €/kWh	dynamische Amortisation, ca. in a	neue Pumpe in a
02|Altes Schulhaus		Einzelpumpe	510	63	0,19	0,14	0,21	6	11
04|Asse	Haus I	Einzelpumpe	360	44	0,09	0,14	0,21	sofort	5
04|Asse	Haus I	Doppel-Reihe	850	105	0,123	0,14	0,21	sofort	7
04|Asse	Haus II	Einzelpumpe	310	38	0,12	0,14	0,21	sofort	7
04|Asse	Haus II	Doppel-Reihe	850	105	0,319	0,14	0,21	24	18
06|Bethesda		Doppel-Reihe	1000	123	0,198	0,14	0,21	8	11
07|BlumenladenGewächshaus	Glashaus	Einzelpumpe	750	92	1,69	0,14	0,21	210	98
07|BlumenladenGewächshaus	Glashaus	Einzelpumpe	750	92	1,69	0,14	0,21	210	98
07|BlumenladenGewächshaus	Glashaus	Einzelpumpe	750	92	1,69	0,14	0,21	210	98
07|BlumenladenGewächshaus	Aufstellort Wohnhaus I	Einzelpumpe	750	92	1,69	0,14	0,21	210	98
07|BlumenladenGewächshaus	Aufstellort Wohnhaus I	Einzelpumpe	750	92	1,69	0,14	0,21	210	98
10|DorfkrugLaden		Doppel-Reihe	850	105	0,139	0,14	0,21	sofort	8
12|Elm	Haus I	Einzelpumpe	310	38	0,36	0,14	0,21	30	21
12|Elm	Haus II	Einzelpumpe	310	38	0,36	0,14	0,21	30	21
13|Emmaus		Doppel-Reihe	1940	239	0,165	0,14	0,21	3	10
16|GartenwegZehn		Einzelpumpe	360	44	0,09	0,14	0,21	sofort	5
16|GartenwegZehn		Einzelpumpe	560	69	0,09	0,14	0,21	sofort	5
17|Gärtnereiconainer		Einzelpumpe	310	38	0,09	0,14	0,21	sofort	5
18|Gärtnereiwohnhaus		Doppel-Reihe	1040	128	0,205	0,14	0,21	9	12

19|Handwerkerhaus		Einzelpumpe	250	31	0,10	0,14	0,21	sofort	6
20|Kaiserwald		Doppel-Reihe	1940	239	0,114	0,14	0,21	sofort	7
20|Kaiserwald		Einzelpumpe	1650	203	0,07	0,14	0,21	sofort	4
22|Kegelbahn		Einzelpumpe	310	38	0,11	0,14	0,21	sofort	6
24|Kindergarten		Doppel-Reihe	790	97	0,142	0,14	0,21	0	8
27|Krankenhaus		Doppel-Parallel	1640	202	0,053	0,14	0,21	sofort	3
27|Krankenhaus		Einzelpumpe	310	38	0,06	0,14	0,21	sofort	3
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz I/FBH	Einzelpumpe	310	38	0,73	0,14	0,21	80	42
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1/I	Doppel-Reihe	790	97	0,135	0,14	0,21	sofort	8
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1/II	Doppel-Reihe	790	97	0,140	0,14	0,21	sofort	8
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1/VI	Doppel-Reihe	790	97	0,141	0,14	0,21	0	8
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz VI/FBH	Einzelpumpe	310	38	0,58	0,14	0,21	60	34
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4/III	Doppel-Reihe	790	97	0,178	0,14	0,21	5	10
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4/IV	Doppel-Reihe	790	97	0,066	0,14	0,21	sofort	4
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4/V	Doppel-Reihe	790	97	0,151	0,14	0,21	1	9
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz Mitte	Doppel-Reihe	850	105	0,332	0,14	0,21	26	19
29|LindenplatzSundern	Sundern I/FBH	Einzelpumpe	310	38	0,08	0,14	0,21	sofort	5
29|LindenplatzSundern	Sundern 1/I	Einzelpumpe	500	62	0,08	0,14	0,21	sofort	5
29|LindenplatzSundern	Sundern 1/II	Einzelpumpe	500	62	0,08	0,14	0,21	sofort	5
29|LindenplatzSundern	Sundern 1/VI	Einzelpumpe	500	62	0,08	0,14	0,21	sofort	5
29|LindenplatzSundern	Sundern IV/FBH	Einzelpumpe	310	38	0,10	0,14	0,21	sofort	6
29|LindenplatzSundern	Sundern 4/III	Doppel-Reihe	790	97	0,102	0,14	0,21	sofort	6
29|LindenplatzSundern	Sundern 4/IV	Doppel-Reihe	790	97	0,111	0,14	0,21	sofort	6
29|LindenplatzSundern	Sundern 4/V	Doppel-Reihe	790	97	0,137	0,14	0,21	sofort	8
29|LindenplatzSundern	Sundern Mitte	Doppel-Reihe	850	105	0,332	0,14	0,21	26	19
30|LindenwegGartenweg	Querbaracke	Einzelpumpe	750	92	0,19	0,14	0,21	7	11
30|LindenwegGartenweg	Werkstatt	Einzelpumpe	560	69	0,08	0,14	0,21	sofort	5
33|MühlenhofTGF		Doppel-Parallel	1040	128	0,047	0,14	0,21	sofort	3
34|MühlenhofWohngruppe		Doppel-Reihe	1040	128	0,167	0,14	0,21	4	10
35|Nähzentrum		Einzelpumpe	310	38	0,17	0,14	0,21	4	10

36|Ohe	neue FBH	Einzelpumpe	310	38	0,06	0,14	0,21	sofort	4
36|Ohe	neue FBH	Einzelpumpe	310	38	0,08	0,14	0,21	sofort	4
36|Ohe		Einzelpumpe	550	68	0,07	0,14	0,21	sofort	4
36|Ohe		Doppel-Reihe	1140	141	0,122	0,14	0,21	sofort	7
38|Pfarrhaus		Einzelpumpe	560	69	0,18	0,14	0,21	6	10
39|Sarona		Doppel-Reihe	1940	239	0,228	0,14	0,21	12	13
40|Schule	Wohnhaus	Doppel-Parallel	1640	202	0,137	0,14	0,21	sofort	8
40|Schule	Schule	Doppel-Parallel	1190	147	0,064	0,14	0,21	sofort	4
41|SchwimmbadTurnhalle	Lüftung	Einzelpumpe	360	44	0,51	0,14	0,21	50	29
41|SchwimmbadTurnhalle	Schwimmhalle	Einzelpumpe	560	69	0,22	0,14	0,21	11	13
41|SchwimmbadTurnhalle	Turnhalle	Einzelpumpe	560	69	0,35	0,14	0,21	29	20
42|Sonnenschein		Einzelpumpe	1350	166	0,13	0,14	0,21	sofort	8
43|Therapiehaus		Einzelpumpe	310	38	0,06	0,14	0,21	sofort	4
45|TischlereiSchlosserei		Einzelpumpe	510	63	0,10	0,14	0,21	sofort	6
46|Verwaltung		Einzelpumpe	750	92	0,20	0,14	0,21	8	11
47|Wabehaus		Doppel-Reihe	1040	128	0,120	0,14	0,21	sofort	7
48|WabewegDreiDreiA		Einzelpumpe	560	69	0,28	0,14	0,21	20	16
50|Weidenweg	Haus 1+2	Einzelpumpe	750	92	0,22	0,14	0,21	11	13
50|Weidenweg	Haus 3+4	Einzelpumpe	750	92	0,15	0,14	0,21	2	9
50|Weidenweg	Haus 5+6	Einzelpumpe	750	92	0,22	0,14	0,21	11	13
51|WerkstWabewegBogenhall		Einzelpumpe	560	69	0,07	0,14	0,21	sofort	4
53|WohnhausII	Wohnhaus II und Bethanien	Doppel-Reihe	1040	128	0,173	0,14	0,21	4	10
54|Zentrallager		Einzelpumpe	510	63	0,11	0,14	0,21	sofort	6
55|Zoar		Einzelpumpe	1650	203	k. A.	0,14	0,21	k. A.	k. A.
Wirtschaftshof	Elim	Einzelpumpe	510	63	0,11	0,14	0,21	sofort	6
Wirtschaftshof	Wäscherei, Mädchenhorst	Einzelpumpe	510	63	0,10	0,14	0,21	sofort	6
Wirtschaftshof	Alte Wäscherei	Einzelpumpe	310	38	0,04	0,14	0,21	sofort	3
Wirtschaftshof	Küche/Laden, Theresenheim, Kiosk	Einzelpumpe	900	111	0,02	0,14	0,21	sofort	1
Wirtschaftshof	Frauenhaus, Männerhaus, Kirche, Alte Schneiderei	Doppel-Parallel	1940	239	0,303	0,14	0,21	22	18

Tabelle 23 Wirtschaftlichkeit neuer Heizungspumpen bei normaler Finanzierung

Gebäudeschlüssel	Kreis, nähere Beschreibung etc.	vorhandene Pumpe, Betriebsart	äquivalenter Energiepreis: neue Pumpe			Wirtschaftlichkeit: neue Pumpe			statische Amortisation
			Investition, in ca. €	jährliche Mehrkosten, in €/a	äquivalenter Energiepreis, in €/kWh	Strom heute, 0,14 €/kWh	Strom mittel 0,21 €/kWh	dynamische Amortisation, ca. in a	in a
02|Altes Schulhaus		Einzelpumpe	60	7	0,02	0,14	0,21	sofort	1
04|Asse	Haus I	Einzelpumpe	60	7	0,02	0,14	0,21	sofort	1
04|Asse	Haus I	Doppel-Reihe	350	43	0,051	0,14	0,21	sofort	3
04|Asse	Haus II	Einzelpumpe	60	7	0,02	0,14	0,21	sofort	1
04|Asse	Haus II	Doppel-Reihe	350	43	0,131	0,14	0,21	sofort	8
06|Bethesda		Doppel-Reihe	350	43	0,069	0,14	0,21	sofort	4
07|BlumenladenGewächshaus	Glashaus	Einzelpumpe	250	31	0,56	0,14	0,21	57	33
07|BlumenladenGewächshaus	Glashaus	Einzelpumpe	250	31	0,56	0,14	0,21	57	33
07|BlumenladenGewächshaus	Glashaus	Einzelpumpe	250	31	0,56	0,14	0,21	57	33
07|BlumenladenGewächshaus	Aufstellort Wohnhaus I	Einzelpumpe	250	31	0,56	0,14	0,21	57	33
07|BlumenladenGewächshaus	Aufstellort Wohnhaus I	Einzelpumpe	250	31	0,56	0,14	0,21	57	33
10|DorfkrugLaden		Doppel-Reihe	350	43	0,057	0,14	0,21	sofort	3
12|Elm	Haus I	Einzelpumpe	60	7	0,07	0,14	0,21	sofort	4
12|Elm	Haus II	Einzelpumpe	60	7	0,07	0,14	0,21	sofort	4
13|Emmaus		Doppel-Reihe	540	67	0,046	0,14	0,21	sofort	3
16|GartenwegZehn		Einzelpumpe	60	7	0,02	0,14	0,21	sofort	1
16|GartenwegZehn		Einzelpumpe	60	7	0,01	0,14	0,21	sofort	1
17|Gärtnereiconainer		Einzelpumpe	60	7	0,02	0,14	0,21	sofort	1
18|Gärtnereiwohnhaus		Doppel-Reihe	540	67	0,107	0,14	0,21	sofort	6
19|Handwerkerhaus		Einzelpumpe	250	31	0,10	0,14	0,21	sofort	6
20|Kaiserwald		Doppel-Reihe	540	67	0,032	0,14	0,21	sofort	2
20|Kaiserwald		Einzelpumpe	250	31	0,01	0,14	0,21	sofort	1
22|Kegelbahn		Einzelpumpe	60	7	0,02	0,14	0,21	sofort	1
24|Kindergarten		Doppel-Reihe	540	67	0,097	0,14	0,21	sofort	6
27|Krankenhaus		Doppel-Parallel	540	67	0,017	0,14	0,21	sofort	1
27|Krankenhaus		Einzelpumpe	60	7	0,01	0,14	0,21	sofort	1
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz I/FBH	Einzelpumpe	60	7	0,14	0,14	0,21	0	8
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1/I	Doppel-Reihe	540	67	0,092	0,14	0,21	sofort	5

29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1/II	Doppel-Reihe	540	67	0,096	0,14	0,21	sofort	6
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1/VI	Doppel-Reihe	540	67	0,096	0,14	0,21	sofort	6
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz VI/FBH	Einzelpumpe	60	7	0,11	0,14	0,21	sofort	7
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4/III	Doppel-Reihe	540	67	0,121	0,14	0,21	sofort	7
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4/IV	Doppel-Reihe	540	67	0,045	0,14	0,21	sofort	3
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4/V	Doppel-Reihe	540	67	0,103	0,14	0,21	sofort	6
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz Mitte	Doppel-Reihe	350	43	0,137	0,14	0,21	sofort	8
29|LindenplatzSundern	Sundern I/FBH	Einzelpumpe	60	7	0,02	0,14	0,21	sofort	1
29|LindenplatzSundern	Sundern 1/I	Einzelpumpe	250	31	0,04	0,14	0,21	sofort	2
29|LindenplatzSundern	Sundern 1/II	Einzelpumpe	250	31	0,04	0,14	0,21	sofort	2
29|LindenplatzSundern	Sundern 1/VI	Einzelpumpe	250	31	0,04	0,14	0,21	sofort	2
29|LindenplatzSundern	Sundern IV/FBH	Einzelpumpe	60	7	0,02	0,14	0,21	sofort	1
29|LindenplatzSundern	Sundern 4/III	Doppel-Reihe	540	67	0,069	0,14	0,21	sofort	4
29|LindenplatzSundern	Sundern 4/IV	Doppel-Reihe	540	67	0,076	0,14	0,21	sofort	4
29|LindenplatzSundern	Sundern 4/V	Doppel-Reihe	540	67	0,093	0,14	0,21	sofort	5
29|LindenplatzSundern	Sundern Mitte	Doppel-Reihe	350	43	0,137	0,14	0,21	sofort	8
30|LindenwegGartenweg	Querbaracke	Einzelpumpe	250	31	0,06	0,14	0,21	sofort	4
30|LindenwegGartenweg	Werkstatt	Einzelpumpe	60	7	0,01	0,14	0,21	sofort	1
33|MühlenhofTGF		Doppel-Parallel	540	67	0,024	0,14	0,21	sofort	1
34|MühlenhofWohngruppe		Doppel-Reihe	540	67	0,087	0,14	0,21	sofort	5
35|Nähzentrum		Einzelpumpe	60	7	0,03	0,14	0,21	sofort	2
36|Ohe	neue FBH	Einzelpumpe	60	7	0,01	0,14	0,21	sofort	1
36|Ohe	neue FBH	Einzelpumpe	60	7	0,01	0,14	0,21	sofort	1
36|Ohe		Einzelpumpe	250	31	0,03	0,14	0,21	sofort	2
36|Ohe		Doppel-Reihe	640	79	0,069	0,14	0,21	sofort	4
38|Pfarrhaus		Einzelpumpe	60	7	0,02	0,14	0,21	sofort	1
39|Sarona		Doppel-Reihe	540	67	0,063	0,14	0,21	sofort	4
40|Schule	Wohnhaus	Doppel-Parallel	540	67	0,045	0,14	0,21	sofort	3
40|Schule	Schule	Doppel-Parallel	540	67	0,029	0,14	0,21	sofort	2
41|SchwimmbadTurnhalle	Lüftung	Einzelpumpe	60	7	0,08	0,14	0,21	sofort	5

41|SchwimmbadTurnhalle	Schwimmhalle	Einzelpumpe	60	7	0,02	0,14	0,21	sofort	1
41|SchwimmbadTurnhalle	Turnhalle	Einzelpumpe	60	7	0,04	0,14	0,21	sofort	2
42|Sonnenschein		Einzelpumpe	250	31	0,02	0,14	0,21	sofort	1
43|Therapiehaus		Einzelpumpe	60	7	0,01	0,14	0,21	sofort	1
45|TischlereiSchlosserei		Einzelpumpe	60	7	0,01	0,14	0,21	sofort	1
46|Verwaltung		Einzelpumpe	250	31	0,07	0,14	0,21	sofort	4
47|Wabehaus		Doppel-Reihe	540	67	0,062	0,14	0,21	sofort	4
48|WabewegDreiDreiA		Einzelpumpe	60	7	0,03	0,14	0,21	sofort	2
50|Weidenweg	Haus 1+2	Einzelpumpe	250	31	0,07	0,14	0,21	sofort	4
50|Weidenweg	Haus 3+4	Einzelpumpe	250	31	0,05	0,14	0,21	sofort	3
50|Weidenweg	Haus 5+6	Einzelpumpe	250	31	0,07	0,14	0,21	sofort	4
51|WerkstWabewegBogenhall		Einzelpumpe	60	7	0,01	0,14	0,21	sofort	0
53|WohnhausII	Wohnhaus II und Bethanien	Doppel-Reihe	540	67	0,090	0,14	0,21	sofort	5
54|Zentrallager		Einzelpumpe	60	7	0,01	0,14	0,21	sofort	1
55|Zoar		Einzelpumpe	250	31	k. A.	0,14	0,21	k. A.	k. A.
Wirtschaftshof	Elim	Einzelpumpe	60	7	0,01	0,14	0,21	sofort	1
Wirtschaftshof	Wäscherei, Mädchenhorst	Einzelpumpe	60	7	0,01	0,14	0,21	sofort	1
Wirtschaftshof	Alte Wäscherei	Einzelpumpe	60	7	0,01	0,14	0,21	sofort	1
Wirtschaftshof	Küche/Laden, Theresenheim, Kiosk	Einzelpumpe	250	31	0,01	0,14	0,21	sofort	0
Wirtschaftshof	Frauenhaus, Männerhaus, Kirche, Alte Schneiderei	Doppel-Parallel	540	67	0,084	0,14	0,21	sofort	5

Tabelle 24 Wirtschaftlichkeit neuer Heizungspumpen bei Sponsoring

7.4 Vergleich mit WILO

Gebäudeschlüssel	Kreis, nähere Beschreibung etc.	Kreisart	vorhandene Pumpe - Allgemeines, Betriebsart	Daten der neuen Pumpe		Daten von WILO		
				Typbezeichnung	Leistung ca. W eingestellt	Typ	Umbau?	Leistung, in W
02|Altes Schulhaus		Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos 25 1-6	35	Stratos 25/1-6	nein	40
04|Asse	Haus I	Flächenheizung	Einzelpumpe	Stratos eco 25 1-5	40	Stratos 30/1-8	nein	82
04|Asse	Haus I	Heizkörper	Doppel-Reihe	Stratos 30 1-6	20	Stratos 30/1-6	ja	51
04|Asse	Haus II	Flächenheizung	Einzelpumpe	Stratos eco 25 1-3	20	Stratos 25/1-6	nein	82
04|Asse	Haus II	Heizkörper	Doppel-Reihe	Stratos 30 1-6	20	Stratos 30/1-6	ja	51
06|Bethesda		Heizkörper	Doppel-Reihe	Stratos 40 1-4	75	Stratos 40/1-4	ja	81
07|BlumenladenGewächshaus	Glashaus	Sonstige	Einzelpumpe	Stratos 30 1-6	20	kein Ersatz angeboten		

07|BlumenladenGewächshaus	Glashaus	Sonstige	Einzelpumpe	Stratos 30 1-6	20	kein Ersatz angeboten		
07|BlumenladenGewächshaus	Glashaus	Sonstige	Einzelpumpe	Stratos 30 1-6	20	kein Ersatz angeboten		
07|BlumenladenGewächshaus	Aufstellort Wohnhaus I	Sonstige	Einzelpumpe	Stratos 30 1-6	20	kein Ersatz angeboten		
07|BlumenladenGewächshaus	Aufstellort Wohnhaus I	Sonstige	Einzelpumpe	Stratos 30 1-6	20	kein Ersatz angeboten		
10|DorfkrugLaden		Heizkörper	Doppel-Reihe	Stratos 30 1-6	20	Stratos 30/1-6	ja	45
12|Elm	Haus I	Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos eco 30 1-3	18	Stratos 50/1-9 (Hälfte)	nein	105,5
12|Elm	Haus II	Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos eco 30 1-3	18	Stratos 50/1-9 (Hälfte)	nein	105,5
13|Emmaus		Heizkörper	Doppel-Reihe	Stratos 50 1-9	220	Stratos 65/1-9	ja	157
16|GartenwegZehn		Flächenheizung	Einzelpumpe	Stratos eco 25 1-5	18	Stratos 25/1-6	nein	28
16|GartenwegZehn		Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos 30 1-6	20	Stratos 30/1-6	nein	44
17|Gärtnereiconainer		Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos eco 25 1-3	9	kein Ersatz angeboten		
18|Gärtnereiwohnhaus		Heizkörper	Doppel-Reihe	Stratos 30 1-6	25	Stratos 25/1-6	nein	50
19|Handwerkerhaus		Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos eco 30 1-3	24	Stratos 25/1-6	nein	17
20|Kaiserwald		Heizkörper	Doppel-Reihe	Stratos 50 1-9	120	Stratos 65/1-9	ja	334
20|Kaiserwald		Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos 50 1-9	120	kein Ersatz angeboten		
22|Kegelbahn		Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos eco 25 1-3	14	Stratos 25/1-6	nein	18
24|Kindergarten		Heizkörper	Doppel-Reihe	Stratos eco 30 1-3	18	Stratos 25/1-6	nein	50
27|Krankenhaus		Heizkörper	Doppel-Parallel	Stratos 40 1-8	130	Stratos 50/1-9	ja	283
27|Krankenhaus		Flächenheizung	Einzelpumpe	Stratos eco 25 1-3	13	kein Ersatz angeboten		
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz I/FBH	Flächenheizung	Einzelpumpe	Stratos eco 25 1-3	22	Stratos 25/1-6	nein	17
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1/I	Heizkörper	Doppel-Reihe	Stratos eco 30 1-3	12	Stratos 25/1-6	nein	33
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1/II	Heizkörper	Doppel-Reihe	Stratos eco 30 1-3	14	Stratos 25/1-6	nein	33
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 1/VI	Heizkörper	Doppel-Reihe	Stratos eco 30 1-3	14	Stratos 25/1-6	nein	33
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz VI/FBH	Flächenheizung	Einzelpumpe	Stratos eco 25 1-3	22	Stratos 25/1-6	nein	17
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4/III	Heizkörper	Doppel-Reihe	Stratos eco 30 1-3	14	Stratos 25/1-6	nein	33
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4/IV	Heizkörper	Doppel-Reihe	Stratos eco 30 1-3	12	Stratos 25/1-6	nein	33
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz 4/V	Heizkörper	Doppel-Reihe	Stratos eco 30 1-3	14	Stratos 25/1-6	ja	33
29|LindenplatzSundern	Lindenplatz Mitte	Heizkörper	Doppel-Reihe	Stratos 30 1-6	27	Stratos 30/1-6	ja	34
29|LindenplatzSundern	Sundern I/FBH	Flächenheizung	Einzelpumpe	Stratos eco 30 1-3	22	Stratos 25/1-6	nein	17
29|LindenplatzSundern	Sundern 1/I	Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos eco 30 1-3	12	Stratos 25/1-6	ja	33
29|LindenplatzSundern	Sundern 1/II	Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos eco 30 1-3	14	Stratos 25/1-6	ja	33
29|LindenplatzSundern	Sundern 1/VI	Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos eco 30 1-3	14	Stratos 25/1-6	nein	33
29|LindenplatzSundern	Sundern IV/FBH	Flächenheizung	Einzelpumpe	Stratos eco 25 1-3	22	Stratos 25/1-6	nein	17

29|LindenplatzSundern	Sundern 4/III	Heizkörper	Doppel-Reihe	Stratos eco 30 1-3	14	Stratos 25/1-6	nein	33
29|LindenplatzSundern	Sundern 4/IV	Heizkörper	Doppel-Reihe	Stratos eco 30 1-3	12	Stratos 25/1-6	nein	33
29|LindenplatzSundern	Sundern 4/V	Heizkörper	Doppel-Reihe	Stratos eco 30 1-3	14	Stratos 25/1-6	nein	33
29|LindenplatzSundern	Sundern Mitte	Heizkörper	Doppel-Reihe	Stratos 30 1-6	27	Stratos 30/1-6	ja	34
30|LindenwegGartenweg	Querbaracke	Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos 30 1-6	20	Stratos 25/1-6	nein	45
30|LindenwegGartenweg	Werkstatt	Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos 30 1-6	20	Stratos 30/1-6	nein	33
33|MühlenhofTGF		Heizkörper	Doppel-Parallel	Stratos 30 1-6	20	Stratos 40/1-8	nein	200
34|MühlenhofWohngruppe		Heizkörper	Doppel-Reihe	Stratos 30 1-6	25	Stratos 25/1-6	ja	42
35|Nähzentrum		Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos eco 25 1-3	15	kein Ersatz angeboten		
36|Ohe	neue FBH	Flächenheizung	Einzelpumpe	Stratos eco 25 1-3	13	kein Ersatz angeboten		
36|Ohe	neue FBH	Sonstige	Einzelpumpe	Stratos eco 25 1-3	9	kein Ersatz angeboten		
36|Ohe		Flächenheizung	Einzelpumpe	Stratos eco 30 1-5	24	Stratos 25/1-6	nein	46
36|Ohe		Heizkörper	Doppel-Reihe	Stratos 30 1-6	45	Stratos 25/1-6	ja	55
38|Pfarrhaus		Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos 30 1-6	22	Stratos 30/1-6	ja	27
39|Sarona		Heizkörper	Doppel-Reihe	Stratos 50 1-9	140	Stratos 40/1-8	ja	155
40|Schule	Wohnhaus	Heizkörper	Doppel-Parallel	Stratos 40 1-8	60	Stratos 40/1-8	nein	155
40|Schule	Schule	Heizkörper	Doppel-Parallel	Stratos 40 1-4	40	Stratos 65/1-9	nein	244
41|SchwimmbadTurnhalle	Lüftung	Sonstige	Einzelpumpe	Stratos eco 30 1-5	30	kein Ersatz angeboten		
41|SchwimmbadTurnhalle	Schwimmhalle	Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos 30 1-6	20	kein Ersatz angeboten		
41|SchwimmbadTurnhalle	Turnhalle	Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos 30 1-6	20	kein Ersatz angeboten		
42|Sonnenschein		Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos 40 1-8	90	Stratos 80/1-2	nein	547
43|Therapiehaus		Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos eco 25 1-3	19	Stratos 30/1-6	nein	18
45|TischlereiSchlosserei		Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos 25 1-6	20	Stratos 25/1-6	nein	98
46|Verwaltung		Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos 30 1-6	32	Stratos 25/1-6	ja	40
47|Wabehaus		Heizkörper	Doppel-Reihe	Stratos 30 1-6	40	Stratos 40/1-8	ja	99
48|WabewegDreiDreiA		Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos 30 1-6	25	Stratos 30/1-6	ja	32
50|Weidenweg	Haus 1+2	Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos 30 1-6	37	Stratos 25/1-6	nein	75
50|Weidenweg	Haus 3+4	Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos 30 1-6	37	Stratos 25/1-6	nein	75
50|Weidenweg	Haus 5+6	Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos 30 1-6	37	Stratos 25/1-6	nein	75
51|WerkstWabewegBogenhall		Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos 30 1-6	35	kein Ersatz angeboten		
53|WohnhausII	Wohnhaus II und Bethanien	Heizkörper	Doppel-Reihe	Stratos 30 1-6	37	Stratos 25/1-6	nein	46
54|Zentrallager		Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos 25 1-6	22	Stratos 25/1-6	nein	18
55|Zoar		Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos 50 1-9	96	Stratos 65/1-9	ja	324
Wirtschaftshof	Elim	Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos 25 1-6	24	Stratos 25/1-6	nein	18

Wirtschaftshof	Wäscherei, Mädchenhorst	Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos 25 1-6	55	Stratos 40/1-8	nein	155
Wirtschaftshof	Alte Wäscherei	Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos eco 25 1-3	24	Stratos 40/1-4	nein	81
Wirtschaftshof	Küche/Laden, Theresen-heim, Kiosk	Heizkörper	Einzelpumpe	Stratos 40 1-4	60	Stratos 65/1-9	ja	375
Wirtschaftshof	Frauenhaus, Männerhaus, Kirche, Alte Schneiderei	Heizkörper	Doppel-Parallel	Stratos 50 1-9	140	Stratos 50/1-12	ja	336

Tabelle 25 Pumpenwahl der FH im Vergleich mit WILO