

Einsatz alternativer Energieformen – Nutzen und Risiken für die Hochschule Geothermieranlagen

Dezernat Technik, Bau, Liegenschaften
Referat Betriebstechnik
Peter Wickboldt (VDI)

18./19. März 2009



Inhalt des Vortrages

- Universität Rostock in Zahlen
- thermisches Energienutzungskonzept
(oberflächennahe geothermische Ressourcennutzung, Bauteilaktivierung)
- Betriebswirtschaftliche Betrachtungen
- Weitere ressourcenschonende Maßnahmen



Universität Rostock in Zahlen

- ca. 110.000 m² Hauptnutzfläche
- ca. 172.000 m² Gesamtnutzfläche
- ca. 160 Gebäude
- 14.142 Studenten (davon 1.559 Med.Stud.)
- 194 Professoren + 5 Juniorprofessoren

Energiestatistik 2005/06/07

- Thermischer „Energieverbrauch“ = 20 / 16 / 19 GWh
- Elektrischer „Energieverbrauch“ = 14 / 16 / 16 GWh
- Kosten = 2,82 / 3,30 / 4,08 Millionen Euro



Angaben zur Universitätsbibliothek

Bereichsbibliotheken der Unibibliothek Südstadt

Agrar- und Umweltwissenschaften
Ingenieurwissenschaften
Mathematik und Naturwissenschaften,
Medizin
Patentinformationszentrum
DIN-Auslegestelle



Hauptnutzfläche (NF 1-6)	7.020 m ²
Leseplätze	422
Gesamtfläche	12.125 m ²
Investitionsvolumen	23.600.00 €
Grundsteinlegung	19.06.2002
Eröffnung	14.10.2004



Universitätsbibliothek bei Nacht



Modernes Design mit vielen Glassflächen und großen zusammenhängenden Räumen sorgen für eine Herausforderung bei der Klimatisierung des Gebäudes.

Einsatz der Bauteilaktivierung zur Grundlastversorgung mit Wärme und Kälte mit Hilfe der Geothermie .

Zusätzliche Klimatisierung mit Hilfe von RLT und Fernwärme - sorgt für ein komplexes Energieversorgungssystem.



Thermisches Energienutzungskonzept der UB

- Teil-Grundlastversorgung mit Wärme (Winter) mittels oberflächennaher geothermischer Ressourcen (Wärmepumpe/Bauteilaktivierung)
- Teil-Grundlastversorgung und Spitzenlastversorgung für Wärme mit Fernwärmeanbindung und Raumluftechnik
- Teil-Grundlastversorgung mit „Kälte“ (Sommer) mittels oberflächennaher geothermischer Ressourcen (Bauteilaktivierung) und zusätzlicher Bereichskühlung mittels herkömmlicher Kältemittelverdichter .



Bauteilaktivierung (Deckenflächen)

Süd



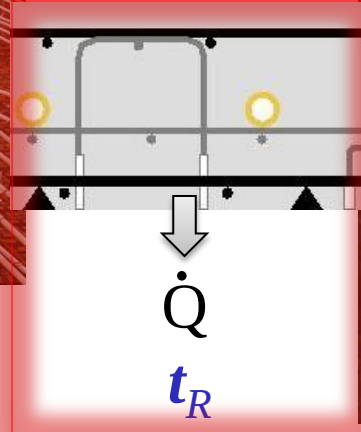
1. Ermittlung der zur Verfügung stehenden Wärmeübertragungsflächen



Bauteilaktivierung (Flächenelemente)

3.375 m² Deckenfläche mit Bauteilaktivierung

- 30% Deckung des Wärmebedarfes (67 kW- ca.10% Leistung) Vorlauf 27 °C / Rücklauf 25 °C
Oberflächentemperatur ca. 23,5 °C (t_R 20 °C)
- 60 % Deckung der Kühllast (135 kW- 44,5 % Leistung) Vorlauf 17 °C / Rücklauf 20 °C
Oberflächentemperatur ca. 22,5 °C (t_R 26 °C)

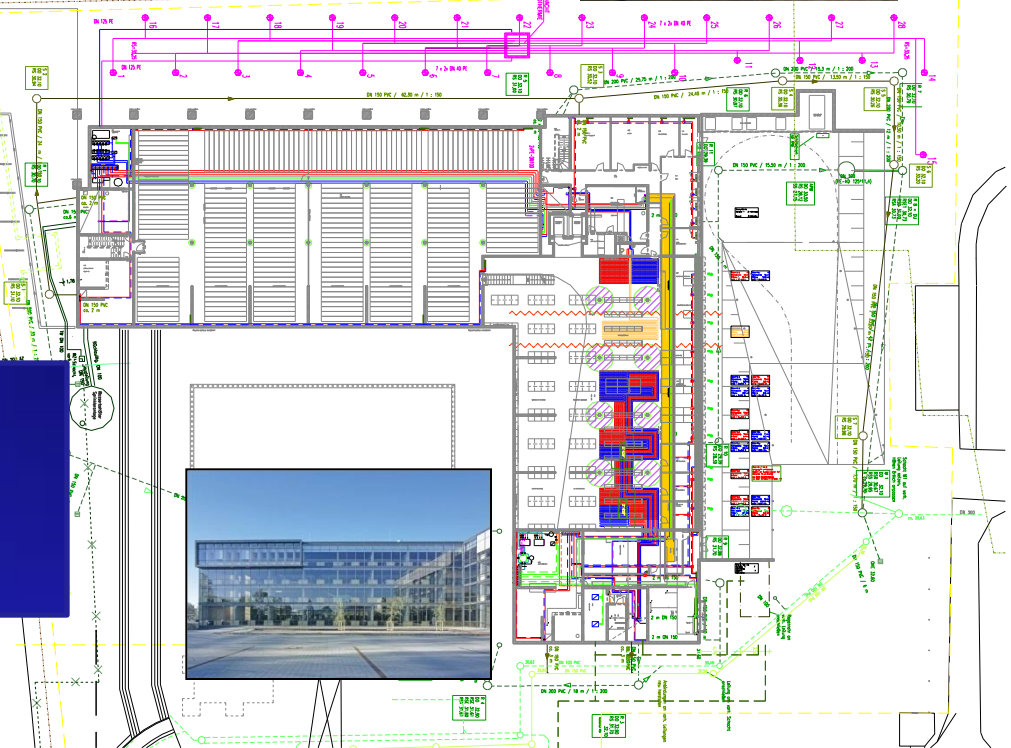


Erdwärmesonden

28 Erdwärmesonden je 80 m tief
Sommerbetrieb - Vorl. 10 °C / Rückl. 13 °C
(Wärmeabgabe ohne WP)
Winterbetrieb - Vorl. 5 °C / Rückl. 0 °C
(Wärmeentzug mit WP)



2. Ermittlung der erforderlichen Erdwärmesonden



Bedarfsermittlung (theoretischer Ansatz)

maximale Wärmeleistung (BTA): 67 kW (20 W/m²; 3375 m²)

maximale Kühleistung (BTA): 135 kW (40 W/m²; 3375 m²)

Gesamtwärmebedarf

Transmission 277 kW

RLT 400 kW

Gesamtkühlbedarf

Transmission 135 kW

RLT 168 kW

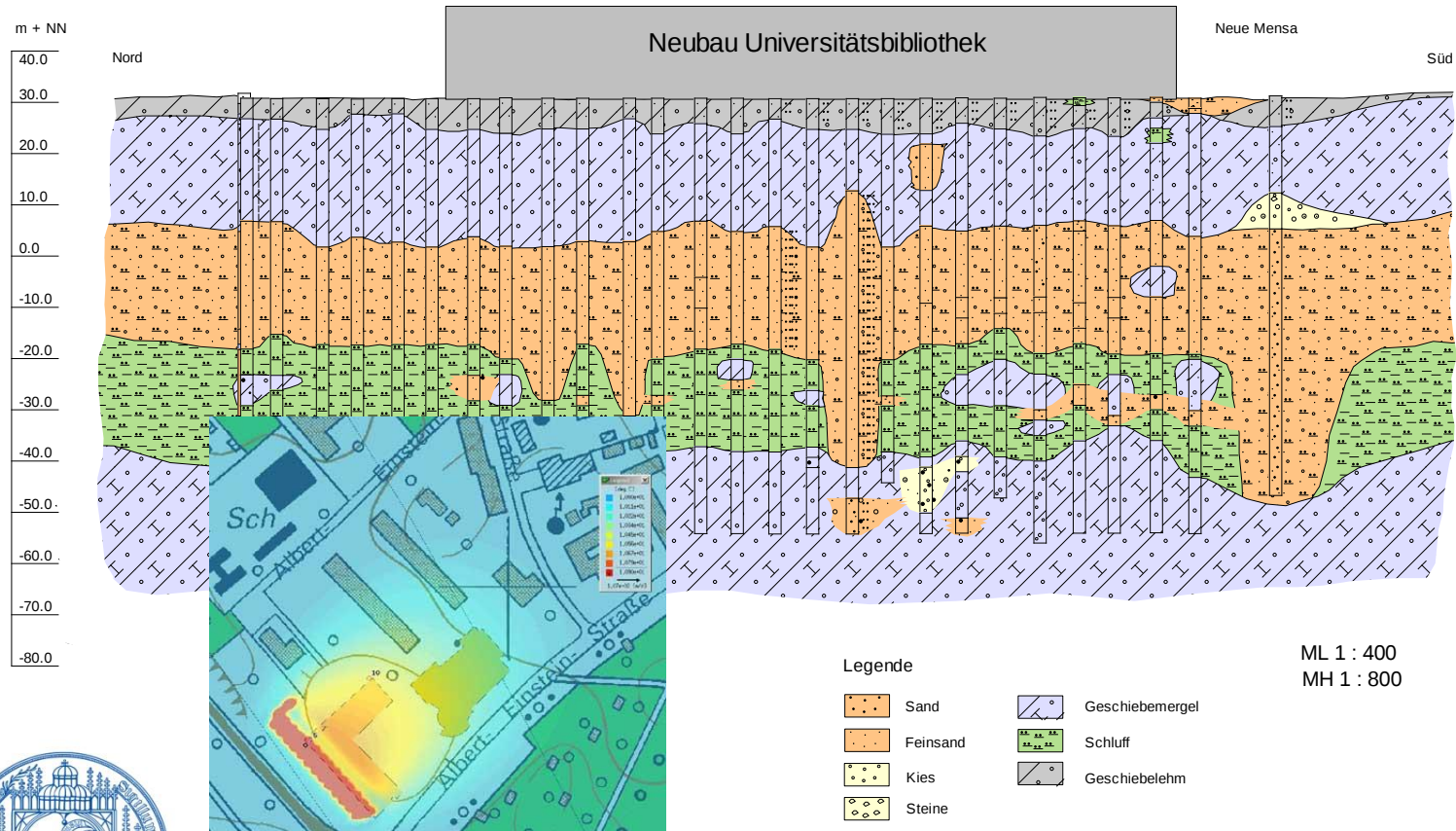
- ca. 25 - 40 % der Transmissionswärmebedarfs durch BTA
- Kühleistungsbereitstellung durch zusätzliche Kaltwassersätze (2x 150 kW)

Quelle: Inros Lackner AG

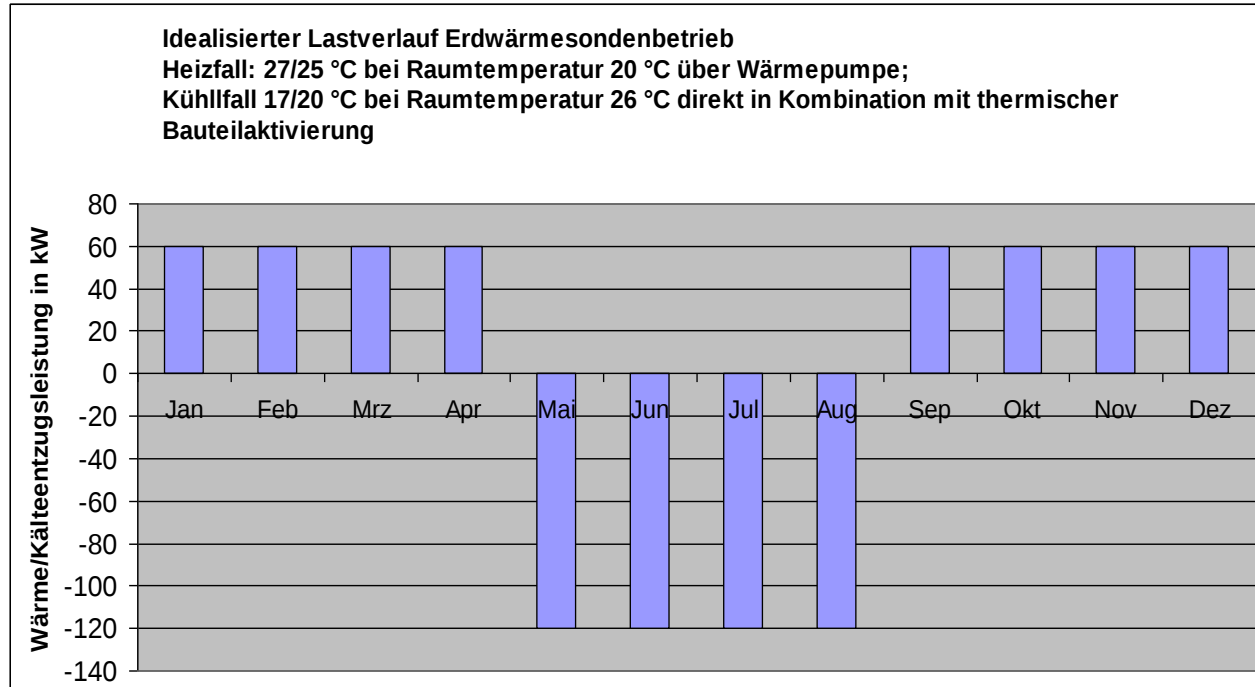


Geologie am Standort Südstadt

Geologischer Schnitt Nord-Süd Erdwärmesondenfeld Universitätsbibliothek Rostock



Jährliche Verteilung der Heiz-/Kühllast (theoretische Ansatz)



Jahreswärmebedarf BTA (60 kW/ 4000 h/a): 240 MWh

Jahreskältebedarf BTA (120 kW/ 2000 h/a): 240 MWh

Quelle: Inros Lackner AG

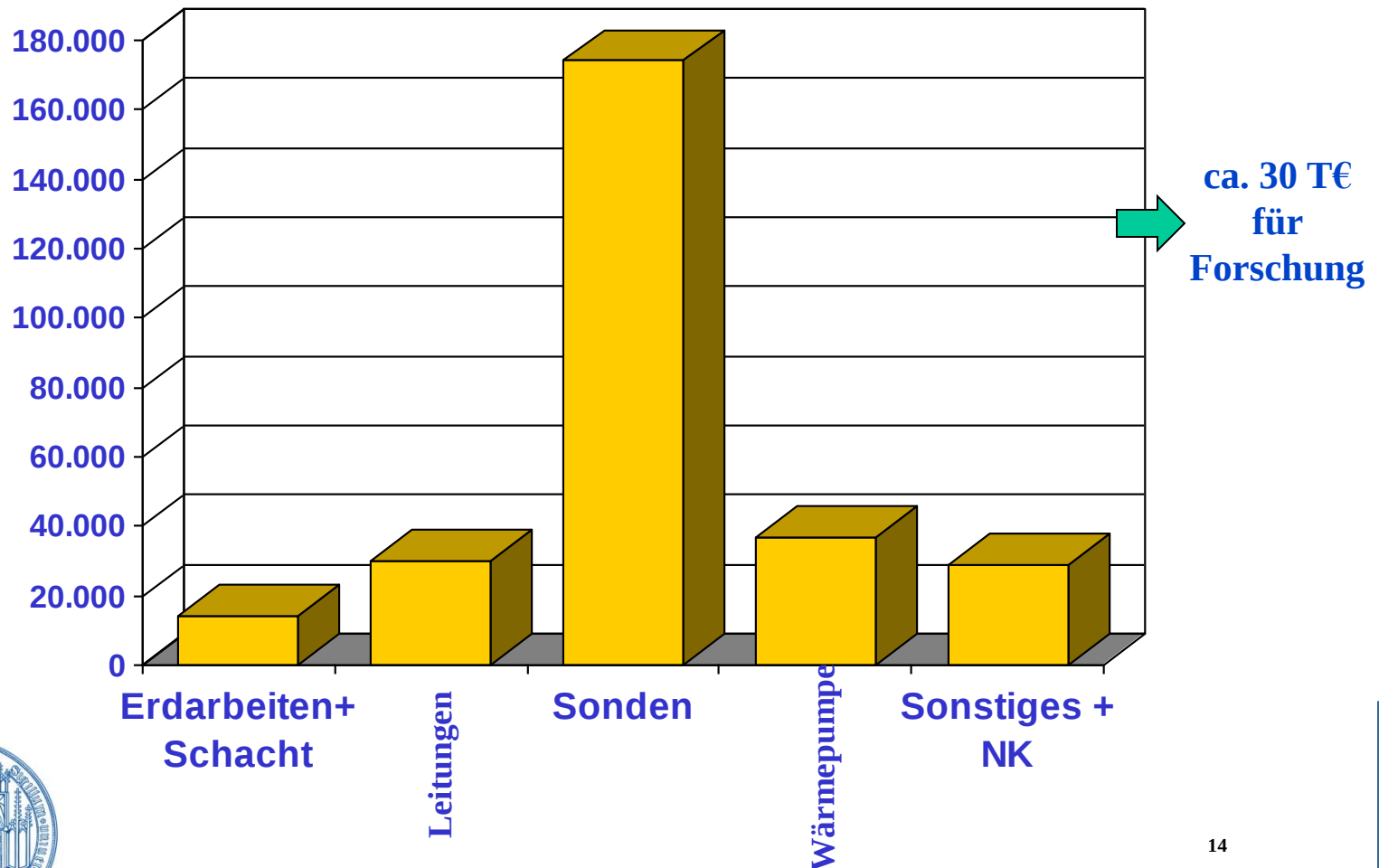


Geothermische Anlage (Realisierungsvorschlag)

- 28 Sonden (Sondenabstand ca. 6 Meter, quasi hexagonal angeordnet)
- Tiefe von ca. 80 Meter
- direkte Kühlung des Gebäudes
- indirekte Wärmezufuhr mit Hilfe der Wärmepumpe
- Wärmeübertragermedium (Wasser-Glykol-Gemisch, frostsicher bis ca. -17°C)
- Nutzung der BTA (Machbarkeits- und Wirtschaftlichkeitsuntersuchung durch die Firmen: Inros Lackner AG und H.S.W. Ingenieurbüro für Angewandte und Umweltgeologie GmbH)
saisonale Wärmeleistung von Sept. bis April 60 kW (240 MWh_{th})
saisonale Kühleistung von Mai bis August 120 kW (240 MWh_{th})



Kostenverteilung der Geothermieranlage



Datenaufnahme im eingegrenzten Zeitraum (per Hand) 2005 / 2006

Datum	Zeit	Temperatur	Winterbetrieb				Thermische Arbeit BTA kWh	Leistung			
			WMZ- Sonde kWh	BTA -Süd kWh	BTA - Nord kWh	BTA gesamt kWh		WMZ- Sonde kW gesamt	Süd kW	Nord kW	BTA gesamt kW
02. Dez	07:30	/	4.560	4.370	2.110	6.480		-2,0	0,7	-0,2	0,5
05. Dez	07:30	/	7.590	7.500	3.210	10.710	4.230	38,5	39,3	14,5	53,8
06. Dez	07:30	/	8.680	8.590	3.640	12.230	1.520	38,4	38,7	15,2	53,9
07. Dez	07:30	/	9.490	9.400	3.980	13.380	1.150	38,9	39,1	15,5	54,6
08. Dez	08:00	/	10.250	10.170	4.290	14.460	1.080	-2,5	1,2	0,0	1,2
09. Dez	08:00	3,7°	10.950	10.860	4.600	15.460	1.000	37,3	38	14,8	52,6
12. Dez	08:00	9,5°	13.190	13.110	5.540	18.650	3.190	14,6	2,7	2,3	5,0
13. Dez	08:00	7,4°	13.740	13.640	5.780	19.420	770	37,8	37,9	15,9	53,8
14. Dez	08:00	7,2°	14.310	14.220	6.030	20.250	830	-2,4	1,8	-0,8	1,0
15. Dez	10:00	9,7°C	14.810	14.700	6.250	20.950	700	-2,4	1,5	-0,3	1,1
16. Dez	08:00	2,8°C	15.280	15.160	6.460	21.620	670	-1,8	1,8	0,0	1,8
19. Dez	08:00	3,0°C	17.910	17.850	7.500	25.350	3.730	37,9	39,2	14,1	53,2
20. Dez	10:00	7,6°C	18.610	18.560	7.790	26.350	1.000	36,9	37,2	15,0	52,2
21. Dez	08:00	3,8°C	19.540	19.490	8.180	27.670	1.320	36,5	35,8	15,8	51,6
22. Dez	10:00	6,8°C	19.650	19.580	8.250	27.830	160	-2,1	-0,3	3,5	3,5
02. Jan	10:00	6,0°C	28.340	28.440	11.630	40.070	12.240	-2,0	0,8	0,8	1,0
03. Jan	10:00	/	29.010	29.090	11.920	41.010	940	36,8	36,1	15,5	51,6
04. Jan	10:00	/	29.800	29.800	12.270	42.070	1.060	-2,0	1,4	1,0	2,2
05. Jan	10:00	3,8°C	30.340	30.390	12.510	42.900	830	36,7	37,3	14,5	51,8
09. Jan	10:00	-2,5°C	33.570	33.620	13.820	47.440	4.540	37,3	39,4	13,3	52,7
10. Jan	11:00	/	34.580	34.620	14.240	48.860	1.420	37,5	36,2	17,0	53,2
12. Jan	11:00	5,4°C	35.880	35.910	14.790	50.700	1.840	36,0	35,1	15,9	51,0
13. Jan	11:00	3,8°C	36.510	36.530	15.060	51.590	890	36,1	36,3	15,2	51,2
17. Jan	08:00	-4,9°C	39.360	39.380	16.210	55.590	4.000	38,8	36,4	15,8	52,8
18. Jan	10:00	1,0°C	40.340	40.320	16.160	56.480	890	37,1	36,0	11,8	50,8
19. Jan	10:00	3,0°C	41.010	40.970	16.880	57.850	1.370	37,0	33,9	17,1	51,0
20. Jan	10:00	1,8°C	41.640	41.580	17.140	58.720	870	37,4	35,9	15,6	51,6
23. Jan	08:00	-4,4°C	43.900	43.880	18.070	61.950	3.230	37,6	36,9	14,7	51,7
24. Jan	08:00	-4,0°C	44.730	44.560	18.380	62.940	990	39,4	39,4	14,5	53,8
25. Jan	09:00	2,1°C	45.570	45.390	18.720	64.110	1.170	38,1	33,1	11,2	44,3
26. Jan	10:00	/	46.180	45.960	18.990	64.950	840	37,1	34,5	16,7	51,2
31. Jan	11:00	3,2°C	49.250	48.850	20.330	69.180	4.230	37,3	36,7	14,4	51,1
							62.700				



Prognostiziertes Einsparpotenzial (Handaufnahme) 2005 / 2006

Wärmemengezufuhr zur BTA im Betrachtungszeitraum
62,700 MWh

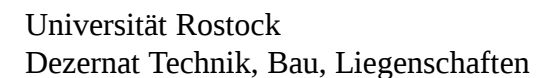
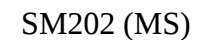
Elektroenergieaufnahme der WPA im Betrachtungszeitraum
12,148 MWh

Planungsansatz (InrosLackner AG)
240 MWh / 8 Monate = 30 MWh

Planungsansatz für zwei Monate
60 MWh

**Die prognostizierte Durchschnittsleistung von $60 \text{ kW}_{\text{therm}}$ wird noch nicht erreicht.
Entgegen den Vorgaben erhöht sich die tägliche Nutzungsdauer.**

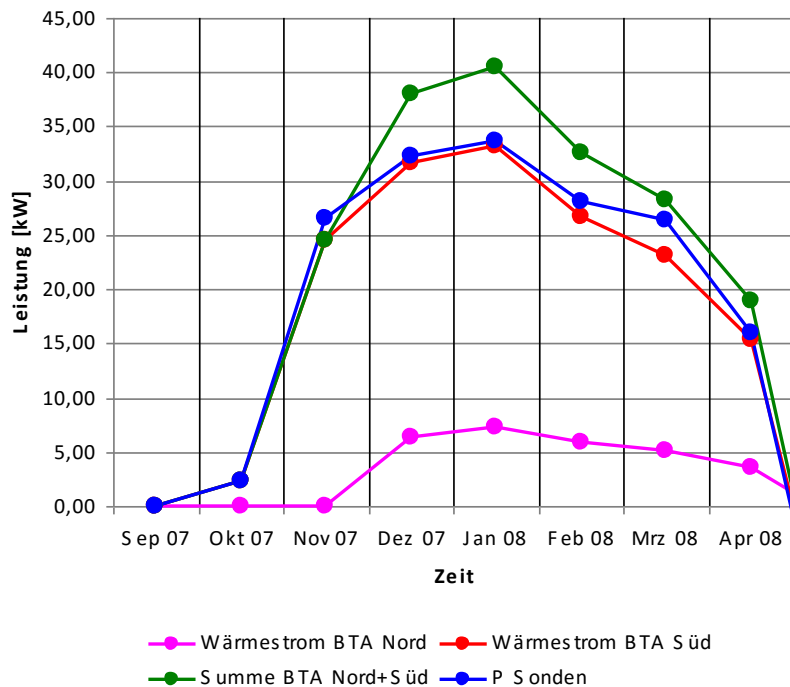




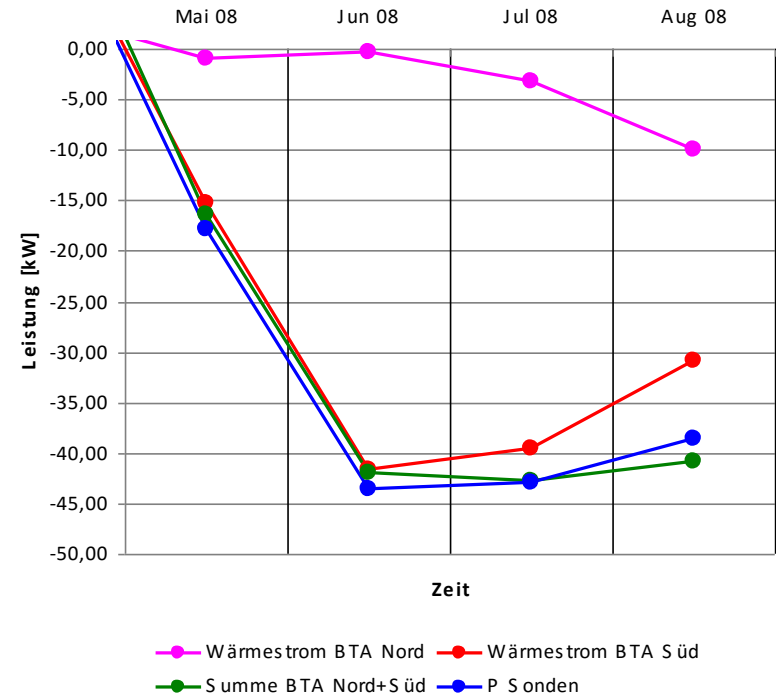
Auswertung Geothermiedaten

2007/ 2008

Wärmeleistung Geothermie
Monatsdurchschnittswerte

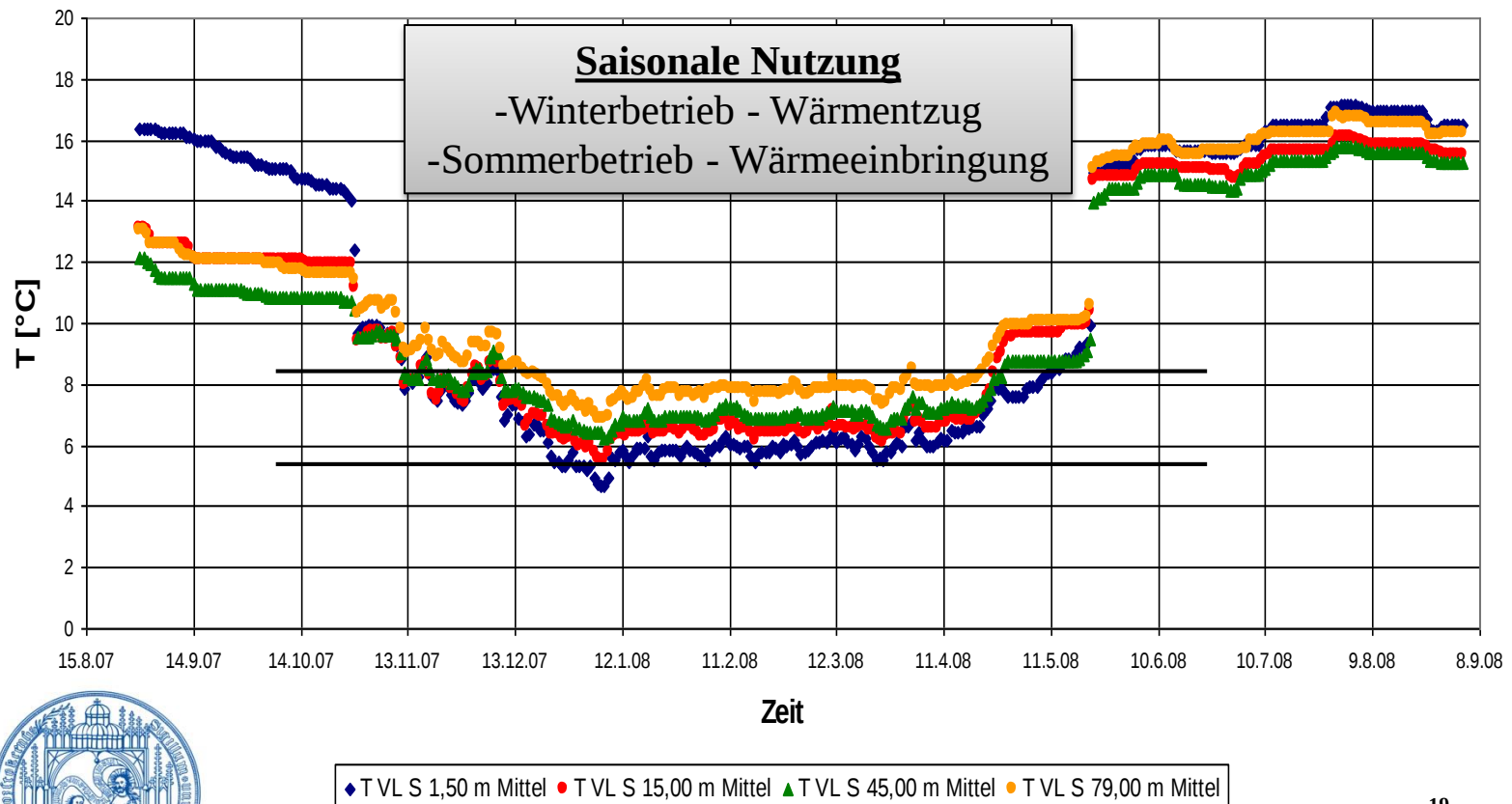


Kühlleistung Geothermie Monatsdurchschnittswerte

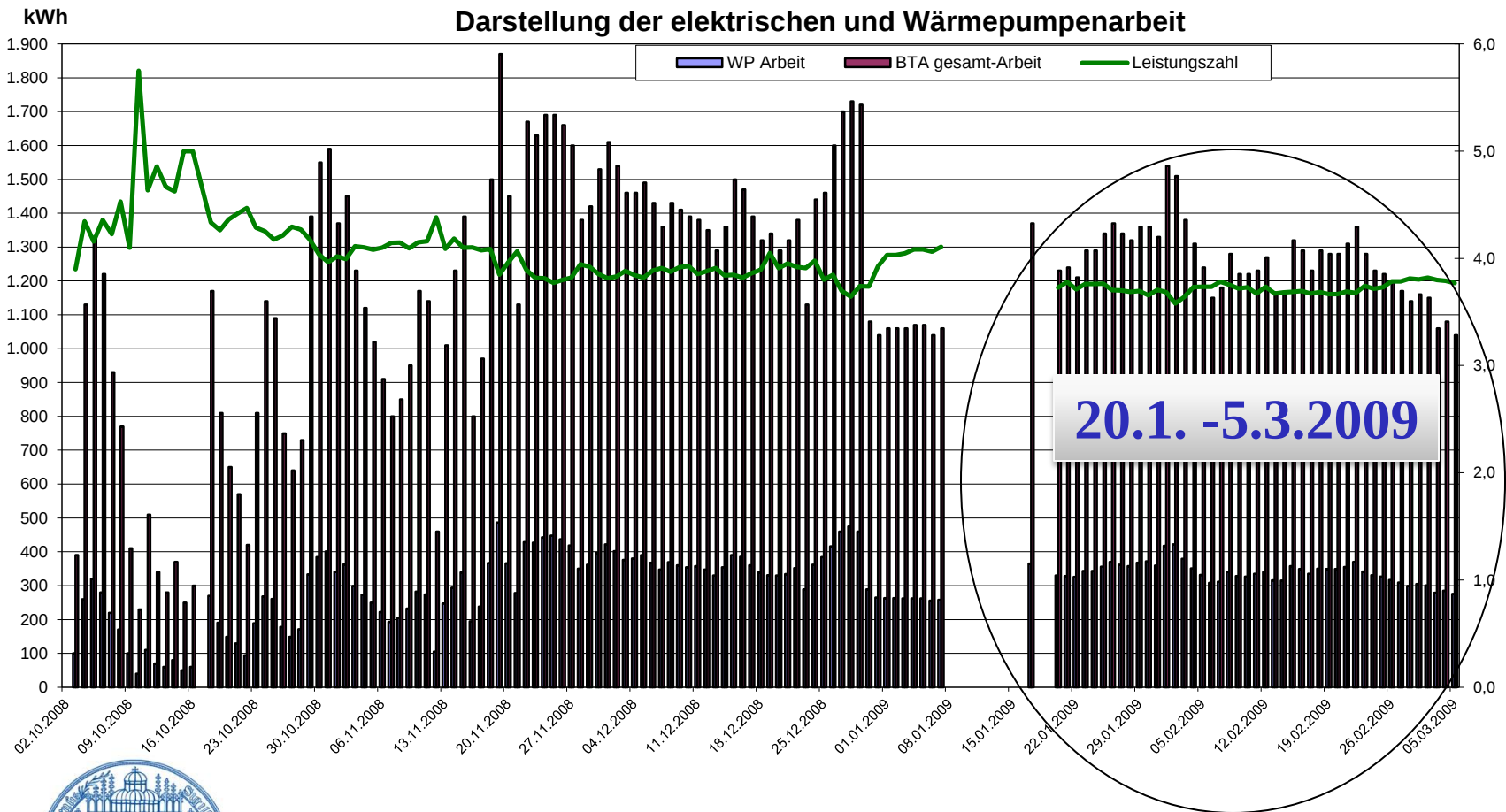


Auswertung Geothermiedaten (Temperaturentwicklung im Erdreich) 2007/ 2008

mittlere Temperaturen Sondenfeld

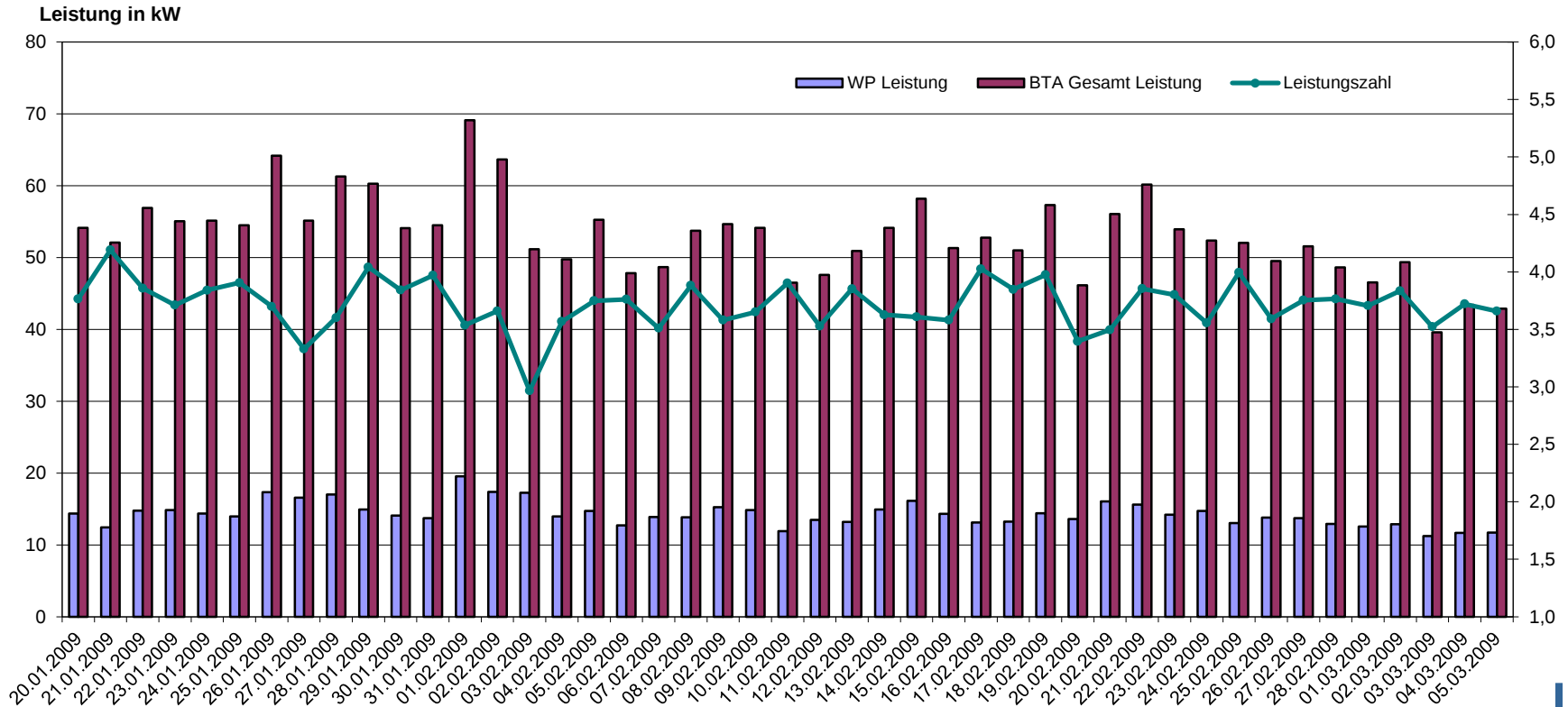


Datenauswertung Wärmepumpenanlage 2009



Datenauswertung Wärmepumpenanlage 2009

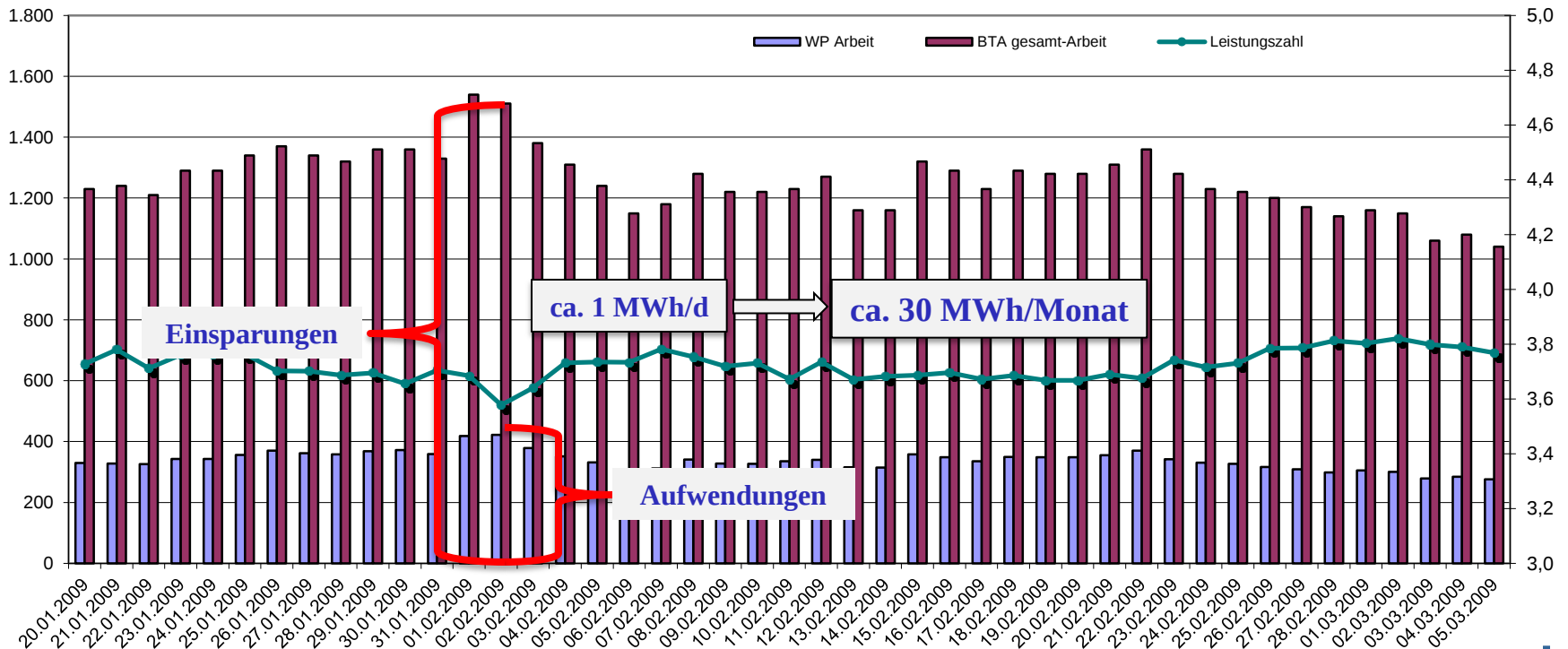
Darstellung der elektrischen und Wärmeleistung in der Geothermie



Datenauswertung Wärmepumpenanlage 2009

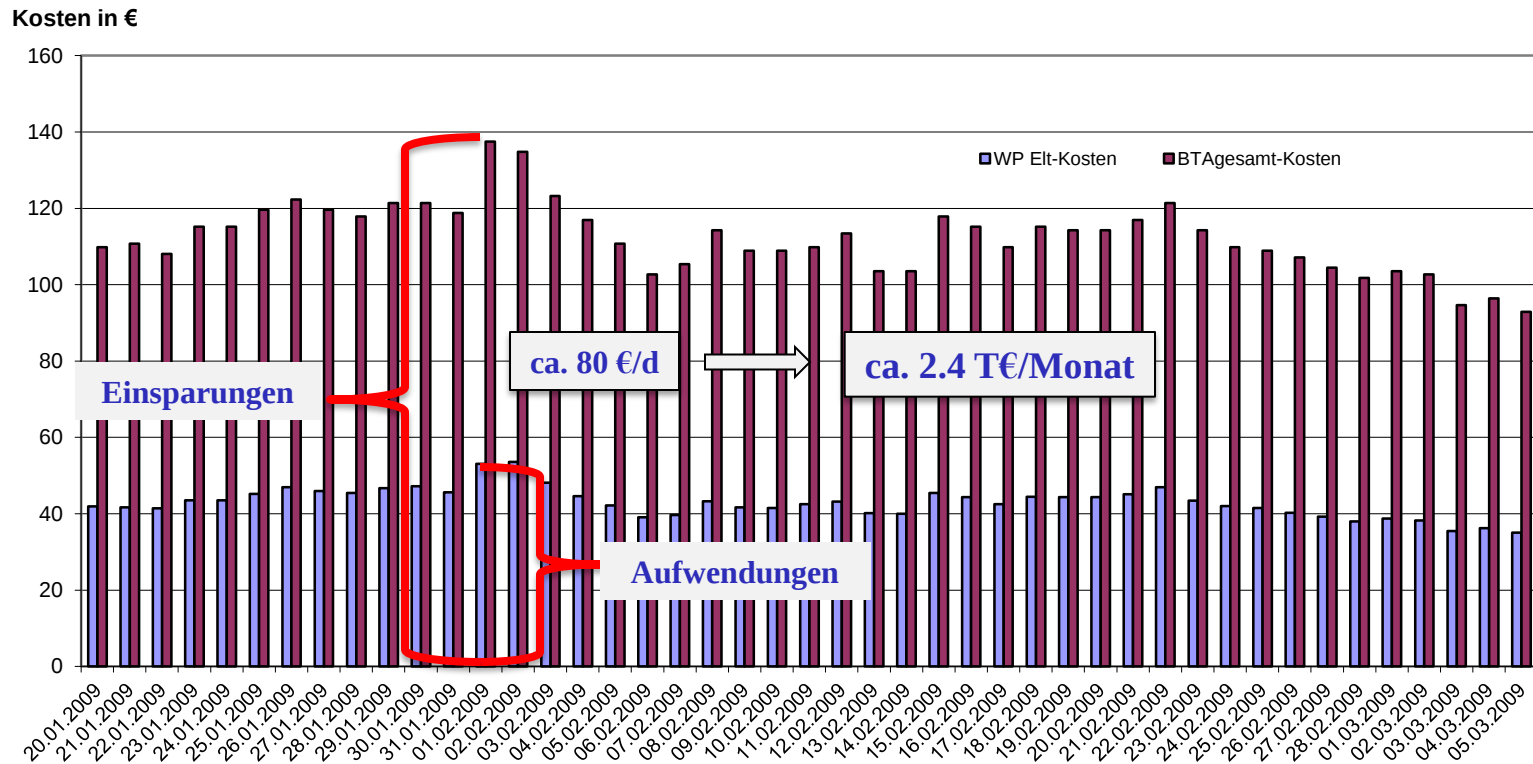
Darstellung der elektrischen und Wärmepumpenarbeit

Arbeit in kWh



Datenauswertung Wärmepumpenanlage (Kostenanalyse) 2009

Darstellung der Kosten für die eingesetzte elektrische Arbeit und die eingesparte Wärmearbeit



Nutzen und Risiken für die Hochschule Geothermieranlage

284 T€ Gesamt-Investition zur Nutzung geothermischer Ressourcen (davon 30 T€ Forschung)

Gesamtersparnis ca. 13 T€/a (Mittelwert aus Dreijahresbetrachtung)

Ziel der jährlichen Einsparung: ca. 15 T€ (durch Wärmeminderinanspruchnahme)
ca. 10 T€ (durch Reduzierung der Kälteleistung)

Amortisation in ca. 22 Jahren unter aktuellen Bedingungen (momentan ca. 13 Jahre)

- steigende Energiepreise werden die Amortisationszeit senken
- Abstimmung gebäudespezifische Anlagen (RLT, Fernwärme und Geothermie)
- Objektnutzung Mo- Fr von 8 – 22 Uhr; Sa von 8 – 16 Uhr erzwingt lange Lüftungsdauer (hinderlich für den Geothermiebetrieb)
- Potenzial im Kühlfall - Kühlleistung von ca. 45 kW auf 135 kW (theror.) steigerbar
- Potenzial im Heizfall - Wärmeleistung von ca. 45 kW auf 65 kW (theor.) steigerbar
- weitere Senkung der Amortisationszeit nach Behebung der Regelungsprobleme



Nutzen und Risiken für die Hochschule Geothermieranlage

Vorteile

- Senkung der CO₂-Emissionen
- Kompensation der Preisschwankungen fossiler Energieträger (Fremdbezug)
 - ökologische Ansätze lehren – bedeutet auch danach Handeln
 - ökonomisch bei optimaler Betreibung
- sehr gutes Gebäudeklima bei Einsatz bauteilaktivierter Flächen

Nachteile

- keine Förderung von Landeseinrichtungen (100 % -ige Eigenfinanzierung)
 - Amortisation stark abhängig von der Betreibung
 - Saisonale Charakteristiken berücksichtigen
- sehr exakte Planung des gesamten Objektes (Massenspeicherwirkung)



Nutzen und Risiken für die Hochschule Geothermieranlage (technische Empfehlung/ Ausblicke)

- Betriebstechnische Prozesse sollten grundsätzlich nur von einem Energieträger versorgt werden (Zonierung)
- Regelprozesse müssen kontinuierlich überprüft werden und ggf. gegen „Handregelung“ ersetzbar sein – erfordert Betreuung
- Kontinuierliches Monitoring /Energiemanagement – erfordert DP
 - Prozessdoppelungen vermeiden
 - Einführung eines ganzheitlichen FM –Schnittstellen
- Absorptions-/Adsorptionsprozesse
 - Saisonale Speicherungen
- offene Automationsprotokolle (wie z.B. BACNet, LON)
- Wärmebedarf sinkt - Kältebedarf steigt (innere Lasten)
- hohe Anforderungen an Gesetzesvorgaben



Nutzen und Risiken für die Hochschule

Geothermieranlage (administrative Empfehlung/ Ausblicke)

- Energiekostenentwicklung erfordert den Einsatz innovativer effizienter System (Ökologie hin zur Ökonomie)
- Neubauten sind grundsätzlich bzgl. des Einsatzes regenerativer Energien zu analysieren (politische Entscheidung <—> Wirtschaftlichkeit)
- Prioritäre Betrachtung des Liegenschaftslebenszyklus (Betriebskosten / Investitionskosten)
- Nutzer ist in die energetische Gestaltung der Gebäude intensiv einzubeziehen - fördert die Akzeptanz und den bewussten Umgang mit Energie (Nutzerbewusstsein/ Komfortbewusstsein)
- Schulung der Nutzer im Umgang mit den hochmodernen Systemen (GLT, EIB, LON)
- Integration Energiemanager + Energiebeauftragte



Herzliche Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Universität Rostock

Referat Betriebstechnik

Peter Wickboldt

Tel.: 0381/ 498 1397

peter.wickboldt@uni-rostock.de

