

Erfassung der momentanen Heizleistung eines Öl-Heizkessels.

18.09.2009 11:09:00

Wenn man in einem Haus oder z.B. einer Eigentumswohnung mit eigener Heizungsanlage die momentan verbrauchte Heizleistung messen kann, kann man seinen Heizmittelverbrauch (z.B. Öl) ermitteln und damit auch die Kosten.

Wenn man die momentan verbrauchte Heizleistung messen kann, kann man seine Heizanlage, seinen Umgang mit der Heizenergie und die Wärme-Isolation optimieren.

So kann man den Geldbeutel schonen und die Umwelt entlasten: Klima-Erwärmung und CO₂-Emission gehen zurück.

Ein Auto hat zum Beispiel einige Messgeräte: den Tacho, den Kilometerzähler, den Tankmesser, die Motor-Temperaturanzeige usw.

Und welche Messgeräte hat eine Heizung? Oft nur Tank-Inhaltsmesser und Betriebsstundenanzeige. Als der Liter Öl noch 25 Pfennige kostete, mag das ausgereicht haben. Aber für heutige energiekritische Zeiten nicht mehr.

Abhängigkeiten der Heizleistung von Heizanlage, Haus und Verhalten.

Je mehr Heizkörper-Thermostate im Haus öffnen, desto mehr Leistung muss der Heizkessel liefern.

Je kälter es draussen ist und je höher die gewünschte Raumtemperatur ist, desto mehr Heizleistung wird gebraucht.

Je schlechter die Wärme-Isolation des Hauses ist, desto höher die Heizleistung.

Je mehr die Fenster geöffnet werden und je weniger Heizkörper im jeweiligen Raum dabei gedrosselt werden, desto höher ist die Heizleistung.

Je schlechter der Wirkungsgrad des Kessels ist, desto höher ist die aufgewendete Heiz-Energie.

Weiterverarbeitung der Messwerte.

Wenn man die Messwerte in einer Datei gesammelt hat, kann man damit einiges anfangen.

Man kann sie als Graphik zusammen mit den gemessenen Temperaturen ausgeben.

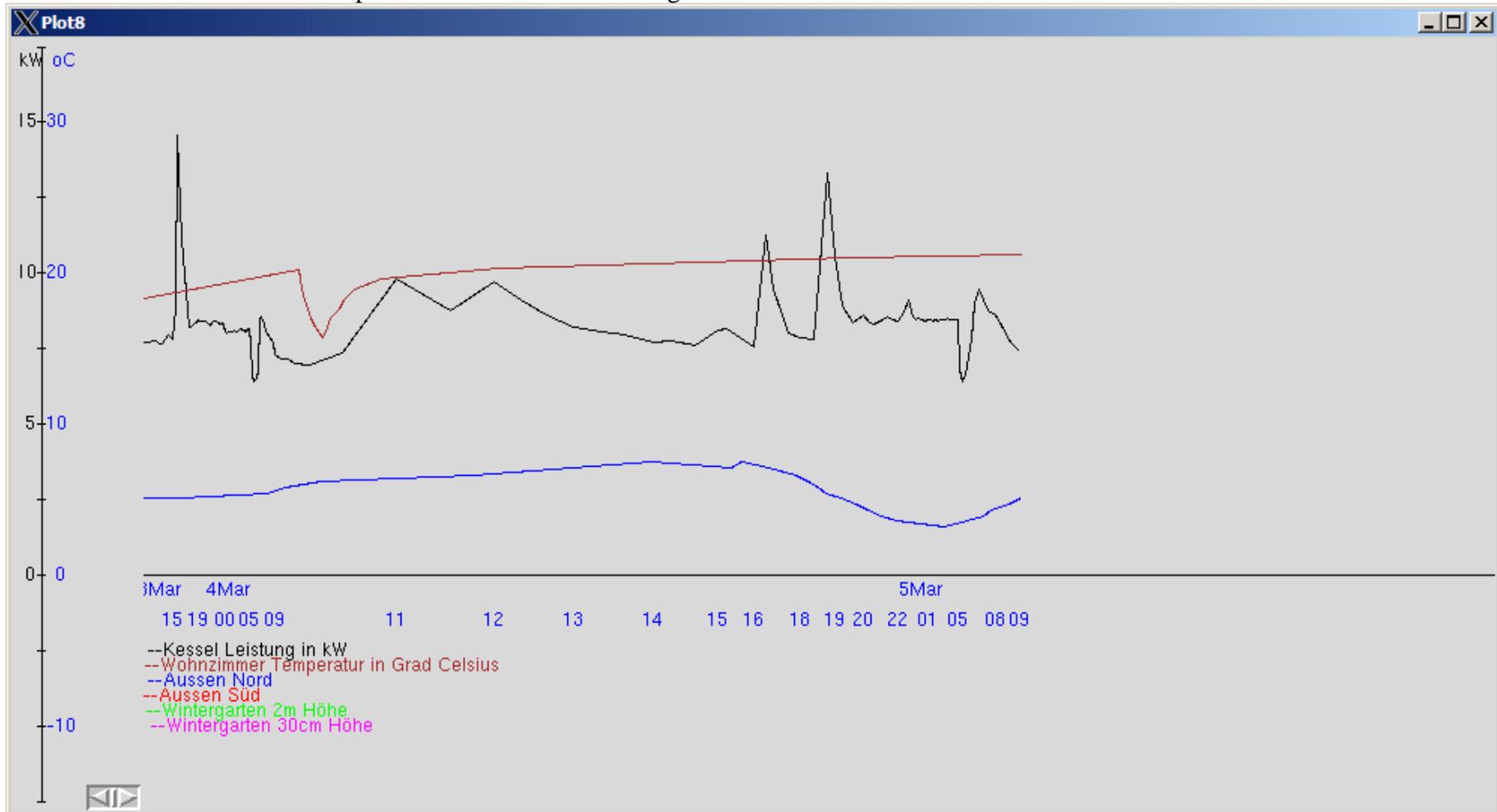
Man kann die Korrelation zwischen Aussentemperatur und Heizleistung darstellen.

Dann lässt sich die Heizgerade ermitteln.

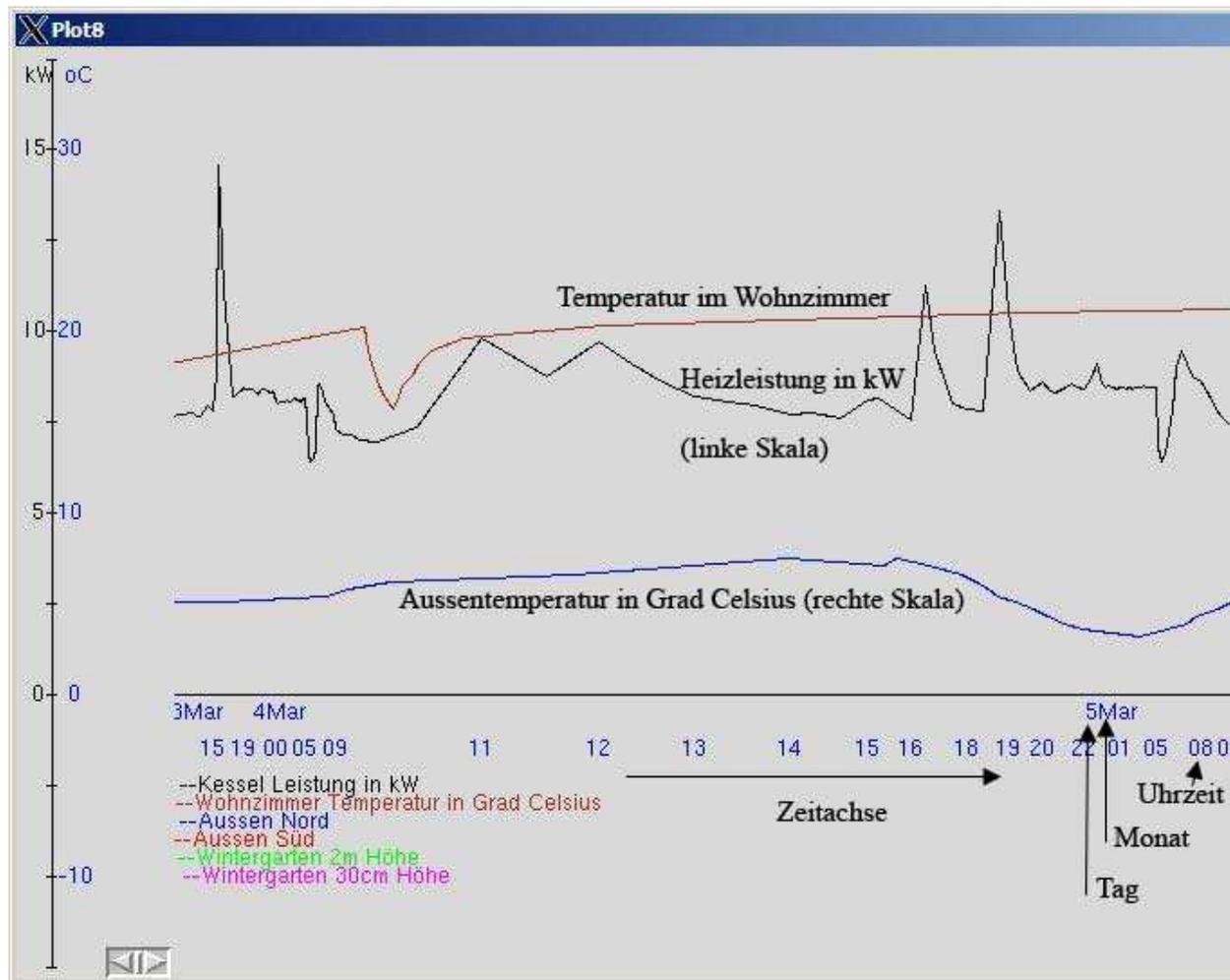
Wenn sich die Steigung oder Lage der Heizgerade ändert, ist das ein Hinweis auf geänderte Abhängigkeiten der Heizleistung von Heizanlage, Haus und Verhalten.

Zum Beispiel kann sich die Wärme-Isolation des Hauses oder der Wirkungsgrad des Brenners geändert haben.

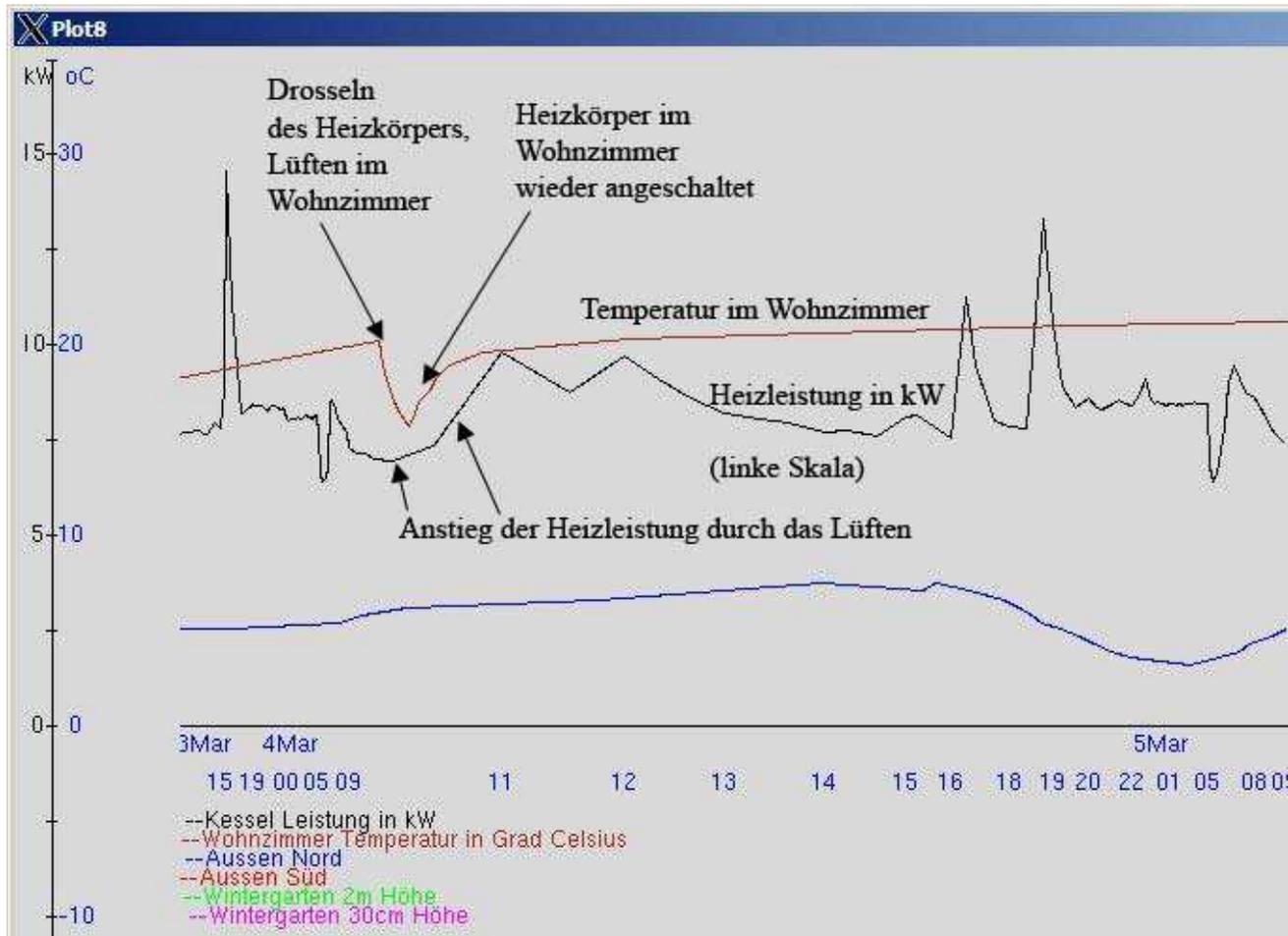
So sieht eine Grafik mit den Temperaturen und der Heizleistung aus:



Die Braune Kurve zeigt die Wohnzimmer-Temperatur an, die schwarze die Heizleistung, die blaue die Aussentemperatur. 4Mar heisst 4. März; die blauen Zahlen darunter sind die Stunden des Tages. (Jahr 2007)



Hier sind noch ein paar mehr Details beschrieben.

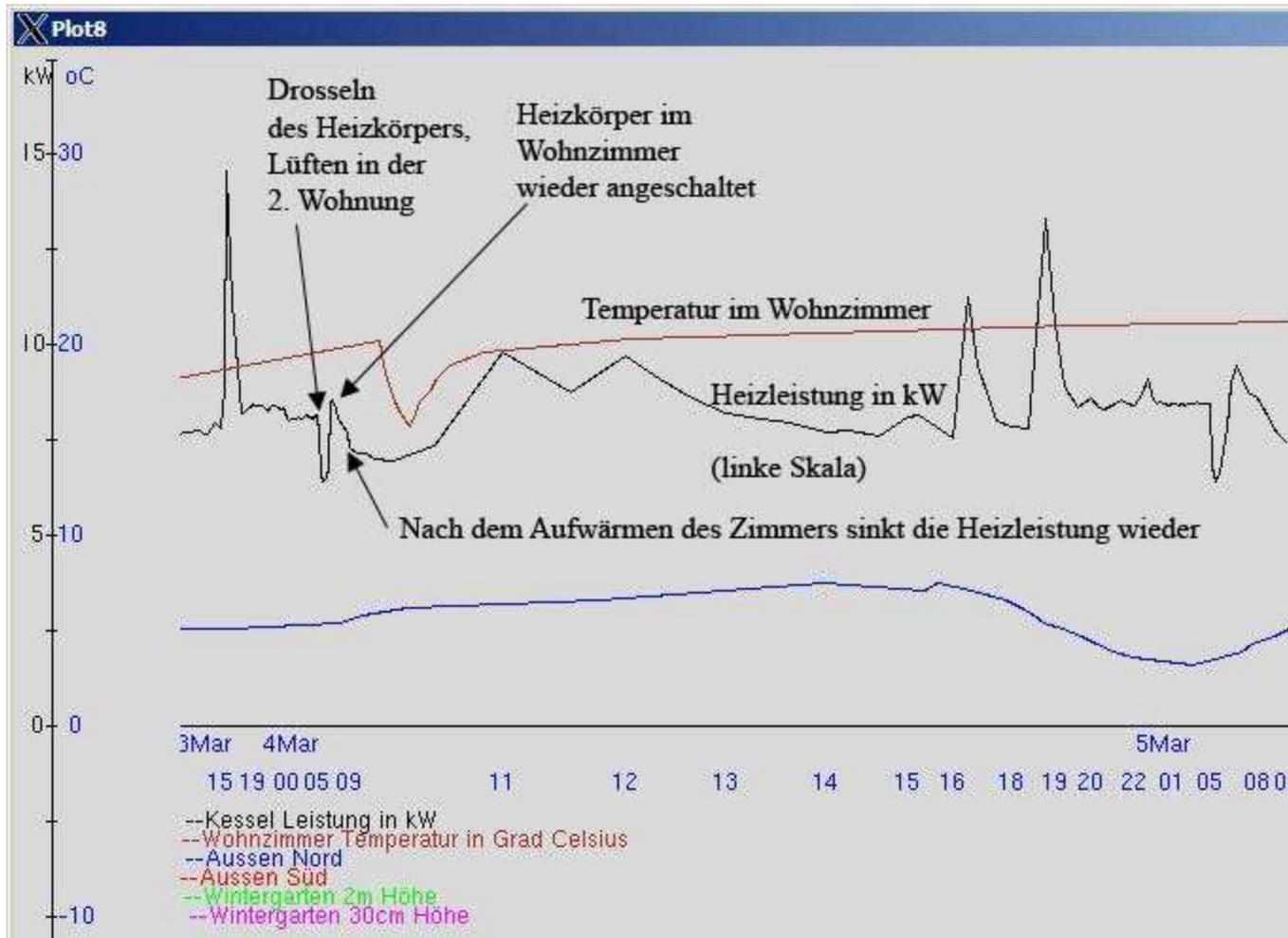


Hier ist der Vorgang des Lüftens eines Zimmers am 4. März ab 10 Uhr 29 beschrieben. Die Zimmertemperatur (braune Linie) sinkt durch das Lüften ab. Nur ein Teil der Heizkörper sind gedrosselt.

Dadurch steigt die Leistung des Heizkessels (schwarze Kurve) von ca. 7 auf 10 kW an, um dann aber nach Aufwärmen des Zimmers wieder abzufallen. Der zweite Zacken wird durch einen anderen Heizkörper verursacht, es sind ja noch ein paar mehr im Haus.

Und so sieht der Vorgang in der Messwertliste aus.

Sun Mar	4	09:42:36	5.813 C aussenNord	
Sun Mar	4	09:50:38	Kessel Leistg=7.14	
Sun Mar	4	10:13:22	Kessel Leistg=6.99	
Sun Mar	4	10:27:58	20.250 C Wohnzil	
Sun Mar	4	10:29:09	19.562 C Wohnzil	Nun wird der Heizkörper gedrosselt un es wird gelüftet
Sun Mar	4	10:30:19	18.875 C Wohnzil	
Sun Mar	4	10:31:30	18.250 C Wohnzil	
Sun Mar	4	10:33:46	17.625 C Wohnzil	
Sun Mar	4	10:36:00	Kessel Leistg=6.94	
Sun Mar	4	10:37:18	17.000 C Wohnzil	
Sun Mar	4	10:39:54	16.375 C Wohnzil	
Sun Mar	4	10:42:28	6.188 C aussenNord	
Sun Mar	4	10:43:19	15.750 C Wohnzil	Jetzt wird das Fenster geschlossen und der Heizkörper aufgedreht
Sun Mar	4	10:47:53	16.375 C Wohnzil	
Sun Mar	4	10:51:04	17.000 C Wohnzil	
Sun Mar	4	10:54:24	17.625 C Wohnzil	
Sun Mar	4	10:57:24	Kessel Leistg=7.36	Jetzt steigt die Heizleistung
Sun Mar	4	10:58:32	18.250 C Wohnzil	
Sun Mar	4	11:04:25	18.938 C Wohnzil	
Sun Mar	4	11:14:42	19.625 C Wohnzil	
Sun Mar	4	11:18:50	Kessel Leistg=9.80	
Sun Mar	4	11:40:19	Kessel Leistg=8.74	
Sun Mar	4	11:48:38	6.626 C aussenNord	
Sun Mar	4	12:00:51	Kessel Leistg=9.69	
Sun Mar	4	12:02:39	20.312 C Wohnzil	



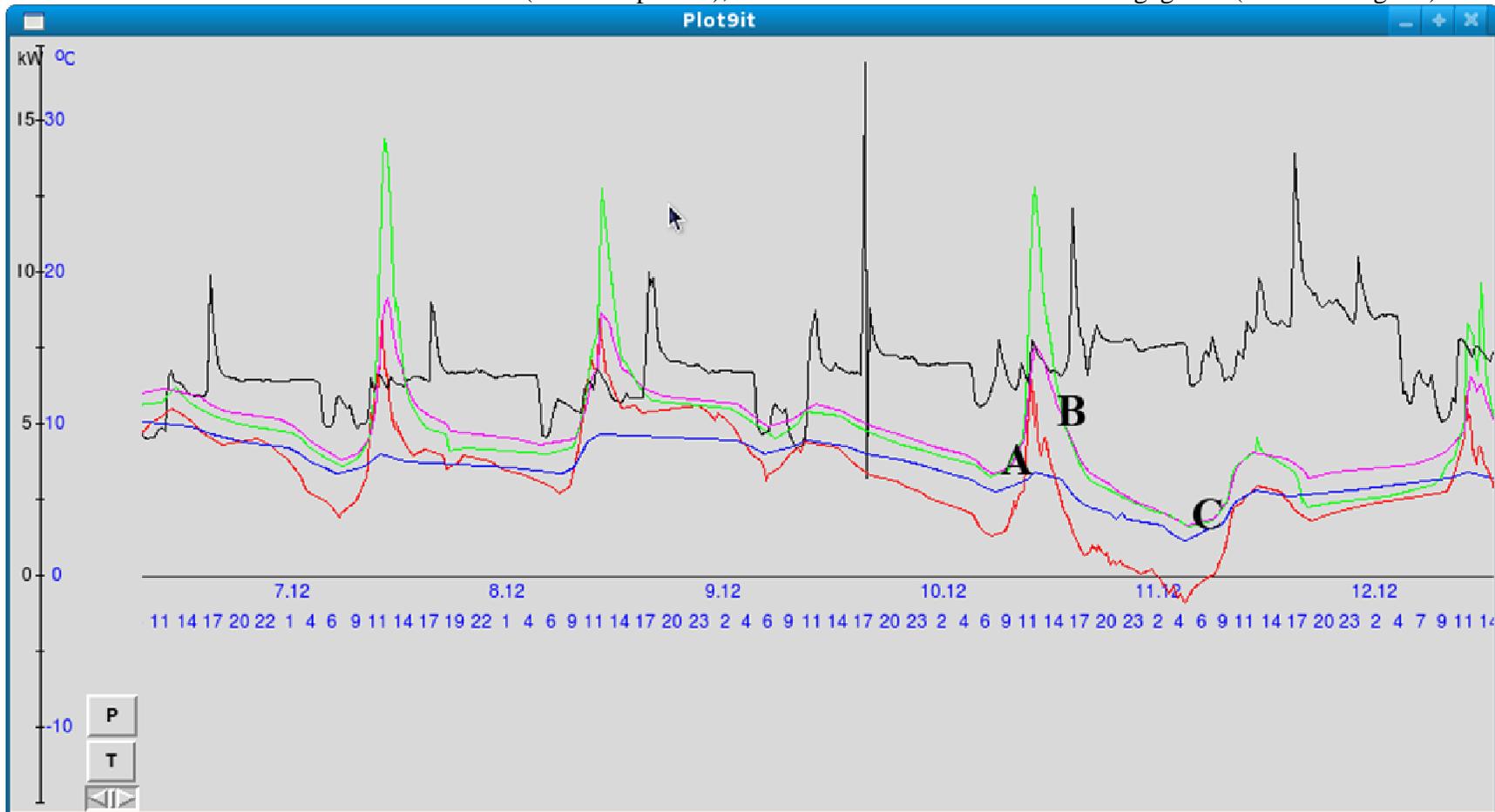
Hier wird der Lüftungsvorgang am 4. März ab 5 Uhr 30 in der 2. Wohnung betrachtet. Zunächst sinkt die Heizleistung von ca. 8 auf 6 kW durch das Zudrehen der Heizkörper. Nach dem Lüften werden die Heizkörper wieder aufgedreht. Wenn man die Messwerte genau wissen will, sieht man am besten in die Messwertliste nach. Siehe nächste Seite.

So sieht die Messwertliste aus:

Sun Mar	4	04:39:20	Kessel Leistg=8.15	
Sun Mar	4	05:01:01	Kessel Leistg=8.15	Heizkörper zugedreht, gelüftet.
Sun Mar	4	05:23:52	Kessel Leistg=7.65	
Sun Mar	4	05:46:49	Kessel Leistg=6.58	
Sun Mar	4	06:09:32	Kessel Leistg=6.39	Heizkörper aufgedreht
Sun Mar	4	06:31:55	Kessel Leistg=6.49	
Sun Mar	4	06:54:03	Kessel Leistg=6.82	
Sun Mar	4	07:14:49	Kessel Leistg=8.51	
Sun Mar	4	07:36:37	Kessel Leistg=8.56	Maximum. Nun ist der Raum bald geheizt.
Sun Mar	4	07:58:21	Kessel Leistg=8.32	
Sun Mar	4	08:20:18	Kessel Leistg=8.05	
Sun Mar	4	08:28:57	5.438 C aussenNord	
Sun Mar	4	08:42:48	Kessel Leistg=7.68	
Sun Mar	4	09:05:24	Kessel Leistg=7.30	
Sun Mar	4	09:28:00	Kessel Leistg=7.13	

Und nun ein weiteres Beispiel:

061207Plot9it-ABC.png -i10: Hier betrachte ich die Temperaturen im Wintergarten: Die grüne Kurve ist die Temperatur in 2m Höhe, die magentafarbene in 30cm Höhe. Bei den Punkten A,B,C kreuzen sich die grüne und magenta Kurve. Im Abschnitt AB liegt grün über magenta, bei BC darunter. Bei AB strahlt die Sonne ein (Gradient positiv), bei BC wird Wärme nach aussen abgegeben (Gradient negativ).



Nun wenden wir uns einem Effekt zu, der in einem Fehler in der Heizanlage begründet war. Er machte sich durch zu kalte Heizung bemerkbar. Die Heizung arbeitete mit maximal 50% ihrer Nennleistung. Hier die Messwertliste mit Hinweisen:
Jahr 2008

Fri Nov 21 21:11:33 Kessel An=111 Aus=177 Leistg=6.55

Fri Nov 21 21:16:19 Kessel An=109 Aus=177 Leistg=6.48

Fri Nov 21 21:21:00 Kessel An=109 Aus=172 Leistg=6.59

Fri Nov 21 21:25:39 Kessel An=115 Aus=164 Leistg=7.01

Fri Nov 21 21:30:22 Kessel An=121 Aus=162 Leistg=7.27

Fri Nov 21 21:35:09 Kessel An=120 Aus=167 Leistg=7.11

Fri Nov 21 21:40:03 Kessel An=119 Aus=175 Leistg=6.88

Fri Nov 21 21:44:57 Kessel An=112 Aus=182 Leistg=6.48

Fri Nov 21 21:48:05 0.062 C aussenSüd

Fri Nov 21 21:49:38 Kessel An=105 Aus=176 Leistg=6.35

----Heizkörper werden nicht richtig warm----

----Kessel heizt nur etwa max. 120 Sekunden----

----Dann schaltet der Ölvorwärmer den Brenner ab,----

----weil seine Temperatur unter 32 Grad sinkt.----

Fri Nov 21 22:26:52 -0.250 C aussenSüd

Fri Nov 21 22:32:47 2.938 C aussenNord

Fri Nov 21 22:50:35 0.062 C aussenSüd

----Kessel-Ölvorwärmer repariert----

Sat Nov 22 01:07:05 Kessel An=2264 Aus=14 Leistg=16.90

Sat Nov 22 01:35:55 4.312 C Winterg30cm

Sat Nov 22 01:46:43 -0.250 C aussenSüd

Sat Nov 22 01:59:54 3.125 C Winterg2m

Sat Nov 22 02:03:34 Kessel An=3172 Aus=217 Leistg=15.91

Sat Nov 22 02:18:51 Kessel An=652 Aus=265 Leistg=12.09

Sat Nov 22 02:33:34 Kessel An=562 Aus=321 Leistg=10.82

Sat Nov 22 02:48:22 Kessel An=540 Aus=348 Leistg=10.34

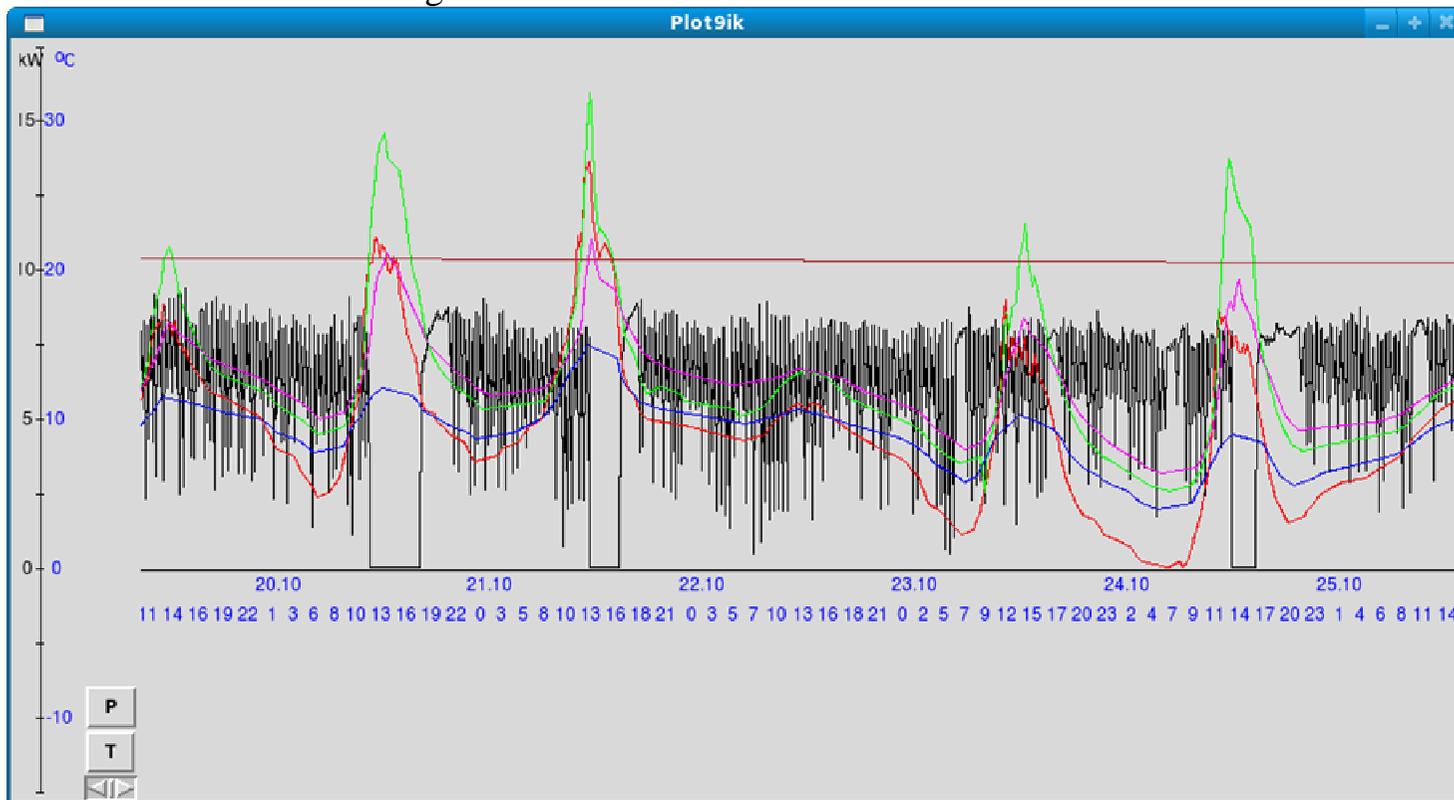
Sat Nov 22 03:03:18 Kessel An=519 Aus=377 Leistg=9.85

Sat Nov 22 03:39:22 2.625 C aussenNord

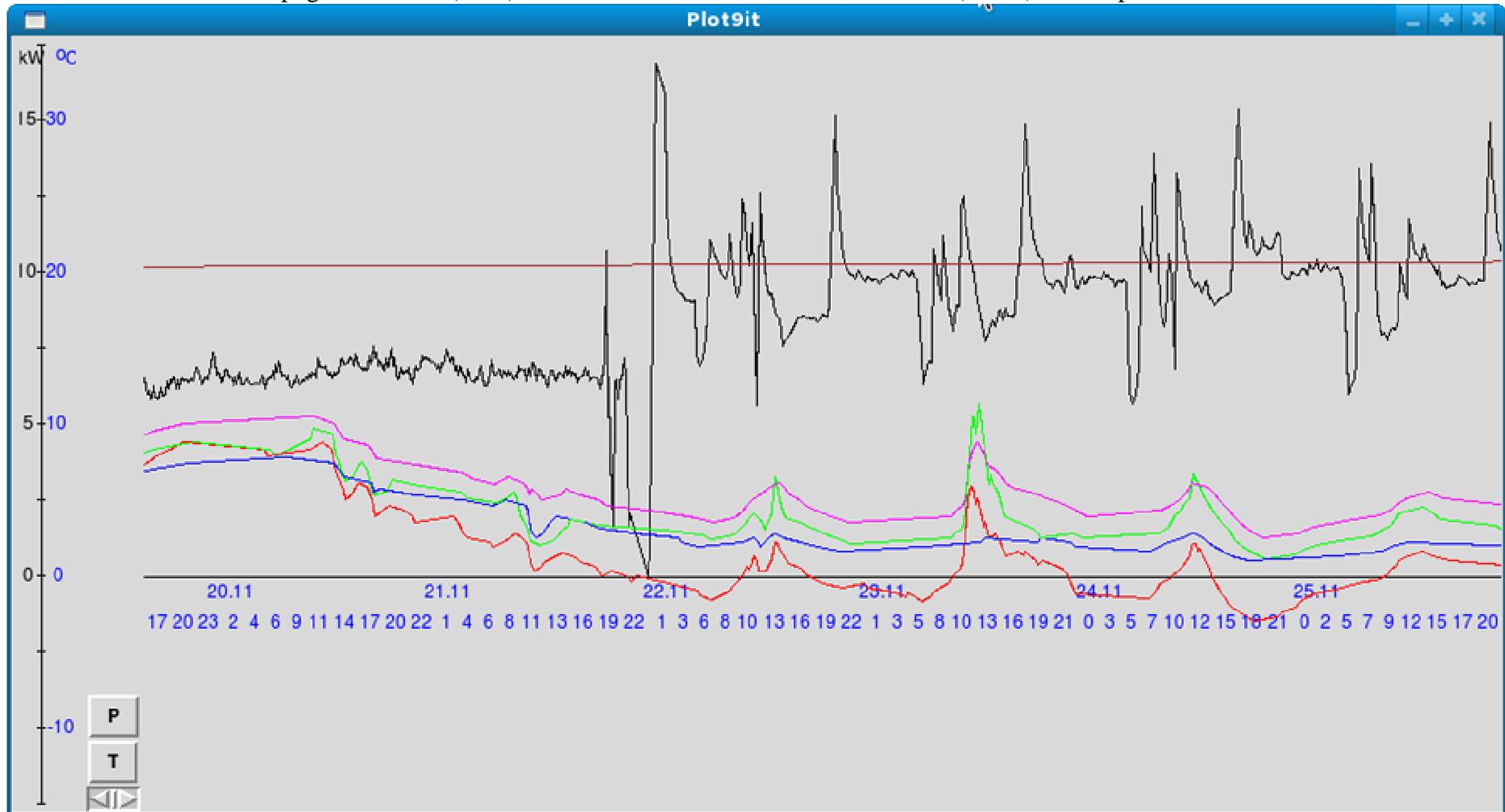
Sat Nov 22 03:54:16 -0.563 C aussenSüd

Man sieht jetzt nach der Reparatur, dass wieder die volle Heizleistung erreicht wird

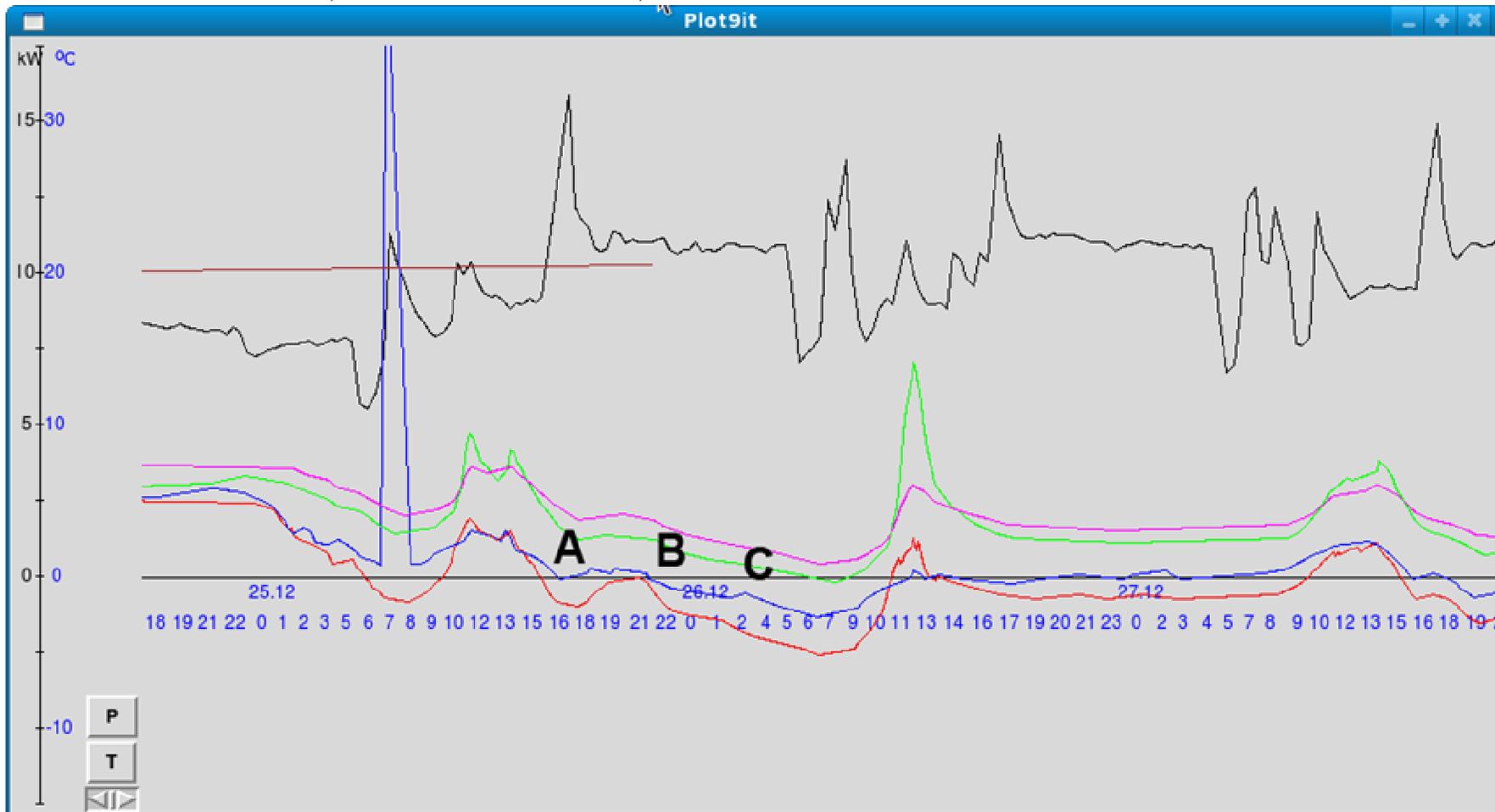
081020stricheVorwaePlot9ik.png Dieses Bild zeigt noch einen zweiten Effekt des defekten Ölvorwärmers: Es gibt keine glatte Heizleistungskurve, sondern diese sieht wie schraffiert aus weil der Vorwärmer oft lange zum Vorwärmen braucht und dadurch die Heizleistung sinkt.



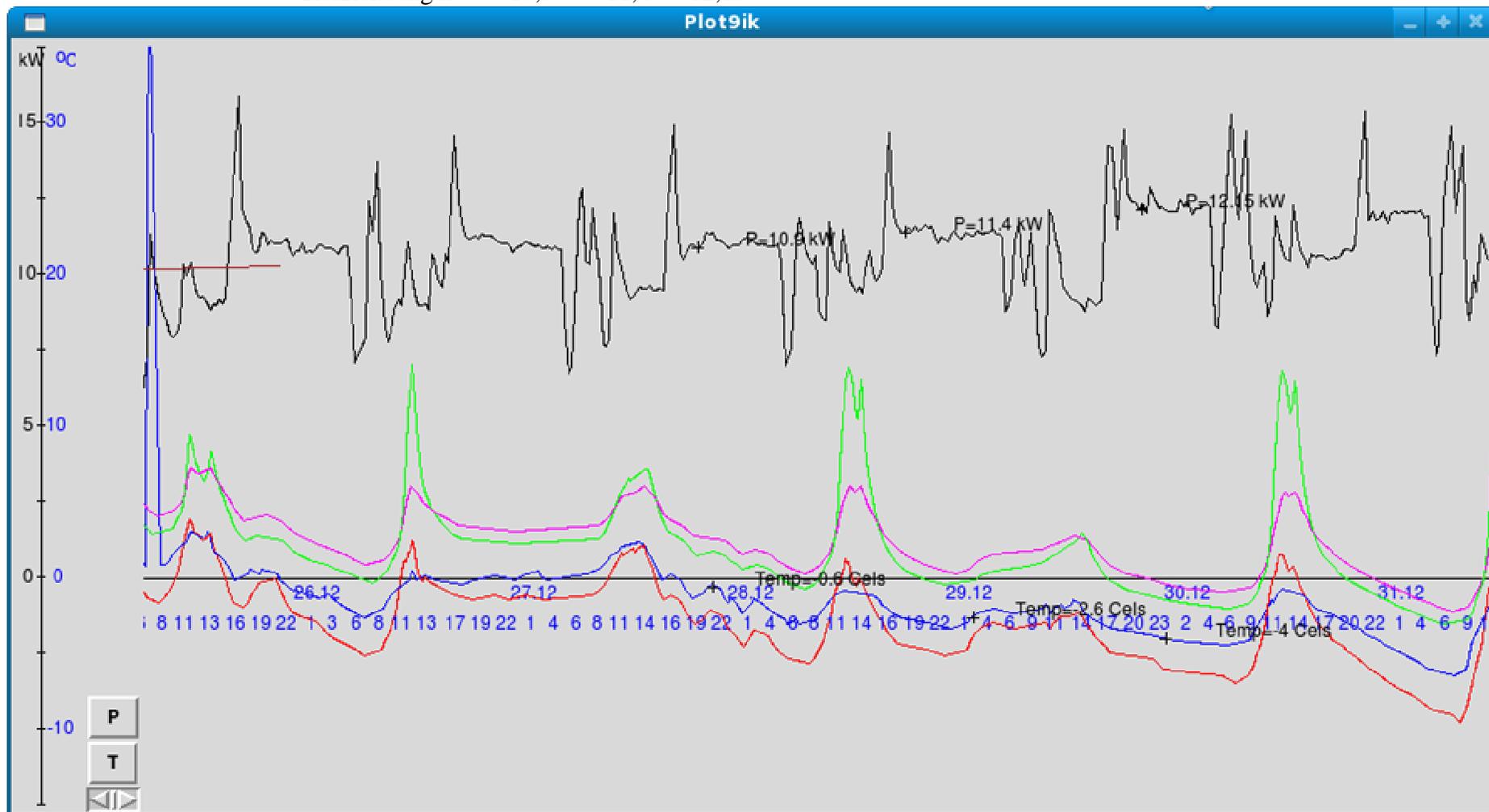
081122kesselVorwPlot9it.png: Am 21.11.(links) ist der Vorwärmer noch defekt, am 22.11.(rechts) ist er repariert. Deutlicher Unterschied.



081225TempAnordPlot9itABC.png: Temperatur aussen Süd ist rot und aussen Nord ist blau. Der Rot-Fühler hängt in 1m Höhe und Blau liegt auf der Erde. Bei A sinkt Rot, aber B bleibt bei Null Grad, bis der Boden durchfriert..

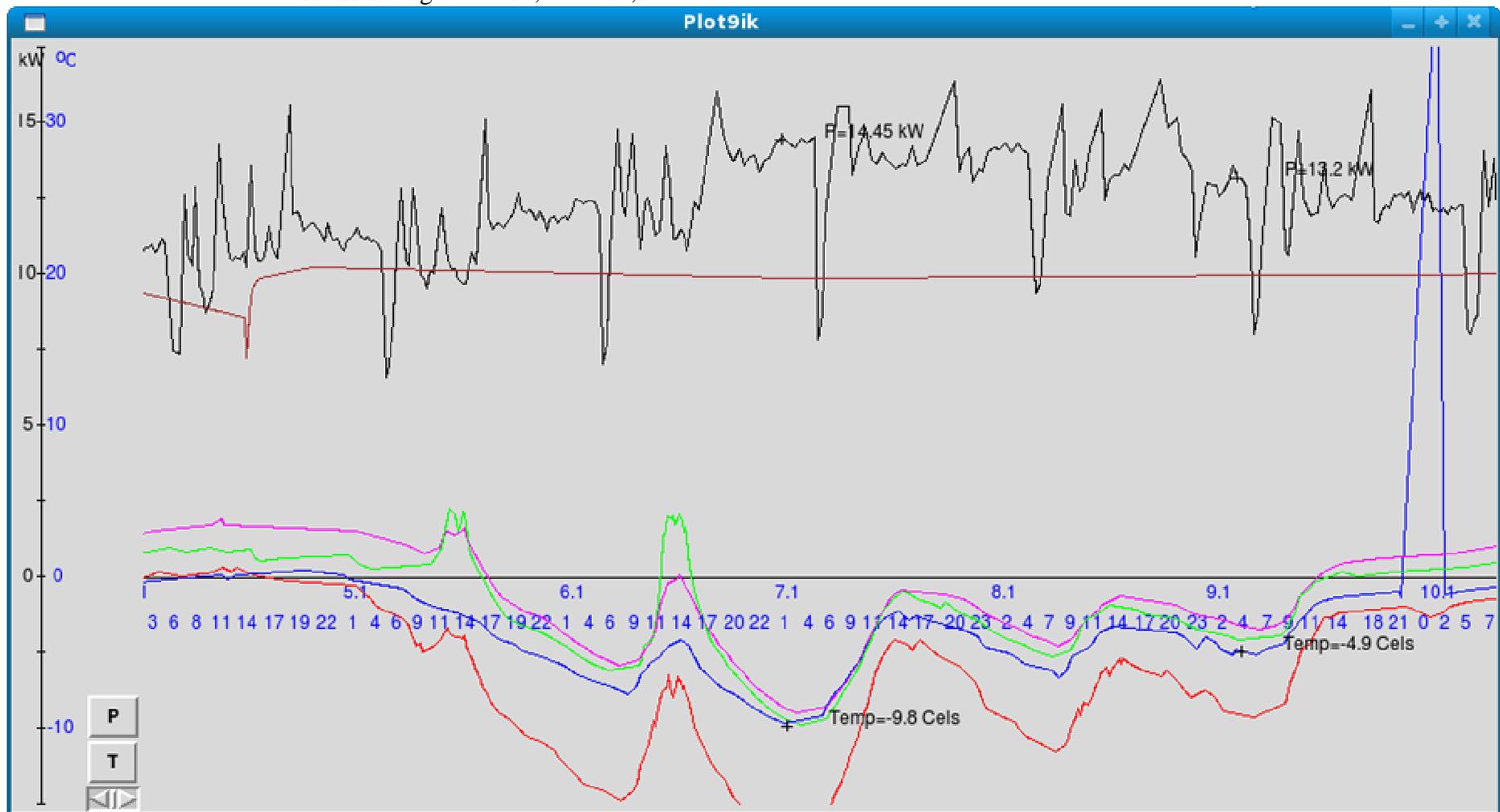


081226-4Grad-Plot9ik.png: Temperatur °C -0,6 -2,6 -4
 Heizleistung kW 10,9 11,4 12,15

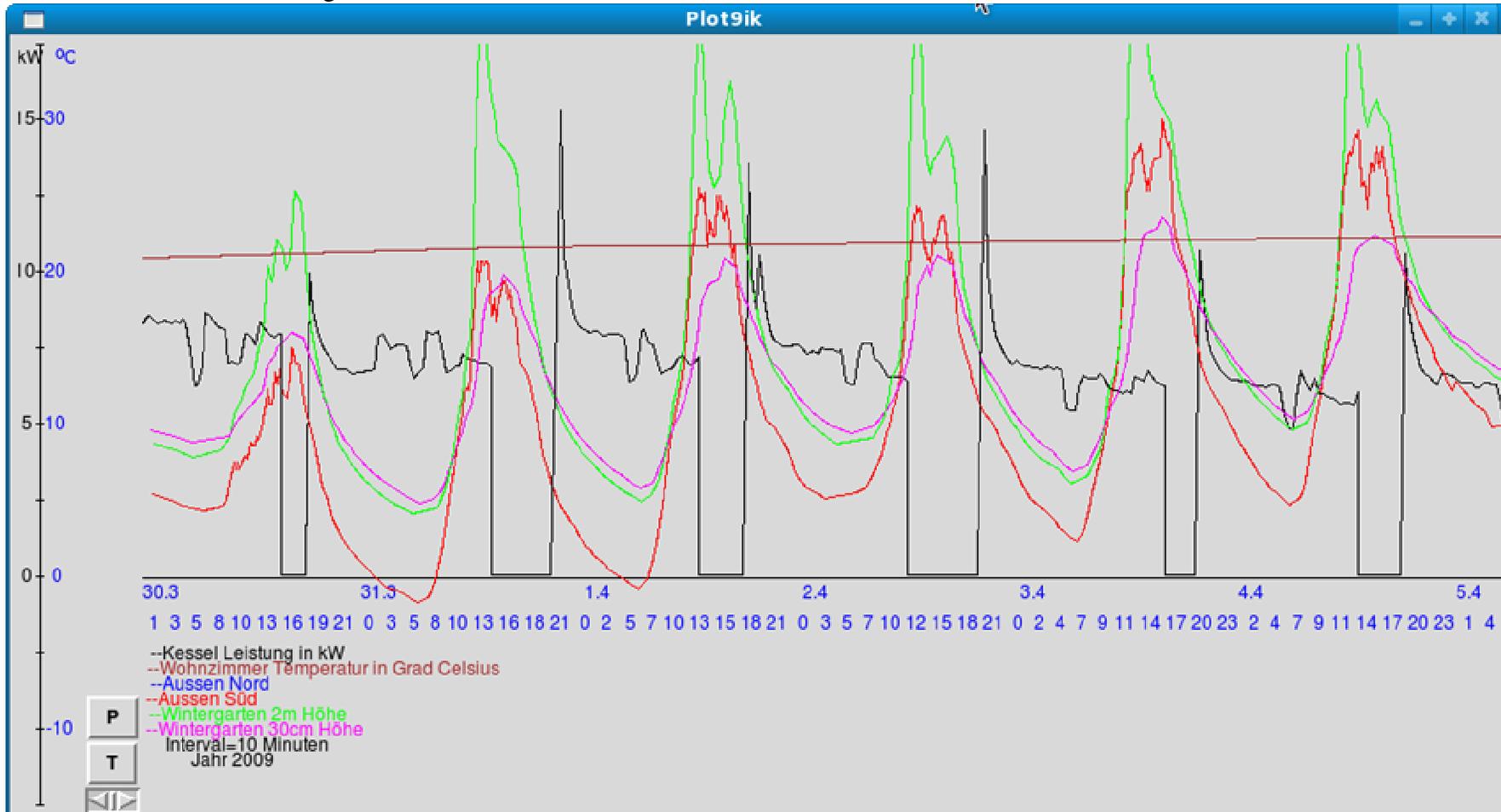


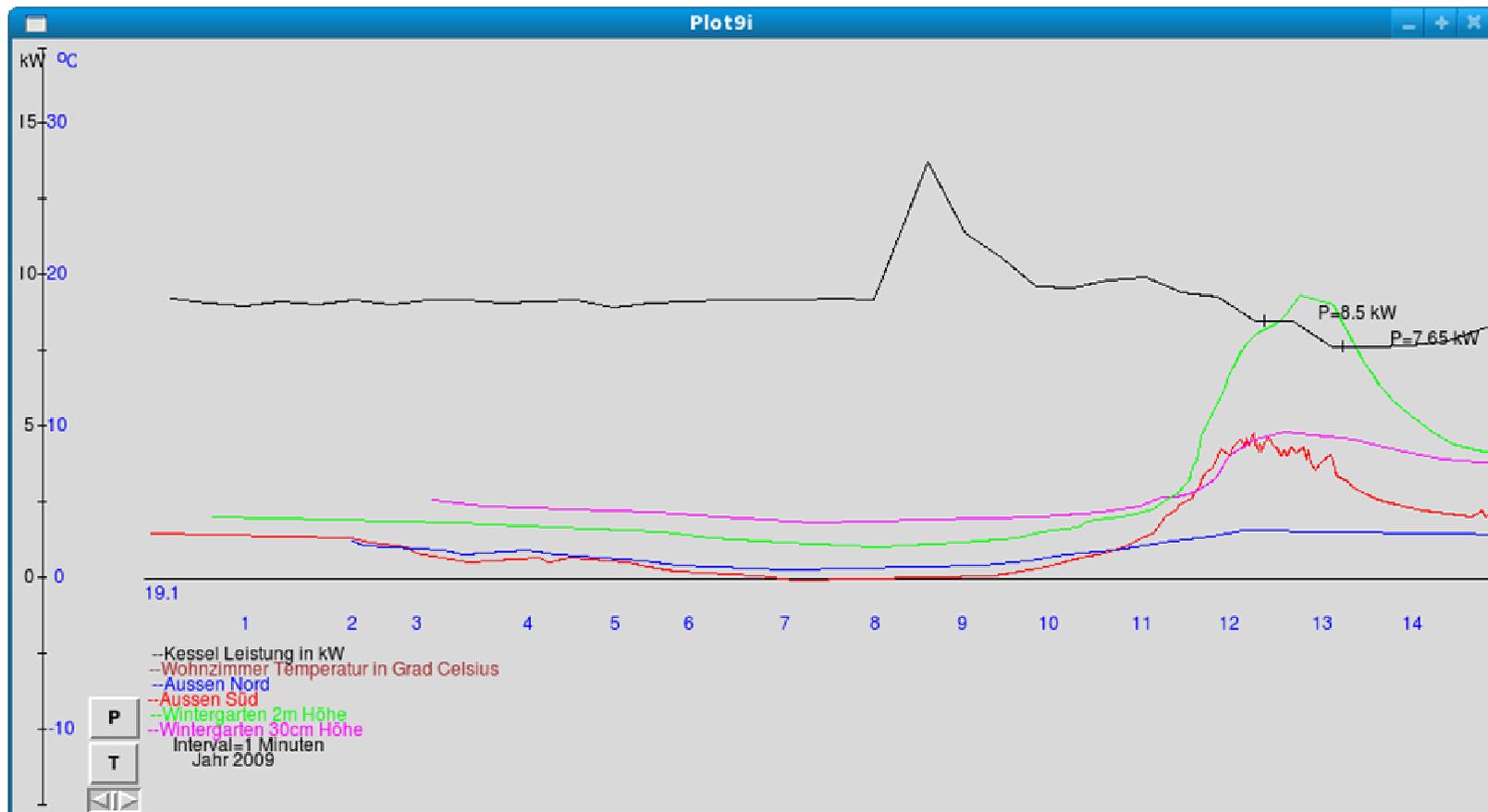
090105-9Grad-Plot9ik.png : Temperatur °C -9,8 -4,9
 Heizleistung kW 14,4 13,2

Am 10.1. hat der Temperaturfühler Aussen Nord Probleme.



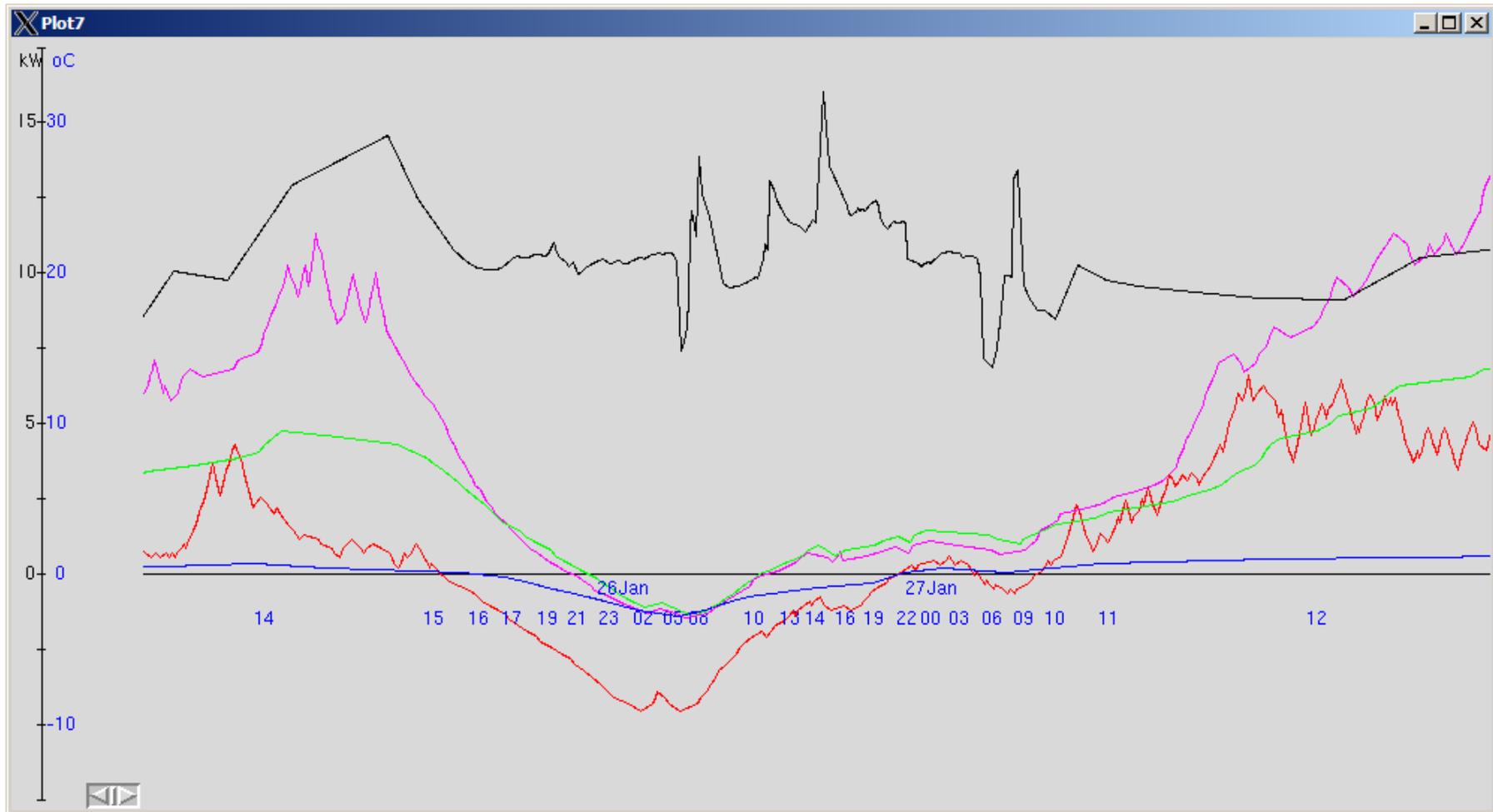
090330ausPlot9ik.png: Hier sieht man, dass wir die Heizung, wenn es mittags genug Sonnenwärme gibt, ausschalten. Dann heizt unser Süd-Wintergarten das Haus.





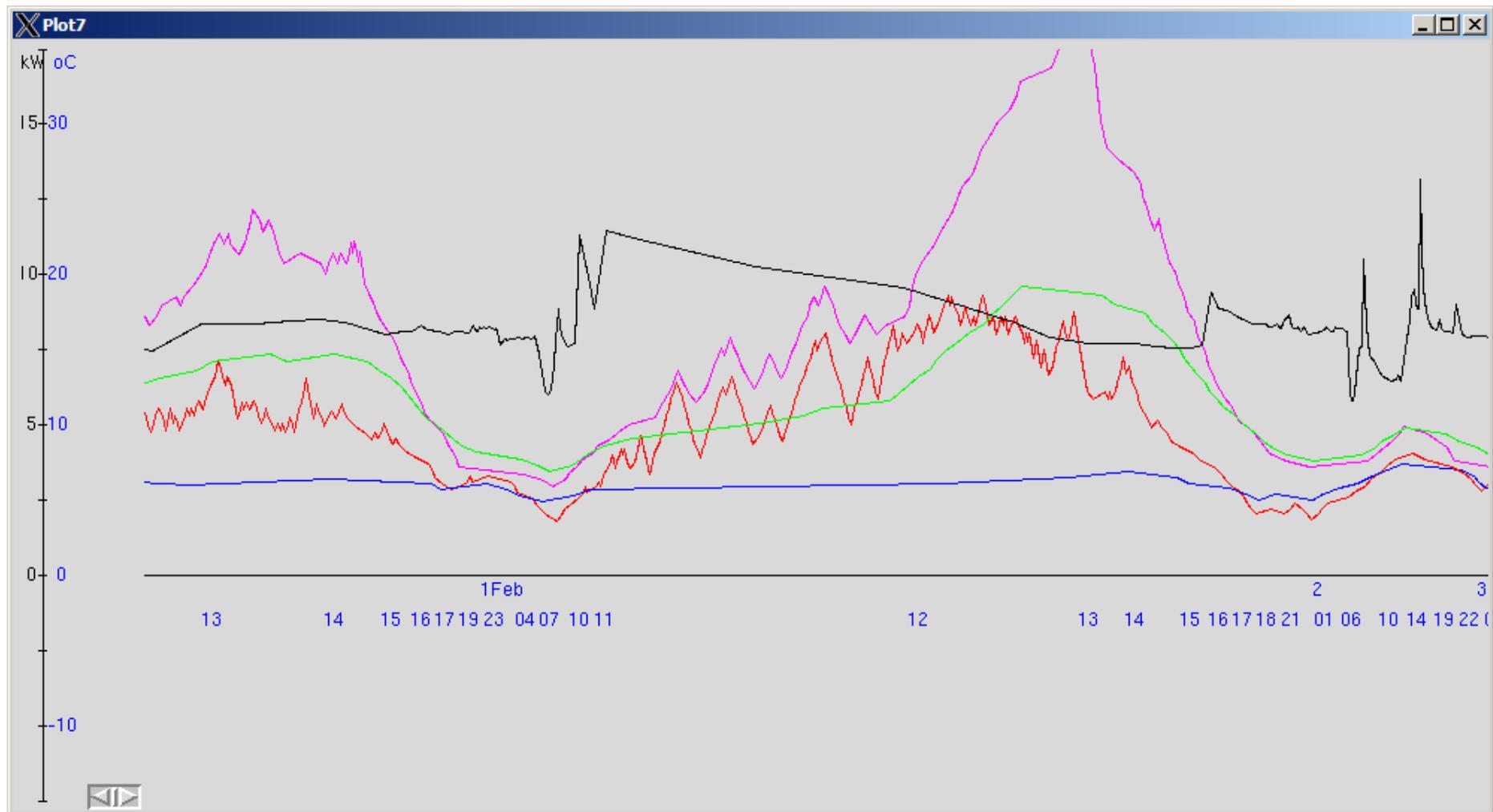
090119c.png Am 19.1.2009 hat jemand um 8 Uhr mehrere Heizkörper aufgedreht. Um 12:38 hat er im Vestibül und Schlafzimmer die Heizkörper zuge dreht. Auf der obigen Graphik sieht man um 12:38 Uhr ein Absinken der Heizleistung, um 12:15 Uhr war sie 8,5kW, um 13:15 Uhr ist sie auf 7,65 kW abgesunken. Also haben die beiden Heizkörper in Vestibül und Schlafzimmer 0,85 kW verbraucht, wenn in dieser Zeit keine anderen Verbrauchsänderungen stattgefunden haben. Die Aussentemperaturen waren um 12:38 Uhr: Nordseite: +3°C, Südseite: +10,5°C.

Intervall = 1 Minute heisst, dass ein Pixel horizontal einer Minute entspricht, also 60 Pixel pro Stunde. Die blauen Ziffern 1-14 sind Stunden.

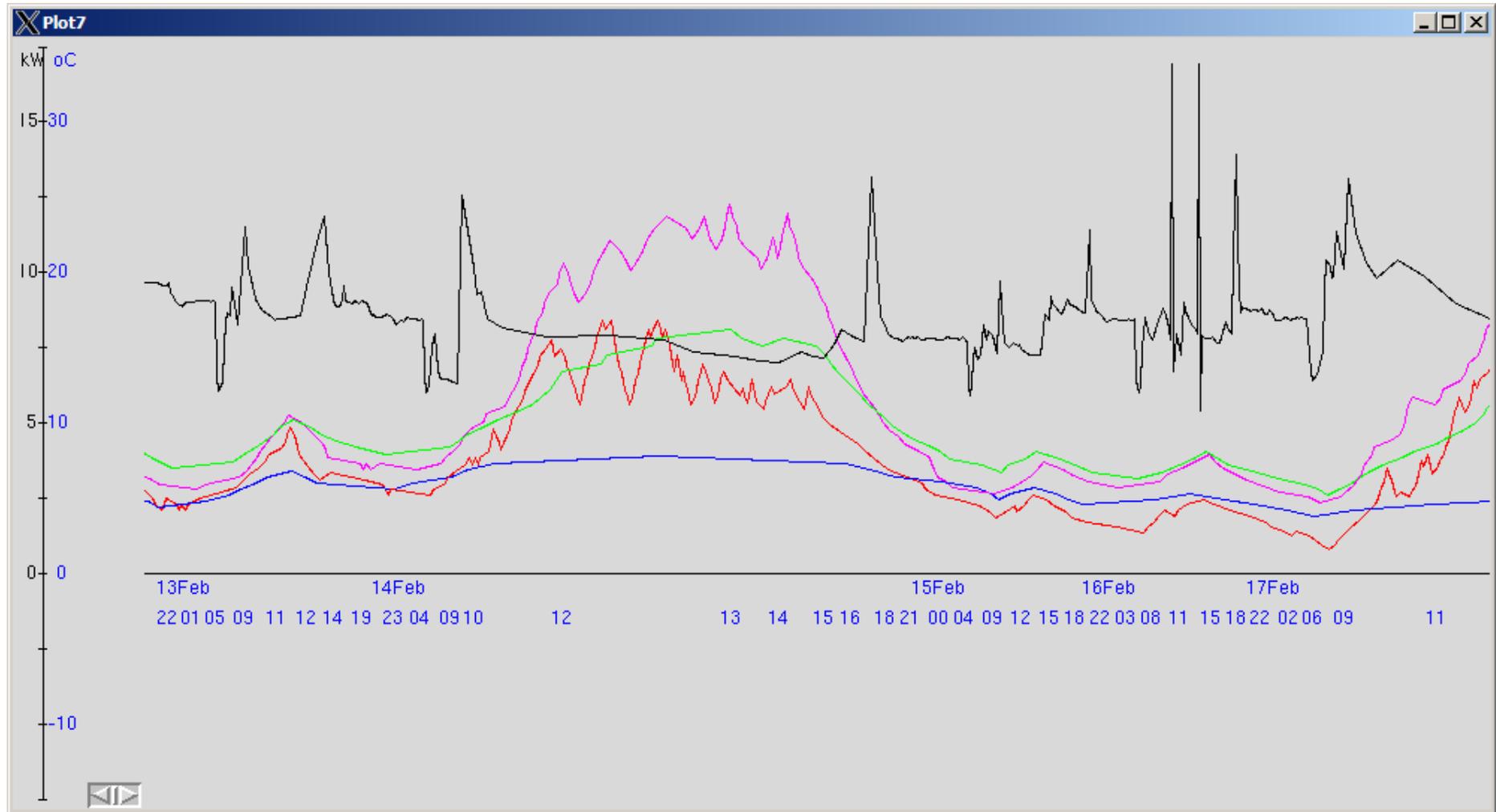


Januar 2007, damals kälteste Nacht im Januar 07 in Berlin. Die blaue Kurve ist Aussentemperatur Nord und die rote Aussen Süd. Da der Temperaturfühler im Norden an einer geschützten Stelle (Hohlweg) auf dem Boden liegt, bekommt er noch Bodenwärme. Der Südfühler hängt in der Luft.

Und hier noch ein paar weitere Graphiken als Beispiele:
2007

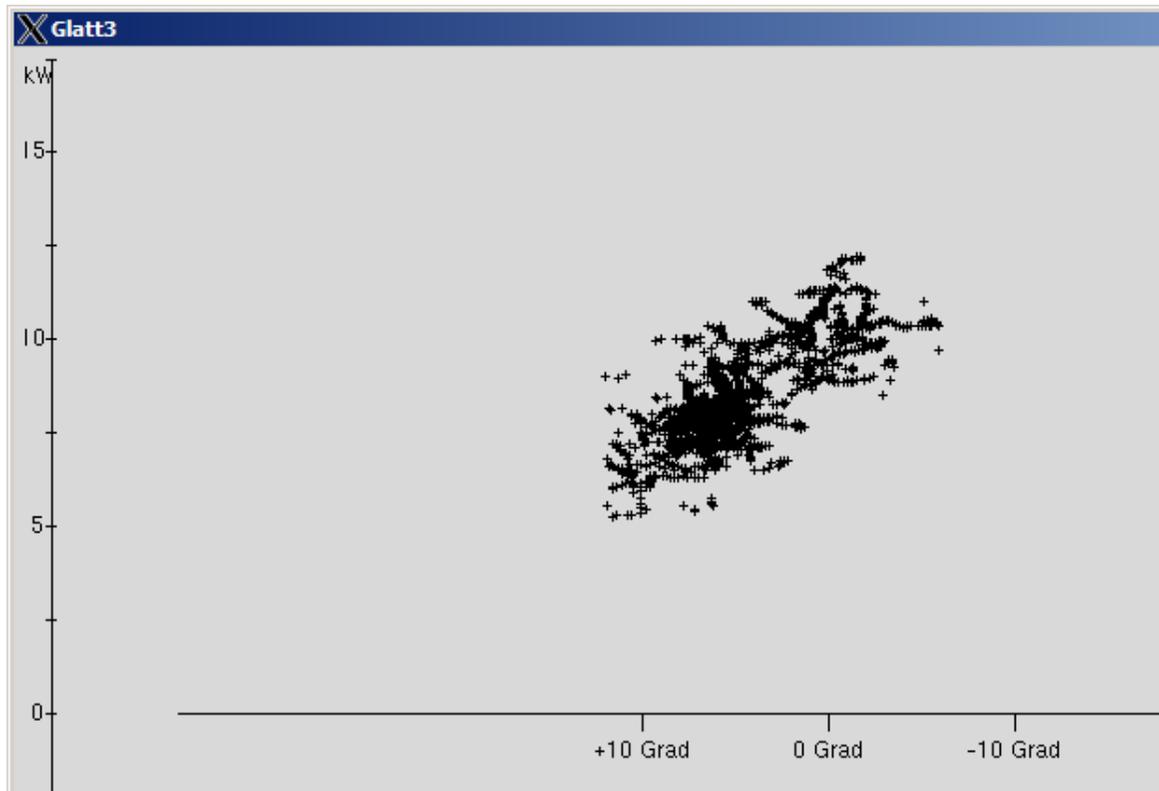


Jahr 2007

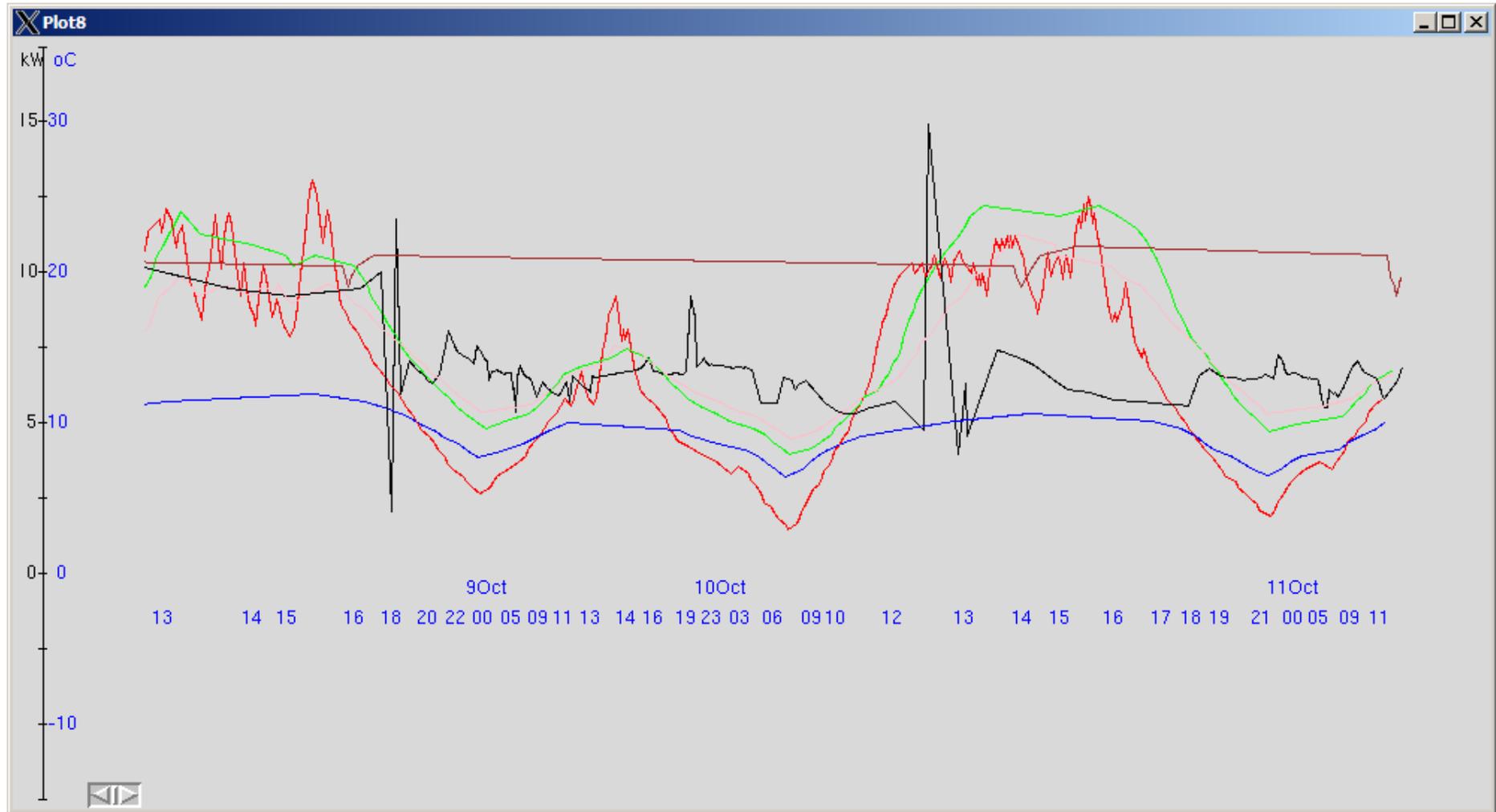


Korrelation zwischen Aussentemperatur (horizontal) und Heizleistung (vertikal) über einen Zeitraum.

Im Idealfall müsste das eine Gerade ergeben. Je kälter die Aussentemperatur, desto grösser die Heizleistung. Aber da es Zeit braucht, bis die Aussentemperatur sich innen bemerkbar macht und diverse verschiedene Lastfälle auftreten, weitet sich die Heizgerade zu einem stochastischen Feld aus. Aber wenn man in der Mitte des Feldes eine Gerade ziehen würde, hätte man eine mittlere Heizgerade.

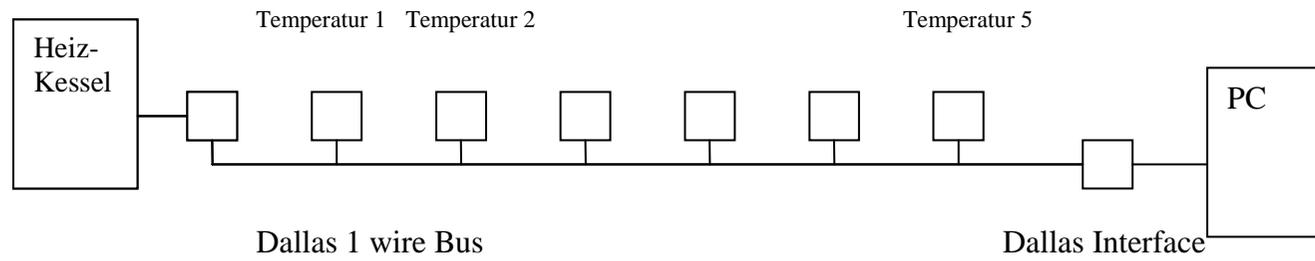


Korrelation über den Zeitraum 1.1.07- 17.2. 07 mit Glaettung und Zusatzbedingung $\text{abs}(\text{Paktuell} - \text{Pvorig}) < 0.01 * \text{Paktuell}$ d.h. eingeschwungener Zustand, schnelle Transienten werden ausgeblendet.



2007

Und so sieht die Messeinrichtung aus:



Der PC ist ein aufgebohrter Thin Client von Fa. Igel (Bremen), hat 700 MHz und verbraucht nur 30W (ohne Monitor). Das Meßprogramm benötigt weniger als 4% der CPU-Leistung, es bleibt also noch genug Reserve.

Jetzt fehlt nur noch die Statistik.
Die könnte man in Kessel.c einbauen oder offline betreiben.

