

<u>Inhalt</u>	Seite
1. Einführung	2
2. Stand von Hardware, Software	3
3. Ergebnisse der Messungen	4
a) Temperaturverlauf	4
Einflußgrößen	4
Temperaturniveaus der Auslaßkammern	9
Temperaturdifferenzen an den Auslaßkammern	12
Temperaturen bei Dump und Injektion	14
Maschine ohne Strom	16
Einzelne Meßstellen	18
Zeitverhalten der Meßkanäle	23
10-Bunch-Betrieb	25
b) Meßgenauigkeit der Sensoren	26
Anhang	
BW 1 - 7: Temperaturen und Temperaturdifferenzen	27
Tabellen zur Meßgenauigkeit der Sensoren v. 22.4.98	30

## 1.) Einführung

Zwischen 1998 und 1999 ist am Speicherring DORIS III ein Temperatur-Meßsystem aufgebaut worden. Im folgenden Bericht wird zu Beginn der erreichte Stand dargestellt. Anschließend werden die Meßergebnisse im Einzelnen vorgestellt.

Ziel der Messungen ist es, eine Aussage über das Temperaturverhalten bei Erwärmung der Vakuummkammern vom Speicherring DORIS zu treffen. Durch den Einbau der Sensoren soll eine Erwärmung - z.B. durch falsche Strahlage im Strahlrohr - festgestellt werden können. Messungen sollen stattfinden:

- a) global im Kühlwasservor- und Rücklauf
- b) an Schwachstellen an der Vakuummkammer.

Betrachtet werden sowohl die Vakuummkammern, die den Teilchenstrahl führen, als auch diejenigen Kammern, die Synchrotron-Strahlung zum HASYLAB leiten. Letztere sind folgend als Auslaßkammern bezeichnet.

Außerdem soll das Meßsystem kurzfristig mit neuen Kanälen bestückt werden können.

## 2.) Stand von Hardware, Software

Das entstandene Meßsystem umfaßt eine veränderbare Anzahl von Sensoren, die über den Speicherring verteilt sind. Diese werden automatisch ausgelesen. Das Meßsystem mißt einerseits an den fest vorgegebenen Positionen, die unter 2a). beschrieben sind. Außerdem stehen veränderliche Meßkanäle zur Verfügung. Diese werden nach Bedarf an beliebigen Meßpositionen auf- und abgebaut.

Die installierten Meßleitungen werden über den Feldbus SEDAC ausgelesen. Der Aufbau wird von einem PC gesteuert, der in ein Netzwerk integriert ist. Es wurden zwei Programme geschrieben: Mit dem ersten, dem „Serverprogramm,“ wird das Meßsystem betrieben, mit dem zweiten, dem „Konsolprogramm“, werden die Meßwerte Nutzern im Netz zur Verfügung gestellt.

### a) Hardware

Die Messung wurde bisher unter den folgenden Bedingungen umgesetzt:

- Als Sensoren werden Pt 100 – Widerstandsthermometer eingesetzt.
- Meßstellen:
  - 1) Im Kühlkreislauf wurden die Widerstandsthermometer in den Vor- und Rücklauf des Absorberkreislaufs eingebaut. Sie wurden in Tauchhülsen montiert. In den folgenden Graphen bezeichnet V 2.1 die Rücklauftemperatur bzw. V 2.2 die Vorlauftemperatur.
  - 2) An den Auslaßkammern der sieben Bypass-Wiggler - folgend „BW“ - im Norden und an der HaRWi-Auslaßkammer wurden dauerhafte Meßstellen eingerichtet. Die Meßfühler wurden an jeder Auslaßkammer paarweise installiert. Für eine langfristige Messung wurde ein standardisiertes Gestell konstruiert. Die Sensoren sind jeweils auf der Kammerober- und –unterseite montiert.
  - 3) Messung im Bogen SL, Bogen SR an der Vakuumkammer, die den Teilchenstrom führt
- Signalverarbeitung und –weiterleitung erfolgt mit dem Feldbus SEDAC.
- Die Meßwerte werden auf einem PC mit Server- und Konsolprogramm dargestellt.

## b) Software

Das *Serverprogramm* „temperdb“ ist in VISUAL BASIC 3.0 geschrieben. Es beinhaltet

- das Versenden und Auslesen von Telegrammen über den Feldbus SEDAC
- die Speicherung von Temperaturen im Netzwerk:
  - a) als Mittelwerte im 10-Sekundenrhythmus über 24 Stunden. Die Messwerte sind in Dateien von jeweils einer Stunde Umfang zusammengefasst.
  - b) als Mittelwerte im Minutenrhythmus über 7 Tage. Eine Datei umfasst jeweils einen Tag.
  - c) bei Temperatur-Alarm im Sekunden-Rhythmus.
- das Senden der Messwerte ins Ethernet mit IPX-Call
- eine Warnmeldung für die Meßstellen BW 1 bis 6:  
Bei Überschreiten einer Grenztemperatur oder schnellem Anstieg der Temperatur wird im Programm „DORIS ALARME“ eine Meldung ausgegeben.
- eine On line - Darstellung bestimmter Temperaturen.  
Neben den Messwerten werden auch Temperaturdifferenzen tabellarisch und im Histogramm angezeigt.

Gespeicherte Temperaturen können vom Anwender als EXCEL-Diagramme dargestellt werden. Aktuelle Dateien sind unter den Dateinamen „N:\ mcd \ tpt\_mess \ XX\_uhr.csv“ und „N:\ mcd \ tpt\_mess \ WOCHENTAG.csv“ zu finden. Ältere Dateien befinden sich im Verzeichnis „N:\ mcd \ tpt\_mess \ tpt\_arch \ YY\_MM\_DD“. Letztere liegen i.d.R. auch als EXCEL- Diagramm vor.

Das zweite Programm, das *Konsolprogramm* „T\_empfan“ empfängt die Messwerte über Ethernet vom Server. Die Temperaturen werden auf zwei Masken dargestellt: Auf der ersten werden für eine *beschränkte Auswahl* von Meßstellen *Temperaturdifferenzen* dargestellt. Diese stehen als T(t)-Diagramm oder als Zahl zur Verfügung. Auf der zweiten Maske sind *Temperaturen* für *beliebig gewählte* Meßstellen darstellbar.

Auf den beiden erwähnten Masken kann ausgewählt werden, ob die gewünschte Temperatur online angezeigt werden soll oder für einen vergangenen Zeitraum. In der Online-Darstellung sind jeweils die letzten acht Minuten zu sehen. Wählt man einen Meßwert aus dem Archiv, so kann jeweils ein Zeitraum von einer Stunde aus den letzten 24 Stunden betrachtet werden.

## 3.) Ergebnisse der Messungen

### a) Temperaturverlauf

#### Einflussgrößen

Der Temperaturverlauf an den Auslasskammern und im Kühlwasser ist an die Stromstärke im Ring gekoppelt. Vgl. dazu die Diagramme v. 1.4.98 um 22 Uhr, 3.4.98 um 7 Uhr, 6.4.98 um 7 Uhr.

Temperaturen DORIS Auslasskammern, 1.4.98

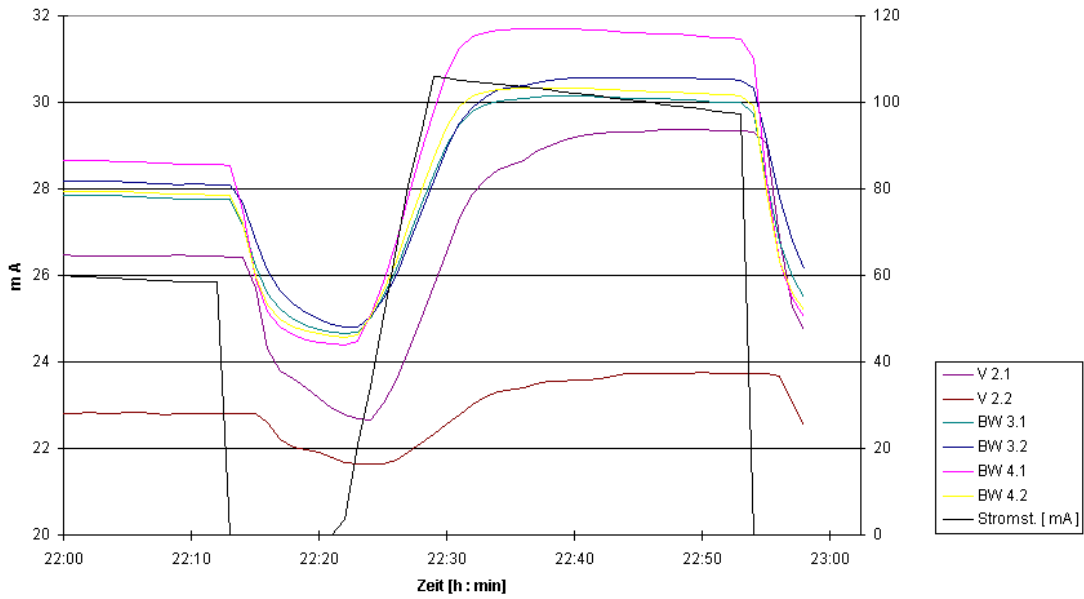


Diagramm 1.4.98, 22 Uhr: V 2.1 Kühlwasser-Rücklauf; V 2.2: Kühlwasser-Vorlauf

Temperaturen DORIS Auslasskammern, 1.4.98

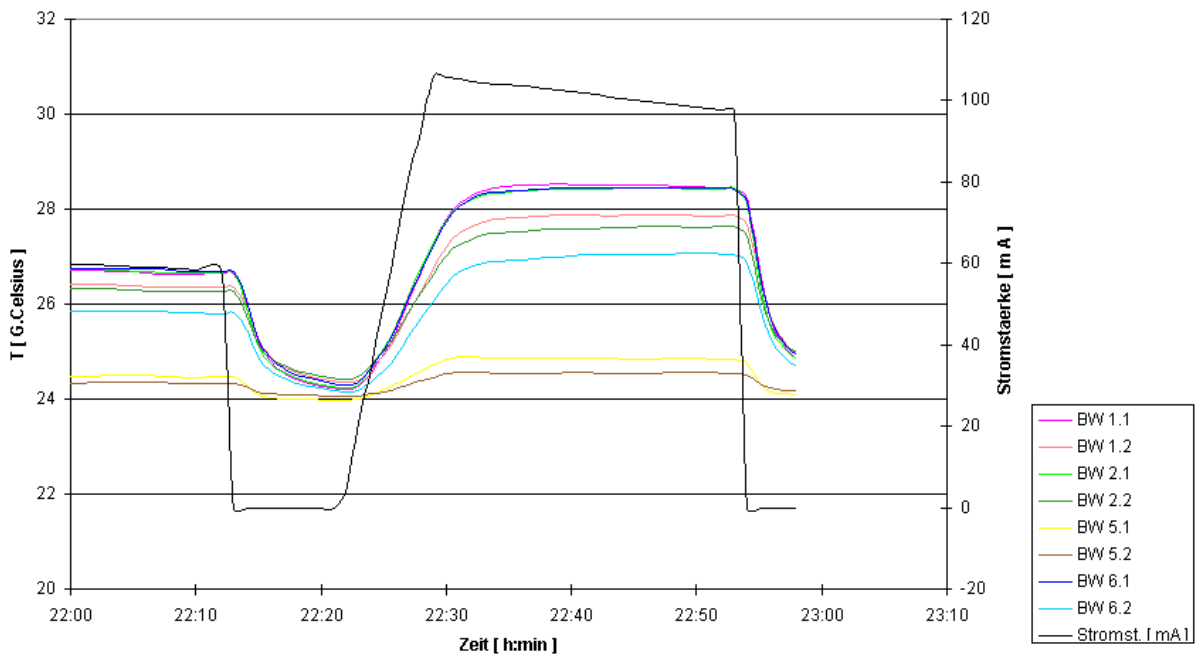
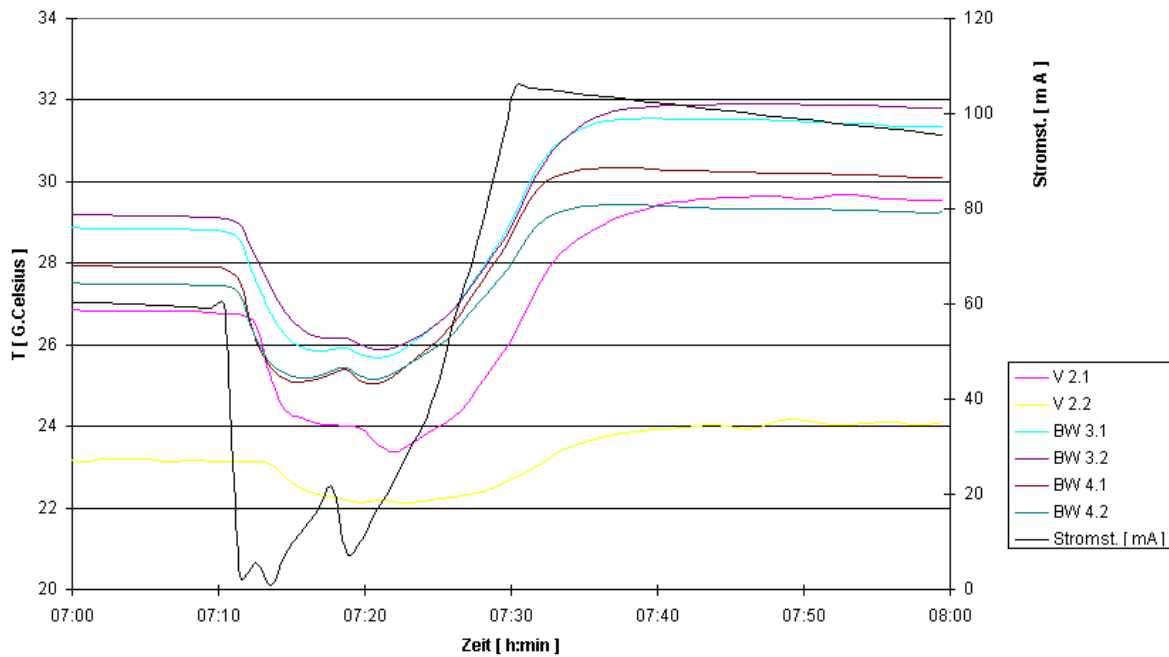
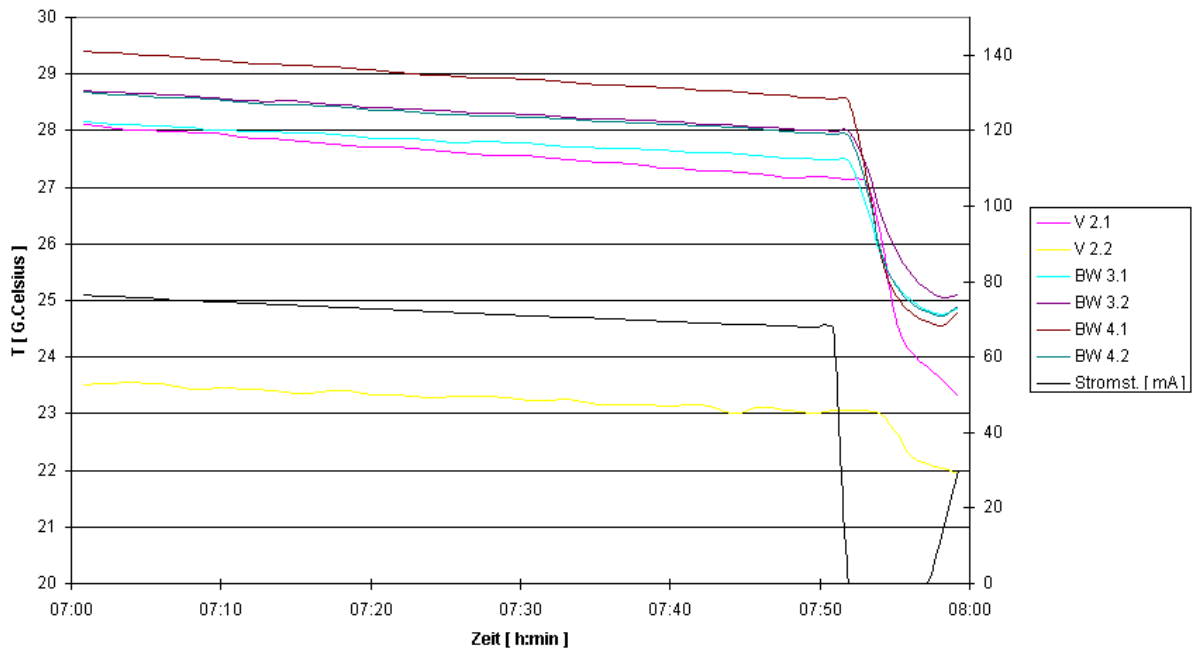


Diagramm 1.4.98, 22 Uhr: BW 1.1 = Auslaßkammer Bypass-Wiggler 1, oben  
 BW 1.2 = Auslaßkammer Bypass-Wiggler 1, unten; die  
 Numerierung der übrigen Auslaßkammern BW 2.1, BW 2.2 usw. ist entsprechend.  
 Stromst. = Stromstärke, Teilchenstrom in DORIS

Temperaturen DORIS Auslasskammern, 3.4.98

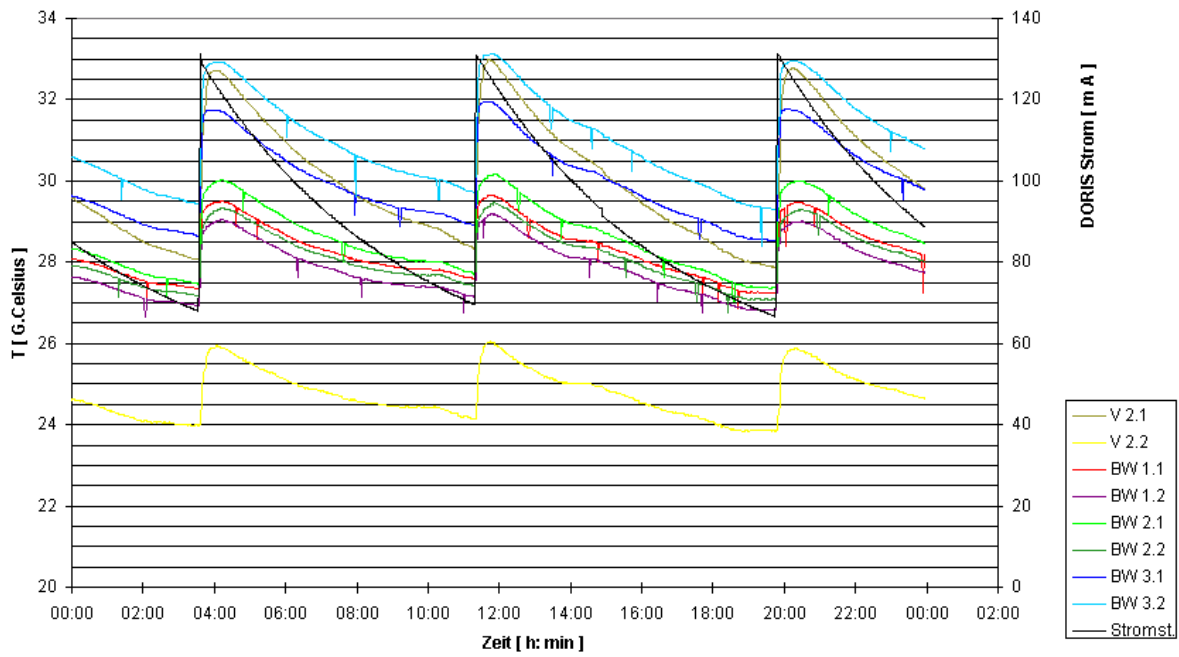


Temperaturen DORIS Auslasskammern, 6.4.98

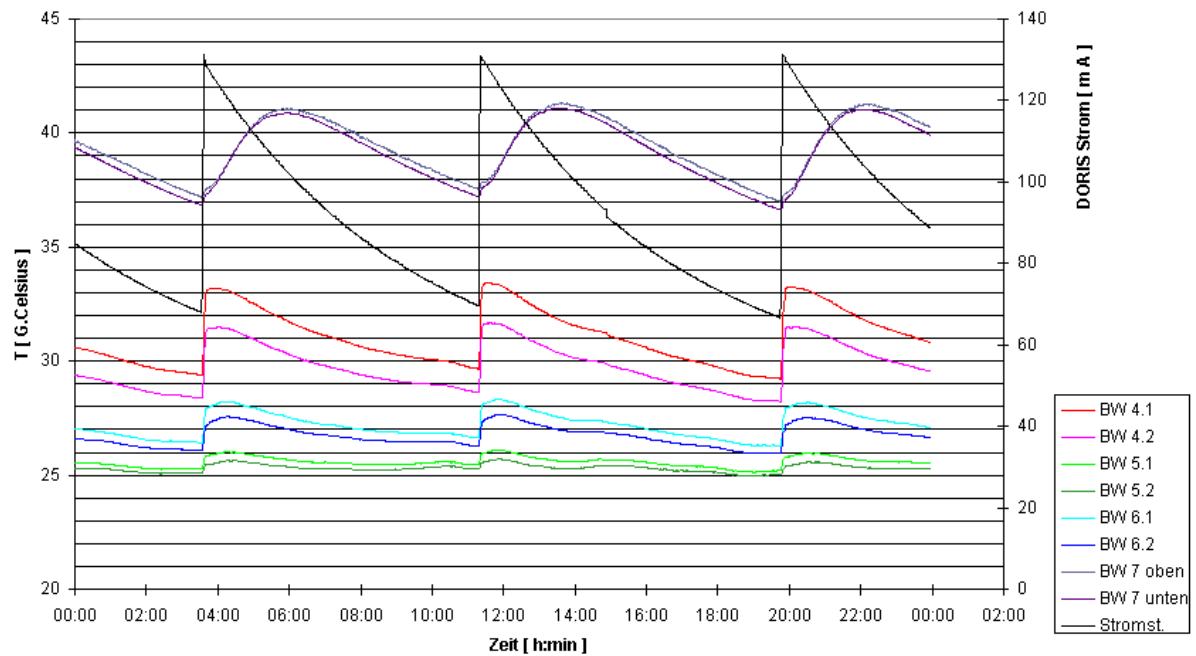


An den Auslaßkammern sind die Sensoren jeweils paarweise oben und unten an der Kammer befestigt. In den Diagrammen steigen sowohl die einzelnen Temperaturen als auch die Temperaturdifferenzen jedes Sensor-Paares entsprechend der Stromstärke, vgl. z.B. die Diagramme 1.4.98 22 Uhr, s.o. Die Temperaturen an den Auslasskammern sowie an der Strahlkammer werden ausserdem von der Vorlauftemperatur des Kühlwassers geprägt. In den Graphen vom 5.7. und 30.7.98 zeigt sich die Kopplung. Die Meßkanäle in den Diagrammen vom 5.7. folgen alle der Vorlauftemperatur V2.2. Davon ausgenommen ist der BW 7. Diese Meßstelle ist ungekühlt. Meßkanäle, die direkt die Teilchenstrahlkammer überwachen, sind für den 30.7.98 im „SR Bogen“ dargestellt. 6

Temperaturen DORIS 5.7.98

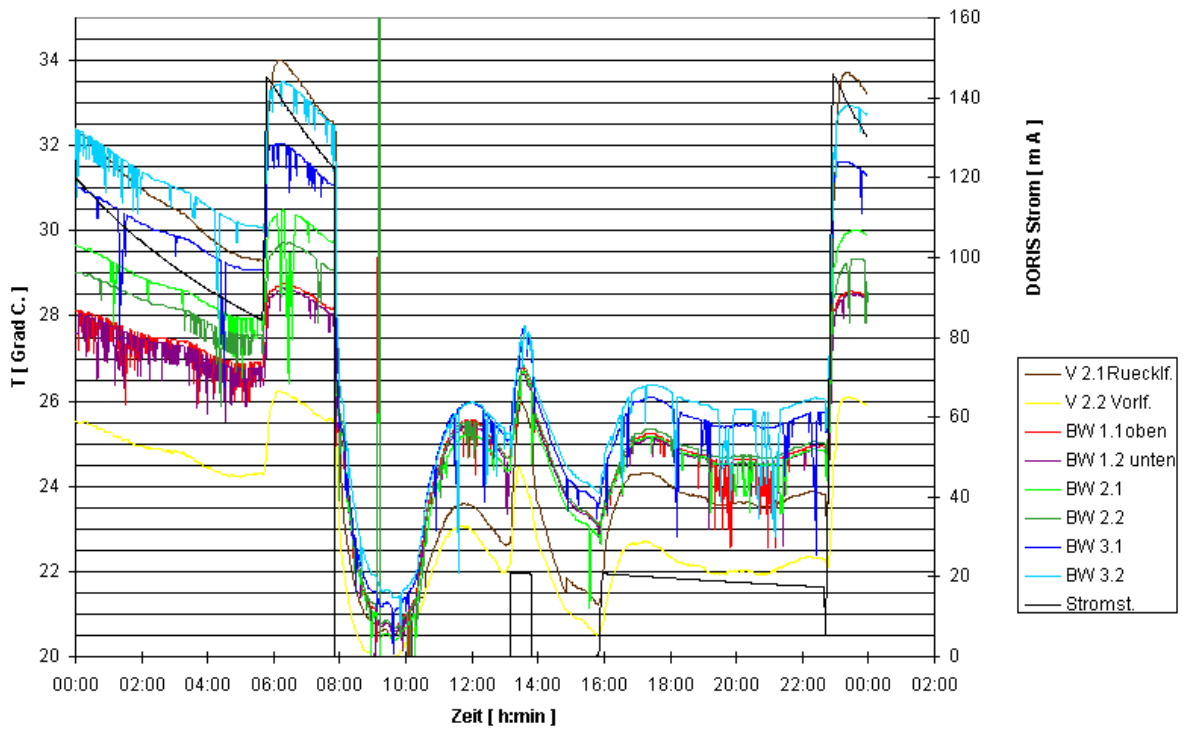


Temperaturen DORIS, 5.7.98

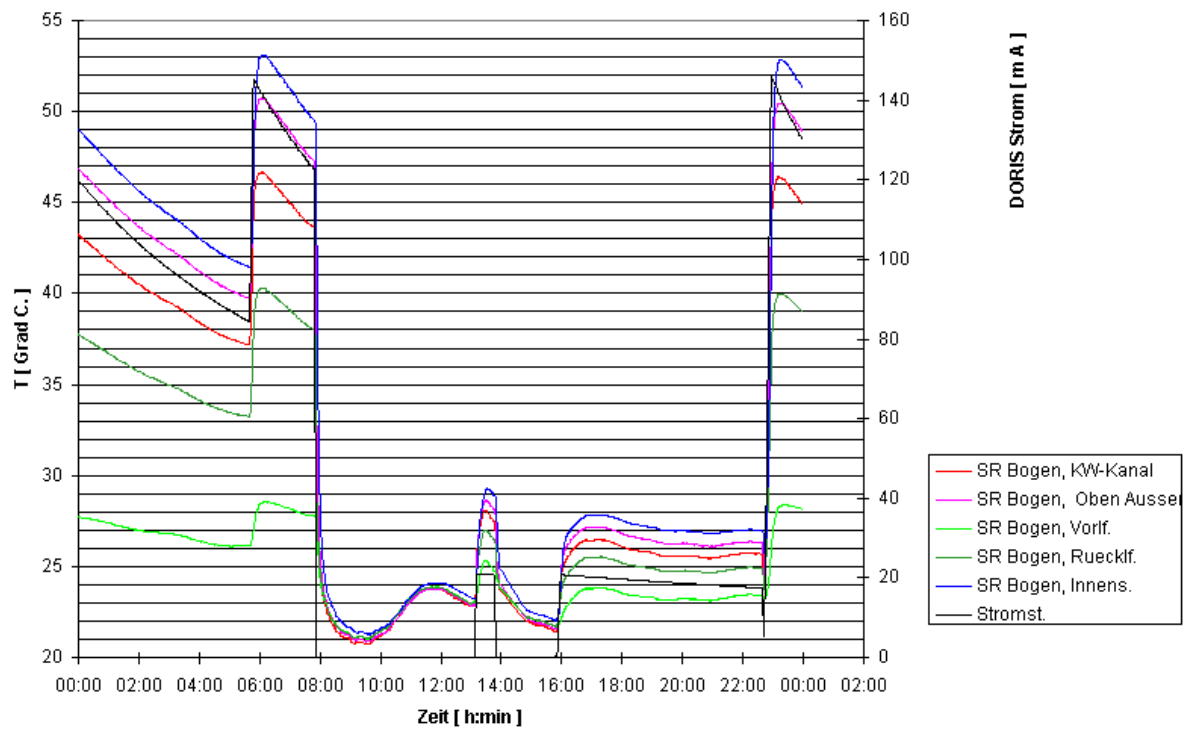


Meßtechnische Anmerkung: Die Einbrüche in den Graphen vom 5. Bzw. 31.7.98 sind auf eine zu schwache Signalverstärkung zurückzuführen. Bei späteren Messungen wurde das Signal entsprechend verstärkt.

Temperaturen, 30.07.98

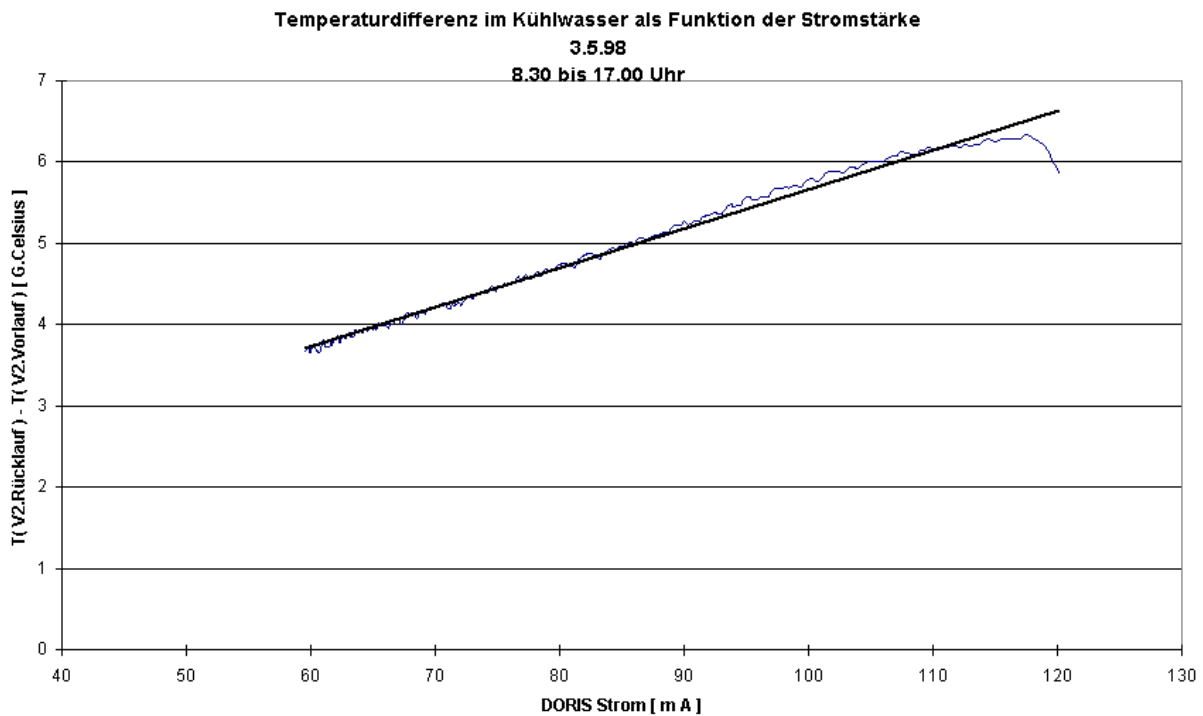


Temperaturen, 30.07.98





Beim genaueren Betrachten des Zusammenhangs von Kühlwassertemperatur und Strom ergibt sich, daß die Erwärmung des Kühlwassers proportional zur Stromstärke ist. Vgl. dazu das Diagramm „Temperaturdifferenz im Kühlwasser“ vom 3.5.98:



Die lineare Näherung ergibt  $T_{\text{rücklauf}} - T_{\text{vorlauf}} = 0,0481 \cdot I_{\text{Doris}} + 0,848$ .

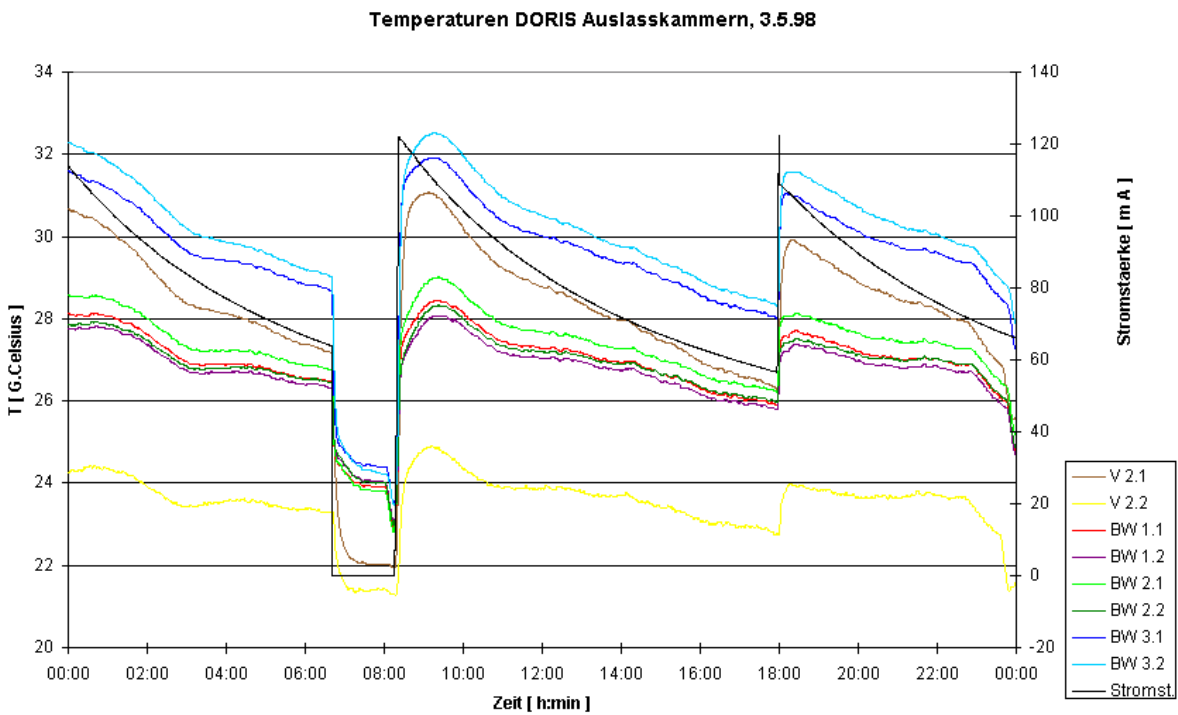
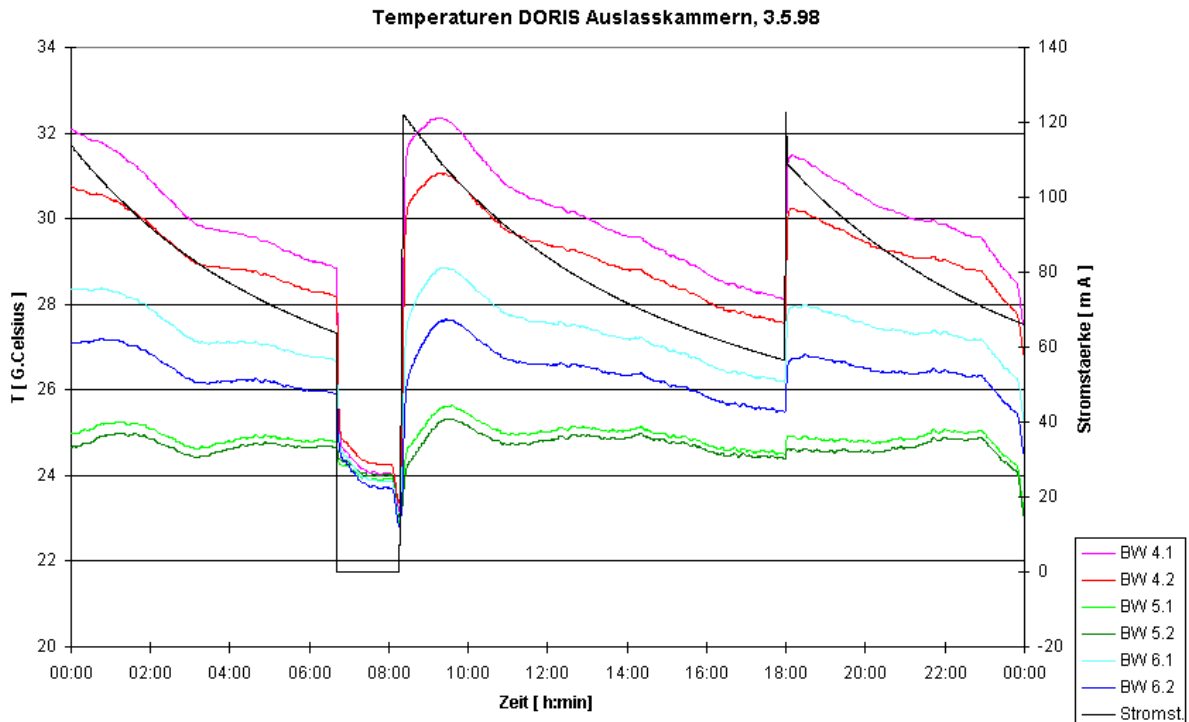
Der nicht lineare Bereich um 120 mA wird durch die Injektion verursacht. Während der Injektion ändert sich die Stromstärke so schnell, daß der zugehörige Wärmestrom nicht in derselben Zeit ins Kühlwasser gelangt.

### Temperaturniveaus der Auslasskammern

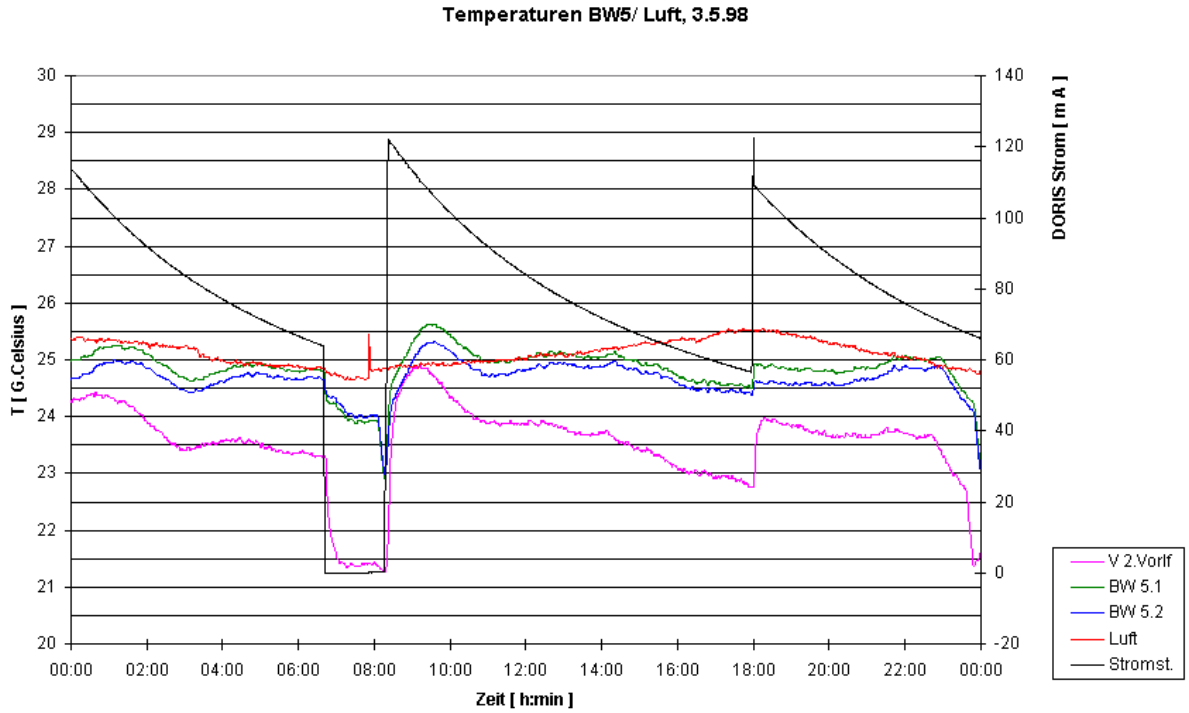
Sommer 1998:

Die Temperaturen der Meßstellen unterscheiden sich um mehrere Grad: Die höchste Temperatur tritt an der Auslasskammer vom Bypass-Wiggler 7 auf: Im Diagramm vom 5.7.98 - siehe, S.6 - steigen die Temperaturen dort bis auf 41 Grad an. Die genannte Meßstelle am Flansch hinter dem BW 7 ist ungekühlt. Die höchsten Temperaturen an gekühlten Flanschen treten an Bypass-wiggler BW 3 und BW 4 auf, die niedrigsten an der Auslasskammer von BW 5. Für einen Strahlstrom von 130 mA steigen die Temperaturen an BW 3 und 4 bis auf 33 Grad Celsius, für BW 5 steigen sie auf 26 Grad.

Unter den Temperaturkurven der Bypass-wiggler fällt der BW 5 dadurch auf, daß das zugehörige Kurvenpaar während eines Runs nicht wesentlich abfällt, vgl. das Diagramm vom 3.5.98, 0 Uhr:

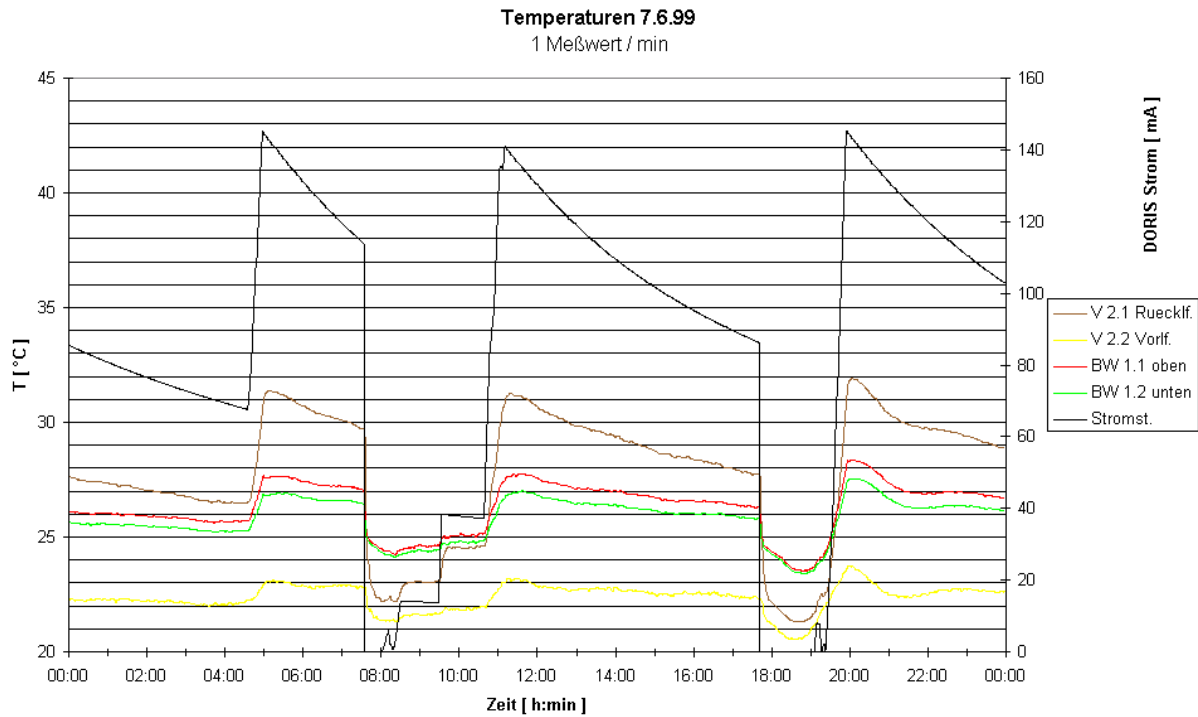


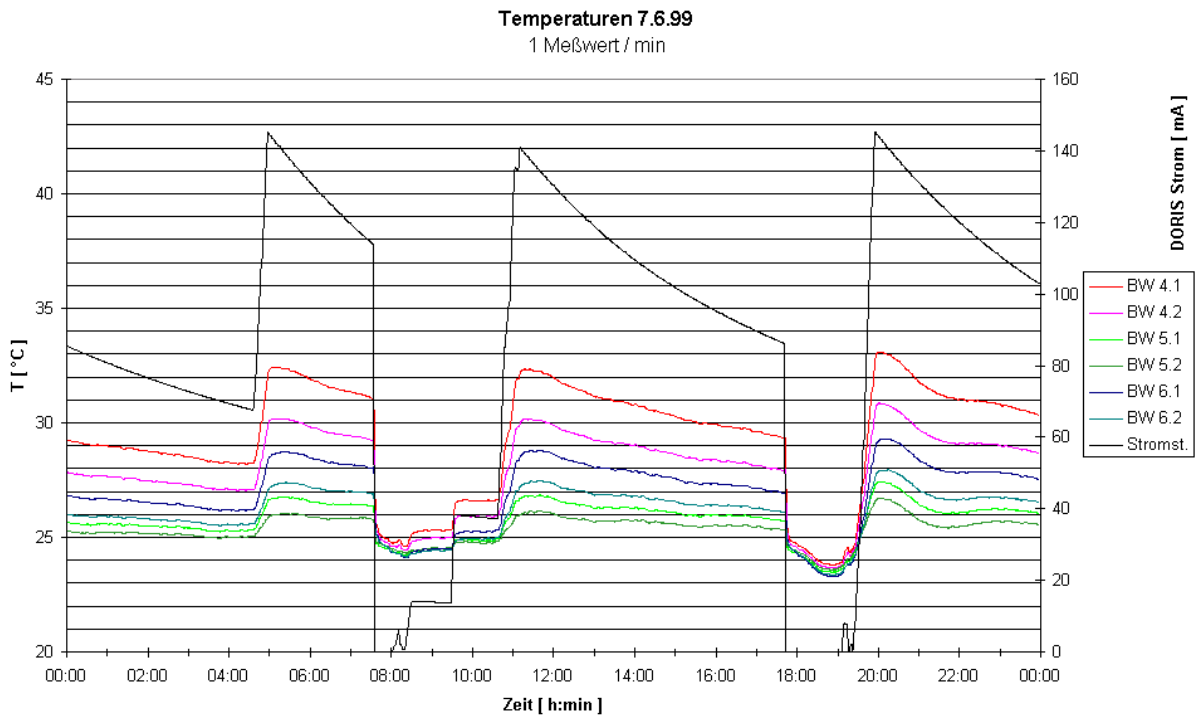
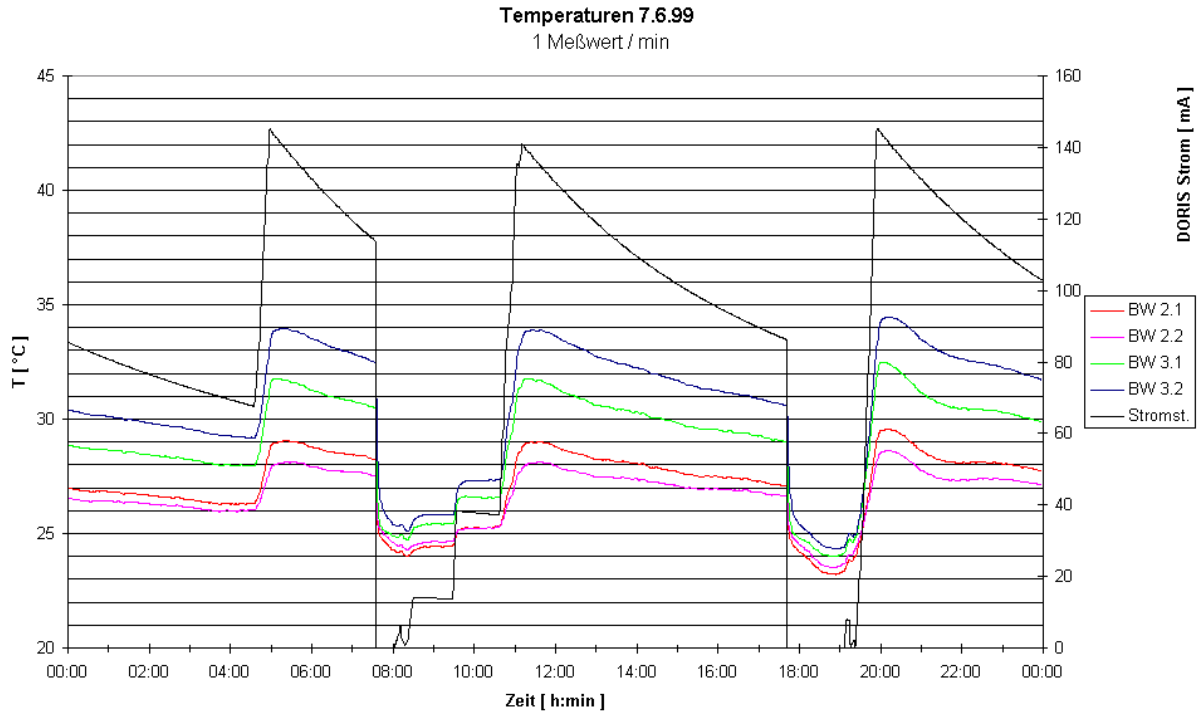
Der Verlauf am BW 5 wird aus dem Diagramm „Temperaturen BW 5 / Luft“ vom 3.5.98 erklärbar. Es zeigt, daß das Temperaturniveau der Auslaßkammer zwar über der Vorlauftemperatur, aber eben unter der Temperatur der Tunnelluft liegt. Die Umgebungswärme im Ringtunnel dürfte ein weiteres Absinken verhindern.



Sommer 1999:

Die Reihenfolge der Temperaturniveaus für die BW ist gegenüber 1998 wenig verändert, angeführt von BW 7, BW 3 und BW 4. Vgl. dazu die Diagramme vom 7.6.99; BW 7 ist nicht dargestellt.





Die Beträge sind dabei bis zu  $1.6^{\circ}\text{C}$  gesunken. Nur am BW 5 ist die Temperatur um ca.  $1.1^{\circ}\text{C}$  gestiegen.

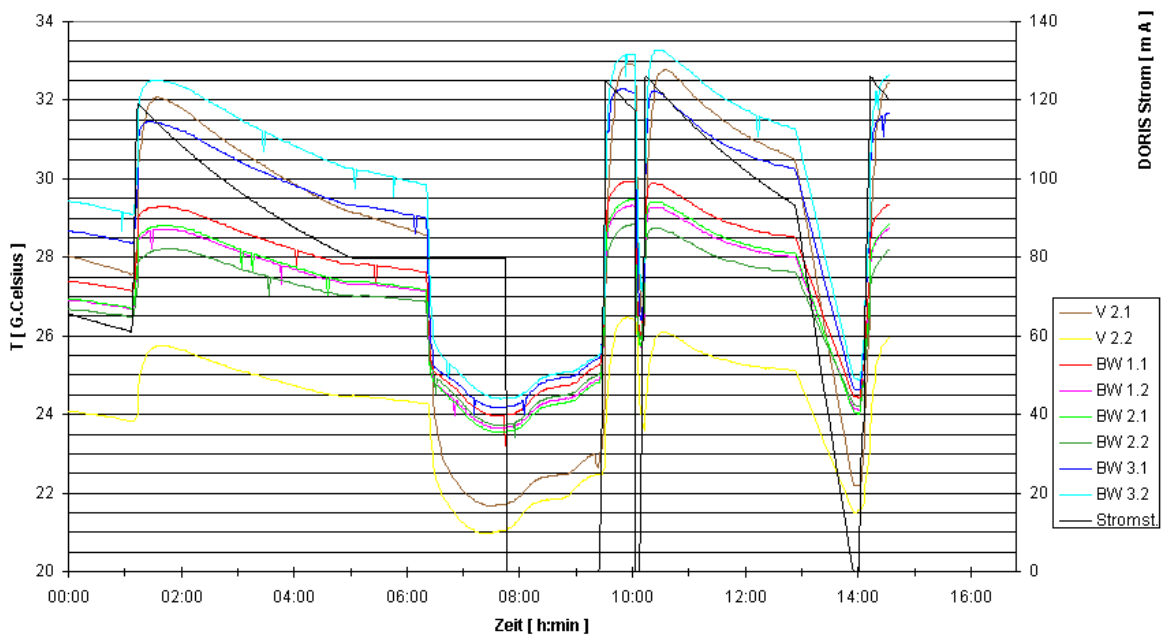
Der Anstieg läßt sich durch eine veränderte Temperatur im Kühlwasser-Vorlauf und die im März wiederholte Montage der Sensoren erklären.

#### Temperaturdifferenzen an den Auslasskammern

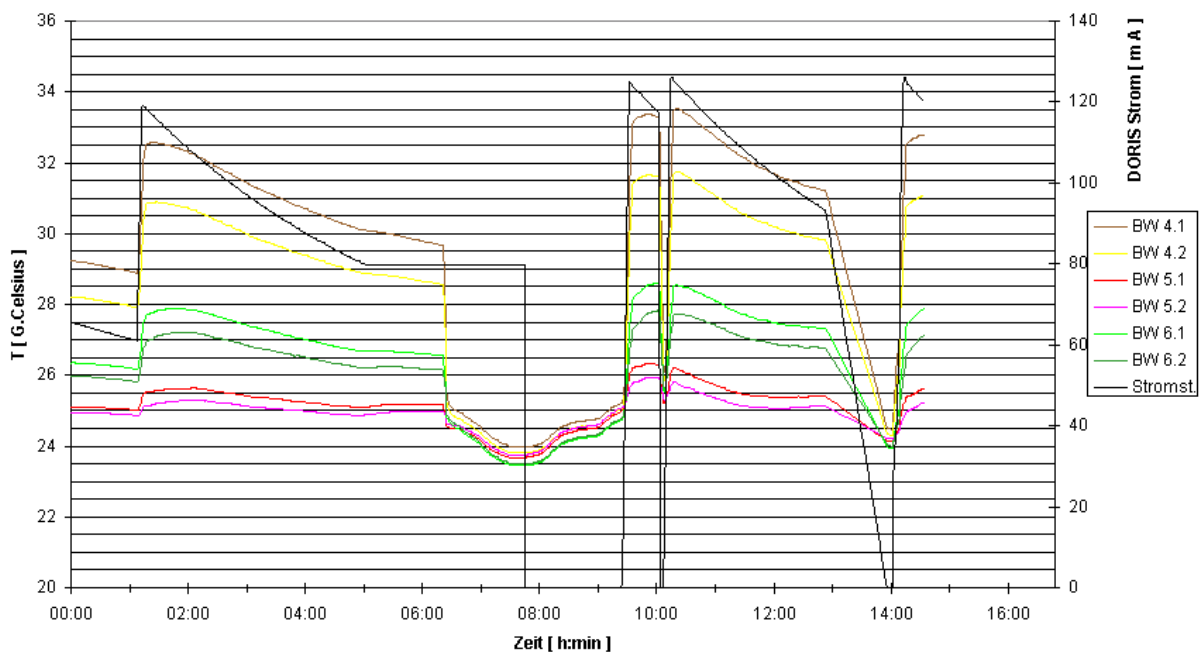
Im Sommer 1998 reichen die Temperaturdifferenzen an den Sensorpaaren bei einem

Teilchenstrom von 120 mA von wenigen Zehntelgrad an BW 5 und BW 7 bis zu +1.7 Grad an BW 4 und -1.2 Grad an BW 3. Vgl. hierzu die Graphen vom 24.6. und 5.7.98/ S. 6.

Temperaturen DORIS Auslasskammern, 24.6.98



Temperaturen DORIS Auslasskammern, 24.6.98



Die Temperaturdifferenz von -1.2 °C am BW 3 läßt sich dadurch erklären, daß an dieser Meßstelle keine Kühlung an der Kammerunterseite vorhanden ist.

#### Sommer 1999

Nachdem im März 1999 Vorrichtungen eingebaut wurden, die die Montage der Sensoren erleichtern, sind die Temperaturdifferenzen betragsmäßig leicht angestiegen. Nach dem Shut Down im Mai ist bei einem DORIS-Strom von 120 mA der größte Anstieg der Differenz mit

- 0.9°C am BW 3 aufgetreten. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Temperaturdifferenzen  $\delta T$  am 7.6. 1999, gemessen bei einem DORIS-Strom von 120 mA um ca. 7 Uhr:

Meßstelle	dT [°C]	Wiggler-Gap [mm]
Kühlwasser: Rücklauf - Vorlauf	7.2	-
BW 1 / Toben - Tunten	0.7	107.5
BW 2	0.8	40
BW 3	-2.1	62
BW 4	1.9	30
BW 5	0.6	23
BW 6	1.2	33
BW 7	0.4	31
HaRWi	0.1	40

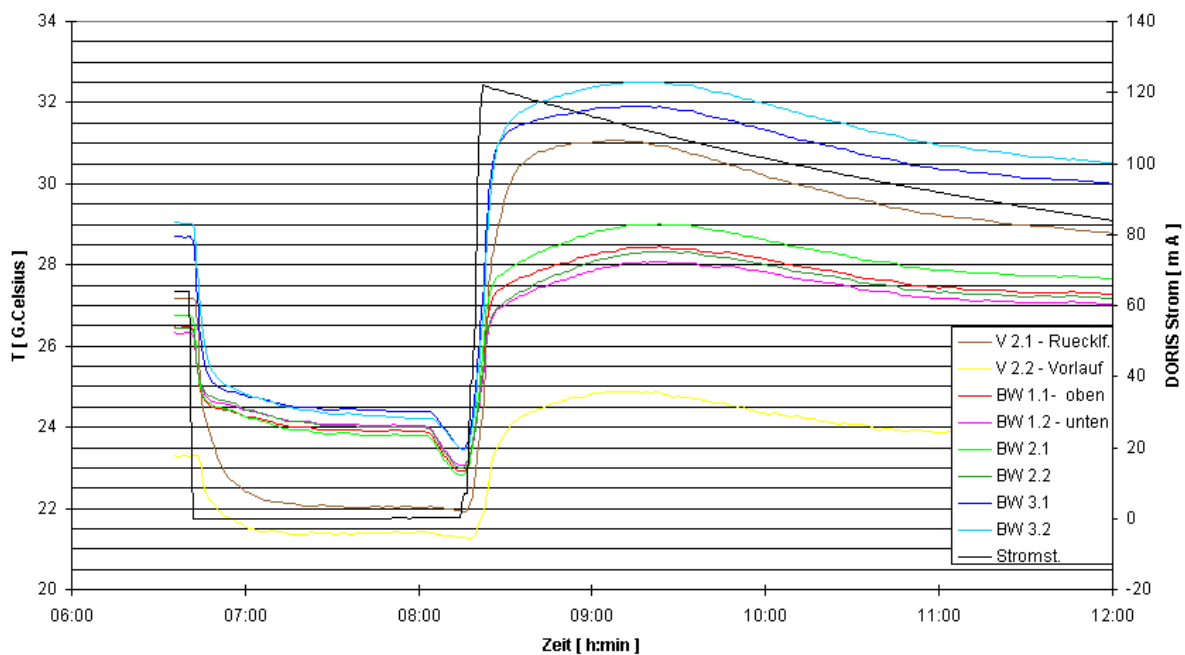
An BW 3 und BW 4 treten auch hier die größten Differenzen auf.

Folgend wird das Temperaturverhalten bei Dump und Injektion beschrieben. Darüber hinaus sind Angaben zum Verhalten bei Run, Injektion und Änderung der Vorlauftemperatur im Anhang zusammengestellt. Sie sind unter „**BW - Auslaßkammern 1 - 7: Temperaturen und -differenzen**“ zu finden.

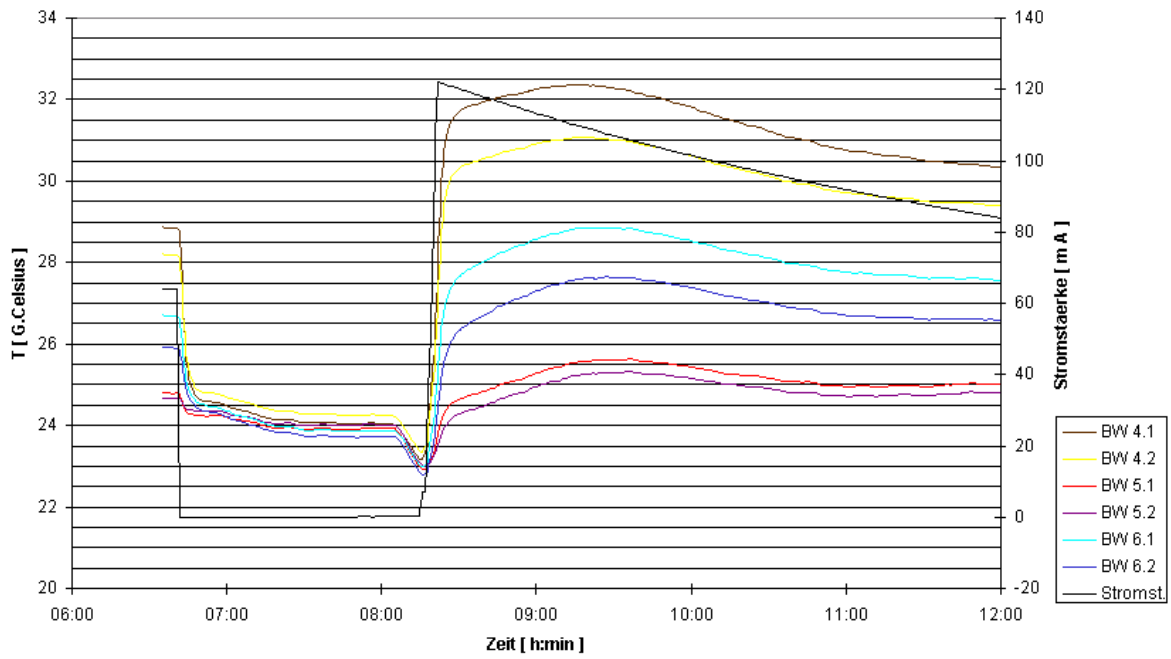
#### Temperaturen bei Dump und Injektionen

Aus den Diagrammen vom 3.5.98, 6 Uhr und 17.5.98 19 Uhr geht hervor, daß nach einem Sprung der Stromstärke zuerst die Temperaturen der Auslaßkammern ansteigen bzw. abfallen, anschließend die Temperatur vom Kühlwasservor- und -rücklauf.

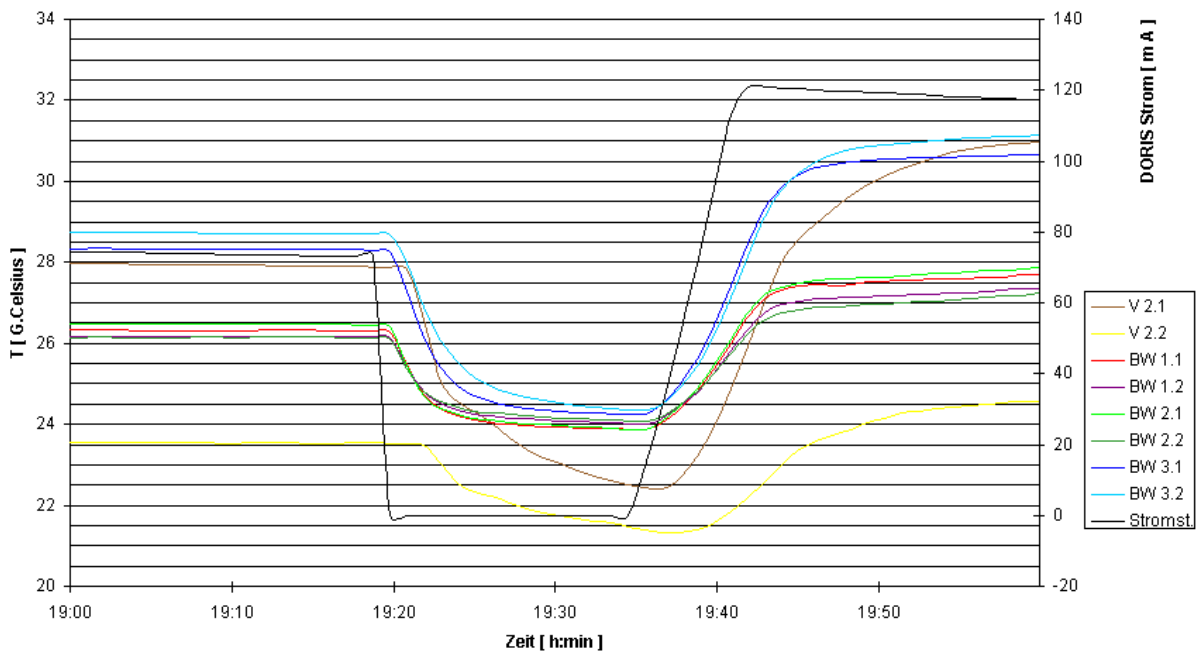
Temperaturen DORIS Auslasskammern, 3.5.98



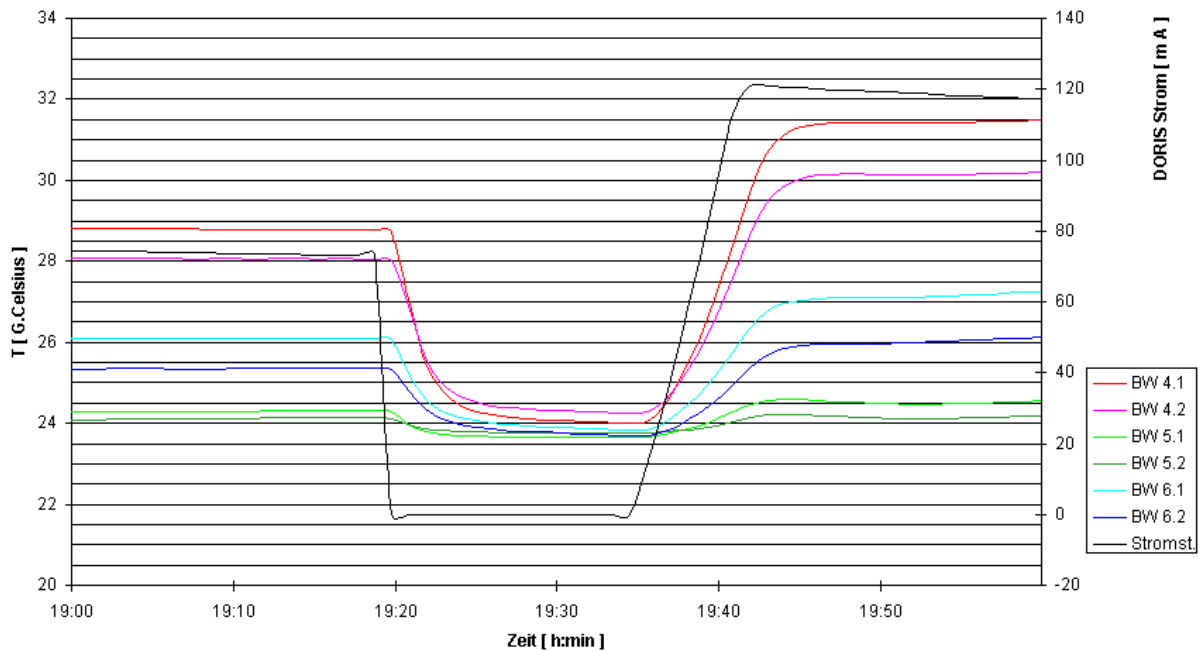
Temperaturen DORIS Auslasskammern, 3.5.98



Temperaturen DORIS Auslasskammern, 17.5.98



Temperaturen DORIS Auslasskammern, 17.5.98



Die Temperaturänderungen im Kühlwasser:

	$\delta(\text{DORIS Strom}) = - 60 \text{ mA}$	$\delta(\text{DORIS Strom}) = + 120 \text{ mA}$
$\delta T(\text{Vorlauf}) [^\circ\text{C}]$	- 2.9	+ 3.5
$\delta T(\text{Rücklauf}) [^\circ\text{C}]$	- 5.3	+ 9.1

Maschine ohne Strom

Das Diagramm vom 3.5.98, 6 Uhr auf S. 13 zeigt, daß sich bei einem DORIS-Strom von 0 mA Kühlwasservor- und Rücklauf bis auf etwa 0.6 °C annähern. Die Kühlwassertemperatur lag an diesem Tag etwa bei 22 °C. Die Temperaturen in den Auslaßkammern vom Bypass nähern sich bis auf 2°C dem Kühlwasserniveau an. Für 7.50 Uhr betragen die Temperaturdifferenzen

$\delta T = T_{\text{oben}} - T_{\text{unten}}$ :

$\delta T(\text{BW 1})$	$\delta T(\text{BW 2})$	$\delta T(\text{BW 3})$	$\delta T(\text{BW 4})$	$\delta T(\text{BW 5})$	$\delta T(\text{BW 6})$
-0.13	-0.2	0.15	-0.21	-0.1	0.15

Sommer 1999:

Die entsprechenden Temperaturdifferenzen  $\delta T$  für 0 mA am 24.6.99 um 13 Uhr betragen:

$\delta T(\text{BW 1})$	$\delta T(\text{BW 2})$	$\delta T(\text{BW 3})$	$\delta T(\text{BW 4})$	$\delta T(\text{BW 5})$	$\delta T(\text{BW 6})$	$\delta T(\text{BW 7})$
0.13	-0.31	-0.21	0.15	-0.1	-0.06	-0.1

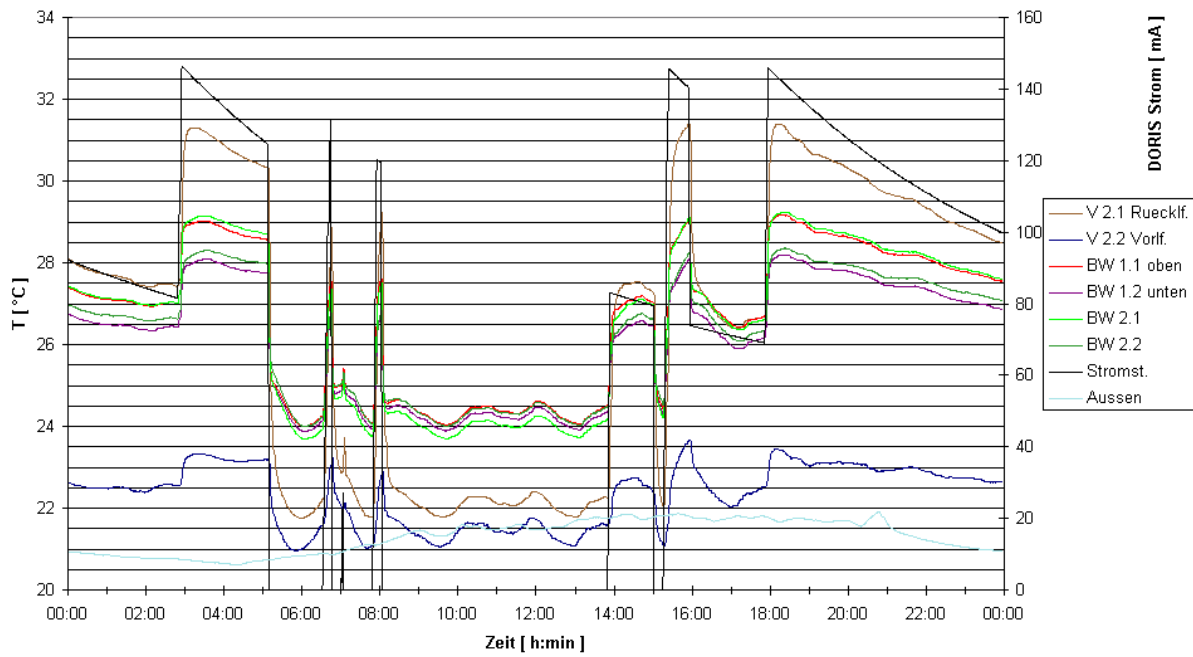
Die Temperaturniveaus für 0 mA für denselben Tag um 11 Uhr zeigt die folgende Tabelle:

BW 1	BW 2	BW 3	BW 4	BW 5	BW 6	BW 7	HaRWi	KW-Vorlauf	KW-Rücklauf
24.3	24.2	24.9	24.6	24.5	24.2	26.4	27.8	21.4	22.1

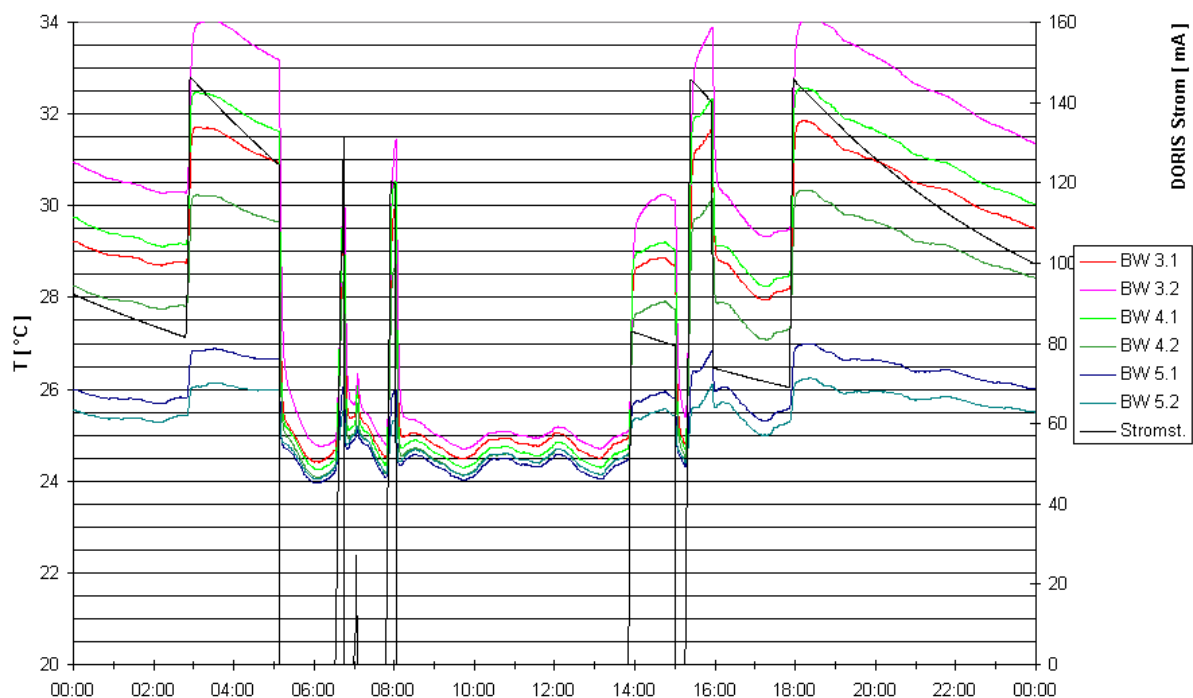


Vgl. auch die Diagramme 24.06.99; die Temperaturen nähern sich überwiegend dem Vorlauf bis auf 3°C an.

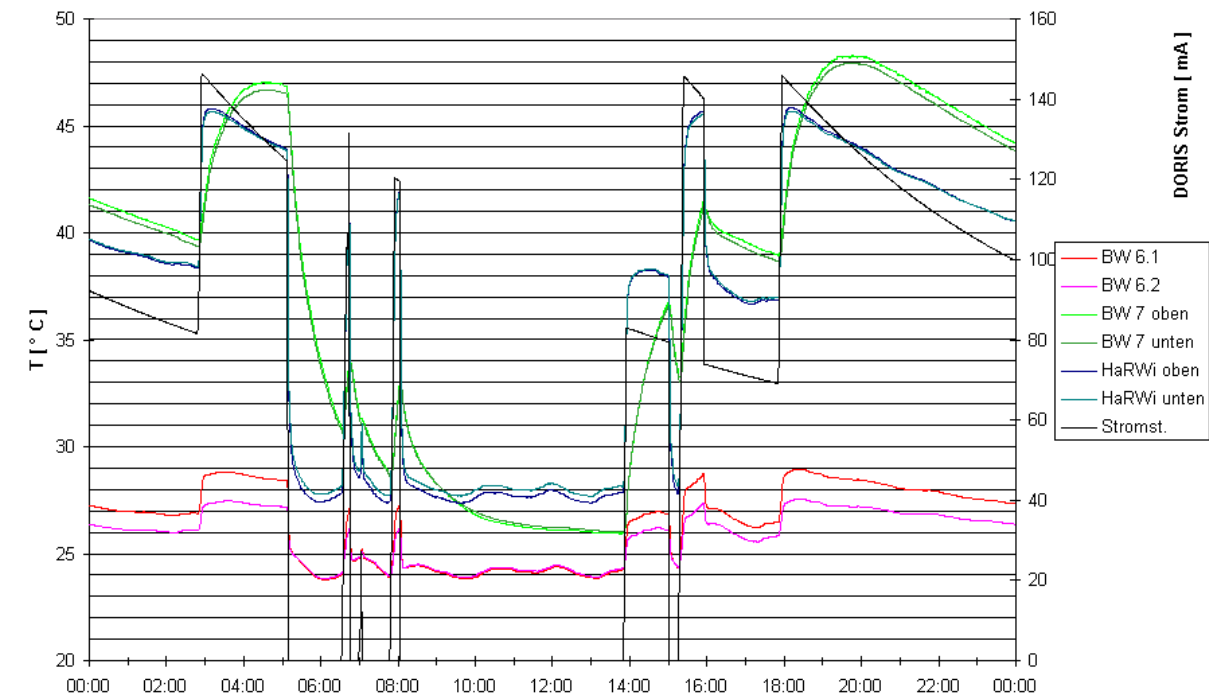
Temperaturen 24.06.99



Temperaturen 24.06.99



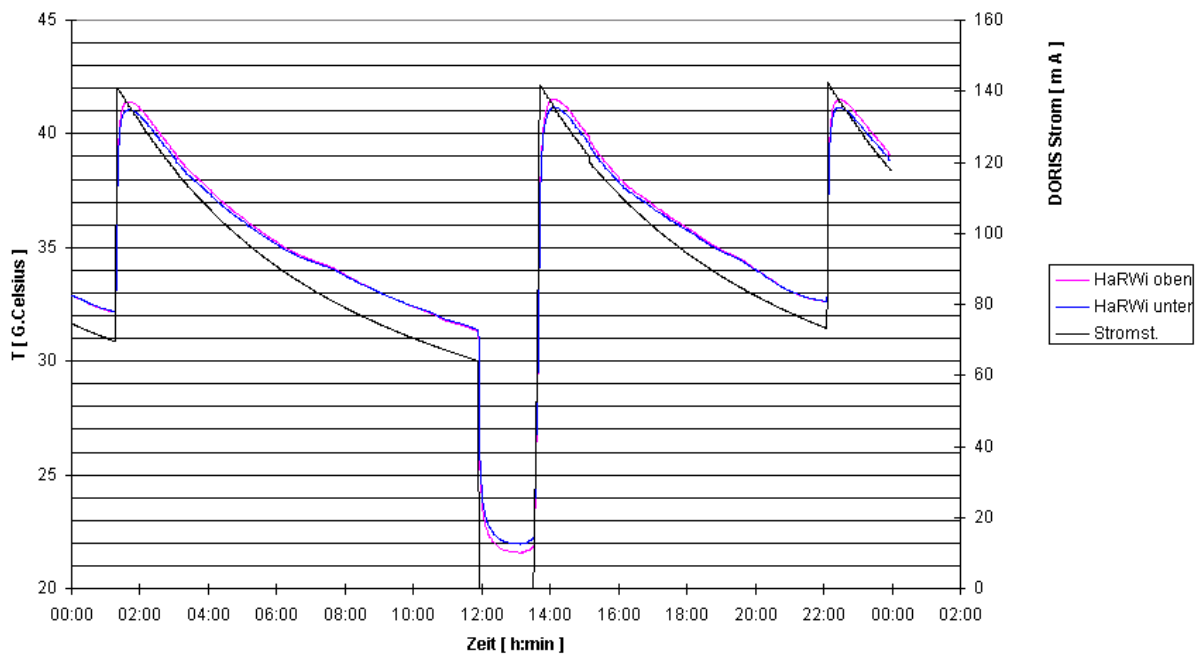
Temperaturen 24.06.99



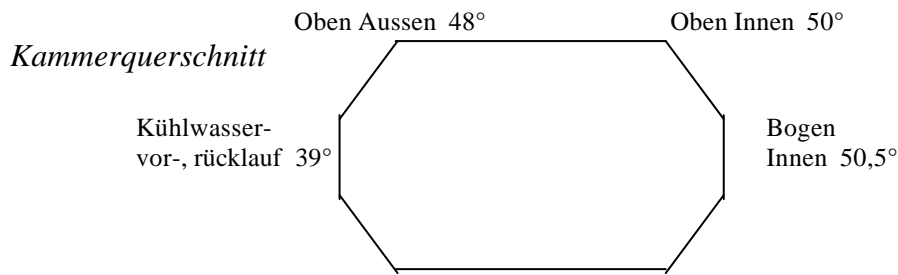
### Einzelne Meßstellen

An der *Auslasskammer vom HaRWi* befindet sich eine weitere Meßstelle. Der Temperaturverlauf an dem gekühlten Flansch ist auch hier von Strom und Kühlwasservorlauf geprägt. Der Graph vom 19.7.98, 0 Uhr, zeigt eine maximale Temperatur von 41 Grad für 140 mA.

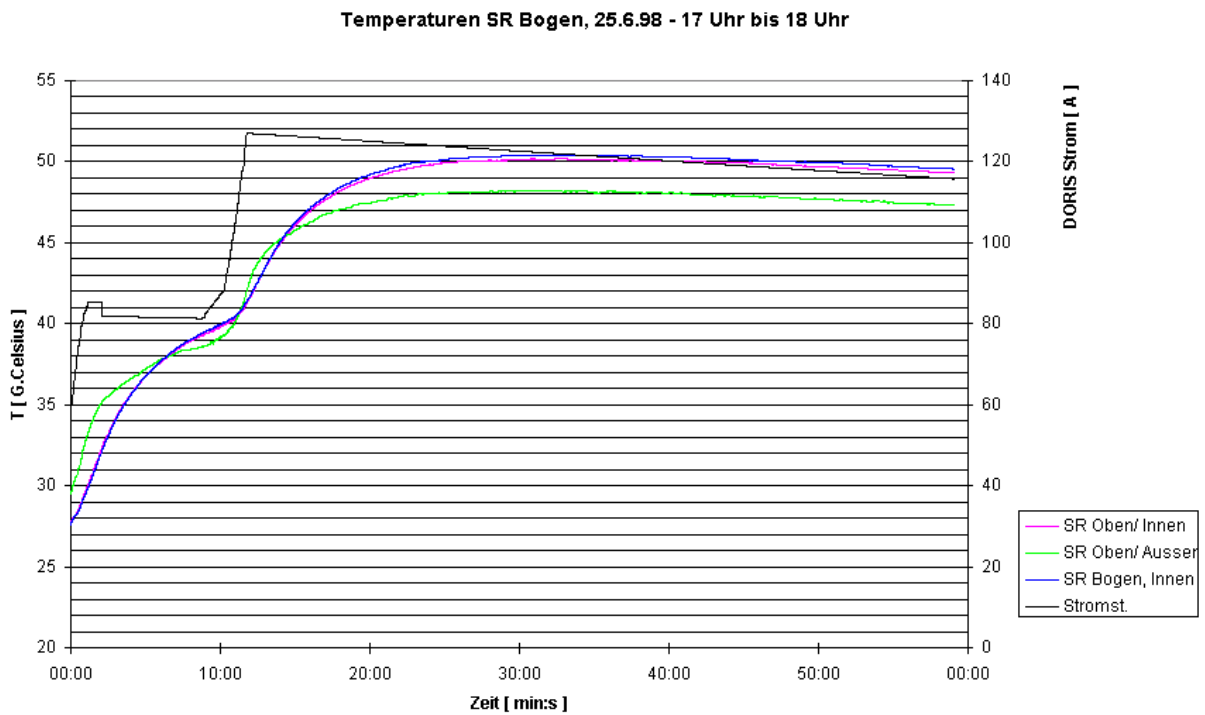
Temperaturen 19.07.98



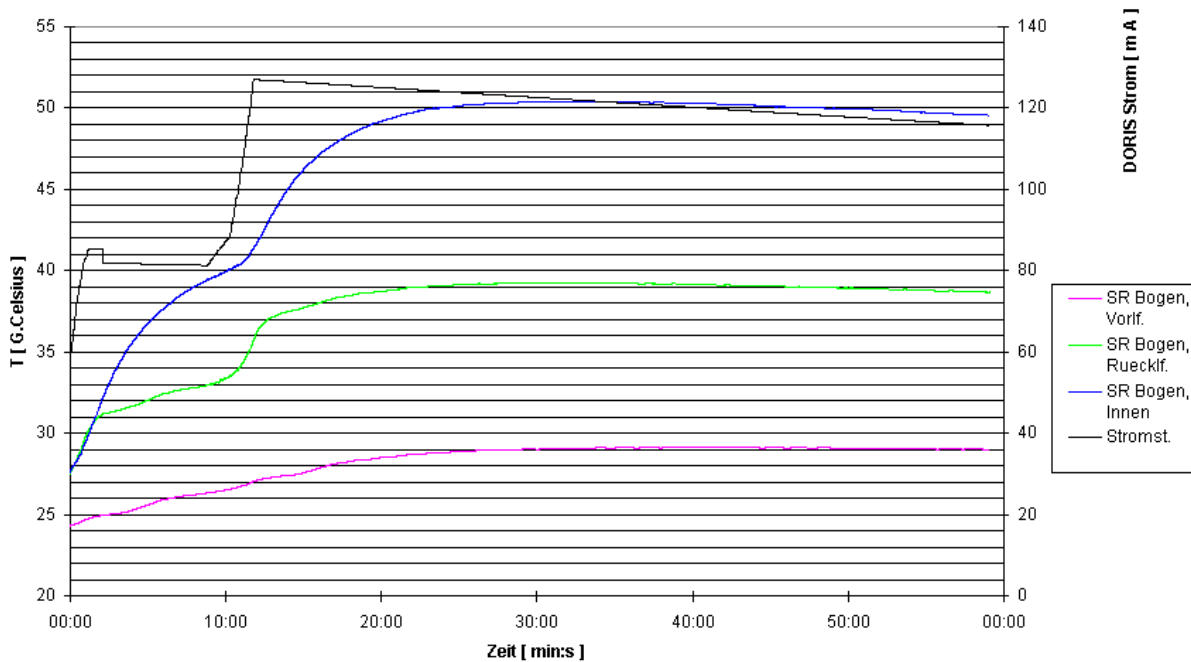
Eine besondere Meßstelle ist am *Bogen SR 33* an einer Lötstelle der Kammer angebracht. Dort wird die Temperatur über dem Kammerquerschnitt aufgezeichnet. Die Verteilung der Sensoren:



Die Graphen zur Temperaturverteilung: 25.6.98, 17 Uhr; 25.6.98, 17 Uhr/ Kühlwasser.  
Bei einem Teilchenstrom von ca. 130 mA wird die höchste Temperatur an der Ringinnenseite gemessen.

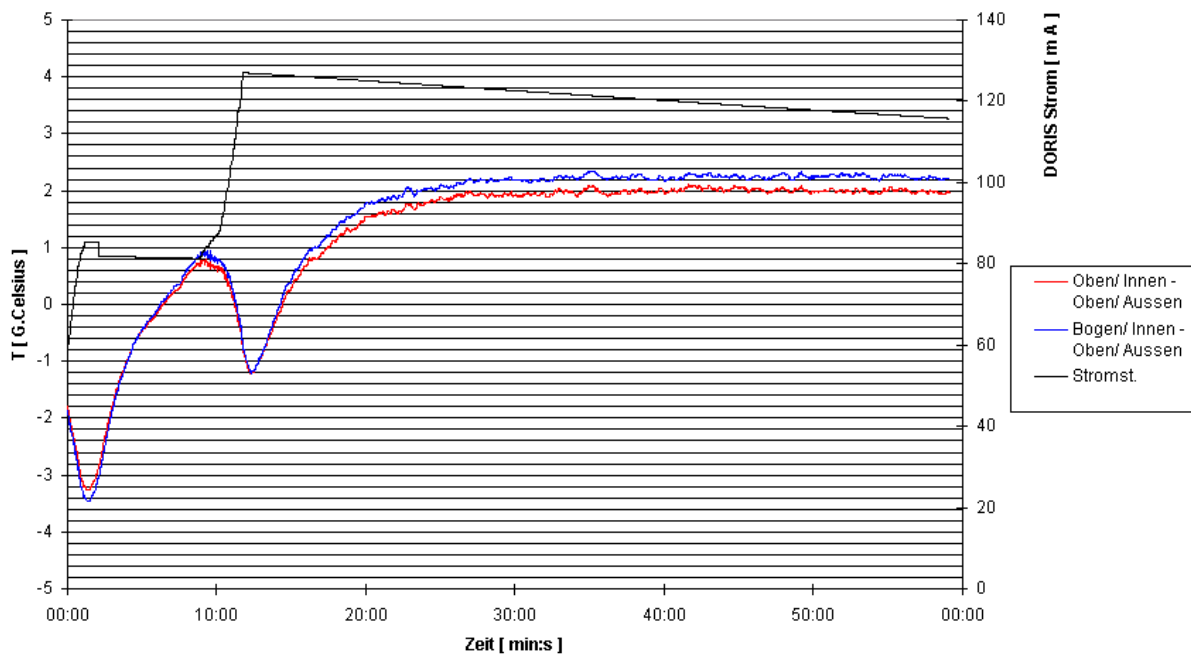


Temperaturen Bogen SR, 25.6.98 ; 17 bis 18 Uhr / Kühlwasser



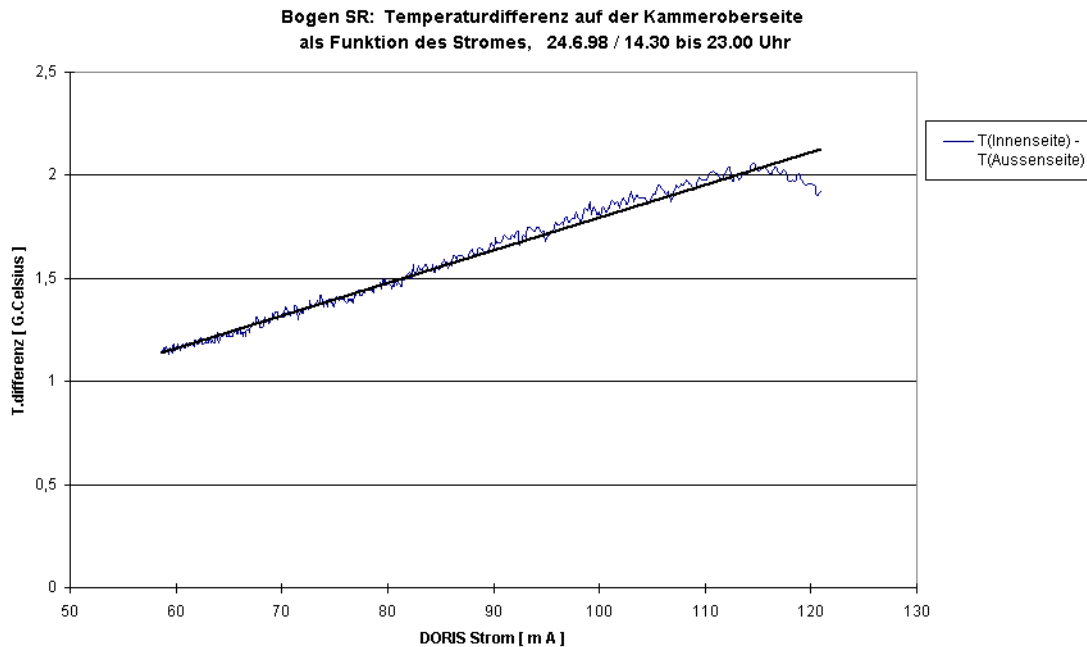
Das Zeitverhalten ist auffällig - es wird im Diagramm „Temperaturdifferenzen...“ vom 25.6.98, 17 Uhr, dargestellt: Nach einer Injektion erwärmt sich die Kammeraussenseite schneller als die Innenseite. Anschließend kehrt sich das Verhältnis um – die Innenseite erwärmt sich stärker.

Temperaturdifferenzen Bogen SR, 25.6.98 ; 17 - 18 Uhr



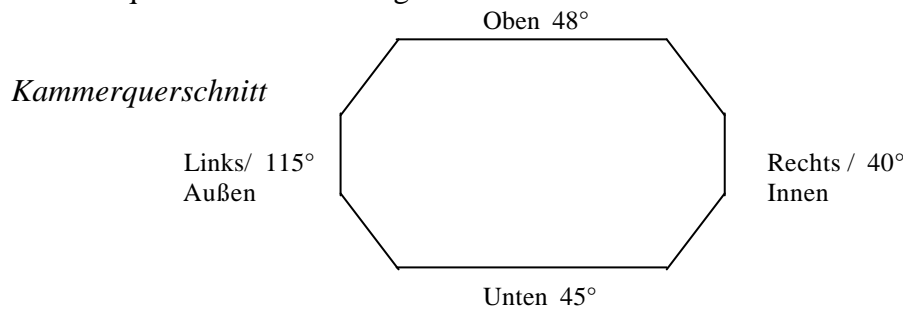
Die schnelle Erwärmung der Aussenseite lässt sich dadurch erklären, daß diese der direkten Strahlung unterliegt. Ihre Erwärmung ist jedoch durch die Kühlung begrenzt. Die Kammerinnenseite wird dagegen durch Wärmeleitung und Streustrahlung erwärmt. Die Erwärmung erfolgt langsamer, ihr Niveau ist aber nicht durch die Kühlung begrenzt.

Der Graph „Temperaturdifferenz...“ vom 24.6.98 / 14.30 bis 23.00 Uhr zeigt, daß die Temperaturdifferenz über der Kammeroberseite proportional zum DORIS-Strom ist. Der nicht lineare Teil kommt durch die Injektion zu Stande. Wie oben für Kühlwasser und Strom beschrieben, ändert sich auch hier die Stromstärke während der Injektion so schnell, daß der entstehende Wärmestrom nicht in derselben Zeit zum Kühlwasser gelangt.



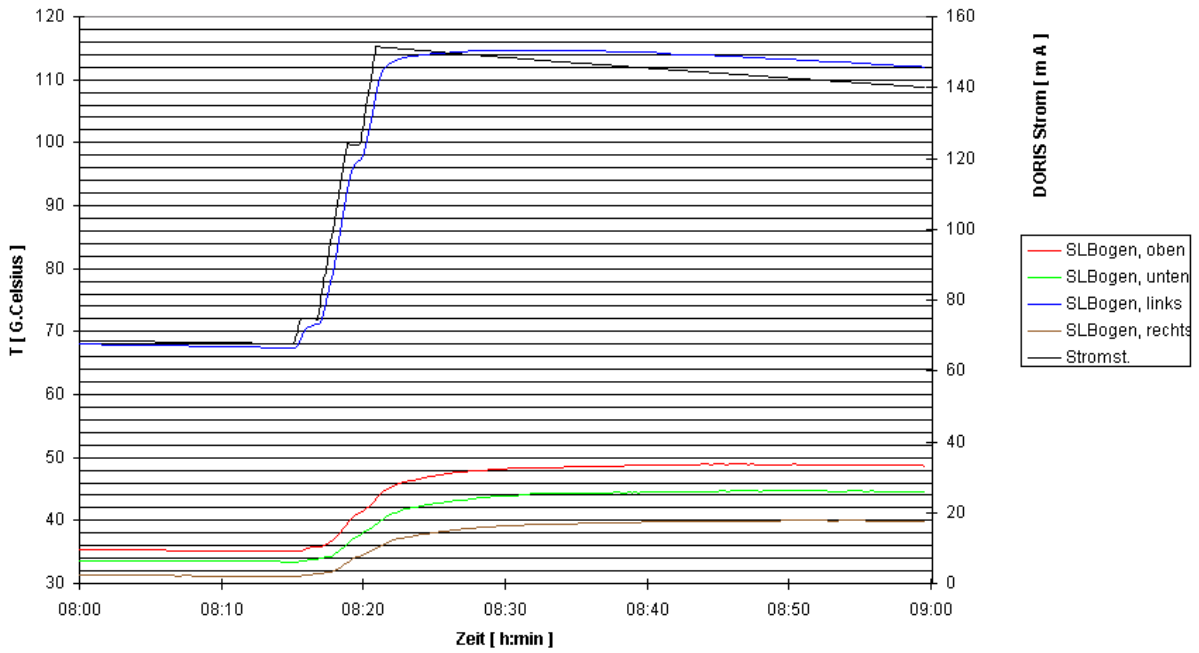
Die genäherte Gerade entspricht  $T_{diff} = 0,0159 I_{Doris} + 0,2066$ .

Auch im *Bogen SL 34* befindet sich eine Meßstelle. Dort sind 4 Sensoren um den Kammerquerschnitt herum angeordnet:



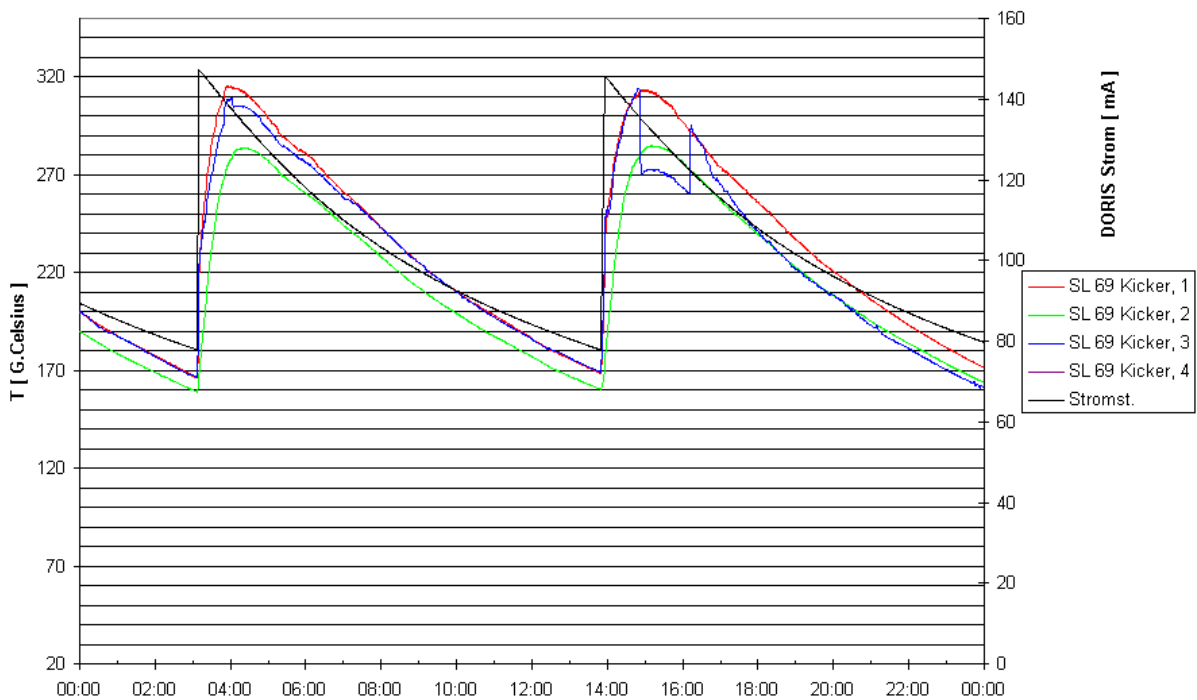
Der Sensor „links“ liefert dabei Temperaturen bis zu 115 Grad bei 150 mA, wie der Graph vom 24.7.98 zeigt. Diese Meßstelle ist im Bereich der Synchrotronstrahlung, aber nicht gekühlt.

Temperaturen SLBogen, 24.07.98

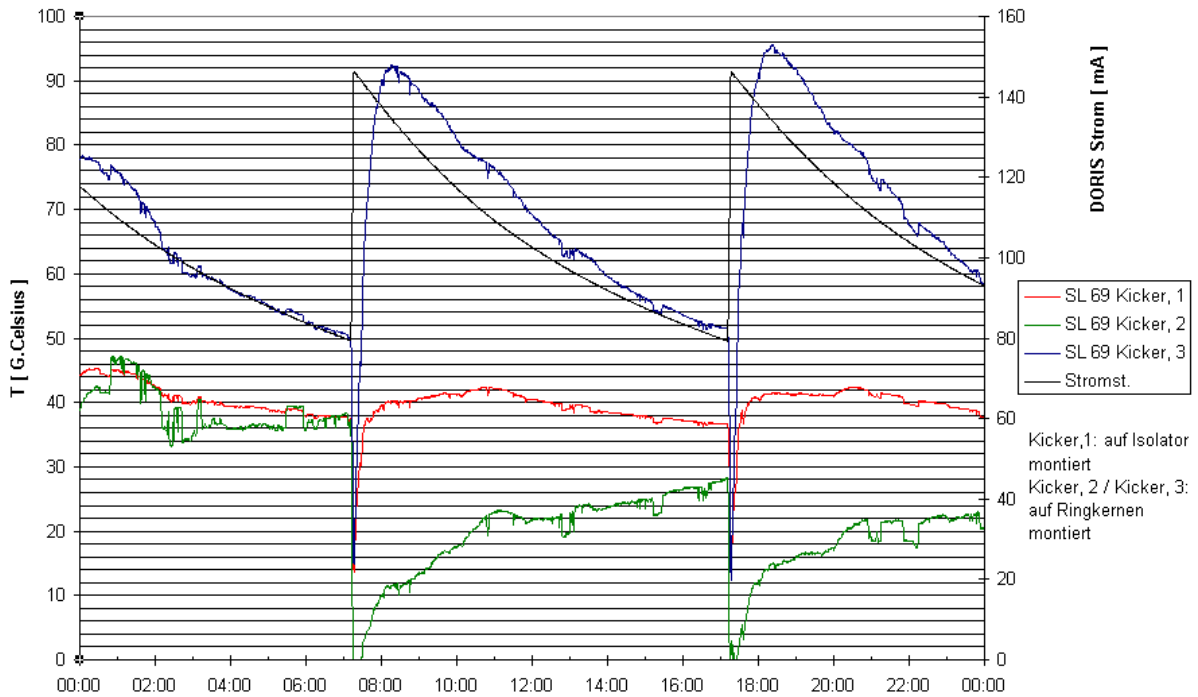


Eine weitere Meßstelle wurde vorübergehend am *Kicker 1, SL 69* eingerichtet. Da die Messung u.a. durch HF-Einflüsse erschwert wurde, konnten nur die Meßleitungen 1 und 3 ausgewertet werden. Vgl.dazu die Diagramme vom 28.2.99 und 7.3.99.

Temperaturen Kicker 1, 28.02.99



Temperaturen KICKER 1, SL 69 07.03.99



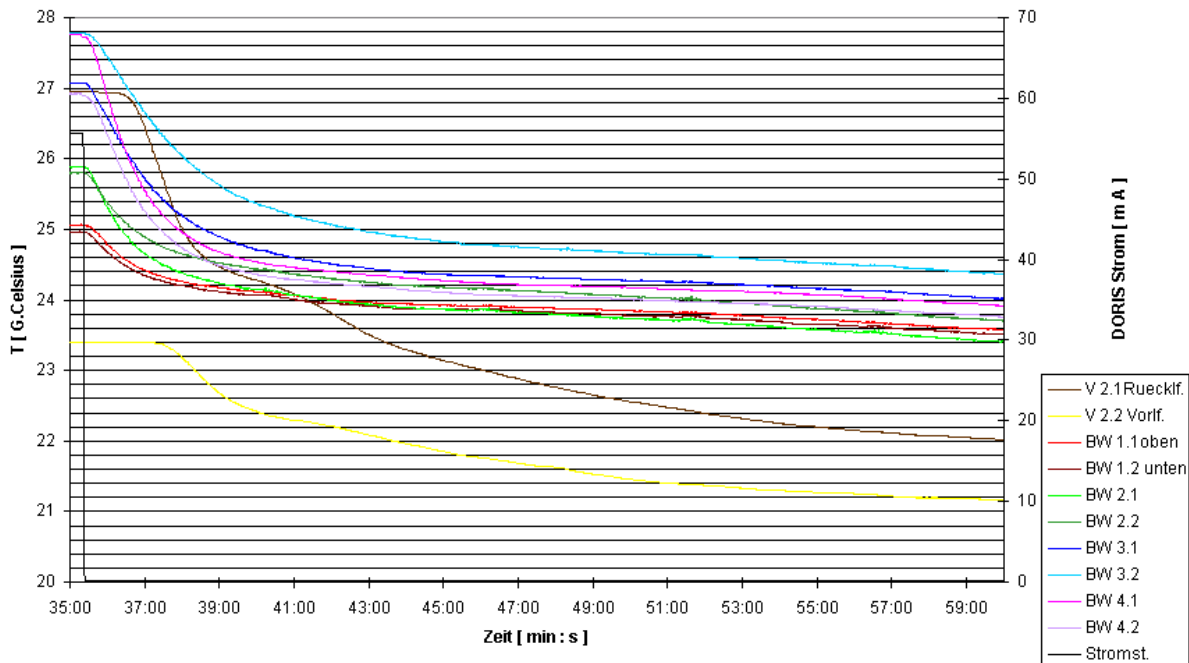
In der ersten Messung traten dort Temperaturen zwischen 270 und 315°C auf. Am 7.3.99 waren diese auf maximal 96°C abgesunken.

Das Absinken der Temperaturen ist auf die Installation eines Ventilators zur Kühlung zurückzuführen.

#### Zeitverhalten der Meßkanäle

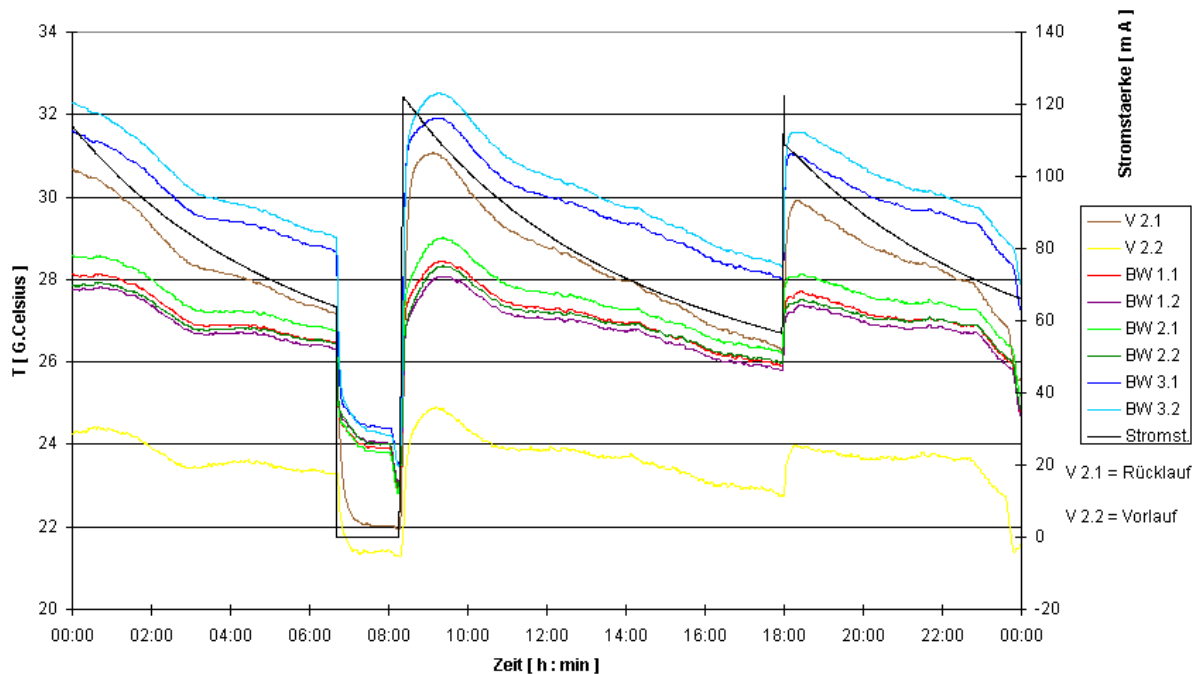
Die Temperaturen an Meßstellen mit Wasserkühlung werden, wie oben erwähnt, durch die Vorlauftemperatur des Kühlwassers beeinflusst. Die Temperaturen an den Auslasskammern BW 1 bis 6 im Norden reagieren etwa mit 1,5 Minuten Verzögerung auf Sprünge der Stromstärke, vgl. das Diagramm vom 28.09.98, S.23.

BW 1 - 4, 28.09.98 18 Uhr



Der weitere Verlauf ist durch den Kühlwasservorlauf geprägt. Auch der Rücklauf des Kühlwassers ist durch Strom und Vorlauf bestimmt. Vgl. dazu das Diagramm vom 3.5.98.

Temperaturen DORIS Auslasskammern, 3.5.98

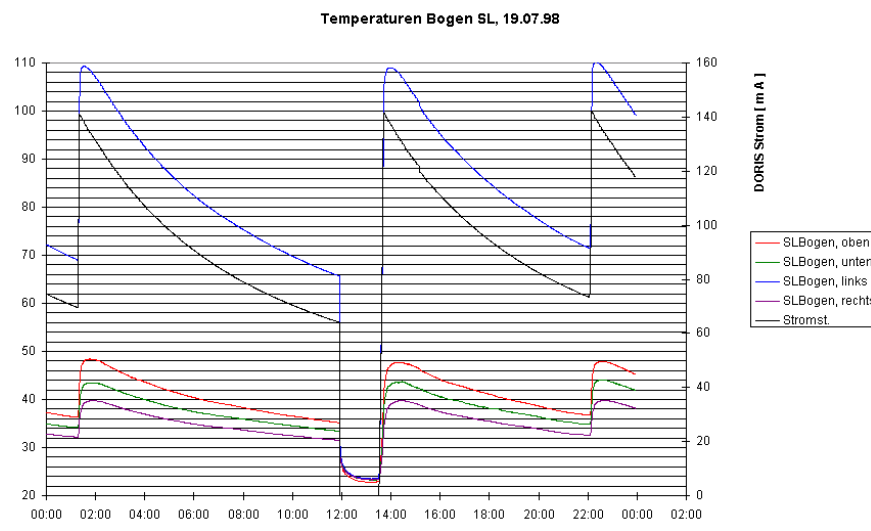
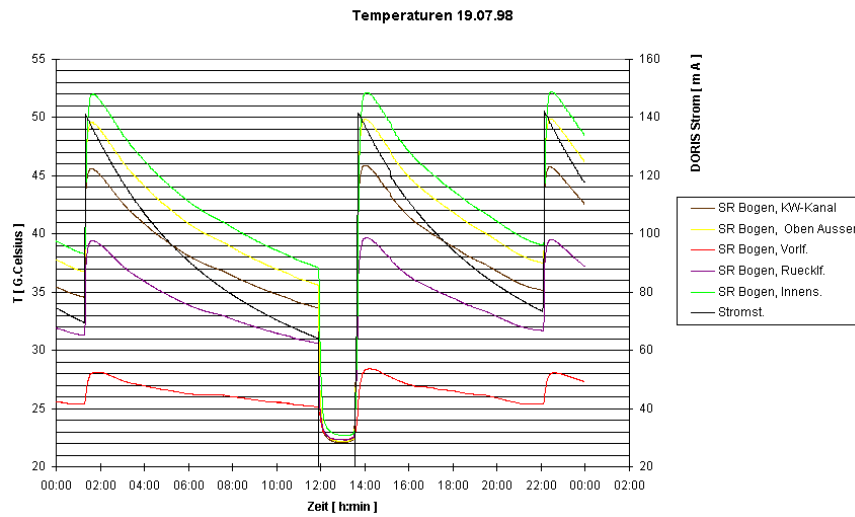


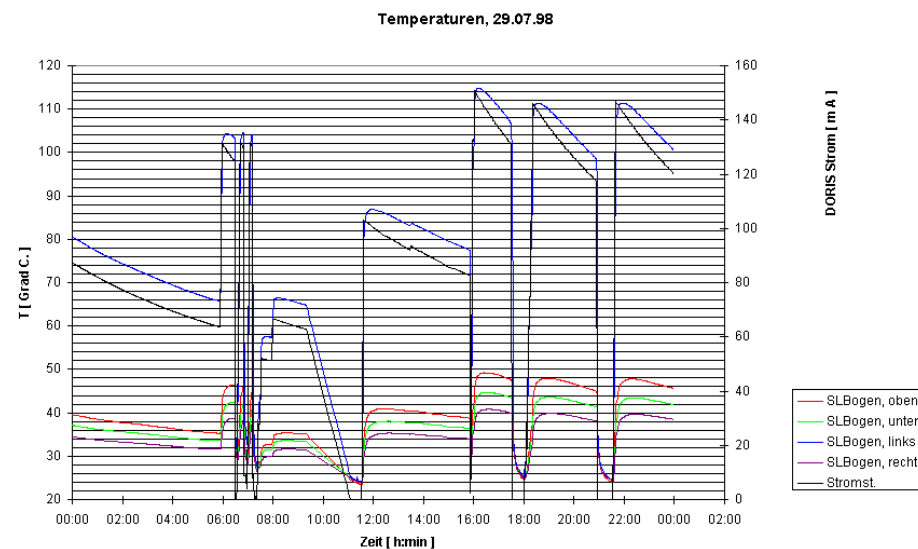
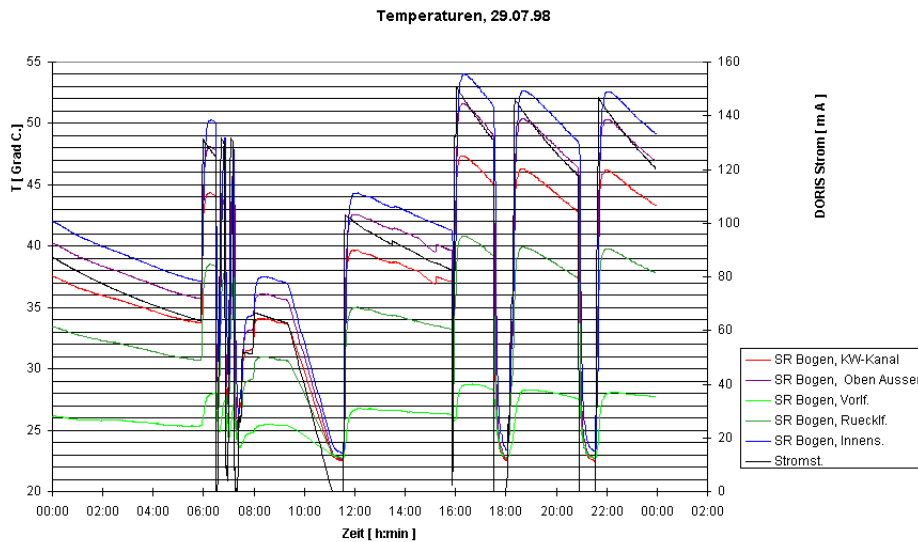
Die Temperaturen an der Auslasskammer vom HaRWi verhalten sich wie die Meßstellen bei BW 1 bis 6. Sie sind im Diagramm nicht dargestellt.



## 10-Bunch-Betrieb

Am 29.7.98 wurde DORIS im 10-Bunch-Strom betrieben. Wie die Graphen vom 19.7. und 29.7.98 für den Bogen SL bzw. den Bogen SR zeigen, konnte an der Strahlkammer keine Erwärmung festgestellt werden, die von früheren Messungen abweicht.





**b) Messgenauigkeit der Sensoren:**

In einem Vorversuch wurden 3 Messleitungen vermessen. Dazu wurde jeweils ein Sensor in einen Kupferblock geklebt und an ein SEDAC-Modul angeschlossen. Die Abweichungen der Messleitungen untereinander betragen:

Temperatur	Anzeigedifferenz bis zu
ca 23 Grad Celsius	0,4 G.Celsius
ca 70 G.Celsius	1,0 G.Celsius

Ohne Strom zeigen die eingebauten Sensoren pro Paar eine über alle Paare gemittelte Differenz von 0,19 Grad Celsius an. Temperaturänderungen eines Sensors werden mit 0,01 Grad Celsius Genauigkeit aufgezeichnet. Vgl. dazu die Tabellen v. 22.4.98 um 8 Uhr, S. 29 ff.

## Anhang

### BW-Auslasskammern 1 bis 7: Temperaturen und Temperaturdifferenzen 28.06.99

Auf welchem Temperaturniveau liegen die Auslaßkammern? Wie groß sind die Differenzen an den einzelnen Sensorpaaren? Wie wirkt sich eine Änderung der Einflußgrößen aus? Dazu die folgende Übersicht für den November 1998.

<b>GESAMTE TEMPERATUR</b>	<b>BW 1</b>	<b>BW 2</b>	<b>BW 3</b>	<b>BW 4</b>	<b>BW 5</b>	<b>BW 6</b>	<b>BW 7</b>
<b>Tgesamt [ G. Celsius ]</b>	28.8	29.8	32.3	32.6	25.1	27.6	38.6

24.11.98, 1.05 Uhr, 145 mA, gemittelte Temperaturen; teilweise höhere Spitzenwerte

<b>TEMPERATUR-DIFFERENZ, MAX. BETRAG</b>	<b>BW 1</b>	<b>BW 2</b>	<b>BW 3</b>	<b>BW 4</b>	<b>BW 5</b>	<b>BW 6</b>	<b>BW 7</b>
<b>dT, oben - unten,</b>	<b>0.15</b>	<b>0.85</b>	<b>-1.5</b>	<b>1.9</b>	<b>0.4</b>	<b>0.9</b>	<b>0.8</b>

Graph 24.11.98, 1Meßwert./min<sup>1</sup>, siehe S.27f.

In welchem Bereich sich die Temperaturdifferenzen während RUN und INJEKTION bewegen:

<b>T.DIFFERENZ, RUN UND INJEKTION</b>	<b>BW 1</b>	<b>BW 2</b>	<b>BW 3</b>	<b>BW 4</b>	<b>BW 5</b>	<b>BW 6</b>	<b>BW 7</b>
<b>Tmax</b>	0.15	0.85	0.0	1.9	0.4	0.85	0.8
<b>Tmin</b>	-0.05	-0.25	-1.5	0.2	-0.15	-0.15	0.2
<b>dT</b>	0.2	1.1	1.5	1.7	0.55	1.0	0.6

Graph 24.11.98, 1Mw./min

<b>T.DIFFERENZ, NUR RUN</b>	<b>BW 1</b>	<b>BW 2</b>	<b>BW 3</b>	<b>BW 4</b>	<b>BW 5</b>	<b>BW 6</b>	<b>BW 7</b>
<b>Tmax</b>	0.15	0.85	-0.8	1.9	0.4	0.85	0.8
<b>Tmin</b>	-0.05	0.3	-1.5	1.1	0.15	0.4	0.2
<b>dT</b>	0.2	0.55	0.7	0.8	0.25	0.45	0.6

Graph 24.11.98, 1Mw./min

Der Einfluß von Schwankungen der Vorlauftemperatur des Absorberkreislaufs auf die Temperaturdifferenzen:

<b>d(dT), Vorlauft. schwankt mit 2 G.Celsius</b>	<b>BW 1</b>	<b>BW 2</b>	<b>BW 3</b>	<b>BW 4</b>	<b>BW 5</b>	<b>BW 6</b>	<b>BW 7</b>
<b>dT</b>	< 0.1	< 0.1	0.5 <sup>1</sup>	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.4

Graph 24.11.98, 1Mw./min

<sup>1</sup> Zum Verlauf der Temperaturkurven der Diagramme auf S.27:

Die in den Graphen - insbesondere an BW 3 - sichtbaren Schwankungen der Temperaturdifferenz entstehen durch entsprechende Schwankungen des KW-Vorlaufes, vgl. S.28. Die Schwankungen des Kühlwasser-Vorlaufes werden auf alle Sensoren an den Bypass-Wiggeln übertragen. Da fast alle Sensoren an den Wiggeln nahe einer Kühlwasserleitung montiert sind, kürzen sich die Schwankungen durch die Betrachtung der Temperatur-differenz i.d.R. fast vollständig heraus. Dagegen sind sie am BW 3 noch sichtbar. Hier ist nur einer von beiden Sensoren nahe einer Kühlwasserleitung installiert.

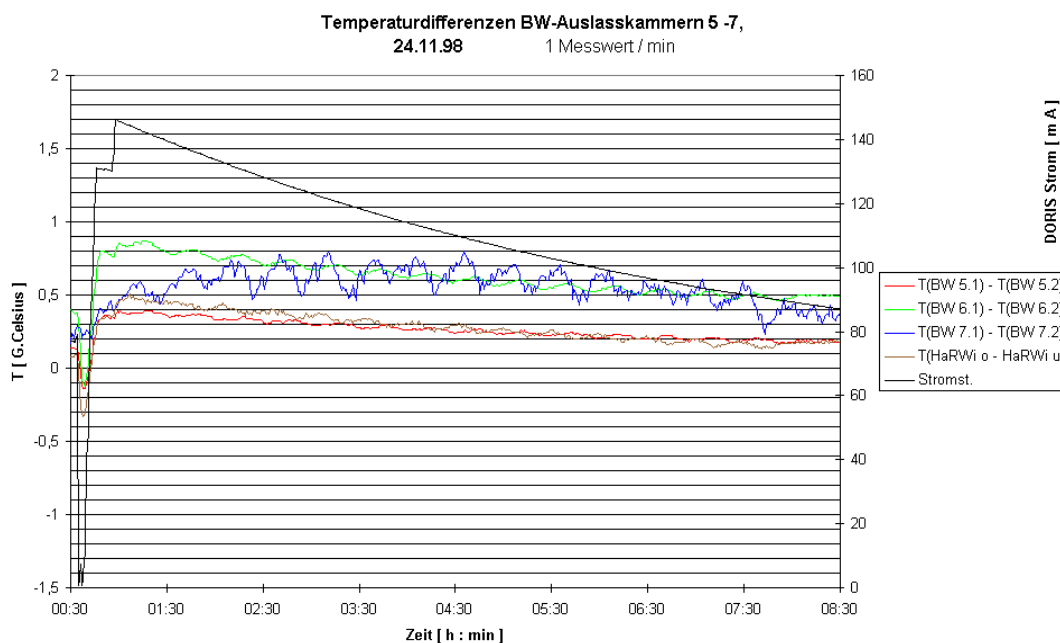
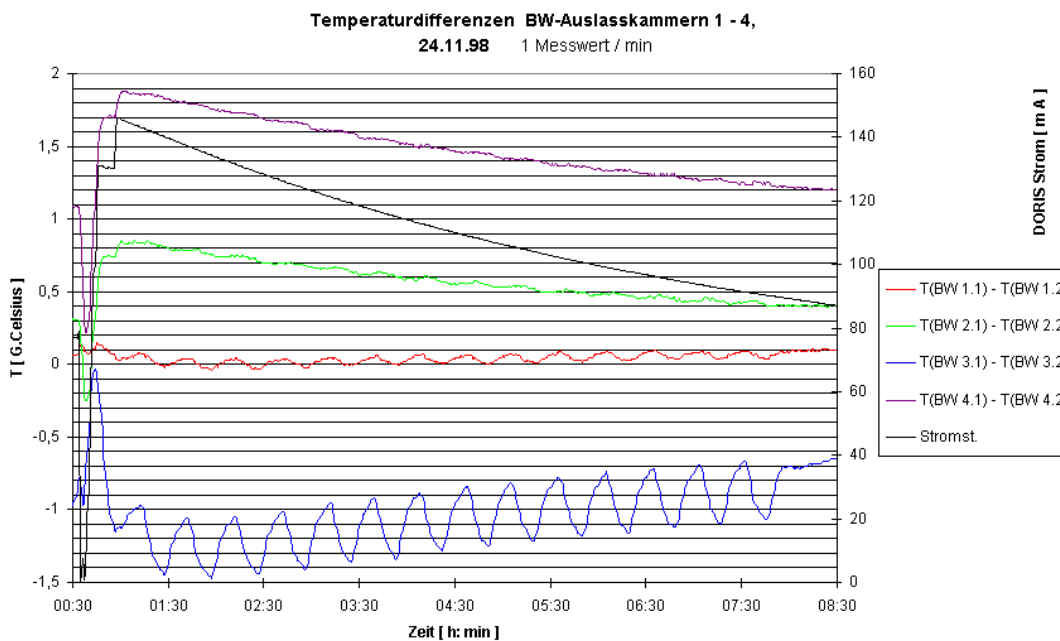
Wie hat sich das Temperaturniveau im Juni 1999 geändert? Am 7.6.99 um 4.58 Uhr betragen die Temperaturen bei 145 mA:

<b>GESAMTE TEMPERATUR</b>	<b>BW 1</b>	<b>BW 2</b>	<b>BW 3</b>	<b>BW 4</b>	<b>BW 5</b>	<b>BW 6</b>	<b>BW 7</b>
<b>Tgesamt [ G. Celsius ]</b>	27.2	28.2	32.3	31.0	26.2	27.7	38.4

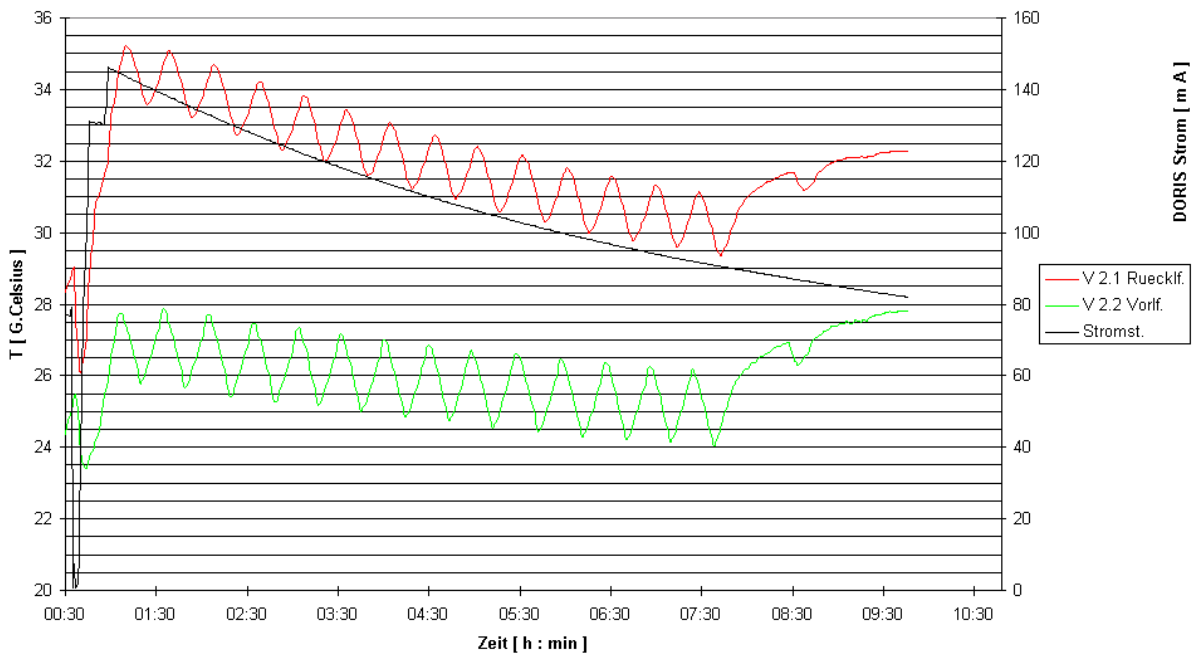
Die zugehörigen Temperaturdifferenzen in der Übersicht:

<b>T.DIFFERENZ, RUN UND INJEKTION</b>	<b>BW 1</b>	<b>BW 2</b>	<b>BW 3</b>	<b>BW 4</b>	<b>BW 5</b>	<b>BW 6</b>	<b>BW 7</b>
<b>Tmax</b>	0.7	0.9	-0.2	2.2	0.7	1.3	0.4
<b>Tmin</b>	0.2	-0.3	-2.3	0.2	-0.2	-0.1	0.2
<b>dT</b>	0.5	1.2	2.1	2.0	0.9	1.4	0.2

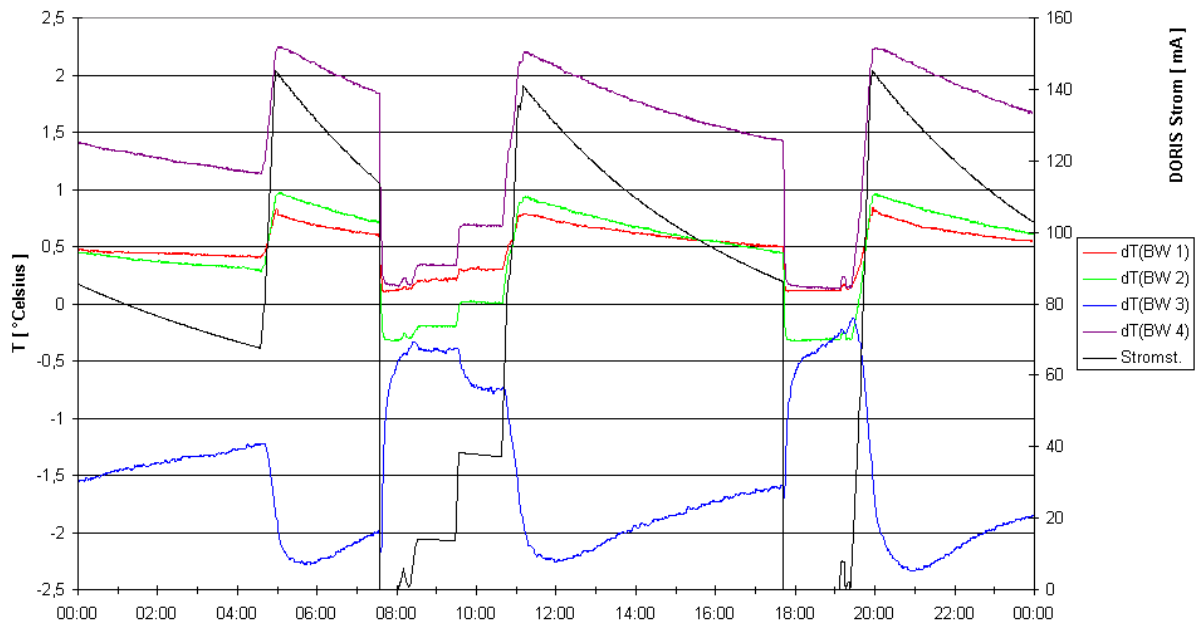
Graph 7.6.99, 1 M.wert / min, S. 28f.



Kühlwassertemperaturen, 24.11.98

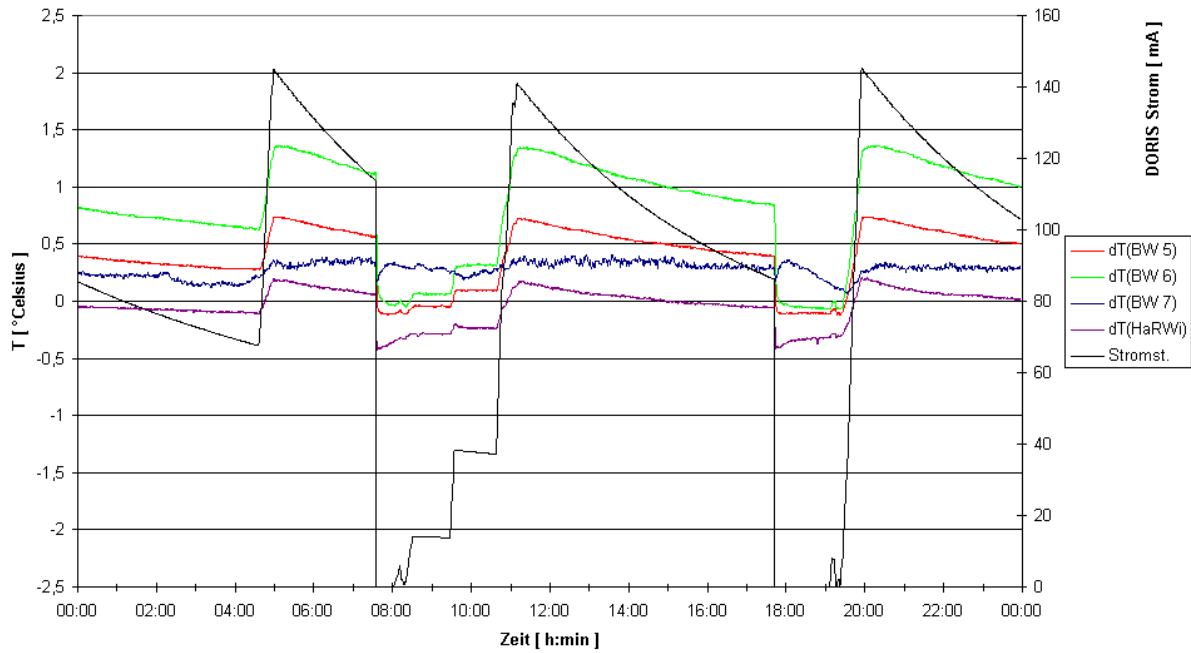


Temperaturdifferenzen BW 1 - 4, 7.6.99  
1 Meßwert / min



### Temperaturdifferenzen BW 5 - 7, HaRWi 7.6.99

1 Meßwert / min



### Tabellen zur Meßgenauigkeit der Sensoren:

Meßwerte vom 22.04.98, 8 Uhr, vgl. S.25

#### 1. Temperaturen

[ h :min ]	Stromst. [mA]	V 2.1	V 2.2	BW 1.1	BW 1.2	BW 2.1	BW 2.2	BW 3.1	BW 3.2	BW 4.1	BW 4.2	BW 5.1	BW 5.2	BW 6.1	BW 6.2
8:00	0,07	22	21,47	23,88	24	23,79	23,99	24,36	24,08	24,02	24,23	23,95	32,43	23,85	23,7
8:01	0,07	22	21,45	23,89	24,01	23,8	24	24,37	24,09	24,02	24,23	23,94	31,86	23,84	23,7
8:02	0,07	22,01	21,46	23,9	24,02	23,81	24,01	24,38	24,09	24,02	24,24	23,94	31,9	23,84	23,7
8:03	0,06	22,01	21,42	23,91	24,03	23,82	24,02	24,39	24,09	24,03	24,25	23,96	31,06	23,85	23,71
8:04	0,08	22,01	21,42	23,93	24,04	23,83	24,04	24,4	24,1	24,04	24,26	23,97	31,21	23,87	23,72
8:05	0,08	22	21,44	23,92	24,04	23,83	24,03	24,41	24,11	24,05	24,27	23,98	31,63	23,88	23,73
8:06	0,08	21,99	21,43	23,92	24,04	23,83	24,03	24,41	24,12	24,06	24,27	24	31,67	23,89	23,74
8:07	0,08	21,99	21,44	23,92	24,04	23,83	24,03	24,41	24,11	24,07	24,28	24	31,88	23,9	23,75
8:08	0,08	21,99	21,46	23,93	24,04	23,84	24,04	24,41	24,12	24,07	24,28	24	32,04	23,9	23,75
8:09	0,08	21,99	21,46	23,93	24,05	23,84	24,04	24,41	24,12	24,07	24,29	24	31,6	23,9	23,75
8:10	0,08	22	21,44	23,93	24,04	23,83	24,03	24,41	24,12	24,07	24,28	24	31,91	23,9	23,75
8:11	0,08	22	21,43	23,92	24,03	23,83	24,03	24,41	24,12	24,07	24,28	24,01	31,62	23,9	23,76
8:12	0,09	22	21,46	23,91	24,02	23,81	24,01	24,4	24,11	24,07	24,28	24	31,43	23,9	23,76
8:14	0,09	22	21,43	23,9	24,02	23,81	24	24,39	24,11	24,06	24,28	24	32,4	23,9	23,75
8:15	0,09	21,99	21,41	23,9	24,01	23,81	24,01	24,39	24,1	24,06	24,27	23,99	32,91	23,89	23,74
8:16	0,09	22	21,46	23,9	24,02	23,81	24,01	24,38	24,1	24,05	24,27	23,97	32,54	23,88	23,73
8:17	0,09	22	21,49	23,91	24,03	23,82	24,02	24,39	24,11	24,05	24,26	23,97	32,49	23,87	23,73
8:18	0,09	21,99	21,5	23,92	24,03	23,83	24,03	24,39	24,12	24,04	24,26	23,97	32,11	23,87	23,72
8:19	0,09	22	21,5	23,92	24,04	23,83	24,03	24,4	24,11	24,05	24,27	23,98	32,25	23,88	23,73
8:20	0,09	22,02	21,5	23,92	24,04	23,83	24,03	24,41	24,12	24,05	24,27	23,99	31,8	23,88	23,73
8:21	0,09	22,03	21,49	23,91	24,03	23,82	24,03	24,4	24,12	24,06	24,27	23,99	31,71	23,89	23,74
8:22	0,09	22,04	21,52	23,91	24,03	23,82	24,02	24,4	24,12	24,06	24,27	23,99	31,9	23,89	23,74
8:23	0,09	22,05	21,52	23,91	24,02	23,82	24,02	24,4	24,12	24,06	24,27	23,99	31,45	23,89	23,74
8:24	0,09	22,05	21,5	23,91	24,02	23,82	24,02	24,39	24,12	24,05	24,27	23,99	31,52	23,89	23,74
8:25	0,1	22,05	21,52	23,92	24,03	23,83	24,03	24,39	24,12	24,05	24,27	23,98	31,51	23,88	23,73
8:26	0,1	22,06	21,53	23,93	24,05	23,84	24,04	24,4	24,13	24,05	24,27	23,97	31,87	23,88	23,73
8:27	0,09	22,06	21,55	23,95	24,06	23,86	24,06	24,41	24,13	24,06	24,27	23,98	31,49	23,88	23,73
8:28	0,1	22,07	21,55	23,96	24,07	23,87	24,07	24,43	24,14	24,06	24,28	23,99	31,34	23,89	23,74
8:29	0,1	22,07	21,55	23,97	24,08	23,88	24,08	24,44	24,16	24,08	24,29	24,01	31,69	23,9	23,76

[ h :min ]	Stromst. [ mA ]	V 2.1	V 2.2	BW 1.1	BW 1.2	BW 2.1	BW 2.2	BW 3.1	BW 3.2	BW 4.1	BW 4.2	BW 5.1	BW 5.2	BW 6.1	BW 6.2
8:30	0,1	22,08	21,55	23,97	24,09	23,88	24,08	24,45	24,16	24,09	24,3	24,02	32,21	23,92	23,77
8:31	0,1	22,09	21,54	23,98	24,09	23,89	24,09	24,46	24,17	24,1	24,31	24,04	32,04	23,93	23,78
8:32	0,1	22,09	21,55	23,98	24,09	23,89	24,09	24,46	24,17	24,11	24,32	24,04	32,16	23,93	23,79
8:33	0,09	22,09	21,55	23,98	24,09	23,89	24,09	24,46	24,17	24,11	24,33	24,05	32,05	23,94	23,79
8:34	0,1	22,09	21,54	23,98	24,1	23,89	24,09	24,46	24,17	24,11	24,33	24,05	32,01	23,95	23,8
8:35	0,1	22,09	21,53	23,99	24,11	23,9	24,1	24,47	24,17	24,12	24,34	24,05	32,13	23,95	23,8
8:36	0,09	22,09	21,51	24	24,12	23,91	24,11	24,48	24,17	24,12	24,34	24,05	31,76	23,95	23,8
8:38	0,1	22,09	21,52	24,01	24,12	23,92	24,12	24,48	24,18	24,13	24,34	24,06	32,11	23,95	23,81
8:39	0,09	22,09	21,52	24,01	24,12	23,92	24,12	24,49	24,2	24,13	24,35	24,07	32,47	23,96	23,82
8:40	0,1	22,08	21,52	24,01	24,13	23,92	24,12	24,49	24,2	24,14	24,36	24,08	32,39	23,97	23,82
8:41	0,09	22,07	21,52	24,01	24,13	23,92	24,12	24,49	24,2	24,14	24,36	24,08	32,52	23,98	23,83
8:42	0,1	22,07	21,52	24,01	24,13	23,92	24,12	24,49	24,2	24,14	24,36	24,08	32,16	23,98	23,83
8:43	0,1	22,07	21,54	24	24,12	23,92	24,12	24,49	24,21	24,15	24,36	24,08	32,1	23,98	23,83
8:44	0,09	22,07	21,52	23,99	24,11	23,9	24,1	24,49	24,2	24,15	24,36	24,08	32,29	23,98	23,83
8:45	0,09	22,07	21,53	23,98	24,1	23,89	24,09	24,48	24,19	24,14	24,36	24,08	32,62	23,98	23,83
8:46	0,09	22,08	21,55	23,96	24,08	23,87	24,07	24,46	24,18	24,13	24,34	24,07	32,63	23,97	23,82
8:47	0,1	22,08	21,54	23,94	24,06	23,85	24,05	24,44	24,16	24,12	24,33	24,05	32,63	23,96	23,81
8:48	0,1	22,08	21,54	23,93	24,05	23,84	24,04	24,43	24,15	24,1	24,32	24,03	31,69	23,94	23,79
8:49	0,1	22,09	21,57	23,93	24,05	23,84	24,04	24,42	24,15	24,09	24,3	24,01	31,96	23,93	23,77
8:50	0,1	22,09	21,57	23,92	24,04	23,84	24,04	24,41	24,13	24,08	24,29	24	32,43	23,91	23,76
8:51	0,1	22,09	21,53	23,93	24,05	23,84	24,04	24,41	24,14	24,07	24,28	23,99	32,33	23,9	23,75
8:52	0,1	22,1	21,52	23,93	24,05	23,84	24,04	24,41	24,14	24,06	24,28	23,99	32,25	23,9	23,75
8:53	0,1	22,1	21,55	23,93	24,05	23,84	24,04	24,41	24,15	24,06	24,28	23,99	32,32	23,9	23,74
8:54	0,1	22,1	21,57	23,93	24,05	23,85	24,05	24,41	24,14	24,07	24,28	23,99	32,18	23,9	23,75
8:55	0,1	22,08	21,57	23,94	24,06	23,85	24,05	24,42	24,15	24,07	24,28	24	32,73	23,9	23,75
8:56	0,1	22,09	21,58	23,94	24,06	23,85	24,05	24,42	24,15	24,07	24,28	24	33,02	23,9	23,75
8:57	0,1	22,1	21,58	23,94	24,06	23,85	24,05	24,43	24,14	24,07	24,29	24	33,15	23,91	23,76
8:58	0,1	22,11	21,56	23,94	24,06	23,86	24,06	24,43	24,14	24,07	24,29	24,01	32,45	23,91	23,76
8:59	0,1	22,12	21,56	23,94	24,06	23,86	24,06	24,43	24,14	24,08	24,3	24,01	32,52	23,91	23,76

## 2. Temperaturdifferenzen

[ h : min ]	Luft	BW1.1 - BW 1.2	BW 2.1 - BW 2.2	BW 3.1 - BW 3.2	BW 4.1 - BW 4.2	BW 5.1 - BW 5.2	BW 6.1 - BW 6.2	Stromst. [ m A ]
8:00	25,73	-0,12	-0,2	0,28	-0,21	Messleitung defekt	0,15	0,07
8:01	25,72	-0,12	-0,2	0,28	-0,21		0,14	0,07
8:02	25,72	-0,12	-0,2	0,29	-0,22		0,14	0,07
8:03	25,71	-0,12	-0,2	0,3	-0,22		0,14	0,06
8:04	25,71	-0,11	-0,21	0,3	-0,22		0,15	0,08
8:05	25,69	-0,12	-0,2	0,3	-0,22		0,15	0,08
8:06	25,68	-0,12	-0,2	0,29	-0,21		0,15	0,08
8:07	25,69	-0,12	-0,2	0,3	-0,21		0,15	0,08
8:08	25,69	-0,11	-0,2	0,29	-0,21		0,15	0,08
8:09	25,68	-0,12	-0,2	0,29	-0,22		0,15	0,08
8:10	25,65	-0,11	-0,2	0,29	-0,21		0,15	0,08
8:11	25,64	-0,11	-0,2	0,29	-0,21		0,14	0,08
8:12	25,64	-0,11	-0,2	0,29	-0,21		0,14	0,09
8:14	25,63	-0,12	-0,19	0,28	-0,22		0,15	0,09
8:15	25,66	-0,11	-0,2	0,29	-0,21		0,15	0,09
8:16	25,68	-0,12	-0,2	0,28	-0,22		0,15	0,09
8:17	25,7	-0,12	-0,2	0,28	-0,21		0,14	0,09
8:18	25,7	-0,11	-0,2	0,27	-0,22		0,15	0,09
8:19	25,71	-0,12	-0,2	0,29	-0,22		0,15	0,09
8:20	25,69	-0,12	-0,2	0,29	-0,22		0,15	0,09
8:21	25,72	-0,12	-0,21	0,28	-0,21		0,15	0,09
8:22	25,72	-0,12	-0,2	0,28	-0,21		0,15	0,09
8:23	25,73	-0,11	-0,2	0,28	-0,21		0,15	0,09
8:24	25,71	-0,11	-0,2	0,27	-0,22		0,15	0,09
8:25	25,71	-0,11	-0,2	0,27	-0,22		0,15	0,1
8:26	25,71	-0,12	-0,2	0,27	-0,22		0,15	0,1
8:27	25,7	-0,11	-0,2	0,28	-0,21		0,15	0,09
8:28	25,7	-0,11	-0,2	0,29	-0,22		0,15	0,1
8:29	25,69	-0,11	-0,2	0,28	-0,21		0,14	0,1
8:30	25,69	-0,12	-0,2	0,29	-0,21		0,15	0,1
8:31	25,67	-0,11	-0,2	0,29	-0,21		0,15	0,1
8:32	25,68	-0,11	-0,2	0,29	-0,21		0,14	0,1
8:33	25,67	-0,11	-0,2	0,29	-0,22		0,15	0,09
8:34	25,69	-0,12	-0,2	0,29	-0,22		0,15	0,1
8:35	25,71	-0,12	-0,2	0,3	-0,22		0,15	0,1
8:36	25,71	-0,12	-0,2	0,31	-0,22		0,15	0,09
8:38	25,74	-0,11	-0,2	0,3	-0,21		0,14	0,1
8:39	25,75	-0,11	-0,2	0,29	-0,22		0,14	0,09
8:40	25,75	-0,12	-0,2	0,29	-0,22		0,15	0,1
8:41	25,72	-0,12	-0,2	0,29	-0,22		0,15	0,09
8:42	25,7	-0,12	-0,2	0,29	-0,22		0,15	0,1
8:43	25,7	-0,12	-0,2	0,28	-0,21		0,15	0,1
8:44	25,71	-0,12	-0,2	0,29	-0,21		0,15	0,09
8:45	25,73	-0,12	-0,2	0,29	-0,22		0,15	0,09
8:46	25,73	-0,12	-0,2	0,28	-0,21		0,15	0,09
8:47	25,73	-0,12	-0,2	0,28	-0,21		0,15	0,1
8:48	25,78	-0,12	-0,2	0,28	-0,22		0,15	0,1
8:49	25,77	-0,12	-0,2	0,27	-0,21		0,16	0,1
8:50	25,74	-0,12	-0,2	0,28	-0,21		0,15	0,1
8:51	25,74	-0,12	-0,2	0,27	-0,21		0,15	0,1
8:52	25,75	-0,12	-0,2	0,27	-0,22		0,15	0,1
8:53	25,73	-0,12	-0,2	0,26	-0,22		0,16	0,1
8:54	25,75	-0,12	-0,2	0,27	-0,21		0,15	0,1
8:55	25,74	-0,12	-0,2	0,27	-0,21		0,15	0,1
8:56	25,73	-0,12	-0,2	0,27	-0,21		0,15	0,1
8:57	25,75	-0,12	-0,2	0,29	-0,22		0,15	0,1
8:58	25,76	-0,12	-0,2	0,29	-0,22		0,15	0,1
8:59	25,75	-0,12	-0,2	0,29	-0,22		0,15	0,1
	Mittel, ΔT:	-0,12	-0,20	0,28	-0,22	0,00	0,15	