



# NORIMOS 3000

## Mittelwertüberwachung



**NORIMOS 3000**  
**Mittelwertüberwachung**

**Info 608**  
Version 1.02  
31.03.2005

© 2006 NORIS Automation GmbH  
All Rights Reserved.

Änderungsverzeichnis

Zustand	Ausgabe	geänderte Abschnitte	Änderungsgrund
<b>Version 1.01</b>	13.12.2005	alle	Entwurf
<b>Version 1.02</b>	31.03.2006		Format

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Allgemeines</b> .....	<b>4</b>
1.1	Anmerkung zu Thermoelementen .....	4
1.2	Festlegungen für die Namensgebung .....	4
1.3	Ausstattung .....	4
<b>2</b>	<b>Kanäle im Einzelnen</b> .....	<b>5</b>
2.1	Führungs-Kanal Abweichung ( = ABW-Kanal ) : .....	5
2.2	Führungs-Kanal absolutes Limit ( = ABS-Kanal ) : .....	5
2.3	Mittelwert-Maximum-Kanal ( = MWT-MAX-Kanal ) : .....	5
2.4	Einzel-Mess-Kanäle ( MWT-MESS-Kanäle ) : .....	6
2.4.1	Abweichungskorrektur .....	6
2.4.2	Ausblenden ( = FadeOut ) .....	7
2.4.3	Alarmierung .....	7
2.4.4	Wiederauflaufen eines Alarms .....	8
<b>3</b>	<b>Empfehlungen für die Einstellung</b> .....	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Sonstige Kanäle</b> .....	<b>9</b>
4.1	Turbolader-Temperatur: .....	9
4.2	Externer Kanal für die Bestimmung der erlaubten Abweichung: .....	10
<b>5</b>	<b>Spezifikation</b> .....	<b>10</b>
5.1	Verwendete Kanäle: .....	10
5.2	Abweichungstabellen: .....	10
<b>6</b>	<b>Weiterführende Literatur</b> .....	<b>11</b>

## 1 Allgemeines

Bei manchen Anwendungen ist nicht so sehr der absolute Messwert von Interesse, sondern die Abweichung der Messwerte untereinander. Z.B. deuten bei den Abgastemperaturen von Dieselmotoren sehr unterschiedliche Abgastemperaturen ( Zylindertemperaturen ) darauf hin, dass die Zylinder mit unterschiedlicher Last gefahren werden oder dass irgendetwas defekt ist ( Ventildurchbläser, Zündaussetzer ).

Deshalb wird hier vorwiegend eine sog. Mittelwertüberwachungsanlage eingesetzt. Sie bildet einen Mittelwert aus den einzelnen Messwerten einer Mittelwertgruppe und überwacht die Messwerte auf Abweichung von diesem Mittelwert.

Bei der Mittelwertabweichung können - je nach Mittelwert - unterschiedlich große Abweichungen möglich sein. Bei dem genannten Beispiel mit den Abgastemperaturen von Dieselmotoren streuen diese bei Teillast sehr viel mehr als bei höherer Last. Das ist normal und soll nicht zu einem Alarm führen. Deshalb setzt man hier eine sog. Trompetenkurve ein, die bei geringerer Last eine größere Abweichung zulässt als bei höherer. Unterhalb einer bestimmten Einschaltsschwelle kann die Mittelwertüberwachung total abgeschaltet werden.

Die Überwachung auf Abweichung vom Mittelwert genügt oft nicht. Deshalb können weitere Features hinzugefügt werden:

- Überwachung der einzelnen Kanäle auf die Überschreitung von maximalen/minimalen Grenzwerten
- Überwachung des Mittelwertes selbst auf Überschreitung von maximalen/minimalen Grenzwerten.

### 1.1 Anmerkung zu Thermoelementen

Thermoelemente können keine absoluten Temperaturen messen, sondern nur die Differenztemperatur zwischen ihren beiden Enden. D.h. man benötigt zusätzlich einen absolut messenden Sensor, mit dem man die sog. Vergleichsstellentemperatur messen kann. Manchmal wird diese auch Kaltstelle genannt. Meist wird dazu ein Pt100 verwendet. Die Temperatur am heißen Ende des Thermoelementes ergibt sich aus der Addition der beiden Werte. ( Das "heiße Ende" kann auch kälter sein als die Vergleichsstelle.)

### 1.2 Festlegungen für die Namensgebung

In dieser Beschreibung werden die folgenden Abkürzungen verwendet:

- VST = Vergleichsstelle.
- ABW = Abweichung
- ABS = Absolutwert
- MWT = Mittelwert

### 1.3 Ausstattung

Zu einer Mittelwertüberwachung gehören folgende Kanäle:

- ABW -Kanal = Kanal für die Festlegung der erlaubten Abweichung(en).
- ABS -Kanal = Kanal für die Festlegung der erlaubten absoluten Grenzen.
- MWT-MAX -Kanal = Kanal für die Überwachung des Mittelwertes selbst.
- MWT-MESS -Kanal = einzelner Messkanal, der nach diesen Kriterien überwacht wird.

## 2 Kanäle im Einzelnen

### 2.1 Führungs-Kanal Abweichung ( = ABW-Kanal ):

Der ABW- Kanal setzt bis zu 2 Stufen für die erlaubte Abweichung vom Mittelwert und auch die zugehörigen Verzögerungszeiten. Diese Parameter gelten für alle Messkanäle der gleichen Mittelwertgruppe. Wenn ein zugehöriger Messkanal eine der Abweichungsstufen überschreitet, erhalten sowohl der Messkanal als auch der ABW-Kanal Alarm. Führungsgröße für die erlaubte(n) Abweichung(en) kann der Mittelwert sein. Aber in jüngerer Zeit ändern viele Maschinen ihre Abgastemperaturen über die Last nur noch wenig. Deshalb wurde die Möglichkeit geschaffen, den Messwert eines beliebigen Kanals als Führungsgröße zu benutzen. Sinnvoll ist hier z.B. die Last der Maschine. Voraussetzung ist nur, dass dieser Kanal in der gleichen Einheit liegt.

Da die Mittelwertgruppen oft für Abgastemperaturen eingesetzt werden, die mit Thermoelementen gemessen werden, kann dieser Kanal zusätzlich dazu benutzt werden, die VST-Temperatur zu messen. Das ist möglich, weil er in seiner Funktion als ABW-Kanal keinen eigenen Hardwareeingang benötigt.

Die zulässigen Abweichungen werden aus den Abweichungstabellen geholt. Sie können am Display im Zuge der Grenzwerteinstellung des ABW-Kanals editiert werden.

Im Display wird als Messwert entweder die VST-Temperatur angezeigt, wenn diese hier gemessen wird, ansonsten der Mittelwert.

### 2.2 Führungs-Kanal absolutes Limit ( = ABS-Kanal ):

Der ABS- Kanal setzt bis zu 2 Stufen für absolut geltende Grenzwerte und auch die zugehörigen Verzögerungszeiten. Diese Parameter gelten für alle Messkanäle der gleichen Mittelwertgruppe. Wenn ein zugehöriger Messkanal einen der Grenzwerte überschreitet, erhalten sowohl der Messkanal als auch der ABS-Kanal Alarm.

Die ABS-Kanäle haben keinen direkten Hardware-Eingang. Deshalb können sie innerhalb einer Einheit so platziert werden, wie es für die Ausnützung der vorhandenen Hardware am günstigsten ist. Insbesondere können sie als sog. imaginäre Kanäle eingesetzt werden. D.h. sie sind nur am Display und über den CANbus sichtbar.

Im Display wird der größte anliegende Messwert eines zugehörigen Messkanals angezeigt.

### 2.3 Mittelwert-Maximum-Kanal ( = MWT-MAX-Kanal ):

Der MWT-MAX- Kanal setzt bis zu 2 absolut geltende Grenzwerte für den Mittelwert selbst. Er bekommt dann Alarm, wenn der Mittelwert diese Grenzen übersteigt. Bei Abgas-Überwachungen deutet dies in der Praxis darauf hin, dass die Maschine zwar gesund, aber überlastet ist.

Im Display wird der Mittelwert angezeigt.

## 2.4 Einzel-Mess-Kanäle ( MWT-MESS-Kanäle ):

Das sind die eigentlichen Mess-Kanäle.

Aus den Messwerten dieser Kanäle wird der Mittelwert berechnet. Kanäle mit Sensorfehler gehen nicht ein in die Mittelwertbildung. Nach der Mittelwertberechnung und vor der Überwachung auf Abweichung vom Mittelwert wird die sog. Abweichungskorrektur vorgenommen, manchmal auch Symmetrierung genannt. Es kann ja sein, dass bestimmte Kanäle auch bei gesunder Maschine um einen gewissen Betrag vom Mittelwert abweichen. Diese "gesunde" Abweichung kann man so herauskorrigieren. Die Wirkung dieser Korrektur soll hier veranschaulicht werden:

### 2.4.1 Abweichungskorrektur

Annahme:

Mittelwerttemperatur	MWT	= 453°
erlaubte Abweichung nach oben / unten:	ABWerlaubt	= 30° / 30°
Temperatur Zylinder B5	ZYLTEMP B5	= 471°

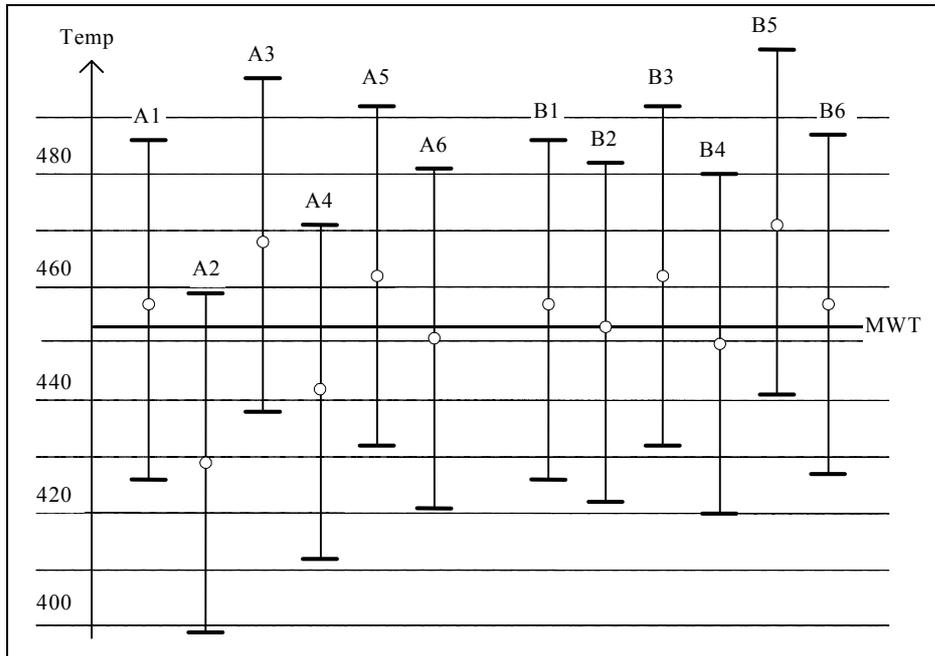
Bei dieser MWT laufe Zylinder B5 normalerweise mit einer Temperatur von 471°, also um 18° wärmer als der Durchschnitt aller Zylinder. Seine Temperatur braucht ( ohne Zylinderkorrektur ) also nur um 12° zu steigen, müsste aber um 48° fallen, um einen Alarm auszulösen.

Sie sollte aber um 30° pendeln können, ehe Alarm kommt. Dies wird durch die Abweichungskorrektur ermöglicht. Wenn eine Abweichungskorrektur von  $K = +18^\circ$  eingestellt ist, dann hat Zylinder B5 bei 471° keine Abweichung von seiner Normaltemperatur, die sich errechnet aus  $MWT + K$ . Die Abweichung ergibt sich aus

$$ABW = ZYLTEMP - ( MWT + K )$$

Die Zylindertemperatur muss jetzt also auf 501° steigen oder bis 441° fallen, um Alarm auszulösen, kann also wirklich um 30° pendeln.

Der folgenden Grafik liegen die Daten aus einem Messprotokoll einer gesunden 12-Zylinder V-Maschine zugrunde. Sie zeigt die erlaubten Temperaturbereiche bei  $MWT = 453^\circ$  und erlaubter Abweichung von 30° für den Fall, dass keine Abweichungskorrektur eingestellt ist. Man sieht daraus, dass z.B. Zylinder A2 ohne Abweichungskorrektur mit seinen 429° nach unten nur um ca. 6°, nach oben aber um ca. 54° abweichen darf, ein nicht akzeptabler Zustand.



### 2.4.2 Ausblenden ( = FadeOut )

Es ist möglich, Kanäle auszublenden. Das sollte aber nur der allerletzte Ausweg bis zum Eintreffen des Service-Ingenieurs sein, wenn ein immer wieder störender, defekter Kanal nicht sofort repariert werden kann.

Ausgeblendete Kanäle werden weiterhin gemessen, ihr Messwert wird auch angezeigt als Hilfe zur Fehlersuche. Aber es wird kein Alarm mehr erzeugt, weder Sensorfehler- noch Messwert-Alarm.

Ausgeblendete Kanäle erzeugen auf ihrer Leuchtdiode ein spezielles Blinkmuster, bei dem die LED nur in einer von acht Zeiteinheiten eingeschaltet wird.

Das Ein- und Ausblenden von Kanälen wird protokolliert.

Ausgenommen vom Ausblenden sind Kanäle, von denen andere abhängen, z.B. Blockierkanäle, die gemeinsam genutzten Kanäle der Mittelwertüberwachung, Sammelalarme. Auch ein Kanal, dessen Messwert von einem anderen benutzt wird, kann nicht ausgeblendet werden. Auch über die Kanal-Spezifikation kann das Ausblenden eines Kanals verboten sein.

Ausgeblendete Kanäle sind auch am Display gekennzeichnet.

### 2.4.3 Alarmierung

**Alarm** wird unter folgenden Bedingungen erzeugt:

- Sensorfehler immer bei Auftreten, unabhängig von Blockierungen.
- Messwertalarm nur dann, wenn eine evtl. Blockierung nicht aktiv ist:
  - \* wenn der Messwert einen der Grenzwerte übersteigt, die mit dem ABS-Kanal vorgegeben ist.
  - \* wenn der Messwert nach der Abweichungskorrektur weiter vom Mittelwert abweicht als mit dem MWT-Kanal vorgegeben ist.

**Verzögerungen:** Folgende Verzögerungen werden benutzt:

- Sensorfehler ON: Kanalverzögerung des Mess-Kanals selbst
- Sensorfehler OFF: Feste Abfallverzögerung von 10s
- Mittelwertabw. 1: Verzögerung 1 des MWT-Kanals
- Mittelwertabw. 2: Verzögerung 2 des MWT-Kanals

- Absolutes Limit 1: Verzögerung 1 des ABS-Kanals
- Absolutes Limit 2: Verzögerung 2 des ABS-Kanals

#### 2.4.4 Wiederauflaufen eines Alarms

Für das Auflaufen eines 2. Alarms bei einem Kanal gilt:

Wenn ein Kanal der Mittelwertüberwachung bereits Alarm hat, und es kommt eine 2.

Alarmbedingung dazu, dann wird die Quittierung zurückgesetzt, d.h. Hupe und Blinklicht kommen neu.

Beispiel:

Die Mittelwertüberwachung ist ohne Alarm.

Ein 1. Mess-Kanal überschreitet seine 1. erlaubte Abweichung.

⇒ Im 1. Mess-Kanal und im ABW-Kanal werden die Alarmindizes gesetzt.

⇒ Nach Ablauf der EIN-Verzögerung erhält sowohl der Mess-Kanal als auch der MWT-Kanal Alarm 1, die Hupe wird angesteuert, die zugehörigen LEDs blinken.

Die Quittiertasten HUPE und OPTO werden gedrückt, beide Kanäle gehen in Quittierzustand.

Ein zweiter Mess-Kanal überschreitet seine 1. erlaubte Abweichung.

⇒ Im 2. Mess-Kanal wird ein Alarmindeix gesetzt

⇒ Nach Ablauf der EIN-Verzögerung erhält der 2. Mess-Kanal Alarm 1, die Hupe wird angesteuert, die zugehörige LED blinkt.

⇒ Die Quittierung des MWT-Kanals wird gelöscht, der Kanal beginnt wieder zu blinken.

Die Quittiertasten HUPE und OPTO werden gedrückt, der 2. Mess-Kanal und auch der MWT-Kanal werden quittiert.

Der 1. Mess-Kanal verschlechtert sich, überschreitet die 2. erlaubte Abweichung.

⇒ Im 1. Mess-Kanal und im ABW-Kanal wird der Alarmindeix gesetzt.

⇒ Nach Ablauf der EIN-Verzögerung erhalten der Mess-Kanal und der MWT-Kanal Alarm 2, die Hupe wird angesteuert, die zugehörige LED blinkt.

Die Quittiertasten HUPE und OPTO werden gedrückt, der Mess-Kanal und der MWT-Kanal gehen in Quittierzustand.

Usw...

### 3 Empfehlungen für die Einstellung

Grundsätzlich sind die Einstellvorschriften der Maschinenhersteller zu beachten.

Ansonsten kann man folgende Empfehlungen geben:

Die Mittelwertüberwachung wird meist für die Abgastemperaturen der einzelnen Zylinder eingesetzt. Dann erfolgt die Einstellung der Abweichungskorrektur am besten während des Probelaufs bzw. während der Probefahrt. Sichergestellt muss sein, dass die Maschine gesund ist.

- Man fährt die Maschine längere Zeit im meistbenutzten Lastbereich, so dass sich ein thermisches Gleichgewicht einstellt.
- Dann geht man in den Parametriermodus, wählt jeden einzelnen Mess-Kanal an - meist benannt mit „Abgastemperatur Zyl. X“ - und stellt die Abweichungskorrektur so ein, dass sich als verbleibende Abweichung von 0° ergibt.
- Nach der Einstellung der Abweichungskorrektur bei den einzelnen Abgaskanälen kann die erlaubte Abweichung editiert werden bei den MWT-Kanälen. Meist ist nur ein einziger vorhanden, der gleichzeitig für die Vergleichsstellenmessung benutzt wird.
- Sollte sich später herausstellen, dass die erlaubte Abweichung doch zu klein ist, weil öfters Fehlalarme bei den Abgaskanälen kommen, dann kann man die erlaubte Abweichung wieder ein wenig vergrößern.

Anmerkung:

Oft ist es bei falscher Einstellung der Abweichungskorrektur nötig, die erlaubte Abweichung unnötig groß einzustellen, weil sonst immer wieder (Fehl-)Alarm gegeben wird. Nach der korrekten Einstellung kann die erlaubte Abweichung meist wieder kleiner gemacht werden. Man erhält so eine exaktere Überwachung ohne die Gefahr von häufigen Fehlalarmen.

## 4 Sonstige Kanäle

Wenn man von Mittelwertüberwachung spricht, denkt man zuerst an die Abgastemperaturen der einzelnen Zylinder. Und da muss man auch an die Temperaturen vor und nach Turbolader denken. Zusätzlich wurde oben bereits der Kanal für das Messen der Last der Maschine angesprochen.

### 4.1 Turbolader-Temperatur:

Die Temperaturen vor und nach Turbolader werden nicht auf Abweichung vom Mittelwert überwacht.

Für sie gelten absolut festgelegte Grenzwerte. Dann kann man sie im Zuge der Grenzwerteinstellung einstellen.

In manchen Fällen sind diese Grenzwerte auch abhängig von der Last an der Maschine. Dann muss eine Rechenvorschrift hinterlegt sein, nach der diese Grenzwerte bestimmt werden. In der NORIMOS 3000 werden sie dann als "variabel" gekennzeichnet. Für die Berechnung während des Betriebes wird die SPS benutzt.

Annahme:

0123	= Kanal	"Maschinenlast",	gemessen in %
0142	= Kanal	"Temperatur vor Turbolader",	gemessen in °C

Hier ein mögliches Beispiel für die SPS-Anweisungen für die NORIMOS 3000. Was in geschweiften Klammern steht, ist Kommentar:

```
.E/A                                { IN-/OUT-Definitionen beginnen hier }
  E1 = F01-23-W,                     { E1 ist Messwert des Kanals 0123   }
  A1 = F01-42-GWE                     { A1 ist Grenzwert 1 des Kanals 0142 }
.LOGIK                                { Logik-Teil beginnt hier          }
  IF [P[ E1 < 25 ]]
    THEN
      F [ A1 = 65535 ]
    ENDIF

  IF [P[ E1 >= 25 ] AND
      P[ E1 <= 100 ]]
    THEN
      F [ A1 = 480 - ( 480 - 380 ) * ( E1 - 25 ) / 75 ]
    ENDIF

  IF [P[ E1 > 100 ]]
    THEN
      F [ A1 = 380 ]
    ENDIF
.ENDE                                { Ende der SPS }
```

Die Buchstaben 'P' in der IF-Anweisung bedeuten, dass eine Polynomrechnung folgt.  
Die Buchstaben 'F' nach der THEN-Anweisung bedeuten, dass eine Funktionsberechnung folgt.

Anmerkung:

Die Formel zwischen 25 und 100% könnte man noch verbessern:

$$F [ A1 = ( A1 * 7 + 480 - 100 * ( E1 - 25 ) / 75 ) / 8 ]$$

Damit wird der zuletzt berechnete Grenzwert mit dem Faktor 7 und der neu berechnete mit dem Faktor 1 gewichtet. Anschließend muss natürlich durch 8 geteilt werden. So erhält man einen besser geglätteten Ausgabewert.

Die Anweisungen sagen aus, dass unterhalb von 25% Last keine Grenzwertüberwachung erfolgt, dass bei 25% Last der Grenzwert bei 480° liegt, dann bis zu einer Last von 100% linear auf 380° fällt, und oberhalb von 100% Last konstant auf 380° bleibt.

## 4.2 Externer Kanal für die Bestimmung der erlaubten Abweichung:

Wie bereits gesagt, kann für die Bestimmung der erlaubten Abweichung entweder der Mittelwert über alle zugeordneten Mess-Kanäle oder auch der Messwert eines beliebigen anderen Kanals benutzt werden.

Ein solcher externer Kanal hat nur deswegen mit der Mittelwertüberwachung zu tun, weil sein Messwert benutzt wird. Ansonsten gelten für ihn die üblichen Kriterien aus der Kanal-Spezifikation.

Anmerkung:

In den Abweichungstabellen muss der Bezugswert sich auf den Mess-Bereich des externen Kanals beziehen.

## 5 Spezifikation

### 5.1 Verwendete Kanäle:

Dazu bitte in der weiterführenden Literatur nachsehen.

### 5.2 Abweichungstabellen:

Für jede Mittelwertgruppe sind 2 Abweichungstabellen reserviert, eine für die erste, und eine für die zweite erlaubte Abweichung. Die Nummerierung ergibt sich aus der Nummerierung der Mittelwertgruppen. Pro Tabelle sind 4 Einträge erlaubt, bestehend aus je einem Führungswert, einer erlaubten Abweichung nach oben und einer erlaubten Abweichung nach unten. Unterhalb des ersten Führungswertes erfolgt keine Überwachung, oberhalb des letzten Führungswertes bleibt die Vorgabe konstant.

Pro NORIMOS 3000 gibt sind 4 Mittelwertgruppen möglich, demzufolge gibt es 8 Abweichungstabellen. Sie sind fest zugeordnet:

Tabelle 1.1 erste erlaubte Abweichung Mittelwertgruppe 1

Tabelle 1.2 zweite erlaubte Abweichung Mittelwertgruppe 1

....

Tabelle 4.2 zweite erlaubte Abweichung Mittelwertgruppe 4

Gültig ist das, was zwischen den Anführungszeichen steht. Alles andere wird als Kommentar betrachtet.

Beispiel:

Tabelle 1.1, bestimmt erste erlaubte Abweichung der ersten Mittelwertgruppe, ist hier ausgelegt auf einen externen Führungskanal ( Last der Maschine ), der einen Messbereich von 100% hat:

" 25	90	-80 "
"100	50	-30 "
" 0	0	0 "
" 0	0	0 "

Die Tabelle sagt aus:

Last < 25%.	Überwachung abgeschaltet
Last = 25%	Abweichung nach oben < 90°
	Abweichung nach unten < 80°
Last = 100%	Abweichung nach oben < 50°
	Abweichung nach unten < 30°
25% < Last < 100%	lineare Interpolation
Last > 100%	Abweichung wie bei 100%

Da die Tabelle linear ist, kann man die restlichen 2 möglichen Kombinationen einfach weglassen und 0 eintragen.

Beispiel für eine ungültige Tabelle:

<del>" 0</del>	<del>0</del>	<del>0 "</del>
<del>" 0</del>	<del>0</del>	<del>0 "</del>
<del>" 25</del>	<del>90</del>	<del>-80 "</del>
<del>"100</del>	<del>50</del>	<del>-30 "</del>

Beispiel für eine gültige, aber nicht sinnvolle Tabelle:

" 0	0	0 "
" 25	90	-80 "
"100	50	-30 "
" 0	0	0 "

Beispiel für eine Tabelle mit dem Mittelwert als Führungsgröße:

"280	90	-80 "
"350	60	-50 "
"400	40	-35 "
"420	30	-30 "

## 6 Weiterführende Literatur

Informationsschriften:

I602_Vxxx_N3000-Benutzerhandbuch.doc	Bedienungsanleitung
I603_Vxxx_N3000-Kanalspezi.doc	Kanal-Spezifikation, enthält auch Beispiele
I604_Vxxx_N3000-Knotenspezi.doc	Knoten-Spezifikation