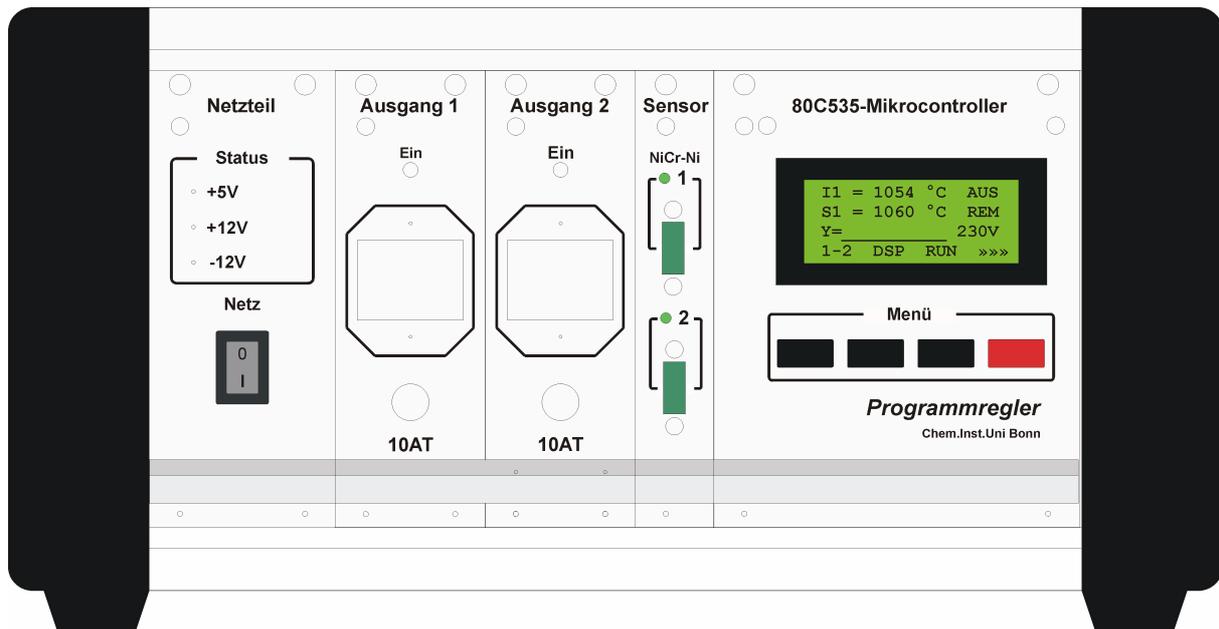


**Chemische Institute der Universität Bonn**  
**Abt. Elektronik**  
**2002**

**Betriebsanleitung für Programmregler**



### Leistungsmerkmale

- Mikroprozessorgesteuerter Doppel-PID-Regler
- LCD-Punktmatrix-Modul, 4\*16Zeichen, beleuchtet
- Temperaturerfassung mit Thermoelement Typ K
- Temperaturmeßbereich -200..1300°C, Auflösung 12bit
- Leistungsregelung mittels Vollwellensteuerung (0..230V, 10A ), Auflösung 8 bit
- 2 Betriebsarten: a) Programmregler (20 Programmstufen) b) Einfachregler (keine Programmstufen)
- Bedienung erfolgt komplett menügesteuert über das Display
- RS-232-Schnittstelle für Fernsteuerung über PC
- RS-485-Schnittstelle zur Vernetzung von Reglern (optional)

<b>1 Einleitung</b> .....	2
<b>2 Anzeigeelemente und Betriebsmeldungen</b> .....	3
<b>3 Menügeführte Bedienung</b> .....	4
<b>4 Betrieb als Einfachregler</b> .....	7
<b>5 Betrieb als Programmregler</b> .....	7
5.1 Programmierung eines Profils .....	7
5.2 Beispiel für ein Temperaturprofil.....	8
5.3 Programmänderungen bei aktivem Regler .....	9
<b>6 Verhalten im Fehlerfall</b> .....	9
<b>7 Einstellung der Regelparameter</b> .....	9
<b>8 Selbstoptimierung</b> .....	11
<b>9 Fernsteuerung über RS-232 bzw RS-485</b> .....	11
<b>10 Technische Daten</b> .....	12

## 1 Einleitung

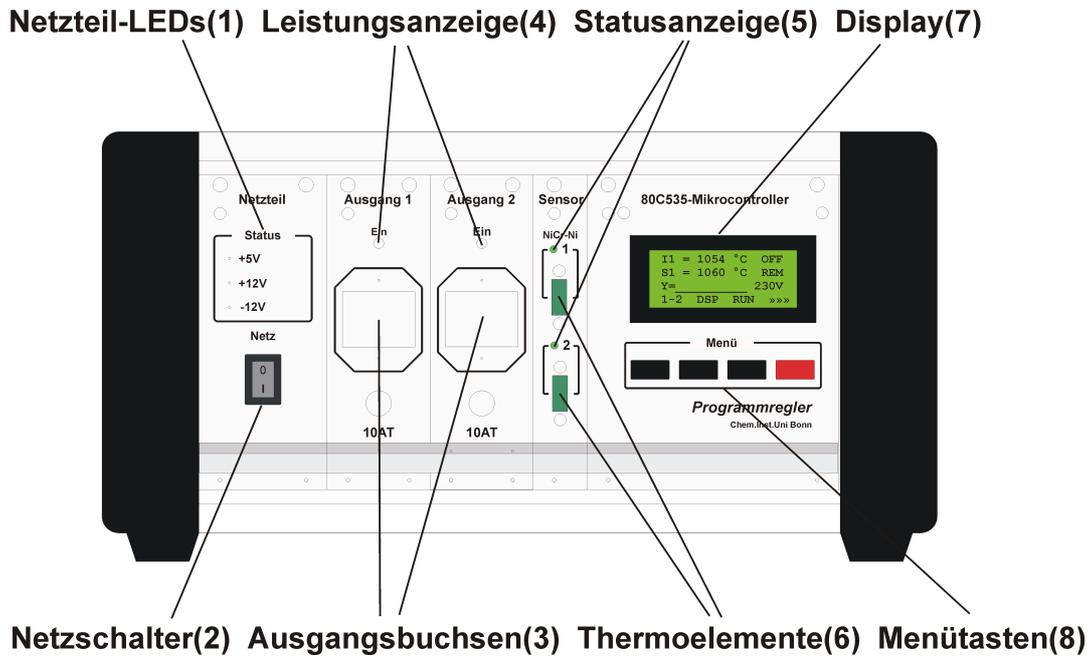
Bei diesem Gerät handelt es sich um einen mikroprozessor-gesteuerten Temperaturregler (PID-Regler). Der Regler ist als Doppelregler konzipiert und kann die Temperatur von 2 Öfen regeln. Die Temperaturerfassung erfolgt dabei mit Hilfe von 2 NiCr-Ni-Thermoelementen (Typ K).

Um die Handhabung des Gerätes möglichst einfach und komfortabel zu gestalten, erfolgt die Bedienung menügesteuert über das Display. Die Menüstruktur ist weitgehend selbsterklärend. Jeder Regler kann als Programm- oder Einfachregler betrieben werden. Als Programmregler können bis zu 20 Programmstufen eingegeben werden. Beim Einfachregler wird lediglich die gewünschte Endtemperatur eingegeben.

Das Gerät ist mit einer RS-232-Schnittstelle ausgestattet. Mit entsprechender Software können die Regler über einen PC programmiert, bedient und überwacht werden. Die Geräteadresse der einzelnen Regler kann im Parametermenü abgefragt und eingestellt werden. Optional kann das Gerät mit einer RS-485-Schnittstelle ausgestattet werden. Über diese Schnittstelle können mehrere Geräte vernetzt und ferngesteuert werden.

## 2 Anzeigeelemente und Betriebsmeldungen

Die Lage aller Anzeigeelemente ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt. Im Anschluss an diese Abbildung werden alle Elemente eingehend erläutert.



- **Netzteil-LEDs** : Im Normalfall leuchten alle 3 Leuchtdioden permanent. Eine nichtleuchtende Leuchtdiode signalisiert einen Fehler in der Versorgungsspannung.
- **Leistungsanzeige**: Die Leuchtdioden der Ausgangskarten leuchten auf, wenn Leistung an die Öfen abgegeben wird. Die Leuchtdauer ist dabei ein Maß für die abgegebene Leistung.
- **Statusanzeige**: Die Leuchtdioden der Sensorkarte zeigen den Status der Regler an.. Wird ein Regler gestartet, leuchtet die zugehörige LED grün. Sie erlischt, wenn der Regler wieder abgeschaltet wird. Leuchtet die LED rot auf, so ist ein Fehler aufgetreten und der Regler abgeschaltet worden.
- **Display**: In dem 4-zeiligen Display werden alle Daten übersichtlich dargestellt. Dabei dienen die ersten 3 Zeilen zur Anzeige der Daten und die vierte Zeile als Menüzeile. Mit Hilfe des Menüpunktes **1-2** kann im Display zwischen Ofen1 und Ofen2 umgeschaltet werden. Der Menüpunkt **DSP** erlaubt die Auswahl verschiedener Anzeigen mit folgenden Betriebsmeldungen:

<b>Betriebsmeldungen</b>	
<b>I 1, I2</b>	Isttemperatur von Ofen1, Ofen2
<b>S1, S2</b>	Solltemperatur von Ofen1, Ofen2
<b>Y</b>	Stellgröße (Ausgangsspannung) mit Bargraphanzeige (0..100%) und als Spannungswert (0..230V)
<b>Sxx</b>	Aktuelle Programmstufe
<b>REM</b>	Der Regler ist im Remote-Zustand ( Fernbedienung per PC ) und die Tastatur ist verriegelt. Die Umschaltung der Anzeigen mit den Tasten <b>1-2, DSP</b> ist jedoch weiterhin möglich.
<b>ET</b>	Endtemperatur der Programmstufe oder Endtemperatur des Einfach-Reglers.
<b>ST</b>	Rampensteigung der aktuellen Stufe
<b>SZ</b>	Gesamtzeitdauer der aktuellen Programmstufe
<b>Z</b>	Verstrichene Zeit innerhalb der Programmstufe
<b>RAMPE SPRUNG HALTEN</b>	Anzeige, ob gerade eine Rampe, ein Sprung oder Halten gefahren wird
<b>ERR</b>	Der Regler wurde wegen eines Fehlers abgeschaltet.

### **3 Menügesteuerte Bedienung**

Die Bedienung des Reglers erfolgt menügesteuert über das 4-zeilige Display. In der untersten Displayzeile werden immer bis zu 4 Menüpunkte angezeigt, die über die darunterliegenden Tasten direkt angewählt werden können. Da oft nicht alle Möglichkeiten eines Menüs über 4 Tasten darstellbar sind, ist es möglich über das Symbol **→→→** weitere Menüzeilen zu erreichen. Ist die letzte Menüzeile erreicht, gelangt man über **→→→** wieder in die erste Menüzeile. Die Rückkehr von einer Menüebene in die übergeordnete Menüebene erfolgt über das Symbol **↑↑↑**. Im folgenden werden alle Menüsymbole des Hauptmenüs tabellarisch aufgelistet und erläutert:

<b>Hauptmenü</b>	
<b>1-2</b>	Umschaltung der Anzeige zwischen Ofen1 und Ofen2
<b>DSP</b>	Auswahl verschiedener Anzeigen
<b>RUN</b>	Regler starten
<b>STP</b>	Regler stoppen
<b>PRG</b>	Eingabemenü für Stufenprogramm aktivieren (Programmregler)
<b>ET</b>	Eingabemenü für Endtemperatur aktivieren (Einfachregler)
<b>RST</b>	Regler in ausgewählter Programmstufe starten (Programmregler)
—	Nicht verwendet
<b>SYS</b>	Konfigurationsmenü aufrufen (Parameter, Hardwaretests usw.)
<b>→→→</b>	Nächste Menüzeile einblenden

Die Einträge im Konfigurationsmenü dienen zur Konfiguration des Reglers. Im Normalfall wird der Zugriff auf dieses Menü verweigert. Nur wenn das Gerät sich im Konfigurationsmodus befindet, ist ein Zugriff möglich. Der Regler wird in diesen Modus gebracht, indem man die rote Taste beim Einschalten kurze Zeit gedrückt hält. Im folgenden werden alle Menüsymbole des Konfigurationsmenüs tabellarisch aufgelistet und erläutert:

<b>Konfigurationsmenü</b>	
<b>PAR</b>	Eingabemenü für Regelparameter starten
<b>OPT</b>	Menü für Selbstoptimierung aktivieren
<b>Y</b>	Ausgangskarte testen. <b>SERVICE*</b>
<b>DAT</b>	Automatische Datenausgabe zum Reglertest aktivieren <b>SERVICE*</b>
<b>ABG</b>	Anzeige für Temperaturabgleich einschalten <b>SERVICE*</b>
<b>↑↑↑</b>	Zurück zur übergeordnete Menüebene (Hauptmenü)
<b>→→→</b>	Nächste Menüzeile einblenden

**\* Alle mit SERVICE versehene Menüpunkte sind rein zu Test- und Servicezwecken vorgesehen worden und können bei falscher Anwendung zu Problemen oder auch Defekten führen!**

Die Eingabe von Zahlenwerten erfolgt ebenfalls menügesteuert. In der Regel wird die Eingabe durch die Betätigung des Symbols **SET** eingeleitet. Innerhalb des Zahlenwertes wird ein Cursor sichtbar, der durch Betätigung des Symbols **←** positioniert werden kann. Mit Hilfe der Symbole **↑** und **↓** kann die mit dem Cursor markierte Ziffer inkrementiert oder dekrementiert werden. Hält man eine der Tasten gedrückt, so wird automatisch hoch- oder runtergezählt. Mit fortschreitender Zeit steigt dabei die Geschwindigkeit.

## 4 Betrieb als Einfachregler

Ist der Regler als Einfachregler konfiguriert (siehe Einstellung der Regelparameter), so wird nur eine Endtemperatur eingegeben. Nach dem Erreichen dieser Temperatur wird der Regler diese dauerhaft halten. Über das Symbol **ET** wird die Eingabe der Endtemperatur aktiviert. Nach der Eingabe der Endtemperatur **ET** kann noch eine Steigung **ST** eingegeben werden.

Soll der Regler die Endtemperatur entlang einer Rampe anfahren, so muss die gewünschte Steigung in °C/h eingegeben werden. Ist die Steigung gleich Null, so ist die Rampenfunktion ausgeschaltet und der Regler wird versuchen, die Endtemperatur schnellstmöglich (Sollwert-Sprung) zu erreichen. Je nach gewählter Funktion erscheint während des Betriebs im Display **RAMPE** oder **SPRUNG**. Die Endtemperatur kann auch während des Betriebes jederzeit geändert werden. Die gewählten Einstellungen werden in einem EEPROM abgespeichert und bleiben auch nach dem Ausschalten des Gerätes erhalten.

## 5 Betrieb als Programmregler

Der Programmregler unterscheidet sich vom Einfachregler darin, dass er in Lage ist, zeitabhängige Prozessprofile abzufahren. Ein Prozessprofil besteht aus bis zu 20 Programmstufen, die entweder Rampen, Sprünge oder Haltezeiten beinhalten.

### 5.1 Programmierung eines Profils

Mit Hilfe der Taste **PRG** gelangt man in das Programm Menü. Nach der Einstellung der Stufenanzahl können nacheinander für jede Stufe die Endtemperatur und die Steigung bzw. die Haltezeit eingestellt werden. Ist die Steigung gleich Null, wird die Rampenfunktion ausgeschaltet und der Regler wird versuchen, die Endtemperatur schnellstmöglich (Sollwert-Sprung) zu erreichen. Die Eingabe der Steigung erfolgt ohne Vorzeichen. Der Regler stellt selbst fest, ob eine positive oder negative Steigung vorliegt.

Zu den einzelnen Programmstufen gelangt man durch die Betätigung der Tasten **↑**, **↓**. Man kann sich also beliebig im Menü hin und her bewegen und falls erforderlich Eingaben korrigieren. Die Eingaben werden durch die Taste **SET** aktiviert. Nach Abschluss der Eingabe wird im Display der Betriebsmodus der Programmstufe angezeigt (**RAMPE**, **SPRUNG**, **HALTEN**).

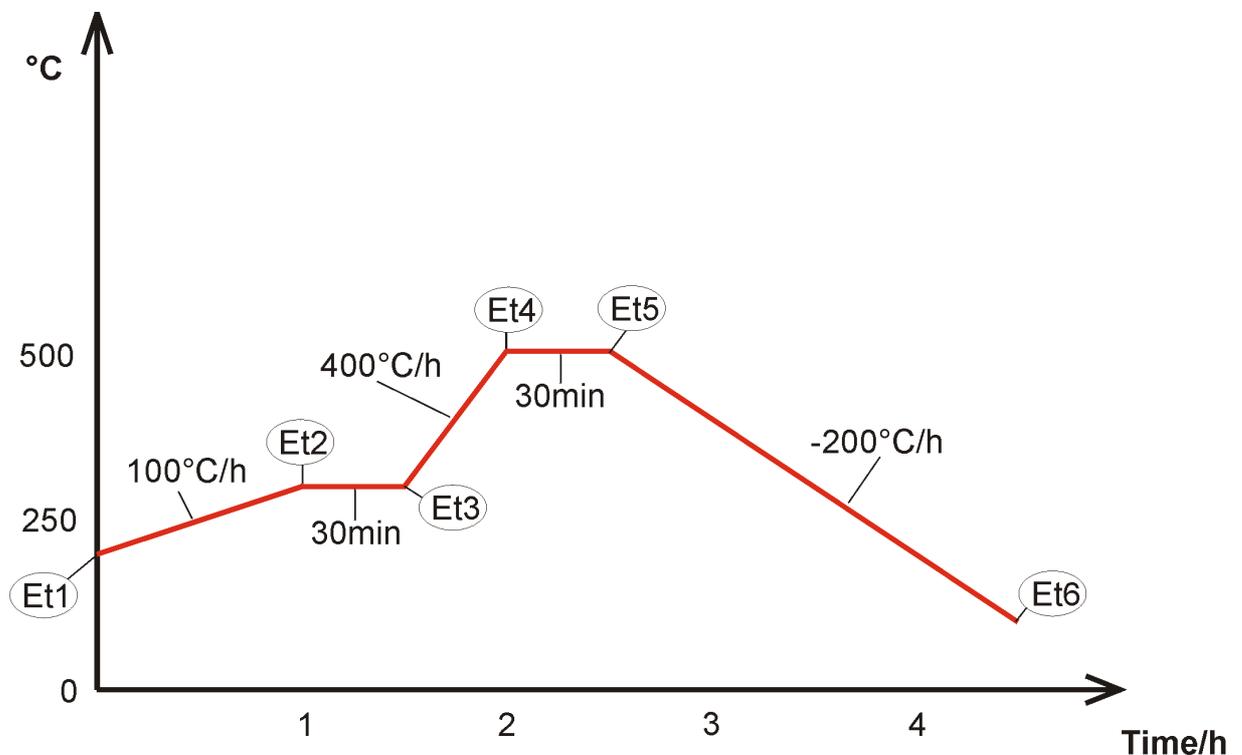
Das Programm Menü wird über die Taste **OK** des letzten Menüpunktes beendet. Innerhalb des Programm Menüs gelangt man mit der Taste **END** sofort zum letzten Menüpunkt. Nach Verlassen des Menüs wird das eingegebene Programm dauerhaft in einem EEPROM abgespeichert und bleibt auch nach dem Ausschalten des Gerätes erhalten.

## 5.2 Beispiel für ein Temperaturprofil

Anhand eines Beispiels soll die Programmierung eines Temperaturprofils erläutert werden. Dabei sollen folgende Vorgaben ausgeführt werden:

- Starttemperatur 200°C, dh. von der aktuellen Temperatur schnellstmöglich auf 200°C regeln (SPRUNG).
- Fahre mit 100°C/h bis 300°C (RAMPE).
- Temperatur 30min lang halten (HALTEN)
- Fahre mit 400°C/h bis 500°C (RAMPE)
- Temperatur 30min lang halten (HALTEN)
- Fahre mit 200°C/h bis 100°C (RAMPE)

In der folgenden Grafik ist das zugehörige Temperaturprofil dargestellt.



Im Programmennü müssen folgende Eingaben gemacht werden:

Programmeingaben
Anzahl Stufen = 6
Stufe1: ET = 200°C, ST = 0°C/h
Stufe2: ET = 300°C, ST = 100°C/h
Stufe3: ET = 300°C, HZ = 0:30 [h:m]
Stufe4: ET = 500°C, ST = 400°C/h
Stufe5: ET = 500°C, HZ = 0:30 [h:m]
Stufe6: ET = 100°C, ST = 200°C/h

### 5.3 Programmänderungen bei aktivem Regler

Es ist möglich während des Betriebes das Programm Menü aufzurufen und Änderungen im Programm zu machen. Der Regelvorgang läuft dann im Hintergrund weiter. Die Änderungen werden jedoch nur dann wirksam, wenn die betreffende Programmstufe noch nicht aktiviert wurde.

Soll die aktuell ablaufende Programmstufe korrigiert werden, so muss nach der Programmänderung diese Stufe neu gestartet werden. Dazu muss der Regler jedoch nicht abgeschaltet werden, sondern kann über die Taste **RST** in der betreffenden Programmstufe neu gestartet werden.

### 6 Verhalten im Fehlerfall

Nach dem Auftreten eines Fehlers oder bei Überschreiten eines Grenzwertes wird der Regler abgeschaltet und die Statusanzeige(5) leuchtet rot. Im Display wird dann eine der folgende Fehlermeldungen angezeigt:

<b>Fehlermeldungen</b>	
<b>STOERUNG</b>	Störung durch starke Temperaturschwankungen, z.B. defekter Sensor
<b>I &gt; MAXIMALTEMP</b>	Temperatur hat Maximaltemperatur (ETM) erreicht
<b>REGELABWEICHUNG</b>	Regelabweichung hat Grenzwert (REM) erreicht
<b>KEIN SENSOR</b>	Fühlerbruch oder fehlender Sensor

### 7 Einstellung der Regelparameter

Mit Hilfe der Taste **PAR** im Konfigurationsmenü gelangt man in das Parametermenü. Zu den einzelnen Parametern gelangt man durch die Betätigung der Tasten **↑**, **↓**. Man kann sich beliebig im Menü hin und her bewegen und falls erforderlich Eingaben korrigieren. Die Eingaben werden durch die Taste **SET** aktiviert.

Das Parametermenü wird über die Taste **OK** des letzten Menüpunktes beendet. Innerhalb des Parametermenüs gelangt man mit der Taste **END** sofort zum letzten Menüpunkt. Nach Verlassen des Menüs werden die eingegebenen Parameter dauerhaft in einem EEPROM abgespeichert und bleiben auch nach dem Ausschalten des Gerätes erhalten. Im folgenden werden alle Parameter tabellarisch aufgelistet und erläutert:

<b>Liste aller Regelparameter</b>		
<b>Parameter</b>	<b>Defaultwerte</b>	<b>Erläuterungen</b>
<b>TAZ</b>	10	Abtastzeit
<b>KR</b>	3	Proportionalteil
<b>TIN</b>	200 sec	Integrationszeit
<b>TDI</b>	50 sec	Differentiationszeit
<b>ETM</b>	1000 °C	Maximal zulässige Endtemperatur
<b>STM</b>	1000 °C	Maximale Steigung
<b>REM</b>	150 °C	Maximale Regelabweichung
<b>U1</b>	20 V	Unterer Wert Einsprungspannung
<b>U2</b>	80 V	Oberer Wert Einsprungspannung
<b>UM</b>	180 V	Maximale Ausgangsspannung

<b>LR</b>	0	Art der Ausgangskarte 0 = Pulsweiten-Modulation 1 = Phasenanschnitt
<b>PRG</b>	1	Betriebsart des Reglers 0 = Einfachregler 1 = Programmregler
<b>ADR</b>	0 bzw.1	Geräteadresse für Fernsteuerung über PC

## 8 Selbstoptimierung

Zur Ermittlung der optimalen Regelparameter ist die Feststellung der Streckendaten des Ofens erforderlich. Zu diesem Zweck wurde eine einfache Selbstoptimierung vorgesehen. Die Streckendaten werden selbstständig durch den Regler ermittelt und in Regelparameter umgesetzt. Dazu wird der Verlauf der Regelgröße (Temperatur) nach einer sprungartigen Änderung der Stellgröße (Ausgangsspannung) herangezogen.

Für die Dauer der Selbstoptimierung müssen beide Regler inaktiv sein und der angeschlossene Ofen muss kalt sein. Über das Symbol **OPT** im Konfigurationsmenü wird das Selbstoptimierungsmenü aktiviert. **YOPTM** sollte auf 0Volt eingestellt werden und **dYOPTM** legt fest, wie groß der Spannungssprung sein soll. In der Regel reicht bei den gebräuchlichen Rohröfen ein Spannungssprung von 50 Volt aus.

Mit **RUN** wird dann die Optimierung gestartet. Während des Optimierungsvorganges werden im Display die Ofentemperatur und die maximale Steigung der Temperaturänderung angezeigt. Ist die maximale Steigung erreicht, wird der Optimierungsvorgang beendet und der Regler ermittelt die Regelparameter.

Bei der beschriebenen Selbstoptimierungsmethode handelt es sich um eine einfache Routine, die unter Umständen bei schwierigen Regelstrecken nicht zum Erfolg führt. In solchen Fällen wenden Sie sich bitte an die Abteilung Elektronik, die dann den Regler optimal an die Regelstrecke anpassen wird..

## 9 Fernsteuerung über RS-232 bzw. RS-485

Das Gerät ist mit einer RS-232-Schnittstelle ausgestattet. Mit entsprechender Software können die Regler äußerst komfortabel über einen PC programmiert, bedient und überwacht werden.

Die Geräteadresse der einzelnen Regler kann im Parametermenü abgefragt und eingestellt werden. Optional kann das Gerät mit einer RS-485-Schnittstelle ausgestattet werden. Über diese Schnittstelle können mehrere Geräte vernetzt und ferngesteuert werden.

Wenn der Regler über einen PC ferngesteuert wird, erscheint im Display das Symbol **REM** und signalisiert, dass sich die Regler im Remotebetrieb befinden. In diesem Zustand reagiert

das Gerät nicht auf die Tastatur. Lediglich die Tasten **1-2** und **DSP** erlauben weiterhin die Umschaltung der Anzeigen. Der Regler kann nur per Software oder durch Ein- und Ausschalten wieder in den Lokalbetrieb gebracht werden.

## 10 Technische Daten

<b>Mikrocontroller:</b>	SAB 80C535
<b>Display:</b>	LCD-Punktmatrix-Modul, 4*16 Zeichen, hintergrundbeleuchtet
<b>Temperaturerfassung:</b>	Thermoelement Typ K Temperaturmessbereich –200 bis 1300°C Auflösung 12bit
<b>Ausgangskarten:</b>	Leistungsregelung mittels Vollwellensteuerung Auflösung 8bit Maximalstrom pro Karte 10A Bei gleichzeitigem Betrieb beider Ausgänge muß der Gesamtstrom unterhalb von 16A liegen.
<b>RS-232:</b>	Schnittstelle ist eingebaut Übertragungsrate: 9600bps
<b>RS-485:</b>	optional
<b>Anschluß:</b>	230V, 16A, 50Hz
<b>Abmessungen:</b>	333mm x 176mm x 279mm (BxHxT)