



# Inspired by **temperature**

**Daten-  
kommunikation**

**Handbuch**

**huber**



# Daten- kommunikation



# Inhaltsverzeichnis

V2.6.0de/22.06.23

1	Einführung .....	7
1.1	<b>Sicherheit</b> .....	7
1.1.1	Darstellung von Sicherheitshinweisen .....	7
2	Anwendungsgebiet .....	8
3	Allgemeine Regeln der PB-Kommandos .....	8
4	Eigenschaften der PB-Kommandos .....	9
5	Zeitverhalten (Timing) bei PB-Kommandos .....	10
5.1	<b>Timing-Regeln</b> .....	10
5.2	<b>Timing-Empfehlungen</b> .....	10
6	Allgemeine Beschreibung eines PB-Kommandos .....	11
6.1	<b>Aufbau</b> .....	11
6.2	<b>Regelverletzungen</b> .....	11
7	Spezielle Beschreibung der PB-Kommandos .....	12
8	PB-Kommando Beispiele.....	29
9	PB-Kommandos mit größerem Wertebereich und höherer Genauigkeit .....	31
9.1	<b>Beispiele</b> .....	32
10	PB-Paketkommando .....	33
10.1	<b>Aufbau</b> .....	33
10.2	<b>Aufbau mit größerem Wertebereich und höherer Genauigkeit</b> .....	34
10.3	<b>Konfiguration</b> .....	34
10.4	<b>Beispiele</b> .....	35
11	<b>Modbus</b> .....	38
11.1	<b>Allgemeine Beschreibung</b> .....	38
11.2	<b>Datentypen</b> .....	39
11.3	<b>Fehlerbehandlung</b> .....	39
11.4	<b>Spezielle Beschreibung der Funktionscodes</b> .....	39
11.4.1	Public Funktionscodes.....	40
11.4.1.1	<i>Read Holding Registers (FC 0x03)</i> .....	40
11.4.1.2	<i>Write Single Holding Register (FC 0x06)</i> .....	41
11.4.2	User-Defined Functioncodes.....	43
11.4.2.1	<i>Kommunikationstest (FC 0x41)</i> .....	43
11.4.2.2	<i>PB-Variable abfragen (FC 0x42)</i> .....	43
11.4.2.3	<i>PB-Variable ändern und abfragen (FC 0x43)</i> .....	44
11.4.2.4	<i>PB-Paketkommando abfragen (FC 0x44)</i> .....	45
11.4.2.5	<i>PB-Paketkommando ändern und abfragen (FC 0x45)</i> .....	47
12	<b>OPC-UA</b> .....	48
12.1	<b>Was ist OPC-UA?</b> .....	48
12.2	<b>Funktionsbeschreibung</b> .....	48
12.2.1	Was kann der Huber-OPC-Server? .....	48
12.2.2	Anzahl der Clients .....	48
12.2.3	Geschwindigkeit/Abfrageintervall .....	48
12.2.4	Subscriptions.....	48

12.2.5	Übersicht OPC Server Eigenschaften .....	49
<b>12.3</b>	<b>Voraussetzungen.....</b>	<b>49</b>
12.3.1	Netzwerk .....	49
12.3.2	Zertifikate .....	49
<b>12.4</b>	<b>Einrichtbetrieb .....</b>	<b>50</b>
12.4.1	Pilot ONE® Konfiguration .....	50
12.4.1.1	<i>Zeit einstellen.....</i>	<i>50</i>
12.4.1.2	<i>Ethernet einstellen.....</i>	<i>50</i>
<b>12.5</b>	<b>Huber-OPC-Server einstellen .....</b>	<b>51</b>
12.5.1	Start/Stopp.....	51
12.5.2	Verschlüsselung .....	51
12.5.3	Gleitkommaformat.....	52
12.5.4	Konfiguration .....	52
12.5.5	Zertifikate austauschen.....	52

# 1 Einführung

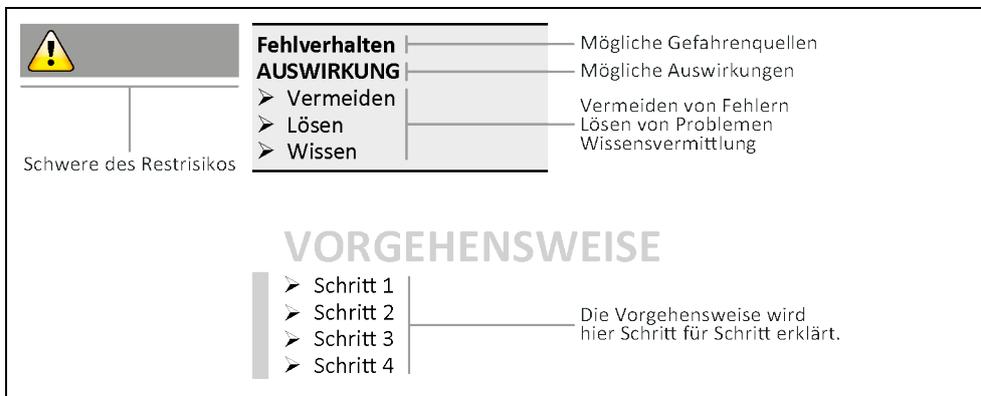
## 1.1 Sicherheit

### 1.1.1 Darstellung von Sicherheitshinweisen

Sicherheitshinweise sind durch untenstehende Piktogramm-/Signalwort-Kombinationen gekennzeichnet. Das Signalwort beschreibt die Einstufung des Restrisikos bei Außerachtlassung der Betriebsanleitung.

<b>GEFAHR</b>	<b>Kennzeichnet eine unmittelbar gefährliche Situation, die Tod oder schwere Verletzungen zur Folge haben wird.</b>
<b>WARNUNG</b>	<b>Kennzeichnet eine allgemein gefährliche Situation, die Tod oder schwere Verletzungen zur Folge haben kann.</b>
<b>VORSICHT</b>	<b>Kennzeichnet eine gefährliche Situation, die Verletzungen zur Folge haben kann.</b>
<b>HINWEIS</b>	<b>Kennzeichnet eine Situation, die Sachschäden zur Folge haben kann.</b>
<b>INFORMATION</b>	Kennzeichnet wichtige Hinweise und nützliche Tipps.

Erklärung  
Sicherheitshinweise  
und Vorgehensweise



Die Sicherheitshinweise in diesem Handbuch sollen Sie als Betreiber, Bediener und die Anlage vor Schäden schützen. Sicherheitshinweise stehen am Anfang jedes Kapitels und vor den Handlungsanweisungen. Sie sollen zuerst über die Restrisiken durch Fehlanwendung informiert sein, bevor Sie mit der jeweiligen Aktion beginnen.

## 2 Anwendungsgebiet

Huber bietet für seine Thermostate je nach Bedieneinheit unterschiedliche Schnittstellen an. Über diese ist es möglich mit dem Thermostat zu kommunizieren. Dazu zählen RS232, RS485, Ethernet oder USB. Über alle diese Schnittstellen ist es möglich die hier beschriebenen Kommandos zu verwenden. Dieses Handbuch beschreibt die Verwendung der PB-Kommandos. PB-Kommandos sind bei allen Thermostaten mit grafischem Display (Unistat Control/Pilot, CC-Pilot und Pilot ONE®) implementiert. Sollen mehrere PB-Kommandos gleichzeitig in einer einzelnen Datenübertragung angesprochen werden, können diese zu einem PB-Paketkommando zusammengefasst werden.

Des Weiteren beschreibt dieses Handbuch die Verwendung des Modbus-Protokolls bei Thermostaten mit Pilot ONE®. Es wird jedoch nur die Betriebsart Modbus TCP über die Ethernet Schnittstelle unterstützt.

Mit dem E-grade „OPC-UA“ wird zudem das OPC-UA Protokoll unterstützt. Hierbei können sich mehrere OPC Clients mit dem OPC Server am Pilot ONE verbinden und die PB-Kommandos auslesen und beschreiben.

### INFORMATION

Außer den in diesem Handbuch beschriebenen PB-Kommandos gibt es noch die PP- und LAI-Kommandos. Diese werden ebenfalls weiterhin unterstützt. Für Neuentwicklungen ist es jedoch ratsam die PB-Kommandos aufgrund ihrer einfachen und einheitlichen Programmierung zu verwenden.

### INFORMATION

Sollen an einem RS485 Bus mehrere Thermostate angesteuert werden, ist die Verwendung der PB-Kommandos nicht möglich. Für diesen Zweck sind die LAI-Kommandos zu verwenden, die hier nicht weiter beschrieben werden.

### INFORMATION

Bei einer Kommunikation über die RS232 Schnittstelle sind folgende Parameter einzustellen: Baudrate: 9600 (Standard, mit Com.G@te auch andere Baudraten möglich); Startbits: 1; Datenbits: 8; Parität: keine; Stoppbits: 1; Handshake: Kein

### INFORMATION

Bei einer Ethernet Kommunikation mit dem Pilot ONE erfolgt diese über TCP (Transmission Control Protocol), Port 8101. Bei der Verwendung der Schnittstelle sind die Spezifikationen der allgemeinen Standards zu beachten.

### INFORMATION

Informationen zur Kommunikation mit Profibus Gateway SE (Second Edition) bzw. 3E (Third Edition) können aus dem entsprechenden Handbuch entnommen werden.

### INFORMATION

Die älteren Reglergenerationen Unistat Control/Pilot und CC-Pilot unterstützen nicht alle hier beschriebenen Kommandos (Kommandos an Adresse 0 – 0x47 werden unterstützt). Möglicherweise ist es notwendig die Software des Thermostats auf den neusten Stand zu bringen, um alle beschriebenen Funktionalitäten verwenden zu können.

## 3 Allgemeine Regeln der PB-Kommandos

Die PB-Kommandos sind für den Datenaustausch mit genau zwei Teilnehmern gedacht. Diese Kommandos sind einfach aufgebaut, die Übertragung ist nicht über Prüfsummen abgesichert, deshalb ist die Kommunikationssoftware auch sehr einfach.

Die Motivation für die Entwicklung bestand darin, die zu übertragenden Zeichenketten möglichst einfach zu halten. Damit kann der Aufwand in der weiteren Datenverarbeitung klein gehalten werden. Um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten muss die Antwort des Thermostats empfangen und ausgewertet werden. Bei Ethernet wird zusätzlich eine Datensicherheit durch das Protokoll TCP/IP gewährleistet.

### INFORMATION

Manche der im Folgenden beschriebenen Kommandos sind möglicherweise gesperrt. Diese können durch Einspielen des geeigneten E-grades freigeschaltet werden. Weitere Informationen finden Sie auf unserer Homepage [www.huber-online.com](http://www.huber-online.com). Es wird eine kostenfreie 30 tägige Evaluierungsversion angeboten.

Generell gilt, dass alle Einstellungen die durch ein Datenkommando verändert werden nicht permanent gespeichert werden und nach einer Unterbrechung der Spannungsversorgung auf den zuletzt von Hand eingegebenen Wert zurückgesetzt sind.

## 4 Eigenschaften der PB-Kommandos

- Die PB-Kommandos sind für Geräte mit Unistat Pilot, CC-Pilot oder Pilot ONE® verfügbar (Geräte ab 2005).
- PB-Kommandos sind in Punkt zu Punkt-Übertragungen einsetzbar.
- PB-Kommandos bestehen aus Zeichenketten.
- Es gilt das Master / Slave Prinzip. Der Thermostat ist immer der Slave. Das bedeutet, dass der Thermostat immer nur dann ein Kommando sendet, wenn eine Anforderung vom Master empfangen wurde. Der Slave sendet immer eine Antwort wenn die empfangene Zeichenfolge als gültiges Kommando erkannt wurde. Kein Slave darf unaufgefordert senden.
- Zahlen werden als hexadezimale Zahlen im Zweierkomplement dargestellt. Bei der Zahlenübertragung werden die ASCII-Zeichen ‚0‘ ... ‚9‘ und ‚A‘ ... ‚F‘ verwendet. Pro Byte müssen demnach 2 Zeichen übertragen werden.
- Die Struktur der PB-Kommandos ist sehr einfach. Die Länge eines Kommandos beträgt immer 10 Zeichen.
- Das Timing der Datenübertragung wird durch das Antwortprinzip bestimmt (siehe Kapitel Zeitverhalten).
- Die PB-Kommandos sind in Form einer Tabelle organisiert. Jeder Variablen ist eine Adresse zugeordnet. Eine Variable kann verändert oder abgefragt werden, indem die zugehörige Adresse angesprochen wird.
- Wird eine nicht definierte oder nicht freigeschaltete (vergl. E-grade) Adresse angesprochen, so wird das Kommando mit der gleichen Adresse und dem Wert „7FFF“ beantwortet.
- Nur auf syntaktisch richtig empfangene PB-Kommandos gibt es eine Antwort.
- Ein Kommando setzt den aktuellen Wert und gibt den aktuellen Wert der angesprochenen Variablen zurück. Soll der Zeitverlauf einer Variablen beobachtet werden, so muss das Kommando wiederholt gesendet werden.
- Pro Kommando kann immer nur ein einzelner Variablenwert abgefragt werden. Es ist nicht möglich mehrere Werte aneinanderzureihen.
- Die Tabelle kann bei Bedarf erweitert werden, alte Inhalte werden nicht verändert.

## 5 Zeitverhalten (Timing) bei PB-Kommandos

### 5.1 Timing-Regeln

Die Softwareprotokolle sind so strukturiert, dass sehr einfache Timing-Regeln anwendbar sind:

Der Datenfluss innerhalb eines Befehls sollte nicht unterbrochen werden. Pausen von mehr als 100 ms zwischen den Zeichen eines Befehls führen im Thermostat zum Abbruch des gerade eingehenden Befehls.

Manchmal kann das Betriebssystem des Masters für solche Probleme verantwortlich sein. Zur Überprüfung kann ein Oszilloskop oder auch ein Datenlogger, der auf einem schnellen Mithör-PC installiert ist, helfen.

Die Protokolle sind so aufgebaut, dass auf eine korrekte Anfrage immer eine Antwort vom Thermostat gesendet wird. Bevor ein neues Kommando gesendet werden kann, muss die vollständige Antwort des Thermostats abgewartet werden. Wird vorher ein neues Kommando gesendet, so wird dieses verworfen. Hat der Master die Antwort des Thermostats empfangen, so kann sofort das nächste Kommando gesendet werden. Normalerweise vergehen nur wenige Zehntelsekunden bis zur Antwort des Thermostats. Die typische Antwortzeit liegt unterhalb 300 ms.

Ist nach dieser Zeit keine Antwort eingegangen, sollte das Kommando nochmals wiederholt werden. Zur Sicherheit kann die Zeit bis zur Wiederholung auch etwas größer gewählt werden. Generell empfehlen wir mindestens eine Sekunde auf die Antwort zu warten um auch in ungünstigen Situationen keine unnötigen Timeouts zu riskieren.

#### INFORMATION

Bei Verwendung des Com.G@te® oder Web.G@te® können etwas längere Antwortzeiten entstehen, die 300 ms überschreiten. Passen sie in diesem Fall ihre Timeout Bedingung entsprechend an.

### 5.2 Timing-Empfehlungen

Wenn die Geschwindigkeit aufs Maximale ausgereizt wird, so bekommt man einen Datendurchsatz der für ein Temperiergerät sehr hoch ist. Auch wenn Master und Slave das verkraften, sollte überlegt werden, welche Erneuerungsrate wirklich benötigt wird. Man wird feststellen, dass es fast immer reichen wird, im Bereich einiger Sekunden zu bleiben. Es macht technisch wenig Sinn, die Festplatte mit redundanten Daten zu verstopfen oder dem Thermostaten die Rechenzeit unnötig abzuziehen.

Sollen recht große Datenmengen übertragen werden müssen, wie es gelegentlich für die Prozessdokumentation gefordert wird, dann kann gegebenenfalls die Wiederholrate an die jeweilige Signaldynamik angepasst werden. Das bedeutet, dass manche Signale dann häufiger abgefragt werden als andere.

Wenn von „großen Datenmengen“ gesprochen wird, sind in diesem Zusammenhang letztlich Größenordnungen von 10 oder 20 Bytes/s gemeint. Aber zusammen mit typischerweise langen Laufzeiten bei Temperierprozessen kommen dann doch respektable Mengen zustande. Bei 20 Bytes/s wird ein Megabyte schon in ca. 14 Stunden erreicht.

## 6 Allgemeine Beschreibung eines PB-Kommandos

### 6.1 Aufbau

Ein PB-Kommando besteht aus 10 Zeichen. Der Aufbau eines PB-Kommandos ist wie folgt:

{mttvvvv<CR><LF>

{	Startzeichen (ASCII Code 0x7B): Identifiziert das PB-Kommando
m	Senderkennung: Master-Anfrage ‚M‘ (ASCII Code 0x4D) oder Slave-Antwort ‚S‘ (ASCII Code 0x53) zur Richtungskennzeichnung. Das Automatisierungssystem (PC, SPS, PLS, ...) ist immer der Master. Seine Anfrage ist durch ein ‚M‘ gekennzeichnet. Der Thermostat ist immer der Slave. Die Antwort des Thermostats ist durch das ‚S‘ gekennzeichnet.
tt	Adresse (entspricht dem Tabellenplatz): 2 Zeichen (1 Byte in Hexadezimaldarstellung).
vvvv	Variablenwert: 4 Zeichen (2 Bytes als Hexadezimalstring) Soll eine Variable nur abgefragt und nicht verändert werden, so ist als Variablenwert „****“ zu senden. Die Antwort bei nicht vorhandenen Temperaturen ist -151,00 °C. Dies entspricht der Zeichenfolge „C504“.
<CR>	Das Zeichen Carriage Return (ASCII Code 0x0D)
<LF>	Das Zeichen Line Feed (ASCII Code 0x0A)

### 6.2 Regelverletzungen

Was soll darunter verstanden werden?

Eine ungenaue Programmierung eines Kommandostrings oder ein zu knapp bemessenes Timing. Zufällige und seltene Abweichungen durch Übertragungsfehler führen im Allgemeinen auch zu Regelverletzungen, sind aber nicht durch die Software begründet.

Wie werden Regelverletzungen behandelt?

Prinzipiell gilt: Wenn die Kommandos nicht erkannt werden, Zeichen fehlen oder zusätzlich vorkommen, wird die Verarbeitung abgebrochen, es gibt keine Antwort. Nicht einmal ein allgemeines Kommando wie mit der Bedeutung „nicht verstanden“ wird geschickt, weil dem Slave nicht bekannt sein kann, ob es eine Buskommunikation oder einen Punkt zu Punkt Verbindung ist. Die Bushoheit könnte also gerade von einem anderen Gerät angefordert worden sein.

## 7 Spezielle Beschreibung der PB-Kommandos

Nachfolgend wird die Kommandotabelle aufgeführt. Spezielle Hinweise zum Variablentyp, zur Auflösung und zum Wertebereich werden gegeben.

Erklärungen zur Tabelle:

Adresse	Die Adresse ist jeweils in Dezimal- als auch in Hexadezimalschreibweise (vorangestelltes 0x) angegeben und entspricht dem Tabellenplatz.
Variable	Kurzbezeichnung zu Dokumentationszwecken
Beschreibung	Kurze Beschreibung der Variable
Typ	R: Auf die Variable kann nur lesend zugegriffen werden R / W: Auf die Variable kann lesend und schreibend zugegriffen werden
LSB	Die kleinste darstellbare Einheit „0,01 °C“ bedeutet beispielweise, dass ein Variablenwert von 1 einer Temperatur von 0,01 °C oder der Wert 100 einer Temperatur von 1,00 °C entspricht.
Datentyp	Ganzzahl: Alle Werte im angegebene Wertebereich können vorkommen. Dabei ist anhand des Wertebereichs zu erkennen, ob die Umwandlung der Hexadezimalzahl in eine Dezimalzahl vorzeichenlos (Wertebereich liegt innerhalb 0 ... 65535) oder vorzeichenbehaftet (Wertebereich liegt innerhalb -32768 ... 32767) geschehen muss. Besonderheit bei Temperaturen: Ist der Wertebereich mit -15111 ... 50000 angegeben, so sollte die Zahl zunächst vorzeichenbehaftet interpretiert werden. Ist die Dezimalzahl kleiner als -15111, so muss sie jedoch vorzeichenlos interpretiert werden (Hexadezimalwert zwischen 0x8000 ... 0xC4F8 entspricht Dezimalwert 32768 ... 50424). Normalerweise kann zur Vereinfachung bei Thermostaten mit einem Temperaturbereich über 300 °C der Wert immer vorzeichenlos (da keine Temperaturen kleiner als 0 °C auftreten) und bei allen anderen Thermostaten vorzeichenbehaftet interpretiert werden. Bitfeld: Der Wert muss bitweise betrachtet werden. Jedes Bit hat eine andere Bedeutung.
Wertebereich	Der Bereich den der Variablenwert annehmen kann (Dezimaldarstellung). Bei einem Wertebereich von -15111 ... 50000 und einem LSB von 0,01 °C können also Temperaturen von -151,11 °C bis 500,00 °C verarbeitet werden. Für Bitfelder gilt: Bei Schreibvorgängen dürfen nur die jeweils vereinbarten Bits mit 1 belegt werden. Bei Lesevorgängen dürfen nur die jeweils vereinbarten Bits bewertet werden, alle anderen Bits sind undefiniert.
E-grade	Je nachdem welches E-grade für ein Gerät freigeschaltet wurde, stehen verschiedene Kommandos zur Verfügung. Da die verschiedenen E-grades aufeinander aufbauen (Basic, Exclusive, Professional, Explore), sind Kommandos, welche in der Tabelle einem E-grade zugeordnet sind, auch mit einem höherwertigen E grade verfügbar. Beispielsweise enthält das E grade Professional alle Funktionen die auch im E grade Exclusive enthalten sind. Das E-grade Explore wird nur bei den Unistaten angeboten. Falls einige PB-Kommando Variablen daraus benötigt werden besteht die Möglichkeit das DV-E-grade zu erwerben. Damit sind alle PB-Kommando Variablen freigeschaltet. <b>Hinweis:</b> Die Zuordnung der verschiedenen PB-Kommando Variablen zu den E-grades hat sich im Laufe der Zeit verändert. Die E-grade Angaben gelten für Geräte mit Pilot ONE® Regler und aktueller Softwareversion. Bei Geräten der älteren Reglergenerationen Unistat Control/Pilot und CC-Pilot sind nur ein kleiner Teil den PB-Kommando Variablen frei zugänglich. Alle anderen Befehle können durch das DV E-grade freigeschaltet werden. Weitere Informationen hierzu können beim technischen Service angefragt werden.

Manchen Variablen können abhängig vom Thermostat nutzlos sein, wenn die erforderlichen Sensoren oder Aktoren nicht vorhanden sind.

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
00		vSP	Sollwert Temperaturregler	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	0,01 °C	Ganzzahl	-15111 ... 50000	Basic
Der Sollwert wird vom Temperaturregler verwendet. Bei Internregelung gilt der Sollwert für die Interntemperatur, bei Prozessregelung für die Prozesstemperatur. Bitte beachten: Die Sollwertvorgabe kann durch andere Sollwertgeber überschrieben werden (z.B. Temperierprogramm, Analoge 4...20 mA Schnittstelle, ...). Hinweis: Für die OPC-UA Kommunikation sollte das Kommando vSPT (0x71) verwendet werden.				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>01</b>		<b>vTI</b>	<b>Interntemperatur</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R	0,01 °C	Ganzzahl	-15111 ... 50000	Basic

Aus Sicht des Temperiergerätes die aktuelle Temperatur des Thermofluids welches zur Anwendung strömt. Die Interntemperatur wird manchmal auch als Vorlauf-, Mantel- oder Badtemperatur bezeichnet.

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>02</b>		<b>vTR</b>	<b>Rücklauftemperatur</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R	0,01 °C	Ganzzahl	-15111 ... 50000	Explore

Aus Sicht des Temperiergerätes die aktuelle Temperatur des Thermofluids welches von der Anwendung zurück zum Temperiergerät strömt. Nicht alle Temperiergeräte messen diese Temperatur. Typischerweise ist dieser Sensor bei Unistate installiert.  
Ist der Sensor nicht vorhanden, wird der Wert -15100 zurückgegeben.

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>03</b>		<b>vpP</b>	<b>Pumpendruck (absolut)</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R	1 mbar	Ganzzahl	0 ... 32000	Basic

Absoluter Pumpendruck am Drucksensor im Thermofluid-Kreislauf des Thermostats (nur falls Drucksensor vorhanden).  
Soll der Relativdruck (Differenz zum atmosphärischen Druck) verarbeitet werden, muss der Rückgabewert um 1000 mbar vermindert werden.

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>04</b>		<b>vPow</b>	<b>Aktuelle Leistung</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R	1 W	Ganzzahl	-32767 ... 32767	Explore

Die aktuell resultierende Leistung des Thermostats in Watt.  
Der Wert ist negativ wenn der Thermostat kühlt und positiv wenn der Thermostat heizt. Er entspricht der Leistung, die der Anwendung zur Verfügung gestellt wird. Die Wellenleistung der innen liegenden Standard-Umwälzpumpe ist nicht berücksichtigt. Die Kälteleistungsberechnung erfolgt indirekt über den aktuellen Arbeitspunkt des Kompressors. Die Heizleistung wird über die Nennspannung lt. Typenschild berechnet.  
Zur Genauigkeit: Die Leistungswerte sollten bei Anforderungen an die Genauigkeit eher zu einer relativen Bestimmung herangezogen werden, ggf. nach Bewertung an einer "Eichheizung". Der bereitgestellte Wert ist vorsichtig zu bewerten, es ist eine Schätzung. In vergleichbaren Arbeitspunkten ist die erzielte reproduzierbare Genauigkeit besser als die absolute Genauigkeit. Um verlässliche Bewertungen zu erhalten sind regelmäßige Vergleichsmessungen zu empfehlen.  
Siehe auch Kommando 0x6E (vPowHi).

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>05</b>		<b>vError</b>	<b>Störungsmeldung</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R/W	1	Ganzzahl	-32768 ... 1	Basic

Die Nummer der zuerst aufgetretenen Störungsmeldung.  
Wird 0 zurückgegeben ist keine Störung aufgetreten und das Gerät ist betriebsbereit, ansonsten kann anhand der Nummer auf die Art der Störung geschlossen werden.  
Um vorhandene Meldungen zu löschen muss der Wert 1 an den Thermostat gesendet werden.

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>06</b>		<b>vWarn</b>	<b>Warnungsmeldung</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R/W	1	Ganzzahl	-32768 ... 1	Basic

Die Nummer der zuletzt aufgetretenen Warnungsmeldung.  
Möglicherweise bedarf der Thermostat ihrer Aufmerksamkeit falls eine Zahl ungleich 0 zurückgegeben wird. Wird 0 zurückgegeben ist aktuell keine Warnung vorhanden, ansonsten kann anhand der Nummer auf die Art der Warnung geschlossen werden. Um vorhandene Meldungen zu löschen muss der Wert 1 an den Thermostat gesendet werden.

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>07</b>		<b>vTE</b>	<b>Prozesstemperatur (Lemosa)</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R	0,01 °C	Ganzzahl	-15111 ... 50000	Basic

Die aktuelle Prozesstemperatur wird zurückgegeben.  
Genau genommen wird der Messwert des Pt100 Sensors zurückgegeben, der an der LEMOSA Buchse angeschlossen ist. Typischerweise wird dort der Prozessfühler angeschlossen.  
Ist kein Fühler angeschlossen, so wird der Wert -151 °C zurückgegeben.

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>08</b>		<b>vIntMove</b>	<b>Istwertvorgabe Interntemperatur</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	0,01 °C	Ganzzahl	-15111 ... 50000	Explore

Dem Internregler kann hiermit ein alternativer Messwert, außerhalb des Thermostats vorgegeben werden.  
Die Schutzeinrichtungen verwenden trotzdem den internen Pt100 Sensor. Das Kommando muss im Zusammenhang mit Kommando 0x18 (vCITM) verwendet werden, ansonsten findet ein vorgegebener Wert keine Beachtung. Kontrolle ist über Kommando 0x0A (vStatus1, Bit 10) möglich.

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>09</b>		<b>vExtMove</b>	<b>Vorgabe Prozesstemperatur</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	0,01 °C	Ganzzahl	-15111 ... 50000	Explore

Bei Prozessregelung kann hiermit der Prozess-Messwert zur Temperaturregelung vorgegeben werden.  
Das Kommando muss im Zusammenhang mit Kommando 0x19 (vCETM) verwendet werden, ansonsten findet ein vorgegebener Wert keine Beachtung. Kontrolle ist über Kommando 0x0A (vStatus1, Bit 11) möglich.

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>0A</b>		<b>vStatus1</b>	<b>Status des Thermostats</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R	---	Bitfeld	---	Basic

Abfrage des aktuellen Thermostat-Status.  
Bei dem zurückgegebenen Wert handelt es sich um ein Bitfeld. Die einzelnen Bits sind unabhängig voneinander zu betrachten.

- Bit 0 Betriebsart Temperierung: 1: aktiv / 0: inaktiv
- Bit 1 Betriebsart Umwälzen: 1: aktiv / 0: inaktiv
- Bit 2 Kompressor der Kältemaschine: 1: eingeschaltet / 0: ausgeschaltet
- Bit 3 Temperiermode "Prozessregelung": 1: aktiv / 0: inaktiv
- Bit 4 Umwälzpumpe: 1: eingeschaltet / 0: ausgeschaltet
- Bit 5 Kälteleistung verfügbar: 1: verfügbar / 0: nicht verfügbar
- Bit 6 Tastensperre: 1: aktiv / 0: inaktiv
- Bit 7 PID-Parametersatz Temperaturregler : 1: Automatikmodus / 0: Expertenmodus
- Bit 8 Störung: 1: Störung aufgetreten / 0: keine Störung
- Bit 9 Warnung: 1: neue Warnung aufgetreten / 0: keine neue Warnung
- Bit 10 Modus zur Vorgabe der Interntemperatur (vergl. Adresse 8): 1: aktiv / 0: inaktiv
- Bit 11 Modus zur Vorgabe der Externtemperatur (vergl. Adresse 9): 1: aktiv / 0: inaktiv
- Bit 12 DV E-grade: 1: aktiviert / 0: nicht aktiviert
- Bit 14 Neustart der Elektronik / Netzunterbrechung (\*): 1: kein Neustart / 0: Neustart
- Bit 15 Einfrierschutz (nicht bei allen Geräten verfügbar): 1: aktiv / 0: inaktiv

(\*) Dieses Bit wird bei einem Neustart des Reglers auf 0 gesetzt. Wird die Variable vStatus1 nach einem Neustart zum ersten Mal gelesen, ist dieses Bit nicht gesetzt. Bei allen weiteren Lesevorgängen liefert dieses Bit eine 1 zurück. Damit kann ein unerwarteter Neustart erkannt werden.

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>0B</b>		<b>vBDPos</b>	<b>Blow-Down Schieber ansteuern</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	1	Ganzzahl	-32700 ... 32700	Basic
<p>Blow-Down Schieber Position vorgeben und aktuelle Position abfragen (nicht verfügbar mit „Automated Drain &amp; Refill System“).</p> <p>Um diese Funktion nutzen zu können muss eine spezielle Blow-Down Hardware vorhanden sein.</p> <p>Typische Positionen des Blow-Down Schiebers:                      Position 0: Temperierung (Normalzustand)                      Position 4500: Ausblasen (Blow down)                      Position 8266: Halten                      Position 2666: Entleeren</p> <p>Wird ein Wert kleiner 0 übergeben, so wird von der aktuellen Position aus eine Referenzfahrt gestartet. Dabei fährt der Schrittmotor um die angegebenen Schritte in die Richtung des mechanischen Anschlags und setzt danach seine Istposition auf den Wert 0. Der übergebene Wert muss so groß sein, dass der mechanische Anschlag tatsächlich erreicht wird. Um eine vollständige Schließung zu erreichen sollte ein Wert von -10000 übergeben werden.</p> <p>Die Antwort des Thermostats enthält die aktuelle Position des Blow-Down Schiebers.</p>				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>0C</b>		<b>vBDHeat</b>	<b>Blow-Down Schieber Heizung freischalten</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	1	Ganzzahl	0 ... 1	Basic
<p>Heizung für Blow-Down Schieber freigeben (falls vorhanden).</p> <p>Die Freigabe wird per Watchdog überwacht. Wird die Freigabe nicht innerhalb von 10 s erneut an den Thermostat gesendet, so wird die Heizung ausgeschaltet.</p> <p>Um diese Funktion nutzen zu können muss eine spezielle Blow-Down Hardware mit integrierter Beheizung vorhanden sein.</p>				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>0F</b>		<b>vNiv</b>	<b>Füllstand</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R	0,1 %	Ganzzahl	-1 ... 1000	Basic
<p>Füllstand des Thermostats.</p> <p>Falls in ihrem Thermostat eine analoge Füllstandsanzeige integriert ist, wird ein Wert zwischen 0...1000 zurückgegeben. Wird der Wert -1 zurückgegeben, dann ist ein Problem bei der Füllstandsmessung aufgetreten.</p> <p>Falls in ihrem Thermostat keine analoge Füllstandsanzeige integriert ist, wird anhand des Pumpendrucks geprüft, ob das Gerät ausreichend befüllt ist. Bei Stillstand der Pumpe wird -1 zurückgegeben. Läuft die Pumpe, so wird bei ausreichendem Pumpendruck 1000 zurückgegeben, ansonsten 0.</p>				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>12</b>		<b>vAutoPID</b>	<b>PID-Parameter Automatik Temperaturregler</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R/W	1	Ganzzahl	0 ... 1	Basic
<p>Aktuell verwendeter Parametersatz des Temperaturreglers setzen und abfragen.</p> <p>Der Temperaturregler arbeitet je nach Auswahl mit dem PID-Parametersatz im Automatik- oder im Expertenmodus. Der Wert 1 bedeutet, dass der Regler im Automatikmodus arbeitet, bei 0 arbeitet der Regler im Expertenmodus. Falls sie im Expertenmodus arbeiten möchten, müssen zunächst die einzelnen Reglerparameter vorgegeben werden (siehe Adresse 0x1D – 0x25).</p>				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>13</b>		<b>vTmpMode</b>	<b>Temperiermodus</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R/W	1	Ganzzahl	0 ... 1	Exclusive
<p>Temperiermodus des Thermostats setzen und abfragen.</p> <p>0: Temperiermodus Intern                      1: Temperiermodus Prozess (Kaskadenregelung)</p>				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>14</b>		<b>vTmpActive</b>	<b>Temperierung</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R/W	1	Ganzzahl	0 ... 1	Basic
<p>Temperierung des Thermostats starten, stoppen oder den aktuellen Zustand abfragen.</p> <p>0: Temperierung nicht aktiv                      1: Temperierung aktiv</p>				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
15		vCompAuto	<b>Betriebsmodus Kompressor</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	1	Ganzzahl	0 ... 2	Basic

Der Betriebsmodus des Kompressors kann gesetzt und abgefragt werden.  
 0: Die Kompressorautomatik ist aktiv. Der Thermostat entscheidet selbständig ob der Kompressor momentan zur Temperierung benötigt wird und schaltet diesen je nach Bedarf ein und aus.  
 1: Der Kompressor ist immer eingeschaltet solange die Temperierung aktiv ist.  
 2: Der Kompressor ist immer ausgeschaltet, egal in welchem Betriebsmodus sich der Thermostat befindet.

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
16		vCircActive	<b>Umwälzung</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	1	Ganzzahl	0 ... 1	Basic

Umwälzung des Thermostats starten, stoppen oder den aktuellen Zustand abfragen. Diese Betriebsart wird typischerweise zum Einrichten der Anlage benötigt.  
 0: Betriebsart Umwälzung nicht aktiv  
 1: Betriebsart Umwälzung aktiv  
 Hinweis: Ist die Temperierung aktiv so erfolgt ebenfalls eine Umwälzung, trotzdem ist die Betriebsart Umwälzung nicht aktiv.

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
17		vKeyLock	<b>Bediensperre</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	---	Bitfeld	---	Basic

Bediensperre am Pilot aktivieren, deaktivieren oder abfragen.  
 Bit 0: Bediensperre aktiv oder inaktiv  
 0: Bediensperre inaktiv.  
 1: Bediensperre aktiv. Eine manuelle Bedienung des Thermostats über den Pilot ist nicht möglich.  
 Bit 1: Watchdog Verhalten  
 0: Watchdog inaktiv.  
 1: 30 s Watchdog aktivieren. Wird das Bit 1 nicht innerhalb von 30 s erneut gesetzt, so wird die Bediensperre automatisch aufgehoben. Dies kann verwendet werden um eine manuelle Bedienung wieder zuzulassen, falls die Kommunikation mit dem Thermostat aus einem beliebigen Grund unterbrochen wird.

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
18		vCITM	<b>Modus Istwertvorgabe Interntemperatur</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	---	Bitfeld	---	Explore

Betriebsmodus zur Vorgabe der Interntemperatur aktivieren, deaktivieren oder abfragen.  
 Bit 0: Betriebsmodus aktiv oder inaktiv  
 0: Modus nicht aktiv.  
 1: Modus aktiv. Der Temperaturregler verwendet zur Regelung anstatt der Interntemperatur den aktuellen Inhalt der Variable 0x08 (vIntMove) zur Berechnung der Stellgröße. Bevor der Modus aktiviert wird, sollte die Variable 0x08 (vIntMove) bereits mit einem gültigen Wert beschrieben worden sein. Gleichzeitig wird beim erstmaligen Setzen dieses Bits ein Watchdog aktiviert, der nach Ablauf von 30 s reagiert. Durch regelmäßiges Setzen der Variable 0x08 (vIntMove) kann verhindert werden, dass der Watchdog auslöst.  
 Bit 1: Watchdog Verhalten  
 Legt das Verhalten des Thermostats fest, falls ein Problem der Datenkommunikation festgestellt wird.  
 0: Der Thermostat erzeugt die Störung -328 und wechselt in den Standby Mode (Temperierung wird gestoppt).  
 1: Der Thermostat erzeugt die Warnung -2129, deaktiviert die Istwertvorgabe und temperiert weiter indem der Internfühler des Thermostats verwendet wird.

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>19</b>		<b>vCETM</b>	<b>Modus Istwertvorgabe Prozesstemperatur</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R /W	---	Bitfeld	---	Explore
<p>Betriebsmodus zur Vorgabe der Prozesstemperatur aktivieren, deaktivieren oder abfragen.                      Bit 0: Betriebsmodus aktiv oder inaktiv                      0: Modus nicht aktiv.                      1: Modus aktiv. Der Temperaturregler verwendet zur Regelung anstatt der Prozesstemperatur den aktuellen Inhalt der Variable 0x09 (vExtMove) zur Berechnung der Stellgröße. Bevor der Modus aktiviert wird, sollte die Variable 0x09 (vExtMove) bereits mit einem gültigen Wert beschrieben worden sein. Gleichzeitig wird beim erstmaligen Setzen dieses Bits ein Watchdog aktiviert, der nach Ablauf von 30 s reagiert. Durch regelmäßiges Setzen der Variable 0x09 (vExtMove) kann verhindert werden, dass der Watchdog auslöst.                      Bit 1: Watchdog Verhalten                      Legt das Verhalten des Thermostats fest, falls ein Problem der Datenkommunikation festgestellt wird.                      0: Der Thermostat erzeugt die Störung -329 und wechselt in den Standby Mode (Temperierung wird gestoppt).                      1: Der Thermostat erzeugt die Warnung -2130, deaktiviert die Istwertvorgabe, wechselt von Prozess- zur Internregelung (vgl. vTmpMode, Variable 19) und temperiert weiter.</p>				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>1A</b>		<b>VICE</b>	<b>Einfrierschutz</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R /W	1	Ganzzahl	0 ... 1	Basic
<p>Einfrierschutz des Thermostats aktivieren, deaktivieren oder abfragen.                      0: Einfrierschutz nicht aktiv                      1: Einfrierschutz aktiv                      Bitte beachten Sie, dass ein Einfrierschutz nicht bei allen Thermostaten verfügbar ist.</p>				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>1B + 1C</b>		<b>vSNRL + vSNRH</b>	<b>Seriennummer</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R	1	Ganzzahl	0 ... 65535	Basic
<p>Abfrage der Seriennummer des Thermostats.                      Da die Seriennummer größere Werte als 65535 annehmen kann, aber nur 2 Bytes pro Variable zur Verfügung stehen, setzt sich die Seriennummer aus 2 Datenworten (Low + High) mit jeweils 2 Bytes zu einem 4 Bytes Wert zusammen.                      Variable 0x1B (vSNRL) enthält die niederwertigen Bytes, Variable 0x1C (vSNRH) enthält die hochwertigen Bytes.                      Siehe auch Kapitel 9 »PB-Kommandos mit größerem Wertebereich und höherer Genauigkeit«.</p>				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>1D</b>		<b>vKpInt</b>	<b>Kp des Internreglers</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R /W	1	Ganzzahl	0 ... 32000	Basic
<p>Verstärkung des PID-Reglers bei Internregelung ändern und abfragen.                      Eine Änderung wirkt sich auf den kompletten Regler (P-, I- und D-Anteil) aus.                      Der Parameter wird nur verwendet, falls der Expertenmodus aktiviert wurde (vgl. vAutoPID, Variable 0x12).</p>				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>1E</b>		<b>vTnInt</b>	<b>Tn des Internreglers</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R /W	0,1 s	Ganzzahl	0 ... 32000	Basic
<p>Nachstellzeit des PID-Reglers bei Internregelung ändern und abfragen.                      Eine Änderung wirkt sich nur auf den I-Anteil des Reglers aus. Wird diese Variable auf 0 gesetzt, so ist der I-Anteil des Reglers deaktiviert.                      Der Parameter wird nur verwendet, falls der Expertenmodus aktiviert wurde (vgl. vAutoPID, Adresse 0x12).</p>				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>1F</b>		<b>vTvInt</b>	<b>Tv des Internreglers</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R /W	0,1 s	Ganzzahl	0 ... 32000	Basic
<p>Vorhaltezeit des PID-Reglers bei Internregelung ändern und abfragen.            Eine Änderung wirkt sich nur auf den D-Anteil des Reglers aus.            Der Parameter wird nur verwendet, falls der Expertenmodus aktiviert wurde (vgl. vAutoPID, Adresse 0x12).</p>				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>20</b>		<b>vKpJack</b>	<b>Kp des Mantelreglers</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R /W	1	Ganzzahl	0 ... 32000	Exclusive
<p>Verstärkung des PID-Reglers bei Mantelregelung ändern und abfragen.            Eine Änderung wirkt sich auf den kompletten Regler (P-, I- und D-Anteil) aus.            Der Parameter wird nur bei Prozessregelung verwendet, falls der Expertenmodus aktiviert wurde (vgl. vAutoPID, Adresse 0x12).            Der Mantelregler ist der unterlagerte Regler bei aktivierter Prozessregelung.</p>				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>21</b>		<b>vTnJack</b>	<b>Tn des Mantelreglers</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R /W	0,1 s	Ganzzahl	0 ... 32000	Exclusive
<p>Nachstellzeit des PID-Reglers bei Mantelregelung ändern und abfragen.            Eine Änderung wirkt sich nur auf den I-Anteil des Reglers aus.            Beim Mantelregler handelt es sich prinzipiell um den gleichen Regler wie den Internregler, allerdings als unterlagertes Regler in der Prozess-Kaskadenregelung. Der Sinn der Unterscheidung liegt darin, dass man bei Prozessregelung dem Regler der Interntemperatur andere Parameter zuweisen möchte als bei Internregelung. Dies ist auch sinnvoll, da für den unterlagerten Regler bei Prozessregelung kein I-Anteil notwendig ist.            Wird diese Variable auf 0 gesetzt, so ist der I-Anteil des Reglers deaktiviert. Dies ist auch der Normalfall.            Der Parameter wird nur bei Prozessregelung (vgl. vTmpMode, Variable 0x13) verwendet, falls der Expertenmodus aktiviert wurde (vgl. vAutoPID, Adresse 0x12).</p>				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>22</b>		<b>vTvJack</b>	<b>Tv des Mantelreglers</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R /W	0,1 s	Ganzzahl	0 ... 32000	Exclusive
<p>Vorhaltezeit des PID-Reglers bei Mantelregelung ändern und abfragen.            Eine Änderung wirkt sich nur auf den D-Anteil des Reglers aus.            Im Normalfall ist dieser Wert mit 0 belegt.            Der Parameter wird nur bei Prozessregelung verwendet, falls der Expertenmodus aktiviert wurde (vgl. vAutoPID, Adresse 0x12).</p>				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>23</b>		<b>vKpProc</b>	<b>Kp des Prozessreglers</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R /W	0,01	Ganzzahl	0 ... 32000	Exclusive
<p>Verstärkung des PID-Reglers bei Prozessregelung ändern und abfragen.            Eine Änderung wirkt sich auf den kompletten Regler (P-, I- und D-Anteil) aus.            Der Parameter wird nur bei Prozessregelung verwendet, falls der Expertenmodus aktiviert wurde (vgl. vAutoPID, Adresse 0x12).</p>				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>24</b>		<b>vTnProc</b>	<b>Tn des Prozessreglers</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R /W	0,1 s	Ganzzahl	0 ... 32000	Exclusive
<p>Nachstellzeit des PID-Reglers bei Prozessregelung ändern und abfragen.            Eine Änderung wirkt sich nur auf den I-Anteil des Reglers aus.            Wird diese Variable auf 0 gesetzt, so ist der I-Anteil des Reglers deaktiviert.            Der Parameter wird nur bei Prozessregelung (vgl. vTmpMode, Adresse 0x13) verwendet, falls der Expertenmodus aktiviert wurde (vgl. vAutoPID, Adresse 0x12).</p>				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>25</b>		<b>vTvProc</b>	<b>Tv des Prozessreglers</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R /W	0,1 s	Ganzzahl	0 ... 32000	Exclusive
Vorhaltezeit des PID-Reglers bei Prozessregelung ändern und abfragen. Eine Änderung wirkt sich nur auf den D-Anteil des Reglers aus. Der Parameter wird nur bei Prozessregelung (vgl. vTmpMode, Adresse 0x13) verwendet, falls der Expertenmodus aktiviert wurde (vgl. vAutoPID, Adresse 0x12).				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>26</b>		<b>vnP</b>	<b>Pumpendrehzahl</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R	1 / min	Ganzzahl	0 ... 32000	Basic
Die aktuelle Pumpendrehzahl abfragen. Beachten Sie, dass die aktuelle Pumpendrehzahl nicht bei allen Thermostaten zur Verfügung steht.				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>2C</b>		<b>vTKwIn</b>	<b>Kühlwassereintrittstemperatur</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R	0,01 °C	Ganzzahl	-15111 ... 50000	Explore
Aktueller Messwert der Kühlwassereintrittstemperatur.				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>2D</b>		<b>vpKw</b>	<b>Kühlwasserdruck</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R	1 mbar	Ganzzahl	0 ... 32000	Explore
Aktueller Messwert der Kühlwasserdrucks.				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>2E</b>		<b>vPowCon</b>	<b>Netzanschlussbedingungen</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R /W	---	Bitfeld	---	Explore
Bei einigen Temperiergeräten muss der Anwender die Netzanschlusswerte dem Thermostat mitteilen. Dies geschieht im Normalfall durch eine Menüeingabe. Diese manuelle Einstellung wird hier nachempfunden. Eine Benutzung dieser Variablen muss bei den betreffenden Geräten erfolgen. Ein Eintrag bei Geräten die diese Angaben nicht benötigen wird ignoriert. Bit 0 - 2: Einstellung der Netzspannung und Netzfrequenz bei umschaltbarer Spannungsversorgung: 000 Kein Eintrag erfolgt / undefiniert 001 400 V / 50 Hz 010 400 V / 60 Hz 011 460 V / 60 Hz 100 480 V / 60 Hz Bits 8 – 9: Berücksichtigung der maximalen Strombelastung durch die Vorabsicherung. Das Gerät reduziert die maximale elektrische Leistungsaufnahme so, dass die angegebenen Maximalströme nicht überzogen werden. Diese Funktion ist nur bei einigen Geräten mit 230 V Spannungsversorgung vorhanden. 00 Kein Eintrag erfolgt / undefiniert 01 16A 10 13A 11 10A				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>30</b>		<b>vMinSP</b>	<b>Minimaler Sollwert</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	0,01 °C	Ganzzahl	-15111 ... 50000	Basic
Dieser minimale Sollwert wird vom Temperaturregler verwendet. Er begrenzt den Sollwertbereich des Intern- und des Prozessreglers nach unten.				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>31</b>		<b>vMaxSP</b>	<b>Maximaler Sollwert</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	0,01 °C	Ganzzahl	-15111 ... 50000	Basic
Dieser maximale Sollwert wird vom Temperaturregler verwendet. Er begrenzt den Sollwertbereich des Intern- und des Prozessreglers nach oben.				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>33</b>		<b>vNivHi</b>	<b>Überniveaugrenze</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	0,1 %	Ganzzahl	0 ... 1000	Basic
Einstellung der Füllstandsobergrenze. Ein höherer Füllstand erzeugt eine Meldung (optionale Einrichtung)				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>34</b>		<b>vNivLo</b>	<b>Unterniveaugrenze</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	0,1 %	Ganzzahl	0 ... 1000	Basic
Einstellung der Füllstandsuntergrenze. Ein niedrigerer Füllstand erzeugt eine Meldung (optionale Einrichtung)				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>35</b>		<b>vNivCont</b>	<b>Einstellung digitaler Niveaueingang</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	---	Bitfeld	---	Basic
Einstellung des Schaltsinns für Niveaueingänge (optionale Einrichtung). Es handelt sich dabei um zwei digitale Ausgänge die wahlweise als Öffner oder Schließer eingestellt werden können. Der eine Ausgang meldet eine Überniveau, der andere ein Unterniveau. Bit 0: 0: Unterniveaueingang als Öffner 1: Unterniveaueingang als Schließer Bit 1: 0: Überniveaueingang als Öffner 1: Überniveaueingang als Schließer				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>3A</b>		<b>vTProc</b>	<b>Prozesstemperatur</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R	0,01 °C	Ganzzahl	-15111 ... 50000	Exclusive
Der Istwert der vom Prozessregler verwendeten Temperatur wird zurückgegeben. Ist kein Fühler angeschlossen und der Wert wird auch nicht durch eine Kommando oder den Analogeingang des Com.G@tes vorgegeben, so wird der Wert -151 °C zurückgegeben.				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>3C</b>		<b>vStatus2</b>	<b>Status des Thermostats</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R	---	Bitfeld	---	Basic
Abfrage des aktuellen Thermostat-Status. Bei dem zurückgegebenen Wert handelt es sich um ein Bitfeld. Die einzelnen Bits sind unabhängig voneinander zu betrachten. Bit 0 Reglung: 1: Der Prozessregler gibt momentan die Stellgröße vor / 0: Der Internregler gibt momentan die Stellgröße vor Bit 1-4 aktiver Kälteregele (zur internen Verwendung) Bit 5 Die Tropfwanne ist voll und muss entleert werden (Leckage der Pumpendichtung) (nur bei spezielle Einrichtung) Bit 6 Das VPC hat seine Referenzfahrt abgeschlossen, das Starten der Pumpe ist möglich. Wird versucht die Pumpe zu starten solange Bit 6 den Wert 0 zurückgibt, erscheint im Display des Pilot ONE® die Meldung -4137. Bit 7 Betriebsart Entlüftung: 1: aktiv / 0: inaktiv Bit 8 Bei einigen Geräten (vergl. Bit 9) erkennt der Pilot ONE während der Betriebsart Entlüftung selbständig, ob sich noch Luft im System befindet. 1: Entlüftung erfolgreich, die Betriebsart kann beendet werden. 0: Entlüftung noch nicht abgeschlossen. Bit 9 Bei einigen Geräten erkennt der Pilot ONE selbständig, wann der Entlüftungsprozess beendet werden kann. 1: Die Entlüftung wird überwacht, der Zustand des Entlüftungsprozess kann mit Bit 8 geprüft werden. 0: Die Entlüftung wird nicht überwacht, der Anwender muss selbst entscheiden wann die Entlüftung abgeschlossen werden kann. Bit 8 hat in diesem Fall keine Bedeutung. Bit 10 Pumpentest erfolgreich? 1: erfolgreich / 0: noch nicht erfolgreich. Bei einigen Pumpentypen kann Umwälzung/Temperierung nur gestartet werden, wenn der Pumpentest zuvor erfolgreich im Entlüftungsmodus abgeschlossen wurde. Bit 11 Rückmeldung für Befüllventil Pumpe vorhanden (0: nicht vorhanden, 1: vorhanden). Bei einigen Thermostaten ist ein manuelles Befüllventil für die Pumpe vorhanden. Während des Entlüftungsvorgang muss dieses Ventil vollständig geöffnet sein, damit die Befüllung beschleunigt wird. Bit 12 Befüllventil Pumpe vollständig geöffnet (0: nicht vollständig geöffnet, 1: vollständig geöffnet).				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>3D</b>		<b>vDistFeed</b>	<b>Störgrößenaufschaltung</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	1 W	Ganzzahl	-32767 ... 32767	Explore

Bei vorhersehbaren Laständerungen kann dem Thermostat, bevor sich die Temperatur tatsächlich ändert, mitgeteilt werden, dass er seine Leistung um den aktuellen Wert anpassen soll. Somit können Störgrößeneinflüsse, die der Regler erst nach einer gewissen Totzeit am Regelfühler feststellen kann, vermindert werden.  
 Ein positiver Wert der Störgrößenaufschaltung erhöht die Heizleistung bzw. verringert die Kälteleistung, ein negativer Wert verhält sich umgekehrt.

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>3E</b>		<b>vpPin</b>	<b>Druck im Rücklauf (absolut)</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R	1 mbar	Ganzzahl	0 ... 32000	Basic

Absoluter Druck am Rücklauf des Thermofluid-Kreislauf des Thermostats (nur mit optionaler Messeinrichtung).

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>3F</b>		<b>vBDwn</b>	<b>Status ADR / Blow-Down</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	---	Bitfeld	---	Basic

Steuerung und Statusrückmeldung der optionalen Blow-Down Einrichtung.  
 Die neue modulare Blow-Down Einrichtung wird als „Automated Drain & Refill System“ (ADR) bezeichnet. Bei älteren Blow-Down Systemen wurde ein Schieberventil eingesetzt, dessen Position mit einem zusätzlichen Befehl angesteuert werden musste.  
 Die folgenden Bedingungen (Bits 0-4) müssen 1 sein, damit ein Start des Blow-Down Prozesses möglich ist:

- Bit 0 Druckluft OK (falls verfügbar, nicht beim ADR)
- Bit 1 Übertemperaturstatus OK (Übertemperaturschutz hat nicht ausgelöst)
- Bit 2 Betriebsart OK (Standby)
- Bit 3 Temperatur des Thermofluids ist OK (+5...40 °C beim ADR / < 70 °C bei den älteren Systemen). Es werden je nach Gerät alle verfügbaren Temperatursensoren im Vorlauf, Rücklauf und in den Heizungen überwacht.
- Bit 4 Druck im Hydraulikkreislauf (Pumpendruck) ist OK (< 300 mbar)
- Bit 5 Druckluftventil geöffnet
- Bit 6 Sollzustand erreicht. Gibt an, ob die Stellventile die Sollposition für den gewünschten Zustand erreicht haben.
- Bit 8-9 Blow-Down Prozess steuern

0: Standby / Temperieren (Normalzustand): Beim ADR sind Vor- und Rücklaufventil geöffnet, Entleer- und Druckluftventil geschlossen. Bei älteren Schieberventilsystemen ist lediglich das Druckluftventil geschlossen, das Schieberventil muss unabhängig davon auf die gewünschte Position gefahren werden (vergl. vBDPos bzw. vBlowDownPos).  
 1: Blow-Down starten: Beim ADR werden die Ventile im Vor- und Rücklauf geschlossen, das Entleerventil geöffnet und dann das Druckluftventil geöffnet um die Anwendung zu entleeren. Bei älteren Schieberventilsystemen wird nur das Druckluftventil geöffnet, der Schieber muss zuvor auf die gewünschte Position gefahren werden (vergl. vBDPos bzw. vBlowDownPos).  
 2: Halten (nur mit „Automated Drain & Refill System“): Vor-, Rücklauf-, Entleer- und Druckluftventil werden geschlossen um die Anwendung zu tauschen.  
 Bei einem schreibenden Zugriff werden nur die Bits 8 und 9 ausgewertet.

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>40</b>		<b>vWD1</b>	<b>Watchdog (Störung)</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	1 s	Ganzzahl	0 ... 150	Basic

Watchdog Timer zur Überwachung der Datenkommunikation.  
 Wird der Timer auf einen Wert ungleich Null gesetzt, so ist der Watchdog aktiv. Die Variable muss regelmäßig mit dem gewünschten Zeitlimit beschrieben werden, ansonsten erzeugt der Thermostat nach Ablauf der Zeit eine Störung.  
 Wird die Variable mit dem Wert Null beschrieben, so wird der Watchdog deaktiviert.

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
41		vWD2	<b>Watchdog (2. Sollwert)</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	1 s	Ganzzahl	0 ... 150	Professional
<p>Watchdog Timer zur Überwachung der Datenkommunikation.                      Wird der Timer auf einen Wert ungleich Null gesetzt, so ist der Watchdog aktiv. Die Variable muss regelmäßig mit dem gewünschten Zeitlimit beschrieben werden, ansonsten wird nach Ablauf der Zeit der „2. Sollwert“ als Sollwert übernommen. Nach Wiederaufbau der Kommunikation kann der Sollwert überschrieben werden.                      Wird die Variable mit dem Wert Null beschrieben, so wird der Watchdog deaktiviert.</p>				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
42		vSP2	<b>2. Sollwert</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	0,01 °C	Ganzzahl	-15111 ... 50000	Professional
<p>Einstellung des „2. Sollwerts“. Dieser Wert sollte auf einen Temperaturwert gesetzt werden, bei dem sich der Prozess in einem sicheren Zustand befindet. Der Sollwert wird nur beim Eintritt bestimmter Ereignisse aktiviert.</p>				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
43		vPMAMode	<b>PMA Modus</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	1	Ganzzahl	0 ... 1	Explore
<p>Im sogenannten PMA-Modus ist es möglich den Temperaturregler des Thermostats zu übergehen und direkt die gewünschte Leistung (Kälteleistung/Heizleistung) vorzugeben.                      Vor der Leistungsvorgabe (vergl. vPMA, Adresse 0x44) muss der PMA Modus aktiviert werden.                      0: PMA Modus nicht aktiv                      1: PMA Modus aktiv</p>				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
44		vPMA	<b>PMA Leistung vorgeben</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	0,1 %	Ganzzahl	-1000 ... 1000	Explore
<p>Prozentuale Leistungsvorgabe im PMA Modus. Negative Werte für Kälteleistung, positive Werte für Heizleistung. Zuvor muss der PMA Modus aktiviert werden (PB Kommando 0x43).</p>				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
48		vnPSet	<b>Sollwert Pumpendrehzahl</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	1 / min	Ganzzahl	0 ... 32000	Basic
<p>Den aktuellen Pumpendrehzahl-Sollwert setzen und abfragen.                      Beachten Sie, dass diese Funktion nur bei Thermostaten mit drehzahlregelbarer Pumpe gegeben ist.</p>				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
49		vpPSet	<b>Sollwert Pumpendruck</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	1 mbar	Ganzzahl	0 ... 32000	Basic
<p>Den aktuellen Pumpendruck-Sollwert setzen und abfragen.                      Beachten Sie, dass diese Funktion nur bei Thermostaten mit drehzahlregelbarer Pumpe oder VPC-Bypass gegeben ist.</p>				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
4A		vVPCMode	<b>VPC-Bypass Betriebsmodus</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	1	Ganzzahl	0 ... 1	Basic
<p>Betriebsmodus des VPC-Bypass setzen und abfragen.                      0: Automatische Regelung des VPC-Bypass nach dem Pumpendruck Sollwert                      1: Positionsvorgabe durch Automatisierungssystem</p>				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
4B		vDesVPCPos	<b>VPC-Bypass Sollposition</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	0,1 %	Ganzzahl	0 ... 1000	Basic
<p>VPC-Bypass Position vorgeben oder aktuelle Vorgabe abfragen.                      Beachten Sie, dass die Vorgabe einer VPC-Bypass Position nur möglich ist, wenn zunächst der Betriebsmodus auf Positionsvorgabe umgestellt wurde (vergl. vVPCMode, Adresse 0x4A).</p>				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>4C</b>		<b>vTKwOut</b>	<b>Kühlwasseraustrittstemperatur</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R	0,01 °C	Ganzzahl	-15111 ... 50000	Explore
Aktueller Messwert der Kühlwasseraustrittstemperatur.				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>4D</b>		<b>vFluidFlow</b>	<b>Thermofluid Volumenstrom</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R	0,1 l/min	Ganzzahl	0 ... 10000	Explore
Aktueller Messwert des Thermofluid Volumenstroms. Bitte beachten Sie, dass dieser Messwert nur zur Verfügung steht, wenn eine spezielle Volumenstrom Messeinrichtung vorhanden ist.				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>4E</b>		<b>vFluidFlowSet</b>	<b>Sollwert Thermofluid Volumenstrom</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	0,1 l/min	Ganzzahl	0 ... 10000	Explore
Aktueller Sollwert des Thermofluid Volumenstroms. Bitte beachten Sie, dass diese Funktion nur zur Verfügung steht, wenn eine spezielle Volumenstrom Messeinrichtung vorhanden ist. Außerdem muss entweder eine drehzahlregelbare Pumpe oder ein VPC-Bypass vorhanden sein um eine Regelung zu ermöglichen.				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>4F</b>		<b>vDeltaT</b>	<b>Sollwert Delta-T Regelung</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	0,01 K	Ganzzahl	0 ... 32700	Exclusive
Der Sollwert wird vom Temperaturregler verwendet. Bei Internregelung wird dieser Wert ignoriert, bei Prozessregelung wird dadurch die Temperaturdifferenz zwischen Intern- und Prozesstemperatur begrenzt. Bitte beachten Sie, dass diese Soll-Temperaturdifferenz je nach Qualität der Reglerparametrierung überschritten werden kann.				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>50</b>		<b>vDeltaTAlarm</b>	<b>Alarmgrenze Delta-T</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	0,01 K	Ganzzahl	0 ... 32700	Exclusive
Alarmgrenze für die Differenz zwischen Intern- und Prozesstemperatur setzen und abfragen. Bei Internregelung wird dieser Wert ignoriert, bei Prozessregelung wird dadurch die Temperaturdifferenz zwischen Intern- und Prozesstemperatur überwacht und bei einem Überschreiten eine Störung ausgelöst.				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>51</b>		<b>vTIAAlarmHi</b>	<b>Obere Alarmgrenze Interntemperatur</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	0,01 °C	Ganzzahl	-15111 ... 50000	Basic
Obere Alarmgrenze für die Interntemperatur setzen und abfragen. Überschreitet die Interntemperatur diesen Wert, so wird eine Störung erzeugt.				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>52</b>		<b>vTIAAlarmLo</b>	<b>Untere Alarmgrenze Interntemperatur</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	0,01 °C	Ganzzahl	-15111 ... 50000	Basic
Untere Alarmgrenze für die Interntemperatur setzen und abfragen. Unterschreitet die Interntemperatur diesen Wert, so wird eine Störung erzeugt.				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>53</b>		<b>vTEAlarmHi</b>	<b>Obere Alarmgrenze Prozesstemperatur</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	0,01 °C	Ganzzahl	-15111 ... 50000	Basic
Obere Alarmgrenze für die Prozesstemperatur setzen und abfragen. Überschreitet die Prozesstemperatur diesen Wert, so wird eine Störung erzeugt.				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
54		vTEAlarmLo	<b>Untere Alarmgrenze Prozesstemperatur</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	0,01 °C	Ganzzahl	-15111 ... 50000	Basic
Untere Alarmgrenze für die Prozesstemperatur setzen und abfragen. Unterschreitet die Prozesstemperatur diesen Wert, so wird eine Störung erzeugt.				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
55		vOTHeater	<b>Einstellung Übertemperaturschutz Heizung</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R	0,01 °C	Ganzzahl	-15111 ... 50000	Basic
Aktuelle Einstellung des Übertemperaturschutz-Auslösewertes der Heizung(en) abfragen. Steigt die Temperatur in einer der Heizungen über diesen Wert an, dann wird eine Störung erzeugt.				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
56		vOTExpVessel	<b>Einstellung Übertemperaturschutz Expansionsgefäß</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R	0,01 °C	Ganzzahl	-15111 ... 50000	Basic
Aktuelle Einstellung des Übertemperaturschutz-Auslösewertes des Expansionsgefäßes abfragen. Steigt die Temperatur im Expansionsgefäß über diesen Wert an, dann wird eine Störung erzeugt.				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
58		vProgramStart	<b>Temperierprogramm starten</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	1	Ganzzahl	-1; 1 ... 10	Exclusive
Temperierprogramm starten oder Kennung des laufenden Temperierprogramms abfragen. Startet ein bereits eingegebenes Temperierprogramm im Bereich zwischen 1 und 10. Mit dem Wert -1 kann ein aktives Temperierprogramm beendet werden.				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
59		vRampDuration	<b>Rampendauer vorgeben</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	1 s	Ganzzahl	-32767 ... 32767	Exclusive
Dauer einer Sollwertrampe vorgeben oder nach Rampenstart verbleibende Rampendauer abfragen. Gibt die Dauer einer Sollwertrampe vor. Die Rampe wird durch die Eingabe eines Sollwertes mit Befehl 0x5A (vRampStart) gestartet. Wird bei einer laufenden Rampe ein Wert kleiner 0 gesendet, stoppt die Rampe.				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
5A		vRampStart	<b>Rampe starten</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	0,01 °C	Ganzzahl	-15111 ... 50000	Exclusive
Endtemperatur vorgeben und Sollwertrampe starten oder Endtemperatur abfragen. Gibt die Endtemperatur einer Rampe vor und startet die Rampe deren Dauer zuvor mit Befehl 0x59 (vRampDuration) festgelegt wurde. Die Endtemperatur einer aktiven Sollwertrampe kann abgefragt werden.				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
5B		vBlowDownPos	<b>Blow-Down Betriebszustand vorgeben</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	1	Ganzzahl	0, 2666, 4500, 8266	Basic
Blow-Down Betriebszustand vorgeben oder abfragen (nicht verfügbar mit „Automated Drain & Refill System“). 0: Temperieren 2666: Entleeren 4500: Ausblasen (Blow down) 8266: Halten Gibt den neuen Sollzustand zurück.				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
5C		vMaintenanceDays	<b>Tage bis zur Wartung</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R	1 d	Ganzzahl	-1 ...	Basic
Abfrage, in wie vielen Tagen die nächste Wartungsmeldung erscheint. Wenn als Rückgabewert -1 kommt wurde die Erinnerung noch nicht aktiviert.				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
5D		vFGasDays	<b>Tage bis zur F-Gas Überprüfung</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R	1 d	Ganzzahl	-1 ...	Basic
Abfrage, in wie vielen Tagen die nächste Wartungsmeldung zur F-Gas Überprüfung erscheint. Wenn als Rückgabewert -1 kommt wurde die Erinnerung noch nicht aktiviert.				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
5E		vServicePackage	<b>Service Packet erzeugen</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	1	Ganzzahl	-1, 0, 1, 2	Basic
Wird als Parameter 1 übergeben, so wird das Service Packet auf dem USB Stick gespeichert. Rückgabewert: -1 (Fehler), 0 (Initialisiert), 1 (in Bearbeitung), 2 (Erfolgreich Abgeschlossen).				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
5F		vProgramState	<b>Programm Status ändern</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	1	Ganzzahl	0 ... 4	Exclusive
Ändern des Status eines laufenden Temperierprogrammes oder aktueller Status abfragen. Vorgabe: 1: Laufendes Temperierprogramm fortsetzen (nach einer Pause) 2: Laufendes Temperierprogramm pausieren 3: Zum nächsten Segment springen 4: Laufendes Temperierprogramm beenden Antwort: 0: kein Temperierprogramm aktiv 1: Temperierprogramm läuft 2: Temperierprogramm pausiert 3: Zum nächsten Segment gewechselt 4: Temperierprogramm beendet				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
62		vpVPC	<b>Druck des VPC Bypass</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R	1 mbar	Ganzzahl	0 ... 32000	Basic
Absoluter Druck gemessen im Vorlauf des VPC Bypass. Falls am VPC Bypass ein externer Drucksensor angeschlossen ist wird dessen Messwert zurückgegeben, ansonsten wird der Messwert des im VPC Bypass (am Ausgang zur Kundenanwendung) vorhandenen Drucksensors zurückgeliefert. Soll der Relativdruck (Differenz zum atmosphärischen Druck) verarbeitet werden, muss der Rückgabewert um 1000 mbar vermindert werden.				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
69		vTFlowMode	<b>Modus Istwertvorgabe Thermofluid-Volumenstrom</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	---	Bitfeld	---	Explore
Betriebsmodus zur Vorgabe des Thermofluid-Volumenstroms aktivieren, deaktivieren oder abfragen. Bit 0: Betriebsmodus aktiv oder inaktiv 0: Modus nicht aktiv. 1: Modus aktiv. Der Volumenstromregler verwendet zur Regelung den aktuellen Inhalt der Variable 0x6A (vTFlowVal) zur Berechnung der Stellgröße.				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
6A		vTFlowVal	<b>Vorgabe Thermofluid-Volumenstrom</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	0,1 l/min	Ganzzahl	0 ... 10000	Explore
Hiermit kann der Istwert zur Regelung des Thermofluid-Volumenstroms vorgegeben werden. Das Kommando muss im Zusammenhang mit Kommando 0x69 (vTFlowMode) verwendet werden, ansonsten findet ein vorgegebener Wert keine Beachtung. Kontrolle ist über Kommando 0x4D (vFluid-Flow) möglich, welches den gesetzten Wert zurückgibt falls der Modus korrekt aktiviert wurde.				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>6B</b>		<b>vPumpCtrlMode</b>	<b>Regelmodus der Pumpe</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	1	Ganzzahl	0 ... 3	Basic
<p>Regelmodus der Pumpe setzen und abfragen.            0: Regelung der Pumpendrehzahl.            1: Regelung des Pumpendrucks.            2: Regelung des Volumenstrom des Thermofluids.            3: Regelung des Volumenstrom des Thermofluids, aber Begrenzung auf einen maximalen Druck.</p>				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>6C</b>		<b>vPoKoExtMode</b>	<b>Externe PoKo Steuerung</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	1	Ganzzahl	0 ... 1	Explore
<p>Externe Steuerung des PoKo (potentialfreier Kontakt) aktivieren, deaktivieren oder Modus abfragen.            0: Externe Steuerung inaktiv. Beim Deaktivieren der externen Steuerung wird der Betriebsmodus „Aus“ aktiviert.            1: Externe Steuerung aktiv. Die Aktivierung der externen Steuerung ist nur möglich wenn der PoKo sich zuvor im Modus „Aus“ befindet.            Hinweis: Sind bei einem Thermostat mehrere PoKo vorhanden (Unistat mit Control ONE und zusätzlichem Com.G@te oder POKO/ECS Interface) so beeinflusst diese Einstellung nur den Betriebsmodus des PoKo am Control ONE.</p>				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>6D</b>		<b>vPoKoState</b>	<b>PoKo Zustand</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	1	Ganzzahl	0 ... 1	Explore
<p>Zustand des PoKo (potentialfreier Kontakt) setzen und abfragen. Das Setzen des PoKo Zustandes ist nur möglich wenn zuvor mit dem Kommando 0x6C (vPoKoExtMode) die externe Steuerung aktiviert wurde.            0: PoKo offen            1: PoKo geschlossen            Hinweis: Sind bei einem Thermostat mehrere PoKo vorhanden (Unistat mit Control ONE und zusätzlichem Com.G@te oder POKO/ECS Interface) so beeinflusst dieses Kommando nur den Zustand des PoKo am Control ONE.</p>				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>6E</b>		<b>vPowHi</b>	<b>Aktuelle Leistung (high bytes)</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R	---	Ganzzahl	-32767 ... 32767	Explore
<p>Ergänzt das Kommando vPow um Leistungen außerhalb des Bereichs -32767 ... 32767 abfragen zu können.            Arbeitet das Gerät in einem Leistungsbereich der über die Werte -32767 ... 32767 W hinausgeht kann dieses Kommando verwendet werden um die höherwertigen Bytes abzufragen. Um die Leistung zu erhalten müssen die 2 Bytes aus den Kommandos vPow und vPowHi zu einem vorzeichenbehafteten 4 Byte Wert zusammengesetzt werden. Dabei bildet vPow die niederwertigen 2 Bytes, vPowHi die hochwertigen 2 Bytes.            Siehe auch Kapitel 9 »PB-Kommandos mit größerem Wertebereich und höherer Genauigkeit«.</p>				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>6F</b>		<b>vAirPurge</b>	<b>Entlüftung</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	---	Bitfeld	---	Basic
<p>Entlüftungsmodus des Thermostats starten, stoppen oder den aktuellen Zustand abfragen. Diese Betriebsart wird typischerweise zum Einrichten der Anlage benötigt. Bei einigen Thermostaten ist ein manuelles Befüllventil für die Pumpe vorhanden. Während des Entlüftungsvorgang muss dieses Ventil vollständig geöffnet sein, damit die Befüllung beschleunigt wird.            Bit 0 0: Betriebsart Entlüften ist nicht aktiv, 1: Betriebsart Entlüftung ist aktiv.            Bit 1 Rückmeldung Befüllventil Pumpe wird ignoriert (falls vorhanden). Dadurch kann der Entlüftungsvorgang auch gestartet werden, wenn das Ventil nicht vollständig geöffnet ist (nur verfügbar mit „Automated Drain &amp; Refill System“)</p>				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>70</b>		<b>vDrain</b>	<b>Entleerung</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	1	Ganzzahl	0 ... 3	Basic
Entleerungsmodus des Thermostats starten, stoppen oder den aktuellen Zustand abfragen. Diese Betriebsart wird typischerweise bei der Außerbetriebnahme der Anlage benötigt. Bei der Entleerung werden alle Ventile im Thermofluid- und im Wasserkreislauf des Thermostats geöffnet. 0: Betriebsart Entleerung nicht aktiv 1: Betriebsart Entleerung aktiv (Thermofluid und Wasserkreislauf) 2: Betriebsart Entleerung Thermofluidkreislauf aktiv 3: Betriebsart Entleerung Wasserkreislauf aktiv				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>71</b>		<b>vSPT</b>	<b>Sollwert Temperaturregler</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	0,01 °C	Ganzzahl	-15111 ... 50000	Basic
Der Sollwert wird vom Temperaturregler verwendet. Bei Internregelung gilt der Sollwert für die Interntemperatur, bei Prozessregelung für die Prozesstemperatur. Bitte beachten: Die Sollwertvorgabe kann durch andere Sollwertgeber überschrieben werden (z.B. Temperierprogramm, Analoge 4...20 mA Schnittstelle, ...). Hinweis: Dieses Kommando entspricht vSP (0x00) und kann für die Kommunikation mit OPC UA verwendet werden.				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>72</b>		<b>vCurVPCPos</b>	<b>VPC-Bypass Position</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R	0,1 %	Ganzzahl	0 ... 1000	Basic
Aktuelle VPC-Bypass Position abfragen.				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>73</b>		<b>vMes</b>	<b>Meldung</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	1	Ganzzahl	-32768 ... 1	Basic
Die Nummer der zuletzt aufgetretenen Meldung (Alarm, Warnung oder Info). Ein Alarm wird nicht durch eine neuere Meldung ersetzt. Möglicherweise bedarf der Thermostat ihrer Aufmerksamkeit falls eine Zahl ungleich 0 zurückgegeben wird. Wird 0 zurückgegeben ist aktuell keine Meldung vorhanden, ansonsten kann anhand der Nummer auf die Art der Meldung geschlossen werden. Um die letzte Meldung zu löschen muss der Wert 1 an den Thermostat gesendet werden (nur möglich, wenn es sich nicht um einen Alarm handelt).				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
<b>74</b>		<b>vDistFeedVPC</b>	<b>Störgrößenaufschaltung VPC</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	0,01 %	Ganzzahl	-10000 ... 10000	Explore
Die Störgrößenaufschaltung der VPC-Position kann bei Volumenstromregelung verwendet werden, um vorhersehbaren Änderungen frühzeitig entgegenzuwirken. Bei vorhersehbaren Änderungen des Volumenstroms, kann dem Thermostat, bevor die Änderung tatsächlich ersichtlich ist, mitgeteilt werden, dass er die VPC-Position um die Änderung des vorgegebenen Wertes anpassen soll. Somit können Störgrößeneinflüsse, auf die der Regler erst reagieren kann nachdem der Volumenstrom vom Sollwert abweicht, vermindert werden. Die Störgrößenaufschaltung erfolgt bei jeder Änderung des übergebenen Wertes. Erhöht sich der Wert, so erhöht sich die VPC-Position, eine Verminderung verringert die VPC-Position.				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
75		vCtrlPumpPresSrc	<b>Modus Istwertvorgabe Pumpendruck</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	---	Bitfeld	---	Explore
<p>Betriebsmodus zur Vorgabe des Pumpendruck aktivieren, deaktivieren oder abfragen. Der Betriebsmodus kann nur geändert werden, wenn im Thermostat ein interner Pumpendrucksensor vorhanden ist.</p> <p>Bit 0: Betriebsmodus aktiv oder inaktiv            0: Modus nicht aktiv. Interner Pumpendrucksensor wird für die Druckregelung verwendet.            1: Modus aktiv. Für die Druckregelung der Pumpe wird nicht der interne Pumpendrucksensor verwendet, sondern der Inhalt der Variable 0x76 (vCtrlPumpPresVal). Bevor der Modus aktiviert wird, sollte die Variable 0x76 (vCtrlPumpPresVal) bereits mit einem gültigen Wert beschrieben worden sein. Gleichzeitig wird beim erstmaligen Setzen dieses Bits ein Watchdog aktiviert, der nach Ablauf von 10 s reagiert. Durch regelmäßiges Setzen der Variable 0x76 (vCtrlPumpPresVal) kann verhindert werden, dass der Watchdog auslöst. Der Watchdog wird wieder deaktiviert, wenn der Betriebsmodus wieder auf inaktiv gesetzt wird.</p> <p>Bit 1: Watchdog Verhalten            Legt das Verhalten des Thermostats fest, falls ein Problem der Datenkommunikation festgestellt wird.            0: Der Thermostat erzeugt die Störung -11373 und wechselt in den Standby Mode (Temperierung wird gestoppt), deaktiviert die Istwertvorgabe und verwendet wieder den internen Pumpendrucksensor für die Druckregelung.            1: Der Thermostat erzeugt die Warnung -2343, deaktiviert die Istwertvorgabe und verwendet wieder den internen Pumpendrucksensor für die Druckregelung.</p>				

Adresse (hex)		Variable	Beschreibung	
76		vCtrlPumpPresVal	<b>Istwertvorgabe Pumpendruck (relativ) für Pumpen Regelung</b>	
Typ	LSB	Datentyp	Wertebereich	E-grade
R / W	1 mbar	Ganzzahl	0 ... 32000	Explore
<p>Für die Pumpendruckregelung kann hiermit ein alternativer Messwert, außerhalb des Thermostats vorgegeben werden.</p> <p>Die Schutzeinrichtungen verwenden trotzdem den internen Pumpendrucksensor. Das Kommando muss im Zusammenhang mit Kommando 0x75 (vCtrlPumpPresSrc) verwendet werden, ansonsten findet ein vorgegebener Wert keine Beachtung. Wenn mit dem Kommando 0x75 (vCtrlPumpPresSrc) der Betriebsmodus aktiviert wurde, muss mit dem Kommando 0x76 (vCtrlPumpPresVal) die Istwertvorgabe gesendet werden, ansonsten löst nach 10 Sekunden ein Watchdog aus. Durch regelmäßiges Senden wird verhindert, dass der Watchdog auslöst.</p>				

## 8 PB-Kommando Beispiele

### Beispiel 1: Sollwert soll auf 20 °C eingestellt werden

Der Sollwert für den Temperaturregler befindet sich auf Adresse 0x00.

Der Wert muss in der Einheit 0,01 °C übergeben werden. Das heißt es muss (in Dezimaldarstellung) ein Wert von 2000 übergeben werden. Dieser Wert muss jedoch als Hexadezimalwert mit 4 Stellen übergeben werden. 2000 entspricht in der Hexadezimaldarstellung dem Wert 7D0. Um 4 Stellen übergeben zu können muss noch eine führende 0 angehängt werden. Der Hexadezimalwert muss nun in einen String gewandelt werden.

Folgender String muss an das Gerät gesendet werden:

```
{M0007D0<CR><LF>
```

Dabei entspricht <CR> dem Zeichen Carriage Return (mit dem ASCII Code 13 bzw. 0x0D) und <LF> dem Zeichen Line Feed (mit dem ASCII Code 10 bzw. 0x0A).

Der Thermostat antwortet (falls der Wert zulässig war und nicht begrenzt wurde) mit dem Kommando:

```
{S0007D0<CR><LF>
```

### Beispiel 2: Sollwert soll auf -23,15 °C eingestellt werden

Es muss (in Dezimaldarstellung) ein Wert von -2315 übergeben werden. In der Hexadezimaldarstellung entspricht dies dem Wert F6F5.

Folgender String muss an das Gerät gesendet werden:

```
{M00F6F5<CR><LF>
```

Der Thermostat antwortet (falls der Wert zulässig war und nicht begrenzt wurde) mit dem Kommando:

```
{S00F6F5<CR><LF>
```

### Beispiel 3: Abfrage des Sollwerts

Wenn eine Variable nur abgefragt und nicht gesetzt werden soll, dann wird anstatt des Wertes die Zeichenfolge \*\*\*\* eingesetzt.

Master sendet: {M00\*\*\*\*<CR><LF>

Antwort des Thermostats: {S00FFCC<CR><LF>

In diesem Beispiel antwortet der Thermostat mit dem Hexadezimalwert FFCC. Dies entspricht in Dezimaldarstellung dem Wert -52. Der aktuelle Sollwert ist demnach auf -0,52 °C eingestellt.

### Beispiel 4: Abfrage der aktuellen Interntemperatur

Master sendet: {M01\*\*\*\*<CR><LF>

Antwort des Thermostats: {S011010<CR><LF>

In diesem Beispiel antwortet der Thermostat mit dem Hexadezimalwert 1010. Dies entspricht in Dezimaldarstellung dem Wert 4112. Die Interntemperatur beträgt somit aktuell 41,12 °C.

### Beispiel 5: Abfrage der aktuellen Prozesstemperatur (gemessen an der LEMOSA Buchse)

Master sendet: {M07\*\*\*\*<CR><LF>

Antwort des Thermostats: {S07087F<CR><LF>

Der Hexadezimalwert 087F entspricht einer Temperatur von 21,75°C.

Antwortet der Thermostat mit dem Kommando

```
{S07C504<CR><LF>
```

so entspricht dies einer Temperatur von -151 °C. Der Wert -151 °C bedeutet, dass entweder kein Fühler angeschlossen, oder der Fühler defekt ist.

### Beispiel 6: Abfrage der Rücklauftemperatur

Zur Abfrage der Rücklauftemperatur muss das DV E-grade oder E-grade Explore vorhanden sein.

Die Rücklauftemperatur befindet sich auf Adresse 0x02.

Master sendet: {M02\*\*\*\*<CR><LF>

Antwort des Thermostats: {S0207E7<CR><LF>

Die aktuelle Rücklauftemperatur beträgt demnach 20,23°C.

Ist das notwendige E-grade nicht freigeschaltet, so antwortet der Thermostat mit dem Kommando:

```
{S027FFFF<CR><LF>
```

Der Wert 7FFF bedeutet, dass entweder das notwendige E-grade nicht vorhanden, oder die angesprochene Variable nicht implementiert ist.

**Beispiel 7: Auslesen des maximalen Sollwerts**

Um die Datenübertragung zu verdeutlichen soll in diesem Beispiel der zu sendende String nochmals byteweise betrachtet werden.

Das Kommando um den Wert der maximalen Sollwertbegrenzung (Adresse 0x31) auszulesen sieht so aus:

{M31\*\*\*\*<CR><LF>

Jedes der Zeichen entspricht einem zu übertragenden Byte die unterschiedlich dargestellt werden können.

Darstellung als Text:

{ M 3 1 \* \* \* \* <CR> <LF>

Darstellung des ASCII Codes im Dezimalformat:

123 77 51 49 42 42 42 42 13 10

Darstellung des ASCII Codes im Hexadezimalformat :

7B 4D 33 31 2A 2A 2A 2A 0D 0A

**Beispiel 8: Vorgabe der Prozesstemperatur**

Vor der Modus Umschaltung sollte einmalig ein Prozesswert vorgegeben werden um die entsprechende Variable vorzubelegen:

Vorgabe einer Prozesstemperatur von 15,12 °C:

Master sendet: {M0905E8<CR><LF>

Antwort des Thermostats: {S0905E8<CR><LF>

Modus Umschaltung (Watchdog löst eine Warnung aus, falls keine neuen Befehle empfangen werden):

Master sendet: {M190001<CR><LF>

Antwort des Thermostats: {S190001<CR><LF>

Von nun an sollten ständig (wenn möglich 1-mal pro Sekunde) neue Prozesstemperaturwerte gesendet werden.

Wichtig: Vor dem Senden eines neuen Kommandos immer die Antwort vom Thermostat abwarten.

Vorgabe einer Prozesstemperatur von 15,13 °C:

Master sendet: {M0905E9<CR><LF>

Antwort des Thermostats: {S0905E9<CR><LF>

Vorgabe einer Prozesstemperatur von 15,14 °C:

Master sendet: {M0905EA<CR><LF>

Antwort des Thermostats: {S0905EA<CR><LF>

Vorgabe einer Prozesstemperatur von 15,15 °C:

Master sendet: {M0905EB<CR><LF>

Antwort des Thermostats: {S0905EB<CR><LF>

## 9 PB-Kommandos mit größerem Wertebereich und höherer Genauigkeit

### INFORMATION

Diese Funktionalität steht nur bei Geräten mit Pilot ONE® Regler zur Verfügung.

Teilweise ist der Wertebereich bei 2 Byte Werten nicht ausreichend. Dies betrifft beispielsweise Geräte mit einem Temperaturbereich über 300 °C oder mit Leistungen über 30 kW. Aus diesem Grund wurden die PB Kommandos so erweitert, dass auch größere Werte abgefragt und gesetzt werden können.

Im Standardformat der PB-Kommandos werden Werte immer mit 2 Bytes (bzw. 4 Zeichen) übertragen. Durch eine Ergänzung von 2 weiteren Bytes (entspricht 4 weiteren Zeichen) kann der Wertebereich und die Auflösung erhöht werden. In diesem Fall ändern sich folgende Eigenschaften der PB-Kommandos (vergl. Kapitel 4 »Eigenschaften der PB-Kommandos«):

- Die Länge eines Kommandos beträgt immer 14 Zeichen.
- Wird eine nicht definierte oder nicht freigeschaltete (vergl. E-grade) Adresse angesprochen, so wird das Kommando mit der gleichen Adresse und dem Wert „7FFFFFFF“ beantwortet.

Im Vergleich zu Kapitel 7 »Spezielle Beschreibung der PB-Kommandos« ändern sich folgende Eigenschaften einiger Variablen:

- Die Werte aller PB-Kommando Variablen die Temperaturen beinhalten (Sollwerttemperatur, Interntemperatur, ...) werden mit 3 Nachkommastellen (Auflösung 0,001 °C statt 0,01 °C) und einen Wertebereich von -274000 ... 500000 übertragen. Der Messbereich beträgt -200 °C ... 500 °C, nicht vorhandene Sensoren bzw. defekte Sensoren melden -274 °C. Nur bei freigeschaltetem DV-E-grade bringt die zusätzliche Nachkommastelle wirklich neue Informationen mit sich. Ansonsten wird der Wert auf Hundertstel °C gerundet, die letzte Stelle enthält in diesem Fall immer die Ziffer 0.
- Bei allen PB-Kommando Variablen die Leistungen beinhalten können so Werte kleiner -32768 W und größer 32767 W erfasst werden.
- Die Werte aller PB-Kommando Variablen die Volumenströme beinhalten (Thermofluid Volumenstrom, Sollwert Thermofluid Volumenstrom) werden mit 3 Nachkommastellen (Auflösung 0,001 l/min statt 0,1 l/min) übertragen. Nur bei freigeschaltetem DV-E-grade bringen die zusätzlichen Nachkommastellen wirklich neue Informationen mit sich. Ansonsten wird der Wert auf Zehntel l/min gerundet, die letzten beiden Stellen enthalten in diesem Fall immer die Ziffer 0.
- Zur Abfrage der Seriennummer sind im Standardformat zwei PB-Kommandos notwendig, vSNRL (0x1B) und vSNRH (0x1C). Bei Verwendung des größeren Wertebereichs liefern beide Kommandos die vollständige Seriennummer. Es ist daher nicht notwendig zwei Kommandos zu senden.
- Zur Abfrage der aktuellen Leistung sind im Standardformat zwei PB-Kommandos notwendig, vPow (0x04) und vPowHi (0x6E), um Werte außerhalb des Bereichs -32767 ... 32767 abzufragen. Bei Verwendung des größeren Wertebereichs liefern beide Kommandos den vollständigen Leistungswert. Es ist daher nicht notwendig zwei Kommandos zu senden.

Der Aufbau eines PB-Kommandos mit größerem Wertebereich ist wie folgt:

```
{mttvvvvyyy<CR><LF>
```

{	Startzeichen (ASCII Code 0x7B): Identifiziert das PB-Kommando
m	Senderkennung: Master-Anfrage ‚M‘ (ASCII Code 0x4D) oder Slave-Antwort ‚S‘ (ASCII Code 0x53) zur Richtungskennzeichnung. Das Automatisierungssystem (PC, SPS, PLS, ...) ist immer der Master. Seine Anfrage ist durch ein ‚M‘ gekennzeichnet. Der Thermostat ist immer der Slave. Die Antwort des Thermostats ist durch das ‚S‘ gekennzeichnet.
tt	Adresse (entspricht dem Tabellenplatz): 2 Zeichen (1 Byte in Hexadezimaldarstellung).
vvvvvyyy	Variablenwert: 8 Zeichen (4 Bytes als Hexadezimalstring) Soll eine Variable nur abgefragt und nicht verändert werden, so ist als Variablenwert „*****“ zu senden. Die Antwort bei nicht vorhandenen Temperaturen ist -274,000 °C. Dies entspricht der Zeichenfolge „FFFD1B0“.
<CR>	Das Zeichen Carriage Return (ASCII Code 0x0D)
<LF>	Das Zeichen Line Feed (ASCII Code 0x0A)

Im Vergleich zum Standard PB-Kommando ändert sich somit lediglich die Länge des Variablenwertes und damit auch die Länge des gesamten Kommandos.

## 9.1 Beispiele

### Beispiel 9: Sollwert soll auf 20,000 °C eingestellt werden (mit höherer Auflösung)

Der Sollwert für den Temperaturregler befindet sich an Adresse 0x00.

Bei einer höheren Auflösung muss der Wert in der Einheit 0,001 °C übergeben werden. Hier muss (in Dezimaldarstellung) ein Wert von 20000 übergeben werden. In der Hexadezimaldarstellung (mit 8 Zeichen) entspricht dies dem Wert 00004E20. Der Hexadezimalwert muss nun in einen String gewandelt werden.

Folgender String muss damit an das Gerät gesendet werden:

```
{M0000004E20<CR><LF>
```

Dabei entspricht <CR> dem Zeichen Carriage Return (mit dem ASCII Code 13 bzw. 0x0D) und <LF> dem Zeichen Line Feed (mit dem ASCII Code 10 bzw. 0x0A).

Der Thermostat antwortet (falls der Wert zulässig war und nicht begrenzt wurde) mit dem Kommando:

```
{S0000004E20<CR><LF>
```

### Beispiel 10: Sollwert soll auf -23,150 °C eingestellt werden (mit höherer Auflösung)

Bei einer höheren Auflösung muss (in Dezimaldarstellung) ein Wert von -23150 übergeben werden. In der Hexadezimaldarstellung entspricht dies dem Wert FFFFA592.

Folgender String muss damit an das Gerät gesendet werden:

```
{M00FFFA592<CR><LF>
```

Der Thermostat antwortet (falls der Wert zulässig war und nicht begrenzt wurde) mit dem Kommando:

```
{S00FFFA592<CR><LF>
```

### Beispiel 11: Abfrage des Sollwerts (mit höherer Auflösung)

Wenn eine Variable nur abgefragt und nicht gesetzt werden soll, dann muss anstatt des Wertes die Zeichenfolge \*\*\*\*\* eingesetzt.

Master sendet: {M00\*\*\*\*\*<CR><LF>

Antwort des Thermostats: {S00 FFFFDF8<CR><LF>

In diesem Beispiel antwortet der Thermostat mit dem Hexadezimalwert FFFFDF8. Dies entspricht in Dezimaldarstellung dem Wert -520. Der aktuelle Sollwert ist demnach auf -0,520 °C eingestellt.

## 10 PB-Paketkommando

### INFORMATION

Diese Funktionalität steht nur bei Geräten mit Pilot ONE® Regler zur Verfügung.

Mit dem PB-Paketkommando besteht die Möglichkeit, mehrere PB-Kommandos zu einem einzigen Kommando zusammenzufassen. Damit kann die Kommunikation zwischen Automatisierungssystem und Thermostat wesentlich beschleunigt werden.

Vor der Verwendung des PB-Paketkommandos muss dieses am Pilot ONE® Regler konfiguriert werden. Dabei wird festgelegt, welche PB-Kommando Adressen zu einem PB-Paketkommando zusammengefasst werden sollen. Das Paketkommando enthält dann nur noch die zu übertragenden Werte der verschiedenen PB-Kommando Adressen, nicht mehr die Adressen selbst. Die Reihenfolge der Werte entspricht dabei der Reihenfolge der am Pilot ONE® konfigurierten Adressen. In dieser Reihenfolge werden die PB-Kommandos abgearbeitet.

### 10.1 Aufbau

Bei der Kommunikation zwischen Automatisierungssystem (Master) und Regler (Slave) werden keine Binärdaten, sondern ASCII-Zeichen übertragen. Alle Zahlenwerte werden in Hexadezimaldarstellung übertragen.

Das Paketkommando setzt sich wie folgt zusammen:

*[mssillbddd...dddpp<CR>*

[	Starterkennung (1 Zeichen) Als Startkennung ist das Zeichen ‚[‘ definiert.
m	Kommunikationsrichtung (1 Zeichen) Das Zeichen ‚M‘ steht für eine Master-Anfrage (vom Automatisierungssystem). Das Zeichen ‚S‘ steht für eine Slave-Antwort (vom Thermostat).
ss	Slave-Adresse (2 Zeichen in Hexadezimaldarstellung) Standardmäßig wird die Slave-Adresse 1 verwendet. Bei der Kommunikation über die RS232 oder RS485 Schnittstelle des Com.G@tes kann die Slave-Adresse im Menü der Pilot ONE® Reglers verändert werden.
i	Identifizier der Datengruppe (1 Zeichen) Für das PB-Paketkommando ist der Buchstabe ‚B‘ definiert.
ll	Länge des Kommandos (2 Zeichen in Hexadezimaldarstellung) Die Länge des Kommandos entspricht der Anzahl der Zeichen ohne Prüfsumme und ohne Endekennung.
b	Blockzähler Der Blockzähler muss auf 0 gesetzt werden.
ddd...ddd	Werte zu den PB-Kommando Adressen: (jeweils 4 Zeichen) Die einzelnen Werte werden als 16 bit Zahlen übergeben. In Hexadezimaldarstellung entspricht dies einer Zahl mit 4 Ziffern. Für jede Ziffer wird ein Zeichen übertragen. Gültige Zeichen sind 0-9 und A-Z. Bei einer Master-Anfrage ist zudem die Zeichenfolge ‚****‘ zulässig um dem Regler mitzuteilen, dass auf diese Adresse nur lesend zugegriffen wird. Die Darstellung entspricht damit der Wertedarstellung der PB-Kommandos. Enthält das Slave-Antwortkommando anstelle der erwarteten Werte lediglich die Zeichenfolge „EL“ oder „EB“ (inklusive der Anführungszeichen), weist dies auf ein syntaktisch richtiges, aber inhaltlich falsches PB-Paketkommando hin. „EL“ besagt, dass die Anzahl der in der Master-Anfrage enthaltenen Werte nicht mit der projizierten Anzahl übereinstimmt. „EB“ besagt, dass ein ungültiger Blockzähler empfangen wurde. Maximal können 61 PB-Kommando Adressen mit einem PB-Paketkommando angesprochen werden. Damit ergibt sich für das gesamte Kommando eine maximale Länge von 255 Zeichen.
pp	Prüfsumme (2 Zeichen) Die ASCII-Codes aller vorangehenden Zeichen werden in einer Byte-Variable aufaddiert (Bereichsüberläufe werden ignoriert). Das Ergebnis entspricht der Prüfsumme und muss in Hexadezimaldarstellung mit 2 Zeichen eingetragen werden.
<CR>	Endekennung <CR> steht stellvertretend für das nicht druckbare Zeichen Carriage Return (ASCII Code 0x0D). Dieses Zeichen signalisiert das Ende des Kommandos.

## 10.2 Aufbau mit größerem Wertebereich und höherer Genauigkeit

Ist der Wertebereich nicht ausreichend kann dieser beim Paketkommando ebenfalls erweitert werden. Es gelten die gleichen Eigenschaften wie sie im Kapitel 9 »PB-Kommandos mit größerem Wertebereich und höherer Genauigkeit« beschrieben wurden.

Das Paketkommando mit größerem Wertebereich setzt sich wie folgt zusammen:

[mssillbddd...dddpp<CR>

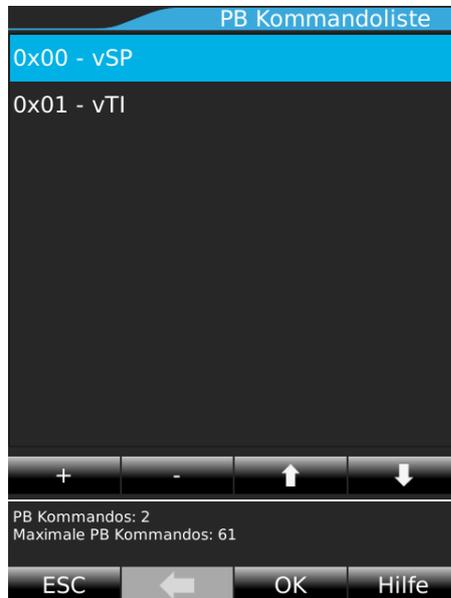
[	Starterkennung (1 Zeichen) Als Startkennung ist das Zeichen ‚[‘ definiert.
m	Kommunikationsrichtung (1 Zeichen) Das Zeichen ‚M‘ steht für eine Master-Anfrage (vom Automatisierungssystem). Das Zeichen ‚S‘ steht für eine Slave-Antwort (vom Thermostat).
ss	Slave-Adresse (2 Zeichen in Hexadezimaldarstellung) Standardmäßig wird die Slave-Adresse 1 verwendet. Bei der Kommunikation über die RS232 oder RS485 Schnittstelle des Com.G@tes kann die Slave-Adresse im Menü der Pilot ONE® Reglers verändert werden.
i	Identifizier der Datengruppe (1 Zeichen) Für das PB-Paketkommando ist der Buchstabe ‚B‘ definiert.
ll	Länge des Kommandos (2 Zeichen in Hexadezimaldarstellung) Die Länge des Kommandos entspricht der Anzahl der Zeichen ohne Prüfsumme und ohne Endekennung.
b	Blockzähler Da die Kommandolänge systembedingt auf 255 Zeichen begrenzt ist können hier maximal 30 Adressen mit einem Kommando angesprochen werden. Sollen mehr Adressen angesprochen werden, muss dies durch Verwendung der Blockzähler B und C geschehen. Für den ersten Block (1...30) wird das Zeichen ‚A‘ verwendet. Für den zweiten Block (31...60) wird das Zeichen ‚B‘ verwendet. Für den dritten Block (61) wird das Zeichen ‚C‘ verwendet.
ddd...ddd	Werte zu den PB-Kommando Adressen: (jeweils 8 Zeichen) Die einzelnen Werte werden als 32 bit Zahlen übergeben. In Hexadezimaldarstellung entspricht dies einer Zahl mit 8 Ziffern. Für jede Ziffer wird ein Zeichen übertragen. Gültige Zeichen sind 0-9 und A-Z. Bei einer Master-Anfrage ist zudem die Zeichenfolge ‚*****‘ zulässig um dem Regler mitzuteilen, dass auf diese Adresse nur lesend zugegriffen wird. Die Darstellung entspricht damit der Wertedarstellung der PB-Kommandos mit größerem Wertebereich. Enthält das Slave-Antwortkommando anstelle der erwarteten Werte lediglich die Zeichenfolge „EL“ oder „EB“ (inklusive der Anführungszeichen), weist dies auf ein syntaktisch richtiges, aber inhaltlich falsches PB-Paketkommando hin. „EL“ besagt, dass die Anzahl der in der Master-Anfrage enthaltenen Werte nicht mit der projizierten Anzahl übereinstimmt. „EB“ besagt, dass ein ungültiger Blockzähler empfangen wurde. Maximal können 30 PB-Kommando Adressen mit einem PB-Paketkommando angesprochen werden. Damit ergibt sich für das gesamte Kommando eine maximale Länge von 251 Zeichen.
pp	Prüfsumme (2 Zeichen) Die ASCII-Codes aller vorangehenden Zeichen werden in einer Byte-Variable aufaddiert (Bereichsüberläufe werden ignoriert). Das Ergebnis entspricht der Prüfsumme und muss in Hexadezimaldarstellung mit 2 Zeichen eingetragen werden.
<CR>	Endekennung <CR> steht stellvertretend für das nicht druckbare Zeichen Carriage Return (ASCII Code 0x0D). Dieses Zeichen signalisiert das Ende des Kommandos.

## 10.3 Konfiguration

Die Konfiguration des PB-Paketkommandos erfolgt am Pilot ONE® Regler. Dazu muss im Hauptmenüpunkt ‚Schnittstellen‘ der Punkt ‚PB-Paket‘ aufgerufen werden. Ohne vorherige Konfiguration durch den Anwender ist bereits eine Standardkonfiguration vorhanden. Diese kann frei verändert werden. Es können PB-Kommando Adressen hinzugefügt oder entfernt werden und die Reihenfolge der Adressen festgelegt werden.  
Adressen welche nicht freigeschaltet sind (vergl. E-grade) sind in der Auswahlliste ausgegraut.

## 10.4 Beispiele

Für die folgenden Beispiele wurde am Pilot ONE® Regler festgelegt, dass mit jedem PB-Paketkommando 2 Adressen angesprochen werden sollen die den Sollwert (vSP, Adresse 0x00) und die Interntemperatur (vTI, Adresse 0x01) enthalten.



Diese Konfiguration dient als Grundlage für die folgenden Beispiele.

### Beispiel 1: Sollwert und Interntemperatur abfragen

Die beiden konfigurierten Werte sollen abgefragt werden.  
Master sendet: [M01B100\*\*\*\*\*2C<CR>

Das Kommando setzt sich wie folgt zusammen:

[ Die Startkennung.  
M Die Kennung für eine Master-Anfrage.  
01 Die Slave-Adresse wurde auf 1 festgelegt.  
B Die Kennung des PB-Paketkommandos.  
10 Die Länge des PB Paketkommandos ohne Prüfsumme und ohne Endezeichen beträgt 16 Zeichen, was in Hexadezimaldarstellung 10 entspricht.  
0 Der Blockzähler (immer 0).  
\*\*\*\* Der Wert zur 1. konfigurierten Adresse (hier: vSP, Adresse 0x00, Sollwert) soll abgefragt werden.  
\*\*\*\* Der Wert zur 2. konfigurierten Adresse (hier: vTI, Adresse 0x01, Interntemperatur) soll abgefragt werden.  
2C Die Prüfsumme welche durch Addition der ASCII-Codes der vorangehenden Zeichen berechnet wurde.  
Den Zeichen des PB-Paketkommandos  
[ M 0 1 B 1 0 0 \* \* \* \* \* \* \* \*  
entsprechen folgende Werte in Dezimaldarstellung  
91 77 48 49 66 49 48 48 42 42 42 42 42 42 42  
Zur Berechnung der Prüfsumme werden die Werte addiert:  
91 + 77 + 48 + 49 + 66 + 49 + 48 + 48 + 42 + 42 + 42 + 42 + 42 + 42 + 42 = 812  
Die Zahl 812 entspricht in Hexadezimaldarstellung der Zahl 32C. Da von der Prüfsumme nur die letzten beiden Zeichen (das niederwertigste Byte) verwendet wird, ergibt sich eine Prüfsumme von 2C.

<CR> Das ASCII Zeichen Carriage Return.

Antwort des Thermostats: [S01B10007D009F19D<CR>

Die ersten 8 Zeichen der Antwort entsprechen denen der Anfrage mit dem Unterschied, dass statt der Master-Kennung ‚M‘ eine Slave-Kennung ‚S‘ enthalten ist.

In diesem Beispiel liefert der Thermostat als 1. Wert die Hexadezimalzahl 07D0 welche in Dezimaldarstellung 2000 entspricht. Der aktuelle Sollwert beträgt somit 20,00 °C.

Als 2. Wert wird die Hexadezimalzahl 09F1 zurückgegeben welche in Dezimaldarstellung 2545 entspricht. Die aktuelle Interntemperatur beträgt somit 25,45 °C.

Die Prüfsumme der Antwort ist 9D.

**Beispiel 2: Sollwert setzen, Interntemperatur abfragen**

Der Sollwert soll auf 30,00 °C gesetzt werden und gleichzeitig die Interntemperatur abgefragt werden.

Master sendet: [M01B1000BB8\*\*\*\*70<CR>

Um den Sollwert auf 30,00 °C einzustellen muss der Hexadezimalwert 0BB8 gesendet werden. Zur Abfrage der Interntemperatur wird \*\*\*\* gesendet.

Antwort des Thermostats: [S01B1000BB809FCC0<CR>

Der Thermostat gibt für den Sollwert den Wert 0BB8 zurück – der neue Sollwert wurde somit übernommen. Als Interntemperatur wird der Wert 09FC zurückgegeben welcher in Dezimaldarstellung 2556 bzw. 25,56 °C entspricht.

**Beispiel 3: Ungültige Anzahl an Werten**

Der Master sendet ein PB-Paketkommando mit nur einem Wert (hier ,\*\*\*\*'), obwohl 2 Werte konfiguriert wurden.

Master sendet: [M01B0C0\*\*\*\*96<CR>

Antwort des Thermostats: [S01B0C0"EL"C9<CR>

Der Thermostat gibt die Fehlermeldung „EL“ zurück.

**Beispiel 4: Ungültiger Blockzähler**

Der Master sendet ein PB-Paketkommando mit einem ungültigen Blockzähler. Der Master sendet als Blockzähler den Wert 1, der Slave beantwortet die mit der Fehlermeldung, „EB“.

Master sendet: [M01B101\*\*\*\*\*2D<CR>

Antwort des Thermostats: [S01B0C1"EB"C0<CR>

Der Thermostat gibt die Fehlermeldung „EB“ zurück.

**Beispiel 5: Sollwert und Interntemperatur mit größerem Wertebereich abfragen**

Die beiden konfigurierten Werte sollen mit einer höheren Auflösung abgefragt werden.

Master sendet: [M01B18A\*\*\*\*\*95<CR>

Das Kommando setzt sich wie folgt zusammen:

- [ Die Startkennung.
- M Die Kennung für eine Master-Anfrage.
- 01 Die Slave-Adresse wurde auf 1 festgelegt.
- B Die Kennung des PB-Paketkommandos.
- 18 Die Länge des PB Paketkommandos ohne Prüfsumme und ohne Endezeichen beträgt 24 Zeichen, was in Hexadezimaldarstellung 18 entspricht.
- A Der Blockzähler für den ersten Block.
- \*\*\*\*\* Der Wert zur 1. konfigurierten Adresse (hier: vSP, Adresse 0x00, Sollwert) soll abgefragt werden.
- \*\*\*\*\* Der Wert zur 2. konfigurierten Adresse (hier: vTI, Adresse 0x01, Interntemperatur) soll abgefragt werden.
- 95 Die Prüfsumme
- <CR> Das ASCII Zeichen Carriage Return.

Antwort des Thermostats: [S01B18A00004E2000003B973C<CR>

Die ersten 8 Zeichen der Antwort entsprechen denen der Anfrage mit dem Unterschied, dass statt der Master-Kennung ‚M‘ eine Slave-Kennung ‚S‘ enthalten ist.

In diesem Beispiel liefert der Thermostat als 1. Wert die Hexadezimalzahl 00004E20 welche in Dezimaldarstellung 20000 entspricht. Der aktuelle Sollwert beträgt somit 20,000 °C.

Als 2. Wert wird die Hexadezimalzahl 00003B97 zurückgegeben welche in Dezimaldarstellung 15255 entspricht. Die aktuelle Interntemperatur beträgt somit 15,255 °C.

Die Prüfsumme der Antwort ist 3C.

**Beispiel 7: Ungültige Blockanfrage bei größerem Wertebereich**

Der Master sendet ein PB-Paketkommando mit zwei Werten (hier, \*\*\*\*\*), jedoch wird für den Blockzähler das Zeichen ‚B‘ verwendet. Da die Anzahl der konfigurierten PB-Kommandos nicht größer als die maximale Blockgröße bei höherer Auflösung ist, wird der zweite Block nicht verwendet. Der Thermostat gibt die Fehlermeldung „EL“ zurück.

Master sendet: [M01B18B\*\*\*\*\*96<CR>

Mit dem gesendeten Kommando sollen bei 32 konfigurierten Adressen die 31. und 32. Variable abgefragt werden. Da allerdings nur 2 Adressen konfiguriert wurden, antwortet der Thermostat mit einem Fehler.

Antwort des Thermostats: [S01B0CB"EL"DB<CR>

**Beispiel 8: PB-Paketkommando mit größerem Wertebereich, wenn die Anzahl der konfigurierten PB-Kommandos die maximale Blockgröße überschreitet**

Abweichend von der Beispielformatierung wurden am Pilot ONE® Regler 35 PB-Kommando Variablen zu dem PB-Paketkommando zusammengefügt. Dies überschreitet bei einem größeren Wertebereich die maximale Anzahl an Kommandos, die in einer Nachricht zusammengefasst werden können (maximale Anzahl 30 PB-Kommando Variablen). Es ist daher nicht möglich das gesamte PB-Paketkommando auf einmal zu bearbeiten, es müssen zwei PB-Paketkommandos gesendet werden. Das erste PB-Paketkommando bearbeitet die ersten 30 konfigurierten PB-Kommando Variablen. Hierzu muss für den Blockzähler das Zeichen ‚A‘ verwendet werden. Die resultierende Länge des PB-Paketkommandos ohne Prüfsumme und Endezeichen beträgt 248 Zeichen ( $8 + 30 * 8$ ), was in Hexadezimaldarstellung F8 entspricht.

Das zweite PB-Paketkommando bearbeitet die folgenden 5 konfigurierten PB-Kommandos. Hierzu muss für den Blockzähler das Zeichen ‚B‘ verwendet werden. Die resultierende Länge des PB-Paketkommandos ohne Prüfsumme und Endezeichen beträgt 48 ( $8 + 5 * 8$ ), was in Hexadezimaldarstellung 30 entspricht.

## 11 Modbus

Das Modbus Protokoll ermöglicht es auf die zuvor beschriebenen PB-Kommando Adressen zuzugreifen.

Bei der Kommunikation mit dem Modbus Protokoll müssen die Regeln wie sie im Kapitel 5 »Zeitverhalten (Timing) bei PB-Kommandos« beschrieben sind ebenfalls beachtet werden.

### INFORMATION

Diese Funktionalität steht nur bei Geräten mit Pilot ONE® Regler zur Verfügung. Das Modbus Protokoll ist bereits ab E-grade Basic freigeschaltet, allerdings kann zur Verwendung verschiedener PB-Kommando Adressen eine zusätzliche E-grade Aktivierung notwendig sein (vergl. Kapitel 7 »Spezielle Beschreibung der PB-Kommandos«).

### 11.1 Allgemeine Beschreibung

Beschrieben wird hier nur der allgemeine Aufbau eines Modbus Kommandos in der Betriebsart Modbus TCP. Die Modbus Spezifikation ist über [www.modbus.org](http://www.modbus.org) verfügbar.

### INFORMATION

Die Kommunikation zwischen dem Modbus Master und dem Modbus Slave (Thermostat mit Pilot ONE® Regler) erfolgt über den, für Modbus TCP reservierten, Ethernet Port 502.

Auf jedes syntaktisch richtige Modbus Kommando erfolgt eine Antwort durch den Modbus Slave.

Ein Modbus Kommando wird im Allgemeinen als „Application Data Unit“ (ADU) bezeichnet. Jedes Kommando setzt sich aus 6 (unterschiedlich langen) Blöcken zusammen:

Modbus Application Protocol Header (MBAP)			
TID	PID	Length	UID
Transaction Identifier	Protocol Identifier	Message Length	Unit Identifier
2 Bytes	2 Bytes	2 Bytes	1 Byte

Protocol Data Unit (PDU)	
FC	Data
Function Code	User Data
1 Byte	n Bytes

Dabei werden die Blöcke TID, PID, Length und UID zusammenfassend als „Modbus Application Protocol Header“ (MBAP) und die Blöcke FC und Data zusammen als „Protocol Data Unit“ (PDU) bezeichnet.

Transaction Identifier	<i>Transaktionsnummer (TID)</i> zur Synchronisierung gleichzeitiger Anfragen zwischen Server und Client.
Protocol Identifier	Das <i>Protokollkennzeichen (PID)</i> wird bei Modbus TCP nicht verwendet, es muss immer mit 0x0000 belegt sein.
Message Length	Die <i>Nachrichtenlänge (Length)</i> gibt die Anzahl der nachfolgenden Bytes im Kommando (UID + PDU) an.
Function Code	Der <i>Funktionscode (FC)</i> gibt an, welche Funktion der Modbus Slave ausführen soll.
Unit Identifier	Die <i>Geräteadresse (UID)</i> hat bei Modbus TCP keine Auswirkung, da die Slaves über ihre IP Adresse angesprochen werden. Daher wird dieser Wert bei Modbus TCP immer auf 0xFF gesetzt.
User Data	Die <i>Benutzerdaten (Data)</i> enthalten die zu übertragenden Informationen.

### INFORMATION

Im Gegensatz zu den PB-Kommandos, bei denen die Werte in Zeichenketten umgewandelt werden, werden hier Binärdaten ausgetauscht.

## 11.2 Datentypen

Es werden die folgenden Datentypen unterstützt:

- Byte (8 Bit)
- Register (16 Bit)
- 32-Bit Integer (32 Bit)

### INFORMATION

Gemäß Modbus Spezifikation erfolgt die Übertragung der Daten als Big-Endian. Das heißt, bei Register bzw. 32-Bit Integer Werten wird das höherwertige Byte zuerst übertragen.

## 11.3 Fehlerbehandlung

Im Fehlerfall müssen zwei unterschiedliche Fehlerarten betrachtet werden. Wird ein Kommando gesendet, welches syntaktisch inkorrekt ist, so wird vom Client keine Antwortnachricht gesendet. Dies führt in der Regel zu einem Server-Timeout. Auf ein syntaktisch korrektes, aber inhaltlich falsches Kommando, wird eine Fehlernachricht an den Server zurück geschickt.

Fehler-Antwort:

MBAP Header				PDU	
TID	PID	Length	UID	FC + 0x80	Data (Fehlercode)
7 Bytes				1 Byte	1 Byte

MBAP Header TID, PID und UID werden von der Request Nachricht übernommen. Length = 0x03.

FC + 0x80 Im Fehlerfall wird zu dem empfangenen Funktionscode 0x80 addiert.

Fehlercode Die unterstützten Fehlercodes werden in der folgenden Tabelle beschrieben:

Fehlercode	Name	Beschreibung
0x01	ILLEGAL FUNCTION	Der empfangene Funktionscode wird vom Slave-Gerät nicht unterstützt. Sollte der verwendete Funktionscode in diesem Handbuch beschrieben sein, deutet dies darauf hin, dass dieser Funktionscode im verwendeten Softwarestand des Pilot ONE® Reglers noch nicht implementiert ist. Ein Update auf einen neueren Softwarestand ist notwendig.
0x02	ILLEGAL DATA ADDRESS	Die Daten Adresse (Register Adresse) ist nicht im gültigen Bereich.
0x03	ILLEGAL DATA VALUE	Die Länge der Benutzerdaten passt nicht zum Funktionscode. Möglicherweise sind in den Benutzerdaten mehr oder weniger Bytes vorhanden als für die entsprechende Funktion erforderlich.
0x04	SLAVE DEVICE FAILURE	Eine Konfiguration am Slave-Gerät verhindert die Verwendung dieser Funktionalität.

## 11.4 Spezielle Beschreibung der Funktionscodes

Nachfolgend werden die Funktionscodes (FC) aufgeführt, welche bei Thermostaten mit Pilot ONE® Regler unterstützt werden.

Es werden zwei Arten von Modbus Funktionscodes unterstützt:

- Public Function Codes
- User-Defined Function Codes

### INFORMATION

Von den **Public Function Codes** gemäß Modbus Spezifikation werden nur die Funktionen 0x03 (Read Holding Registers) und 0x06 (Write Single Register) unterstützt.

Diese basieren auf den PB-Kommandos (vergl. Kapitel 7 »Spezielle Beschreibung der PB-Kommandos«) und werden als 2 Byte (Register) Wert übertragen.

**INFORMATION**

Für **User-Defined Function Codes**, welche PB-Kommandos als Grundlage haben, gelten folgende Bestimmungen:  
Im Gegensatz zu den Public Function Codes, basieren die Modbus Kommandos auf den PB-Kommandos mit größerem Wertebereich. Dies bedeutet, dass die Werte immer mit 4 Bytes übertragen werden (vergl. Kapitel 9 »PB-Kommandos mit größerem Wertebereich und höherer Genauigkeit« und Kapitel 10.2 »Aufbau mit größerem Wertebereich und höherer Genauigkeit«). Des Weiteren gelten alle Bestimmungen für PB-Kommandos mit größerem Wertebereich.

**INFORMATION**

In den Beispielen zu den einzelnen Funktionscodes wird für die Transaktionsnummer (TID) ein beispielhafter Wert verwendet. Dieser kann jedoch beliebig gewählt werden und hat für die Ausführung der Funktion keine Auswirkung.

## 11.4.1 Public Funktionscodes

### 11.4.1.1 Read Holding Registers (FC 0x03)

Der Funktionscode 0x03 wird zum Abfragen mehrerer aufeinander folgenden Register verwendet. Die Adressen der Register können aus Kapitel 7 (»Spezielle Beschreibung der PB-Kommandos«) entnommen werden.

PDU der Anfrage:

FC	Data	
0x03	Start Adresse	Anzahl
1 Byte	2 Byte	2 Bytes

PDU der Antwort:

FC	Data	
0x03	Anzahl der folgenden Bytes	Werte
1 Byte	1 Byte	N * 2 Bytes

Fehlerbehandlung:

Name	Beschreibung
ILLEGAL DATA ADDRESS (0x02)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Die Startadresse ist größer als die größte PB-Kommando Adresse.</li> <li>▪ Die Summe aus Startadresse + Anzahl der zu lesenden PB-Adressen ist größer als die größte PB-Kommando Adresse.</li> </ul>
ILLEGAL DATA VALUE (0x03)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Die Länge der Anfrage ist nicht korrekt.</li> <li>▪ Die Anzahl der zu lesenden PB-Adressen ist nicht korrekt. Sie wird durch die maximal zur Verfügung stehenden PB-Adressen begrenzt.</li> </ul>

#### Beispiel 1: Abfragen der ersten 3 PB-Kommando Adressen

Es sollen die ersten 3 PB-Kommando Adressen (Sollwerttemperatur vSP (0x00), Interntemperatur vTI (0x01), Rücklauftemperatur vTR (0x02)) abgefragt werden.

Der Client sendet folgende Anfrage an den Modbus Slave:

**00 01 00 00 00 06 FF 03 00 00 00 03**

Das Kommando setzt sich wie folgt zusammen:

- 00 01 TID (beliebige Zahl die es ermöglicht die Antwort einer Anfrage zuzuordnen)
- 00 00 PID (immer 0x0000)
- 00 06 Die Nachrichtenlänge beträgt 6 Bytes. Davon wird 1 Byte für die Geräteadresse, 1 Byte für den Funktionscode und 2 Bytes für die Startadresse und 2 Bytes für die Anzahl der zu lesenden PB-Adressen verwendet.
- FF Geräteadresse (UID, immer 0xFF)
- 03 Funktionscode 0x03 für Reading Holding Registers
- 00 00 Startadresse (vSP 0x00)
- 00 03 3 aufeinander folgende PB-Adressen sollen gelesen werden

Der Modbus Slave sendet folgende Antwort zurück:

**00 01 00 00 09 FF 03 06 08 98 01 2C FE 0C**

Die Antwort setzt sich wie folgt zusammen:

- 00 01 TID (von der Anfrage übernommen)
- 00 00 PID (immer 0x0000)
- 00 09 Die Nachrichtenlänge beträgt 9 Bytes. Davon wird 1 Byte für die Geräteadresse, 1 Byte für den Funktionscode, 1 Byte für die Anzahl der folgenden Bytes und 6 Bytes (3 \* 2 Bytes) für die Werte der PB-Variable verwendet.
- FF Geräteadresse (UID, immer 0xFF)
- 03 Funktionscode 0x03 für Reading Holding Registers
- 06 Die Anzahl der folgenden Bytes (3 gelesene Adressen mit jeweils 2 Bytes)
- 08 98 Der Wert der Sollwerttemperatur beträgt 0x0898. Dies entspricht in Dezimaldarstellung 2200, was einer Temperatur von 22,00 °C entspricht.
- 01 2C Der Wert der Intern Temperatur beträgt 0x012C. Dies entspricht in Dezimaldarstellung 300, was einer Temperatur von 3,00 °C entspricht.
- FE 0C Der Wert der Rücklauftemperatur beträgt 0xFE70. Die entspricht in Dezimaldarstellung -500, was einer Temperatur von -5 °C entspricht.

**11.4.1.2 Write Single Holding Register (FC 0x06)**

Der Funktionscode 0x06 wird zum Schreiben einer einzelnen PB-Adresse. Die Adressen der Register können aus Kapitel 7 (»Spezielle Beschreibung der PB-Kommandos«) entnommen werden.

PDU der Anfrage:

FC	Data	
0x06	PB-Adresse	Wert
1 Byte	2 Byte	2 Bytes

PDU der Antwort:

FC	Data	
0x06	PB-Adresse	Wert
1 Byte	2 Byte	2 Bytes

Fehlerbehandlung:

Name	Beschreibung
ILLEGAL DATA ADDRESS (0x02)	Die PB-Adresse ist größer als die größte PB-Kommando Adresse.
ILLEGAL DATA VALUE (0x03)	Die Länge der Anfrage ist nicht korrekt.

**Beispiel 2: Sollwerttemperatur ändern (positiver Wert)**

Der Wert der Sollwerttemperatur (vSP 0x00) soll auf einen positiven Wert geändert werden. Dieser Wert liegt innerhalb der Sollwertgrenzen.

Der Client sendet also folgende Anfrage an den Modbus Slave:

**00 02 00 00 06 FF 06 00 00 05 DC**

Das Kommando setzt sich wie folgt zusammen:

- 00 02 TID (beliebige Zahl die es ermöglicht die Antwort einer Anfrage zuzuordnen)
- 00 00 PID (immer 0x0000)
- 00 06 Die Nachrichtenlänge beträgt 6 Bytes. Davon wird 1 Byte für die Geräteadresse, 1 Byte für den Funktionscode, 2 Bytes für die PB-Adresse und 2 Bytes für den zu schreibenden Wert verwendet.
- FF Geräteadresse (UID, immer 0xFF)
- 06 Funktionscode 0x06 für Writing Single Holding Registers
- 00 00 PB-Adresse (vSP 0x00)
- 05 DC Die Sollwerttemperatur soll auf 15,00 °C eingestellt werden. Der Wert 1500 entspricht in Hexadezimaldarstellung 0x05DC.

Der Modbus Slave sendet folgende Antwort zurück:

**00 02 00 00 06 FF 06 00 00 05 DC**

Die Antwort ist in diesem Fall ein Echo der Anfrage. Daraus geht hervor, dass die Sollwerttemperatur korrekt auf 15,00 °C gesetzt werden konnte.

**Beispiel 3: Sollwerttemperatur ändern (negativer Wert)**

Der Wert der Sollwerttemperatur (vSP 0x00) soll auf einen negativen Wert geändert werden. Dieser Wert liegt innerhalb der Sollwertgrenzen.

Der Client sendet folgende Anfrage an den Modbus Slave:

**00 03 00 00 00 06 FF 06 00 00 F8 30**

Das Kommando setzt sich wie folgt zusammen:

00 03	TID (beliebige Zahl die es ermöglicht die Antwort einer Anfrage zuzuordnen)
00 00	PID (immer 0x0000)
00 06	Die Nachrichtenlänge beträgt 6 Bytes. Davon wird 1 Byte für die Geräteadresse, 1 Byte für den Funktionscode, 2 Bytes für die PB-Adresse und 2 Bytes für den zu schreibenden Wert verwendet.
FF	Geräteadresse (UID, immer 0xFF)
06	Funktionscode 0x06 für Writing Single Holding Registers
00 00	PB-Adresse (vSP 0x00)
F8 30	Die Sollwerttemperatur soll auf -20,00 °C eingestellt werden. Der Wert -2000 entspricht in Hexadezimaldarstellung 0xF830.

Der Modbus Slave sendet folgende Antwort zurück:

**00 03 00 00 00 06 FF 06 00 00 F8 30**

Die Antwort ist in diesem Fall ein Echo der Anfrage. Daraus geht hervor, dass die Sollwerttemperatur korrekt auf -20,00 °C gesetzt werden konnte.

**Beispiel 4: Sollwerttemperatur ändern (negativer Wert wird begrenzt)**

Der Wert der Sollwerttemperatur (vSP 0x00) soll auf einen negativen Wert geändert werden. Dieser Wert liegt außerhalb der Sollwertgrenzen.

Die minimale Sollwertgrenze ist am Pilot ONE auf -30,00 °C eingestellt.

Der Client sendet folgende Anfrage an den Modbus Slave:

**00 04 00 00 00 06 FF 06 00 00 F2 54**

Das Kommando setzt sich wie folgt zusammen:

00 04	TID (beliebige Zahl die es ermöglicht die Antwort einer Anfrage zuzuordnen)
00 00	PID (immer 0x0000)
00 06	Die Nachrichtenlänge beträgt 6 Bytes. Davon wird 1 Byte für die Geräteadresse, 1 Byte für den Funktionscode, 2 Bytes für die PB-Adresse und 2 Bytes für den zu schreibenden Wert.
FF	Geräteadresse (UID, immer 0xFF)
06	Funktionscode 0x06 für Writing Single Holding Registers
00 00	PB-Adresse (vSP 0x00)
F2 54	Die Sollwerttemperatur soll auf -35,00 °C eingestellt werden. Der Wert -3500 entspricht in Hexadezimaldarstellung 0xF254.

Der Modbus Slave sendet folgende Antwort zurück:

**00 04 00 00 00 06 FF 06 00 00 F4 58**

Die Antwort setzt sich wie folgt zusammen:

00 04	TID (beliebige Zahl die es ermöglicht die Antwort einer Anfrage zuzuordnen)
00 00	PID (immer 0x0000)
00 06	Die Nachrichtenlänge beträgt 6 Bytes. Davon wird 1 Byte für die Geräteadresse, 1 Byte für den Funktionscode, 2 Bytes für die PB-Adresse und 2 Bytes für den übernommenen Wert.
FF	Geräteadresse (UID, immer 0xFF)
06	Funktionscode 0x06 für Writing Single Holding Registers
00 00	PB-Adresse (vSP 0x00)
F4 58	Der Wert der Sollwerttemperatur beträgt 0xF448. Dies entspricht in Dezimaldarstellung -3000, was einer Temperatur von -30,00 °C entspricht. Daraus ergibt sich, dass die Sollwerttemperatur auf die untere Sollwertgrenze begrenzt wurde.

## 11.4.2 User-Defined Functioncodes

### 11.4.2.1 Kommunikationstest (FC 0x41)

Diese Funktion wird verwendet, um die Kommunikation zum Modbus Slave zu testen. Die Anfrage wird unverändert als Antwort zurückgesendet.

PDU der Anfrage:

FC	Data
0x41	-
1 Byte	0 Bytes

PDU der Antwort:

FC	Data
0x41	-
1 Byte	0 Bytes

#### Beispiel 1: Kommunikationstest

Zum Testen der Kommunikation sendet der Client folgende Anfrage an den Modbus Slave:

**00 01 00 00 00 02 FF 41**

Das Kommando setzt sich wie folgt zusammen:

- 00 01      Transaktionsnummer (TID, beliebige Zahl die es ermöglicht die Antwort einer Anfrage zuzuordnen)
- 00 00      Protokollkennzeichen (PID, immer 0x0000)
- 00 02      Die Nachrichtenlänge (Length, Länge der nachfolgenden Bytes) beträgt 2 Bytes. Davon wird 1 Byte für die Geräteadresse und 1 Byte für den Funktionscode verwendet. Die Benutzerdaten entfallen beim Kommunikationstest.
- FF          Geräteadresse (UID, immer 0xFF)
- 41          Funktionscode (FC) 0x41 für den Kommunikationstest

Die Antwort des Modbus Slave ist in diesem Fall identisch aufgebaut:

**00 01 00 00 00 02 FF 41**

### 11.4.2.2 PB-Variable abfragen (FC 0x42)

Der Funktionscode 0x42 wird zum Abfragen einer einzelnen PB-Kommando Adresse verwendet. Diese Adresse kann der Tabelle aus Kapitel 7 (»**Spezielle Beschreibung der PB-Kommandos**«) entnommen werden.

PDU der Anfrage:

FC	Data
0x42	PB-Adresse
1 Byte	1 Byte

PDU der Antwort:

FC	Data	
0x42	PB-Adresse	Wert
1 Byte	1 Byte	4 Bytes

#### Beispiel 2: Abfragen der Interntemperatur (vTI)

Die Interntemperatur soll abgefragt werden. Entsprechend der Tabelle hat die PB-Variable „vTI“ die Adresse 0x01.

Der Client sendet also folgende Anfrage an den Modbus Slave:

**00 02 00 00 00 03 FF 42 01**

Das Kommando setzt sich wie folgt zusammen:

00 02	TID (beliebige Zahl die es ermöglicht die Antwort einer Anfrage zuzuordnen)
00 00	PID (immer 0x0000)
00 03	Die Nachrichtenlänge beträgt 3 Bytes. Davon wird 1 Byte für die Geräteadresse, 1 Byte für den Funktionscode und 1 Byte für die PB-Adresse verwendet.
FF	Geräteadresse (UID, immer 0xFF)
42	Funktionscode 0x42 für PB-Variable abfragen
01	Es soll die PB-Variable vTI mit der Adresse 0x01 abgefragt werden.

Der Modbus Slave sendet folgende Antwort zurück:

**00 02 00 00 00 07 FF 42 01 00 00 5B A0**

Die Antwort setzt sich wie folgt zusammen:

00 02	TID (von der Anfrage übernommen)
00 00	PID (immer 0x0000)
00 07	Die Nachrichtenlänge beträgt 7 Bytes. Davon wird 1 Byte für die Geräteadresse, 1 Byte für den Funktionscode, 1 Byte für die PB-Adresse und 4 Bytes für den Wert der PB-Variable verwendet.
FF	Geräteadresse (UID, immer 0xFF)
42	Funktionscode 0x42 für PB-Variable abfragen
01	PB-Variable „vTI“ (0x01)
00 00 5B A0	Der Wert der Interntemperatur beträgt 0x00005BA0. Dies entspricht in Dezimaldarstellung 23456, was einer Temperatur von 23,456 °C entspricht. Beachte: Bei Modbus TCP werden die Daten immer mit erhöhter Auflösung übertragen (vergl. Kapitel 9 »PB-Kommandos mit größerem Wertebereich und höherer Genauigkeit«).

### Beispiel 3: Abfrage einer PB-Variable die nicht existiert

Wird eine PB-Variable abgefragt, welche nicht existiert, wird eine Fehlerantwort zurück gesendet. In diesem Fall soll eine PB-Variable mit der Adresse 0xFA (250) abgefragt werden.

Der Client sendet folgende Anfrage an den Modbus Slave.

**00 03 00 00 00 03 FF 42 FA**

Das Kommando setzt sich wie folgt zusammen:

00 03	TID (von der Anfrage übernommen)
00 00	PID (immer 0x0000)
00 03	Die Nachrichtenlänge beträgt 3 Bytes.
FF	Geräteadresse (UID, immer 0xFF)
42	Funktionscode 0x42 für PB-Variable abfragen
FA	Es soll die (nicht existierende) PB-Variable mit der Adresse 0xFA abgefragt werden

Der Modbus Slave sendet folgende Fehlerantwort zurück.

**00 03 00 00 00 03 FF C2 03**

Die Antwort setzt sich wie folgt zusammen:

00 03	TID (von der Anfrage übernommen)
00 00	PID (immer 0x0000)
00 03	Die Nachrichtenlänge beträgt 3 Bytes.
FF	Geräteadresse (UID, immer 0xFF)
C2	Funktionscode (0x42) +0x80 (siehe Kapitel 11.3 »Fehlerbehandlung«)
03	Fehlercode 0x03 ILLEGAL DATA VALUE

#### 11.4.2.3 PB-Variable ändern und abfragen (FC 0x43)

Diese Funktion ermöglicht es eine PB-Kommando Variable zu verändern. Dazu muss bei den Benutzerdaten zum einen die PB-Adresse gemäß Kapitel 7 (»Spezielle Beschreibung der PB-Kommandos«) angegeben werden. Des Weiteren wird der Wert, welcher gesetzt werden soll, hinzugefügt. Die Antwort des Modbus Slave beinhaltet den aktuellen Wert nach der Änderung. Alternativ zu FC 0x42 ist es auch hier möglich Werte nur abzufragen ohne sie zu verändern. Dazu muss bei den Benutzerdaten (Data) für den zu sendenden Variablenwert 0x7FFFFFFF eingetragen werden.

PDU der Anfrage:

FC	Data	
0x43	PB-Adresse	Wert
1 Byte	1 Byte	4 Bytes

PDU der Antwort:

FC	Data	
0x43	PB-Adresse	Wert
1 Byte	1 Byte	4 Bytes

**Beispiel 4: Starten der Temperierung**

Die PB-Variable „vTmpActive“ zum Starten der Temperierung liegt an Adresse 0x14.

Der Client sendet folgende Anfrage an den Modbus Slave.

**00 04 00 00 00 07 FF 43 14 00 00 01**

Das Kommando setzt sich wie folgt zusammen:

- 00 04 TID (beliebige Zahl die es ermöglicht die Antwort einer Anfrage zuzuordnen)
- 00 00 PID (immer 0x0000)
- 00 07 Die Nachrichtenlänge beträgt 7 Bytes. Davon wird 1 Byte für die Geräteadresse, 1 Byte für den Funktionscode, 1 Byte für die PB-Adresse und 4 Bytes für den zu schreibenden Wert der PB-Variable verwendet.
- FF Geräteadresse (UID, immer 0xFF)
- 43 Funktionscode 0x43 für PB-Variable ändern und abfragen
- 14 Es soll die PB-Variable „vTmpActive“ mit der Adresse 0x14 gesetzt werden.
- 00 00 00 01 Zum Starten der Temperierung wird der Wert 0x00000001 gesendet.

Der Modbus Slave sendet folgende Antwort zurück.

**00 04 00 00 00 07 FF 43 14 00 00 0001**

Das Kommando setzt sich wie folgt zusammen:

- 00 04 TID (von der Anfrage übernommen)
- 00 00 PID (immer 0x0000)
- 00 07 Es folgen 7 weitere Bytes in dieser Nachricht.
- FF Geräteadresse (UID, immer 0xFF)
- 43 Funktionscode 0x43 für PB-Variable ändern und abfragen
- 14 PB-Variable „vTmpActive“ (Adresse 0x14)
- 00 00 00 01 Zustand der Temperierung. Die 1 bedeutet Temperierung aktiv.

**11.4.2.4 PB-Paketkommando abfragen (FC 0x44)**

Diese Funktion ermöglicht die Abfrage mehrerer Variablen mit einem einzelnen Paketkommando. Dazu muss zunächst das Paket wie in Kapitel 10.3 »Konfiguration« beschrieben konfiguriert werden. Die Benutzerdaten der Anfrage enthalten lediglich die Anzahl der konfigurierten PB- Variablen. Stimmt diese nicht mit der im Pilot ONE® Regler konfigurierten Anzahl überein, wird eine Fehlerantwort zurückgesendet.

Die Benutzerdaten der Antwort enthalten zusätzlich die Werte der abgefragten PB-Variablen.

PDU der Anfrage:

FC	Data
0x44	Anzahl Adresse
1 Byte	1 Byte

PDU der Antwort:

FC	Data			
0x44	Anzahl Adressen	Wert 1	...	Wert n
1 Byte	1 Byte	4 Bytes	...	4 Bytes

**Beispiel 5: Abfrage der konfigurierten Adressen**

Für dieses Beispiel wurde das PB-Paketkommando wie folgt konfiguriert:

- vSP (0x00) Sollwert
- vTI (0x01) Interntemperatur

Der Client sendet folgende Anfrage an den Modbus Slave:

**00 05 00 00 00 03 FF 44 02**

Das Kommando setzt sich wie folgt zusammen:

00 05	TID (beliebige Zahl die es ermöglicht die Antwort einer Anfrage zuzuordnen)
00 00	PID (immer 0x0000)
00 03	Die Nachrichtenlänge beträgt 3 Bytes (UID + FC + Data).
FF	UID (immer 0xFF)
44	Funktionscode 0x44 für PB-Paketkommando abfragen
02	Anzahl der konfigurierten PB-Variablen im PB-Paketkommando.

Der Modbus Slave sendet folgende Antwort zurück:

**00 05 00 00 00 0B FF 44 02 00 00 61 A8 FF FF EC 78**

Das Kommando setzt sich wie folgt zusammen:

00 05	TID (von der Anfrage übernommen)
00 00	PID (immer 0x0000)
00 0B	Die Nachrichtenlänge beträgt 11 (0x000B) Bytes. Davon wird 1 Byte für die Geräteadresse (UID), 1 Byte für den Funktionscode, 1 Byte für die Anzahl der PB-Adressen und 2 mal 4 Bytes für die aktuellen Werte der PB-Variablen verwendet.
FF	UID (immer 0xFF)
44	Funktionscode 0x44 für PB-Paketkommando abfragen.
00 00 61 A8	Sollwert: 0x000061A8 entspricht in Dezimaldarstellung 25000, und somit, bei der verwendeten höheren Auflösung, einer Temperatur von 25,000 °C.
FF FF EC 78	Interntemperatur: 0xFFFFEC78 entspricht in Dezimaldarstellung -5000, und somit, bei einer höheren Auflösung, einer Temperatur von -5,000 °C.

#### Beispiel 6: Abfrage entspricht nicht der Konfiguration

Für dieses Beispiel wurde das PB-Paketkommando wie folgt konfiguriert:

- vSP (0x00) Sollwert
- vTI (0x01) Interntemperatur

Der Client sendet folgende Anfrage an den Modbus Slave:

**00 06 00 00 00 03 FF 44 03**

Das Kommando setzt sich wie folgt zusammen:

00 06	TID (beliebige Zahl die es ermöglicht die Antwort einer Anfrage zuzuordnen)
00 00	PID (immer 0x0000)
00 03	Die Nachrichtenlänge beträgt 3 Bytes (UID + FC + Data)
FF	UID (immer 0xFF)
44	Funktionscode 0x44 für PB-Paketkommando abfragen.
03	Dieser Wert stimmt nicht mit der Anzahl an konfigurierten PB-Variablen im PB-Paketkommando überein (es wurden 2 Variablen konfiguriert, es werden aber 3 Variablen abgefragt).

Der Modbus Slave sendet folgende Fehlerantwort zurück:

**00 06 00 00 00 03 FF C4 03**

Das Kommando setzt sich wie folgt zusammen:

00 06	TID (von der Anfrage übernommen)
00 00	PID (immer 0x0000)
00 03	Die Nachrichtenlänge beträgt 3 Bytes (UID + FC + Data)
FF	UID (immer 0xFF)
C4	Funktionscode 0x44 +0x80 (siehe Fehlerbehandlung)
03	Fehlercode 0x03 ILLEGAL DATA VALUE

#### Beispiel 7: Konfiguriertes PB-Paketkommando enthält keine PB-Variablen

Wenn das konfigurierte PB-Paketkommando keine PB-Variablen enthält, wird auf eine Anfrage eine Fehlerantwort zurückgesendet.

Der Client sendet folgende Anfrage an den Modbus Slave:

**00 07 00 00 00 03 FF 44 02**

Das Kommando setzt sich wie folgt zusammen:

00 07	TID (beliebige Zahl die es ermöglicht die Antwort einer Anfrage zuzuordnen)
00 00	PID (immer 0x0000)
00 03	Die Nachrichtenlänge beträgt 3 Bytes (UID + FC + Data)
FF	UID (immer 0xFF)
44	Funktionscode 0x44 für PB-Paketkommando abfragen.
02	Es wird angenommen, dass zwei PB-Variablen im PB-Paketkommando konfiguriert sind.

Der Modbus Slave sendet folgende Fehlerantwort zurück:

**00 07 00 00 00 03 FF C4 04**

Das Kommando setzt sich wie folgt zusammen:

- 00 07 TID (von der Anfrage übernommen)
- 00 00 PID (immer 0x0000)
- 00 03 Die Nachrichtenlänge beträgt 3 Bytes (UID + FC + Data)
- FF UID (immer 0xFF)
- C4 Funktionscode 0x44 +0x80 (siehe Kapitel 11.3 »Fehlerbehandlung«)
- 04 Fehlercode 0x04 „SLAVE DEVICE FAILURE“

#### 11.4.2.5 PB-Paketkommando ändern und abfragen (FC 0x45)

Diese Funktion ermöglicht es mehrere Variablen mit einem einzelnen Kommando zu ändern und den Zustand nach der Änderung abzufragen. Dazu muss zunächst ein Paket wie in Kapitel 10.3 »Konfiguration« beschrieben konfiguriert werden.

Die Benutzerdaten der Anfrage enthalten die Anzahl der konfigurierten PB-Variablen. Stimmt diese nicht mit der im Pilot ONE® konfigurierten Anzahl überein, wird eine Fehlerantwort zurückgesendet. Sollen nur bestimmte Variablen durch das PB-Paketkommando verändert werden, andere aber unverändert bleiben, so muss für diejenigen Variablen auf die nur lesend zugegriffen werden soll der Wert 0x7FFFFFFF gesendet werden.

Die Antwort besitzt die gleiche Struktur wie die Anfrage.

PDU der Anfrage:

FC	Data			
0x45	Anzahl Adressen	Wert 1	...	Wert n
1 Byte	1 Byte	4 Bytes	...	4 Bytes

PDU der Antwort:

FC	Data			
0x45	Anzahl Adressen	Wert 1	...	Wert n
1 Byte	1 Byte	4 Bytes	...	4 Bytes

#### Beispiel 8: Verändern der Sollwert Temperatur, abfragen der übrigen Variablen

Für dieses Beispiel wurde das PB-Paketkommando wie folgt konfiguriert:

- vSP (0x00) Sollwert
- vTI (0x01) Interntemperatur
- vTmpActive (0x14) Zustand Temperierung

Der Client sendet folgende Anfrage an den Modbus Slave:

**00 08 00 00 00 0F FF 45 03 00 00 53 FC 7F FF FF FF 7F FF FF FF**

Das Kommando setzt sich wie folgt zusammen:

- 00 08 TID (beliebige Zahl die es ermöglicht die Antwort einer Anfrage zuzuordnen)
- 00 00 PID (immer 0x0000)
- 00 0F Die Nachrichtenlänge beträgt 15 (0x000F) Bytes. Davon wird 1 Byte für die Geräteadresse (UID), 1 Byte für den Funktionscode, 1 Byte für die Anzahl der PB-Adressen und 3 mal 4 Bytes für die zu schreibenden Werte der PB-Variablen verwendet.
- FF UID (immer 0xFF)
- 45 Funktionscode 0x45 für PB-Paketkommando ändern und abfragen
- 03 Anzahl der konfigurierten PB-Variablen im PB-Paketkommando.
- 00 00 53 FC Sollwert Temperatur auf 21,500 °C setzen (21500 entspricht 0x000053FC)
- 7F FF FF FF Die Interntemperatur kann nur abgefragt werden
- 7F FF FF FF Der Zustand der Temperierung soll nicht verändert, nur abgefragt werden

Der Modbus Slave sendet folgende Antwort zurück.

**00 08 00 00 00 0F FF 45 03 00 00 53 FC 00 00 61 40 00 00 00 01**

Das Kommando setzt sich wie folgt zusammen:

- 00 08 TID (von der Anfrage übernommen)
- 00 00 PID (immer 0x0000)
- 00 0F 15 Bytes (0x000F) folgen
- FF UID (immer 0xFF)
- 45 Funktionscode 0x45 für PB-Paketkommando ändern und abfragen
- 03 Anzahl der konfigurierten PB-Variablen im PB-Paketkommando
- 00 00 53 FC Sollwert: 0x000053FC entspricht 21,500 °C
- 00 00 61 40 Interntemperatur: 0x00006140 entspricht 24,896 °C
- 00 00 00 01 Temperierung aktiv

## 12 OPC-UA

### 12.1 Was ist OPC-UA?

OPC-UA ist ein Protokoll, welches es ermöglicht, Daten eines Gerätes an eine übergeordnete Steuerung bereitzustellen. Der Vorteil dabei ist, dass die Daten selbsterklärend sind. Das heißt, der OPC-Server sendet eine Beschreibung seiner Daten mit und ermöglicht somit, sie automatisch zu interpretieren. So werden beispielsweise bei einer Temperatur nicht nur ein Zahlenwert, sondern auch die Einheit, eine kurze Beschreibung der Temperatur (z.B. Setpoint), sowie die obere und untere Grenze des Wertes und der Datentyp mitgeschickt. Es entfallen somit die z.B. bei den PB-Befehlen nötigen Umrechnungen von m°C in °C.

### 12.2 Funktionsbeschreibung

#### 12.2.1 Was kann der Huber-OPC-Server?

Mit dem Huber-OPC-Server können die verschiedensten Werte des Thermostaten abgefragt und verändert werden. Als Basis dienen die PB-Befehle, welche in dem OPC-Baum dargestellt werden. Aktiviert wird der OPC-Server im Pilot ONE® Menü in der Kategorie „Schnittstellen“. Für den OPC-Server ist das E-grade „OPC-UA“ erforderlich

#### INFORMATION

Mit dem E-grade „OPC-UA“ werden alle PB-Kommandos zur Kommunikation freigeschaltet.

#### INFORMATION

Gemäß der OPC UA Norm darf eine Nodeld keinen NULL Identifier verwenden. Aus diesem Grund sollte Anstelle der Variable vSP (0x00, Sollwert Temperaturregler) die Variable vSPT (0x71) verwendet werden.

#### 12.2.2 Anzahl der Clients

Es sind maximal 3 Verbindungen zum Server im Pilot ONE® möglich. Versuchen sich mehr Clients mit dem Huber-OPC-Server zu verbinden, so wird die Verbindung abgelehnt und es erscheint je nach Client eine entsprechende Fehlermeldung.

#### 12.2.3 Geschwindigkeit/Abfrageintervall

Die Daten des Huber-OPC-Servers werden einmal pro Sekunde aktualisiert. Somit ist es ausreichend, wenn der Client seine Daten sekundlich abfragt.

#### 12.2.4 Subscriptions

Zusätzlich zum permanenten Lesen (polling) von OPC Variablen, bietet OPC-UA die Möglichkeit der Subscriptions an. Dabei kann ein OPC-Client mehrere Variable zu einer Subscription hinzufügen. Diese Variablen werden dann als Monitored Items bezeichnet. Der OPC-Server beobachtet dann diese Monitored Items automatisch und informiert den Client bei Änderungen, z.B. wenn sich der Wert der Variablen geändert hat. Der Huber-OPC-Server unterstützt pro verbundenen Client zwei Subscription mit maximal 100 Monitored Items.

#### INFORMATION

Bei bestimmten OPC-Clients (z.B. UaExpert®) wird automatisch eine Subscription für ModelChange-Events angelegt. Sollen danach weitere OPC-Variablen in einer neuen Subscription beobachtet werden, so schlägt dies mit dem Fehler BadTooManySubscriptions fehl (da nur in älteren Pilot ONE Versionen nur eine Subscription pro Client unterstützt wurde). Wenn möglich sollte diese Option deaktiviert werden. Der OPC-Baum des Huber-OPC-Servers ist statisch und verändert sich nicht zur Laufzeit.

## 12.2.5 Übersicht OPC Server Eigenschaften

Beschreibung	Wert
Maximale Anzahl an Sessions (Clients)	3
Maximale Anzahl an Subscriptions pro Session	2
Maximale Anzahl an Monitored Items pro Subscriptions	100
Maximale Gesamtanzahl an Subscriptions	4
Maximale Gesamtanzahl an Monitored Items	300
Maximum Session Timeout	60000 ms
Maximum Subscription Lifetime	1200000 ms
Minimum Subscription Publishing Interval	1000 ms
Maximum Subscription Publishing Interval	20000 ms
Minimum Sampling Interval für Monitored Items	1000 ms
Maximum Sampling Interval für Monitored Items	5000 ms

## 12.3 Voraussetzungen

### 12.3.1 Netzwerk

OPC kommuniziert generell nur über Ethernet. Dabei kann das Temperiergerät entweder in ein bestehendes Netzwerk integriert werden oder über eine direkte Punkt-zu-Punkt-Verbindung mit einem Client verbunden werden. Je nach Anbindung sind dabei unterschiedliche Einstellungen der Ethernet-Schnittstelle nötig. Per Default ist der Hostname auf `ipilotone-<Seriennummer>` eingestellt. Der Huber-OPC-Server reagiert auf den OPC-Port 4840.

Weitere Details zur Konfiguration der Ethernet-Schnittstelle können dem Handbuch des Pilot ONE® entnommen werden.

### 12.3.2 Zertifikate

#### HINWEIS

**Die Kommunikation mit dem Pilot ONE erfolgt unverschlüsselt.**

**SACHSCHADEN AM TEMPERIERGERÄT UND DER APPLIKATION**

- Die Kommunikation mit dem Pilot ONE muss verschlüsselt erfolgen.
- Die verschlüsselte Kommunikation kann am Pilot ONE deaktiviert werden. Dieser Modus wird **nicht** für produktive Umgebungen empfohlen. Er dient lediglich zum Debuggen von Verbindungen oder für Spezialanwendungen, die eine Verschlüsselung überflüssig machen! Durch eine unverschlüsselte Kommunikation können Daten im Netzwerk sowohl mitgelesen und/oder manipuliert werden! Um die Datenintegrität sicherzustellen, sind weitere Maßnahmen zu treffen! Z..B. 1:1 Verbindung innerhalb eines speziell gesicherten Einbauraumes oder mittels weiterer IT technischer Verfahren.

Um eine sichere Kommunikation zwischen dem Huber-OPC-Server und dem Client gewährleisten zu können, wird die Verbindung zwischen den Teilnehmern verschlüsselt. Somit ist es Dritten nicht möglich die Daten zu belauschen oder zu manipulieren. Grundlage der Verschlüsselung sind Zertifikate, die zwischen beiden Teilnehmern ausgetauscht werden und die Teilnehmer sich so gegenseitig bekannt gemacht werden. Die Gültigkeitsdauer des Huber-OPC-Server-Zertifikates beträgt 10 Jahre. Einen Monate vor Ablauf des Zertifikats wird der Benutzer gewarnt.

## 12.4 Einrichtbetrieb

### 12.4.1 Pilot ONE® Konfiguration

Bevor mit dem Temperiergerät eine Verbindung aufgebaut werden kann, muss der Pilot ONE® konfiguriert werden. Folgende Einstellungen müssen vorgenommen werden:

- Zeit
- Ethernet
- Huber-OPC-Server

#### INFORMATION

Änderungen bestimmter Einstellungen am Temperiergerät können die Generierung eines neuen Zertifikates erforderlich machen. Wird ein neues Zertifikat generiert, dann muss dieses wieder zwischen Temperiergerät und Client ausgetauscht werden.

#### 12.4.1.1 Zeit einstellen

Die Uhrzeit und die Zeitzone sind sehr wichtige für SSL-Zertifikate, da die Gültigkeitsdauer der SSL-Zertifikate begrenzt ist. Wenn die Zeitangaben nicht stimmen, dann wird der Verbindungsaufbau fehlschlagen, da u.U. die Zertifikate bezogen auf die Zeiteinstellungen noch nicht gültig oder bereits ungültig sind.

#### VORGEHENSWEISE

- Gehen Sie zum „Kategorie-Menü“.
- Tippen Sie auf die Kategorie „Systemeinstellungen“.
- Tippen Sie auf die Kategorie „Uhr, Kalender“.
- Nehmen Sie die benötigten Änderungen vor und bestätigen Sie sie durch Tippen auf „OK“.

#### INFORMATION

Beachten Sie bitte auch, dass die Zeiteinstellungen auf dem Client System ebenfalls korrekt sein müssen.

#### 12.4.1.2 Ethernet einstellen

IP-Adresse, Host Name, Domain Name und DNS Server müssen vor dem Austausch der Zertifikate konfiguriert werden. Diese Einstellungen werden in die Zertifikate übernommen. Werden die Einstellungen nachträglich geändert, müssen erneut Zertifikate erstellt werden. Wird ein neues Zertifikat generiert, dann muss dies erneut mit dem Client ausgetauscht werden.

#### VORGEHENSWEISE

- Gehen Sie zum „Kategorie-Menü“.
- Tippen Sie auf die Kategorie „Schnittstellen“.
- Tippen Sie auf die Kategorie „Ethernet“.
- Nehmen Sie die benötigten Änderungen vor und bestätigen Sie sie jeweils durch Tippen auf „OK“.

## 12.5 Huber-OPC-Server einstellen

### 12.5.1 Start/Stopp

Der Huber-OPC-Server muss am Pilot ONE gestartet werden, um eine Verbindung zwischen dem Client und dem Temperiergerät zu ermöglichen. Ist das E-grade „OPC-UA“ nicht aktiv, so ist das Icon ausgegraut und der Huber-OPC-Server kann nicht gestartet werden.

#### VORGEHENSWEISE

- Gehen Sie zum „Kategorie-Menü“.
- Tippen Sie auf die Kategorie „Schnittstellen“.
- Tippen Sie auf die Kategorie „OPC-UA“.
- Tippen Sie auf den Eintrag „Start/Stopp“.

Ist der Huber-OPC-Server nicht gestartet, so stehen folgende Optionen zur Verfügung:

- **Start (einmal)** ist nur bis zum nächsten Neustart des Temperiergerätes gültig. Nach jedem Neustart des Temperiergerätes ist der Huber-OPC-Server automatisch gestoppt.
- **Aktivieren (immer)** startet den Huber-OPC-Server und speichert die Einstellung. Nach jedem Neustart des Temperiergerätes wird der Huber-OPC-Server automatisch gestartet.

Ist der Huber-OPC-Server gestartet, dann steht folgende Option zur Verfügung:

- **Stopp** deaktiviert den Huber-OPC-Server falls der Modus zuvor „Start (einmal)“ war. Falls der Modus „Aktivieren (immer)“ war, wird der Huber-OPC-Server gestoppt und die Einstellung gespeichert. Somit wird nach einem Neustart des Temperiergerätes der Huber-OPC-Server nicht mehr automatisch gestartet.

### 12.5.2 Verschlüsselung

#### HINWEIS

**Die Kommunikation mit dem Pilot ONE erfolgt unverschlüsselt. SACHSCHADEN AM TEMPERIERGERÄT UND DER APPLIKATION**

- Die Kommunikation mit dem Pilot ONE muss verschlüsselt erfolgen.
- Die verschlüsselte Kommunikation kann am Pilot ONE deaktiviert werden. Dieser Modus wird **nicht** für produktive Umgebungen empfohlen. Er dient lediglich zum Debuggen von Verbindungen oder für Spezialanwendungen, die eine Verschlüsselung überflüssig machen! Durch eine unverschlüsselte Kommunikation können Daten im Netzwerk sowohl mitgelesen und/oder manipuliert werden! Um die Datenintegrität sicherzustellen, sind weitere Maßnahmen zu treffen! Z..B. 1:1 Verbindung innerhalb eines speziell gesicherten Einbauraumes oder mittels weiterer IT technischer Verfahren.

Standardmäßig wird die Verbindung zwischen Huber-OPC-Server und Client verschlüsselt. Zusätzlich zur Default Verschlüsselungseinstellung **Basic256**, kann auch **Basic256/Sha256** als Verschlüsselung verwendet werden. Es ist jedoch auch möglich, die Verschlüsselung zu deaktivieren. Diese Einstellung kann jedoch nur verändert werden, wenn der Huber-OPC-Server noch nicht aktiv ist.

#### VORGEHENSWEISE

- Gehen Sie zum „Kategorie-Menü“.
- Tippen Sie auf die Kategorie „Schnittstellen“.
- Tippen Sie auf die Kategorie „OPC-UA“.
- Tippen Sie auf den Eintrag „Verschlüsselung“.

### 12.5.3 Gleitkommaformat

Das verwendete Gleitkommaformat kann verändert werden. Als Typ kann **Double** (default) oder **Float** eingestellt werden. Diese Einstellung kann jedoch nur verändert werden, wenn der Huber-OPC-Server noch nicht aktiv ist.

#### VORGEHENSWEISE

- Gehen Sie zum „Kategorie-Menü“.
- Tippen Sie auf die Kategorie „Schnittstellen“.
- Tippen Sie auf die Kategorie „OPC-UA“.
- Tippen Sie auf den Eintrag „Gleitkommaformat“.

### 12.5.4 Konfiguration

Unter diesem Menüpunkt wird erläutert, was zum Betrieb des Huber-OPC-Servers benötigt wird und welche Einstellungen am Pilot ONE vorgenommen werden müssen.

### 12.5.5 Zertifikate austauschen

Um eine sichere Kommunikation gewährleisten zu können, müssen zwischen dem Pilot ONE® bzw. Huber-OPC-Server und dem Client Zertifikate ausgetauscht werden. Da diese Zertifikate für eine sichere Kommunikation essenziell sind und eine Manipulation der Selben eben diese sichere Kommunikation unterbindet, werden diese per USB-Stick zwischen dem Client und dem Pilot ONE ausgetauscht.

Im Client muss also das Pilot ONE® Zertifikat importiert werden und im Pilot ONE® muss das Client Zertifikat importiert werden.

Dabei speichert der Pilot ONE® seine Zertifikate auf dem USB-Stick in das Verzeichnis „server\_certs“ welches sich direkt im Stammverzeichnis befindet. Die Zertifikate des Clients müssen sich direkt im Stammverzeichnis befinden. Die Erstellung der Client-Zertifikate ist herstellerabhängig und in dessen Anleitung beschrieben.

#### INFORMATION

Werden die Einstellungen der Ethernet-Schnittstelle geändert, so werden neue Zertifikate generiert. Diese müssen dann wieder an die Clients verteilt werden.

- **Import (vom USB-Stick)**  
Es können Client-Zertifikate vom USB-Stick importiert werden. Diese müssen sich im Stammverzeichnis des USB-Sticks befinden. Die zu importierenden Zertifikate können einzeln ausgewählt werden.
- **Export (zum USB-Stick)**  
Das Server-Zertifikat wird auf den USB-Stick exportiert. Dieses befindet sich dann im Verzeichnis „server\_certs“. Der Dateiname entspricht dem Hostnamen.
- **Entfernen (intern)**  
Ungültige oder nicht mehr benötigte Client Zertifikate können unter diesem Punkt entfernt werden.
- **Anzeigen (intern)**  
Es werden die importierten Clientzertifikate angezeigt.
- **Neu erstellen (überschreiben)**  
Das Server-Zertifikat des Temperiergerätes wird neu generiert. Das neue Zertifikat ist wieder 10 Jahre gültig. Der öffentliche Teil des Zertifikats muss neu an die Clients verteilt werden.







# Inspired by **temperature** designed for you

Peter Huber Kältemaschinenbau SE  
Werner-von-Siemens-Str. 1  
77656 Offenburg / Germany

Telefon +49 (0)781 9603-0  
Telefax +49 (0)781 57211

[info@huber-online.com](mailto:info@huber-online.com)  
[www.huber-online.com](http://www.huber-online.com)

Technischer Service: +49 (0)781 9603-244

-125 °C ... +425 °C

**huber**