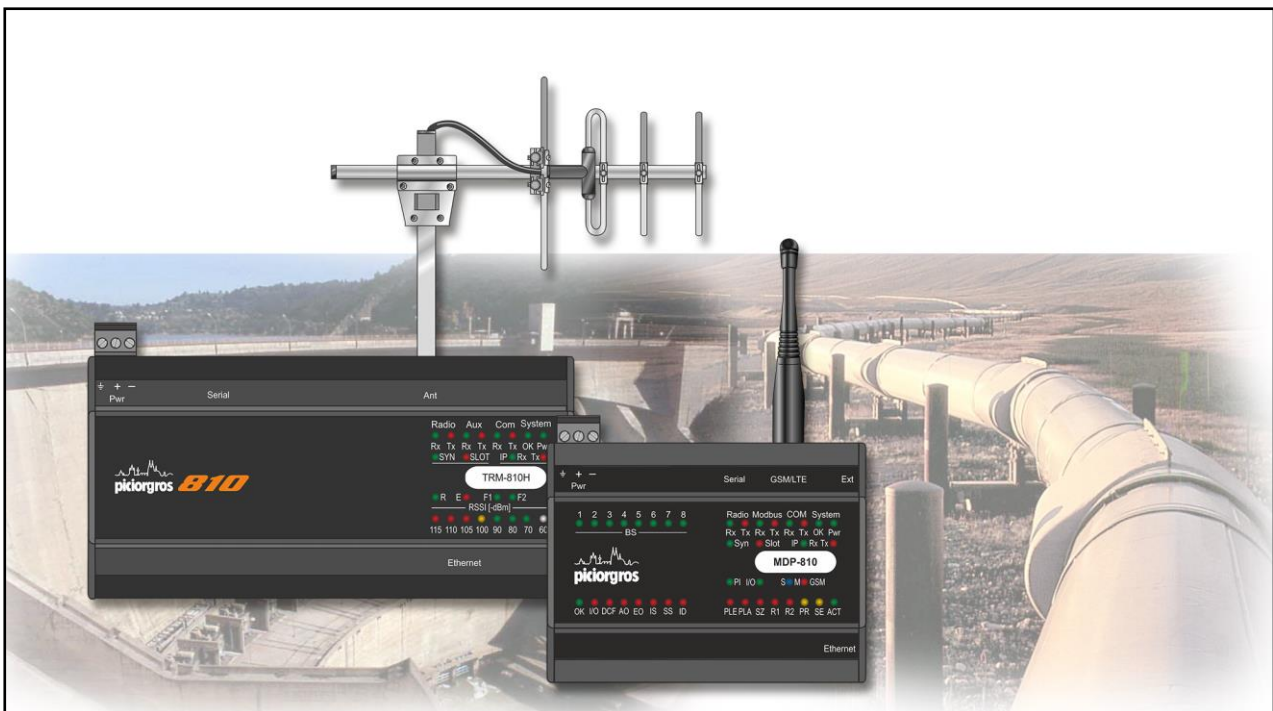


SPS-Kopplung über MODBUS/IP im Zeitschlitzfunk



Funk-Electronic Piciorgros GmbH
Claudiastrasse 5
51149 Köln

Inhaltsverzeichnis

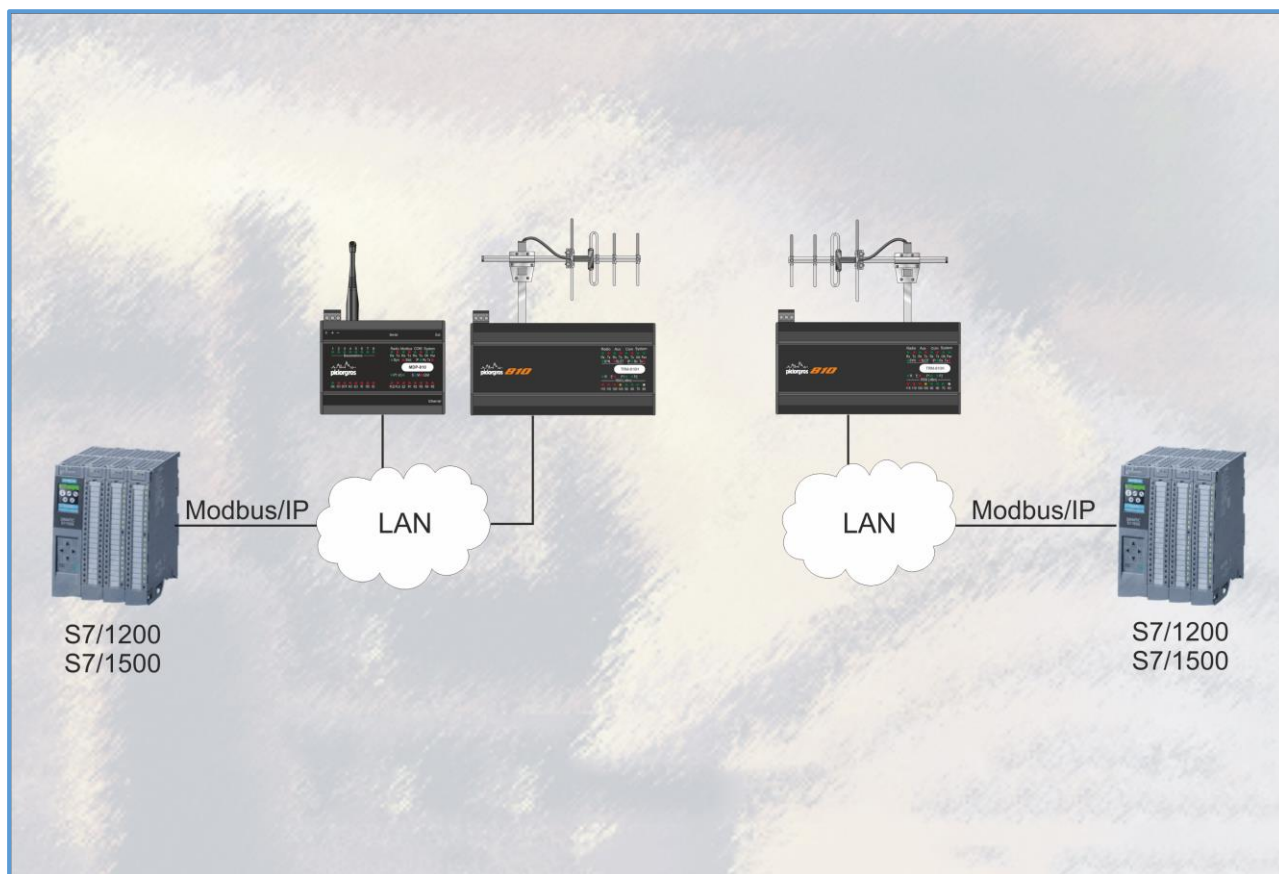
1	KONZEPTION	3
1.1	Funktionsweise des Datenaustauschs	4
1.1.1	Statische Übertragung	5
1.1.2	Dynamische Übertragung	5
1.1.3	Konsistenz der Daten beim Lesen und Schreiben via MODBUS	6
2	APPLIKATIONSBEISPIEL "AUSLESEN VON LOGGERDATEN"	7
2.1	Übertragen von Loggerdaten aus der SPS einer Außenstation	7
2.1.1	Ablauf eines Auslesevorgangs.....	8
2.2	Beidseitige Übertragung großer Datensätze	10
3	REGISTERSTRUKTUREN	11
3.1	Registerstruktur bei der MDP-810 Zentrale	11
3.1.1	Lesestatus.....	12
3.2	Registerstruktur bei der TRM-810-Außenstation	13
3.2.1	Lesestatus.....	14

1 Konzeption

Immer mehr Leitsysteme, SPS' und RTU's unterstützen als Standardschnittstelle das MODBUS-Protokoll über MODBUS/IP oder MODBUS-RTU. Der Datenaustausch über dieses Protokoll per (Zeitschlitz-) Funk stellt eine einfache Möglichkeit dar, Außenbauwerke für SCADA-Applikationen an eine Leitstelle anzubinden.

Durch das standardisierte Protokoll werden hier keinerlei zusätzlichen, kundenspezifischen Softwareimplementierungen für das Handling des Datenaustauschs benötigt.

Auf diese einfache Weise können in jede Richtung (MDP zur Außenstation sowie Außenstation zur MDP) jeweils bis zu 148 Register (entspricht 296 Bytes) je Funkübertragung übertragen werden.



1.1 Funktionsweise des Datenaustauschs

In der MDP-810 ist für jede Außenstation in der Betriebsart MIP ein Schreib- und ein Lesebereich (Buffer) mit jeweils 148 Registern vorgesehen. Der Schreibbereich kann via MODBUS-Zugriff beschrieben und gelesen, der Lesebereich nur ausgelesen werden.

Für die Datenübertragung können zwei Betriebsarten ausgewählt werden:

- **Statische Übertragung:**
Bei der statischen Übertragung wird eine Anzahl Register konfiguriert (bis zu 148). Es wird immer die Anzahl der konfigurierten Register zur Gegenseite übertragen, die Schreibzugriffe auf diesen Registerbereich können beliebig wahlfrei gestaltet werden.
- **Dynamische Übertragung:**
Bei der dynamischen Übertragung können unterschiedlich lange Datenblöcke übertragen werden. Hierbei muss der Schreibzugriff immer ab der ersten Registeradresse des Schreibbereiches erfolgen, außerdem hat der Schreibvorgang aus MODBUS-Sicht immer mit einem Blockschreiben aller benötigter Register in einem Zugriff zu erfolgen (FC 16 "Write Multiple Registers" oder 23 "Read/Write Multiple Registers").
Nach einem solchen Schreibzugriff wird die Anzahl der zu schreibenden Register automatisch gesetzt,

1.1.1 Statische Übertragung

Die statische Übertragung eignet sich für Anwendungen, wo bis zu 148 16-Bit-Register zur Gegenstelle übertragen werden sollen. Die Anzahl der zu übertragenden Register wird hierbei in der Konfiguration der MDP-810 sowie der TRM-810 festgelegt.

Der Austausch der Daten findet jeweils im Rahmen des Stationspollings statt. Die Daten können durch das angeschlossene Equipment jeweils via MODBUS/IP oder MODBUS-RTU in den entsprechenden Registerbereich geschrieben bzw. aus dem entsprechenden Bereich gelesen werden.

1.1.2 Dynamische Übertragung

Bei der dynamischen Übertragung wird nach der Ausführung des MODBUS-Schreibvorgangs die Anzahl der geschriebenen Register automatisch zur Übertragung im nächsten Funkzyklus markiert. Auf diese Weise sind maximal 127 Register übertragbar (dies ist die maximale Anzahl, die in einem MODBUS-Zugriff übertragen werden kann).

Sobald die Register erfolgreich übertragen wurden, wird das Register "Anzahl Schreibregister" von der MDP-810 wieder auf 0 zurückgesetzt.

Die übertragenen Daten werden auf der Außenstationsseite in den Lesebereich geschrieben. Vor dem ersten Register des Lesebereichs befinden sich ein Register "Lesestatus", welches signalisiert, dass neue Daten empfangen wurden. Im Register "Anzahl gelesene Register" wird die Anzahl der Register wiedergegeben, die von der Gegenseite empfangen wurden.

Ein MODBUS-Lesezugriff auf den Lesebereich setzt das Bit "Neue Lesedaten" im Lesestatus-Register zurück.

Trifft ein neuer Datensatz von der Zentrale ein, so werden die bereits vorhandenen Daten, auch wenn diese noch nicht ausgelesen wurden, im Lesebereich überschrieben und das Bit "neue Lesedaten" wird wieder gesetzt.

Der Datenaustausch in Richtung von der Außenstation zur MDP-810 findet exakt nach dem gleichen Prinzip statt.

1.1.3 Konsistenz der Daten beim Lesen und Schreiben via MODBUS

Wenn Daten aus dem Lesebereich mit mehreren MODBUS-Einzelzugriffen ausgelesen oder in den Schreibbereich geschrieben werden, so ist eine Konsistenz dieser Daten zueinander nicht garantiert, da zwischen den Lese- bzw. Schreibzugriffen theoretisch ein neuer Datensatz von der Gegenseite eintreffen oder zur Gegenseite übertragen werden kann, der die Register mit neuen Daten überschreibt.

Wenn Registerbereiche konsistent zueinander sein müssen, so sind diese Register mit einem einzigen MODBUS-Befehl abzufragen bzw. zu schreiben. Damit wird sichergestellt, dass während der Ausführung eines MODBUS-Lese- oder Schreibbefehls die Daten nicht durch neue Inhalte überschrieben werden können.

2 Applikationsbeispiel "Auslesen von Loggerdaten"

Müssen in einer Anwendung Daten übertragen werden, die die maximale Länge von 148 Registern überschreiten, z.B. beim Lesen von Datenloggern, so ist die Übertragung auf mehrere Teile aufzuteilen. Hierbei muss die Applikation sicherstellen, dass ein Teil auch von der anderen Seite empfangen und verarbeitet wurde.

Das nachfolgende Applikationsbeispiel verdeutlicht, wie dies umgesetzt werden kann.

2.1 Übertragen von Loggerdaten aus der SPS einer Außenstation

Für die Übertragung wird die Übertragungsart "Dynamische Daten" gewählt. Da die Datenblöcke in sich konsistent übertragen werden müssen, sind die Daten zwingend in einem einzigen MODBUS-Zugriff in den Schreibbereich zu transferieren. Die maximale Größe eines Blocks beschränkt sich durch das MODBUS-Protokoll hier auf 127 Register.

Um die Übertragung eines Datenblocks aus der SPS zur Zentrale sicher zu quittieren, wird das erste Register im Datenbereich von der Applikation als "Datensatzzähler" definiert. Dieser Zähler ist ein 16-Bit-Wert, welcher einen ersten Datensatz stets mit dem Wert "1" signalisiert. Für jeden weiteren übertragenen Datensatz wird dieser Wert um "1" erhöht, der Wert 0xFFFF (65535) signalisiert den letzten Datensatz der Übertragung.

Ein Datensatzzählerwert von "0" wird als Anzeige für einen undefinierten Zustand verwendet, z.B. sendet die Zentrale diesen Wert als "Bestätigung" zur Außenstation, wenn die noch keine Loggerdaten von der Außenstation erhalten hat (in diesem Fall gibt es noch keine Datensatznummer, deren Erhalt von der Zentrale bestätigt werden soll).

Der zu übertragende Registerbereich am Beispiel einer Unterstation sieht also so aus:

Register	Bedeutung
2001	Datensatzzähler
2002	Erstes Register Nutzdaten
...	...
2127	Letztes Register Nutzdaten

Bei den Abfragedatensätzen von der Zentrale zur Außenstation ist ebenfalls das erste Register als "Bestätigungszähler" ausgelegt. Hier wird immer exakt die Datensatznummer des zuletzt von der Außenstation empfangenen Datensatzes zur Außenstation gesendet. Damit weiß die Außenstation, dass dieser Datensatz auf der Zentralseite bis zum Leitsystem übertragen und dort verarbeitet wurde, sie kann dann den nächsten Datensatz senden.

2.1.1 Ablauf eines Auslesevorgangs

An diesem Beispiel soll die Abfrage eines Datenloggers verdeutlicht werden, der 5 Datentransfer zur vollständigen Übertragung der Daten benötigt.

Hierbei kann die Übertragung der Daten von der Außenstation auch als Spontanübertragung realisiert werden, d.h. die Abfrage muss nicht von der Zentrale initiiert werden, sondern die Außenstation kann die Loggerdaten von sich aus übertragen, sobald diese dort vorliegen.

Die Zentrale schickt einen Abfragedatensatz mit Bestätigungszähler 0 zur Außenstation:

Zentrale → Außenstation

0

Die Außenstation schickt daraufhin ihren ersten Datensatz von 126 Registern mit Datensatznummer 1 zur Zentrale:

Außenstation → Zentrale

1	Dat 1		Dat 126
---	-------	--	---------

Die Zentrale schreibt nun, nachdem sie den Datensatz empfangen hat, die Bestätigungsnummer 1 in ihr erstes Register und schickt die nächste Aufforderung zur Außenstation:

Zentrale → Außenstation

1

Die Außenstation "sieht" daran, dass der vorherige Datensatz 1 verarbeitet wurde und schickt daraufhin ihren nächsten Datensatz von 126 Registern mit Datensatznummer 2 zur Zentrale:

Außenstation → Zentrale

2	Dat 1		Dat 126
---	-------	--	---------

Wenn dieser Datensatz jetzt auf dem Funkweg "verloren" gehen sollte, schickt die Zentrale mit der nächsten Aufforderung immer noch die Bestätigungsnummer 1 zur Außenstation, das ist der Datensatz den sie zuletzt empfangen hat.

Zentrale → Außenstation

1

Die Außenstation schickt daher noch einmal ihren Datensatz 2 zur Zentrale:

Außenstation → Zentrale

2	Dat 1		Dat 126
---	-------	--	---------

Nach diesem Prinzip läuft die Datenübertragung für die restlichen 3 Datensatzteile ab. Der letzte Datensatz von der Außenstation ist nur 50 Register lang und per Definition als letzter Datensatz mit der Nummer 65535 (Hexadezimal 0xFFFF) gekennzeichnet:

Zentrale → Außenstation

2

Außenstation → Zentrale

3	Dat 1		Dat 126
---	-------	--	---------

Zentrale → Außenstation

3

Außenstation → Zentrale

4	Dat 1		Dat 126
---	-------	--	---------

Zentrale → Außenstation

4

Außenstation → Zentrale

65535	Dat 1		Dat 50
-------	-------	--	--------

Zentrale → Außenstation

65535

Wichtig ist, dass die Zentrale den letzten Datensatz ebenfalls mit 65535 (Hexadezimal: 0xFFFF) zur Außenstation bestätigt. Die Außenstation weiß nach Empfang der nächsten Aufforderung, dass alle Daten von der Zentrale empfangen wurden.

In diesem Fall kann die Außenstation, sobald neue Daten zur Übertragung vorliegen, die nächste Übertragung wieder mit Datensatzzählernummer 1 beginnen.

2.2 Beidseitige Übertragung großer Datensätze

Wenn nicht nur von der Außenstation große Datensätze zur Zentrale übertragen werden sollen, sondern auch von der Zentrale zur Außenstation, so kann genau diese beschriebene Übertragungsart auf beide Seiten ausgeweitet werden.

In diesem Fall werden zwei Register als Datensatzzähler / Bestätigungszähler vorangestellt und die Übertragung läuft entsprechend der zuvor beschriebenen Systematik bidirektional ab.

Die Aufteilung der Schreibregister von der Zentrale zur Außenstation sieht also dann z.B. wie folgt aus:

Zentrale MDP-810	
Register	Bedeutung
10	Bestätigungszähler Außenstation → Zentrale
11	Datensatzzähler Zentrale → Außenstation
12	Erstes Register Nutzdaten
...	...
126	Letztes Register Nutzdaten

Und die Aufteilung des Schreibregisterbereich der Außenstation demnach so:

Außenstation TRM-810 (Betriebsart: MIP)	
Register	Bedeutung
2001	Datensatzzähler Außenstation → Zentrale
2002	Bestätigungszähler Zentrale → Außenstation
2003	Erstes Register Nutzdaten
...	...
2127	Letztes Register Nutzdaten

Die Zentrale spiegelt den von der Außenstation im ersten Register erhaltenen Wert, wie im Beispiel zuvor beschrieben, in ihrem ersten Datenregister zur Außenstation zurück. Die Außenstation ihrerseits spiegelt den im zweiten Register von der Zentrale erhaltenen Wert ebenfalls in ihrem zweiten Register zur Zentrale zurück.

3 Registerstrukturen

3.1 Registerstruktur bei der MDP-810 Zentrale

Die bei der MDP-810 verwendete Registerstruktur ist grundsätzlich kompatibel mit der Standard-TRM-Betriebsart. Unterschiede zur Verwendung mit einer TRM-810 in der Betriebsart S1U sind in der nachfolgenden Tabelle beschrieben.

Adresse	Name	Beschreibung
0	Feldstärken	High-Byte: Feldstärke in -dBm, mit der die Außenstation die MDP empfängt Low-Byte: Feldstärke in -dBm, mit der die MDP die Außenstation empfängt
1	Status	Statusregister der MDP-810 für die jeweilige Station
2	Lesestatus	Lesestatus-Register
4	Anzahl zu lesender Register	Anzahl der Register, die von der Außenstation übertragen wurden
9	Anzahl Schreibregister	Anzahl der Register, die zur Außenstation übertragen werden. Das Register ist in der MIP-Betriebsart nur lesbar. Bei der statischen Übertragung steht hier die Anzahl der Register, die zur Außenstation gespiegelt werden. Bei der dynamischen Übertragung wird hier nach einem Schreibvorgang in den Puffer "Schreibdaten" (10-167) automatisch von der MDP die Anzahl der zu übertragenden Register eingetragen. Sind diese Register zur Außenstation übertragen und von dort quittiert worden, wird der Wert bis zum nächsten MODBUS-Schreibvorgang auf 0 gesetzt.
10 – 167	Schreibdaten	Maximal 148 Register, deren Werte zur Außenstation übertragen werden
198	Lesestatus	Kopie von Register 2
199	Anzahl zu lesender Register	Kopie von Register 4
200 – 347	Lesedaten	Maximal 148 Register für die von der Außenstation gesendeten Daten

3.1.1 Lesestatus

Das Lesestatus-Register ist wie folgt aufgebaut:

Bit	Name	Beschreibung
0	Neue Lesedaten	Das Bit wird von der MDP-810 auf "1" gesetzt, wenn neue Daten von der Außenstation zum Auslesen bereitstehen. Ein beliebiger, lesender MODBUS-Zugriff auf den Lesebereich setzt das Bit wieder zurück.
1	Schreibdaten warten	Das Bit ist gesetzt, so lange Schreibdaten auf die Übermittlung an die Außenstation warten. Wenn die Daten übermittelt wurden, wird das Bit zurückgesetzt. Bei statischer Übertragung wird das Bit gesetzt, wenn sich Daten im Schreibbereich ändern. Bei dynamischer Übertragung wird es nach jedem Schreibzugriff gesetzt.
2	Timeout Lesedaten	Bei MIP nicht verwendet
3	Kollision	Bei MIP nicht verwendet
4	Schreibdaten unbestätigt	Das Bit wird zusammen mit Bit 1 gesetzt, wenn neue Schreibdaten zur Übermittlung an die Außenstation warten. Das Bit wird zurückgesetzt, wenn die Daten bestätigt an die Außenstation übertragen wurden.

3.2 Registerstruktur bei der TRM-810-Außenstation

Adresse	Name	Beschreibung
2000	Anzahl Schreibregister	Anzahl der Register, die zur MDP-810 übertragen werden. Das Register ist in der MIP-Betriebsart nur lesbar. Bei der statischen Übertragung steht hier die Anzahl der Register, die zur Außenstation gespiegelt werden. Bei der dynamischen Übertragung wird hier nach einem Schreibvorgang die Anzahl der zu übertragenden Register eingetragen. Sind diese Register zur Zentrale übertragen und von dort quittiert worden, wird der Wert bis zum nächsten MODBUS-Schreibvorgang auf 0 gesetzt.
2001 - 2148	Schreibdaten	Maximal 148 Register, deren Werte zur Zentrale übertragen werden
2198	Lesestatus	Lesestatus-Register
2199	Anzahl gelesener Register	Anzahl der Register, die von der Zentrale übertragen wurden
2200 – 2347	Lesedaten	Maximal 148 Register für die von der Zentrale gesendeten Daten

3.2.1 Lesestatus

Das Lesestatus-Register ist wie folgt aufgebaut:

Bit	Name	Beschreibung
0	Neue Lesedaten	Das Bit wird von der TRM auf "1" gesetzt, wenn neue Daten von der Zentrale zum Auslesen bereitstehen. Ein beliebiger, lesender MODBUS-Zugriff auf den Lesebereich setzt das Bit wieder zurück.
1	Schreibdaten warten	Das Bit ist gesetzt, so lange Schreibdaten auf die Übermittlung an die Zentrale warten. Wenn die Daten gesendet wurden, wird das Bit zurückgesetzt. An dieser Stelle ist jedoch nicht sichergestellt, dass die Zentrale die Daten auch empfangen hat, da das Datentelegramm zur Zentrale durch eine Funkstörung verlorengehen könnte. In diesem Fall würde die TRM die Daten im nächsten Polling erneut zur Zentrale senden. Bei statischer Übertragung wird das Bit gesetzt, wenn sich Daten im Schreibbereich ändern. Bei dynamischer Übertragung wird es nach jedem Schreibzugriff gesetzt.
2	Nicht verwendet	
3	Nicht verwendet	
4	Schreibdaten unbestätigt	Das Bit wird zusammen mit Bit 1 gesetzt, wenn neue Schreibdaten zur Übermittlung an die Zentrale warten. Das Bit wird zurückgesetzt, wenn die Daten bestätigt an die Zentrale übertragen wurden.