

## I.S.1 remote I/O - System Redundante Kopplung über PROFIBUS DP

### 1. Funktionsübersicht

Eine I. S. 1 Feldstation kann mit einer primären und einer redundanten Zentraleinheit (CPM) bestückt werden, wobei jede CPM eine eigene unabhängige PROFIBUS DP Schnittstelle besitzt.

Aus Sicht des Automatisierungssystems existieren je Feldstation 2 separate DP Slaves, welche beide in den zyklischen Data Exchange mit dem DP Master gebracht werden. Es existieren somit zwei unabhängige Übertragungswege zwischen DP Master und der Feldstation.

Über Anwendersoftware im Automatisierungssystem werden diese zwei Übertragungswege auf Funktion und Fehlerfreiheit überwacht, sowie einer der beiden Übertragungswege ausgewählt, um über diesen die Nutzdaten zu übertragen. Der an dem vom AS gewählten Übertragungsweg angeschlossene CPM wird durch die Übertragung eines Steuerregisters vom AS zum CPM 'Aktiv' geschaltet.

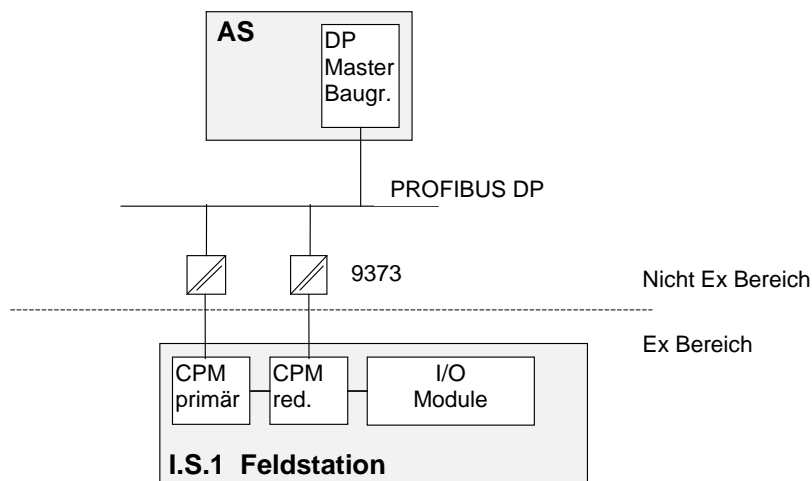
Über den anderen (inaktiven) Übertragungsweg werden zwar auch Daten übertragen. Dies dient jedoch nur zur Verbindungsüberwachung. Die hier übertragenen Daten werden nicht verwendet.

Nur der aktive CPM wickelt den Datenverkehr zu den I/O Modulen der Feldstation ab. Der aktive CPM überwacht den inaktiven CPM und versorgt diesen ebenfalls mit den aktuellen Eingangsdaten.

### 2. Redundanzstrukturen

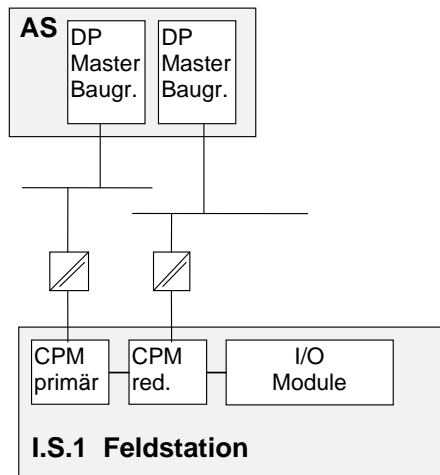
Die nachfolgenden Strukturen redundanter PROFIBUS Netzwerke werden unterstützt:

#### 2.1 Leitungsredundanz im Ex - Bereich redundante Übertragungseinheiten (CPM) in der I.S.1 Feldstation, nicht redundanter DP Master.

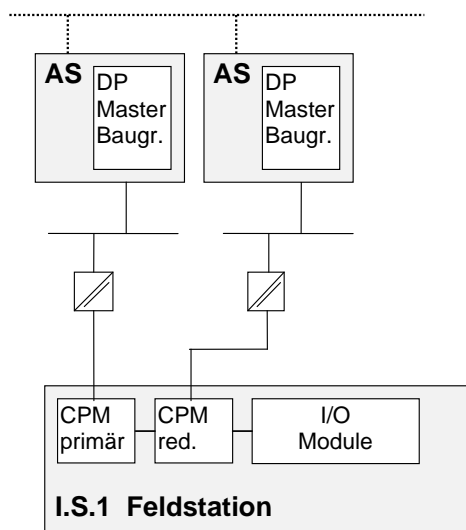


# Redundante Kopplung über PROFIBUS DP

2.2 Redundante PROFIBUS Netzwerke (redundante DP Master Baugruppen im AS)  
 nicht redundantes AS,  
 redundante Übertragungseinheiten (CPM) in der I.S.1 Feldstation,



2.3 Redundantes AS, Redundante PROFIBUS Netzwerke  
 redundante Übertragungseinheiten (CPM) in der I.S.1 Feldstation,



### 3. Verhalten der DP Slaves

#### 3.1 Adressierung

Beide CPM einer I.S.1 Feldstation werden über Tasterbedienung und LCD Display am CPM auf die selbe Adresse eingestellt.

Per Steckplatzcodierung erfolgt die Zuordnung 'CPM primär' und 'CPM redundant'.

Über den Servicebus sind beide CPM unter einer Adresse ansprechbar. Die Unterscheidung, ob der primäre bzw. redundante CPM angesprochen werden soll, erfolgt über eine separate Kennung im Protokoll.

Die eingestellte Adresse wird vom primären CPM als Slaveadresse für den PROFIBUS DP verwendet.

Der redundante CPM inkrementiert die eingestellte Adresse um 1 für die PROFIBUS Schnittstelle.

Im Display des redundanten CPM wird dieses Inkrement durch '+1' hinter der Adresse gekennzeichnet.

Durch das Inkrement des redundanten CPM besitzen die zwei CPM unterschiedliche PROFIBUS Adressen, wodurch auch Redundanzlösungen mit nicht redundantem DP Master (siehe 2.1) möglich sind.

## Redundante Kopplung über PROFIBUS DP

### 3.2 Verhalten der CPM

Zu beiden CPM kann ein parallel ablaufender zyklischer Datenverkehr über PROFIBUS DP aufgebaut werden (beide CPM befinden sich im Data Exchange).

Beide CPM einer I.S.1 Feldstation sind mit den nicht redundant aufgebauten I/O-Modulen verbunden. Ein gleichzeitiger Zugriff der beiden CPM einer I.S.1 Feldstation auf die I/O-Module ist nicht zulässig. Aus diesem Grund wird nur einer der beiden CPM durch ein Steuerregister von der Software im AS in den Zustand Aktiv geschaltet.

Der aktive CPM übernimmt den Zugriff auf die I/O-Module (lesen und schreiben).

Der andere CPM befindet sich im Zustand 'Inaktiv'. Der aktive CPM aktualisiert zyklisch die Eingabedaten im inaktiven CPM und überwacht diesen auf Funktion.

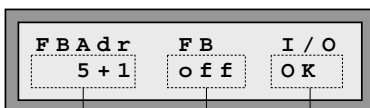
Eingabedaten können damit im störungsfreien Betrieb von beiden CPM zyklisch gelesen werden.

Die Daten zwischen der aktiven und inaktiven CPM können im Fehlerfall jedoch unterschiedlich sein.

Die Daten der inaktiven CPM sollten daher nicht für applikative Zwecke verwendet werden.

Ausgabedaten vom Automatisierungssystem werden im Zustand 'Inaktiv' zwar über den PROFIBUS empfangen und im RAM des CPM abgespeichert, jedoch nicht zu den Ausgabemodulen weitergeleitet.

Anzeige am CPM:



#### Sammelfehler IOM

OK : Keine Signal oder Modulalarne der IOM  
 err : ein oder mehrere Signal oder Modulalarne der IOM sind vorhanden  
 --- : CPM ist inaktiv. Kein Zugriff auf die IOM

#### Feldbus Zustand

off : keine Aktivität am Feldbus.  
 baud : Baudrate gefunden, aber kein Data Exchange mit AS

Betrieb ohne Redundanz:

OK: Data Exchange auf Feldbus

Betrieb mit Redundanz:

OK-A: Data Exchange auf Feldbus, CPM Aktiv  
 OK-I: Data Exchange auf Feldbus, CPM Inaktiv

#### Feldbusadresse:

--- : Keine gültige Adresse vorhanden  
 0 ... 127 : eingestellte Adresse (0 ... 127)

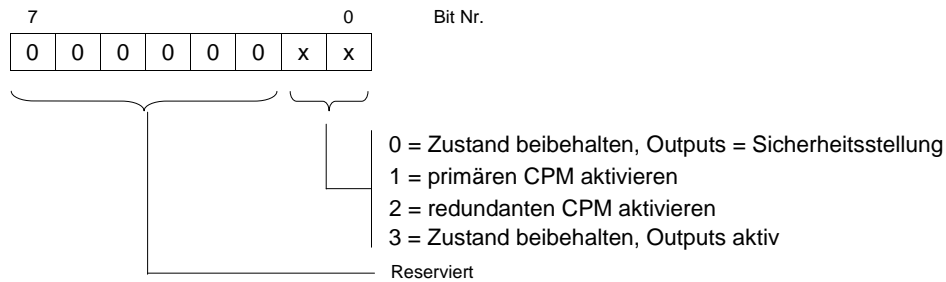
Anzeige an redundanter CPM:

xxx+1 : nicht inkrementierte Adresse auf Servicebus (xxx).  
 um 1 inkrementierte Adresse auf PROFIBUS (xxx +1),

## Redundante Kopplung über PROFIBUS DP

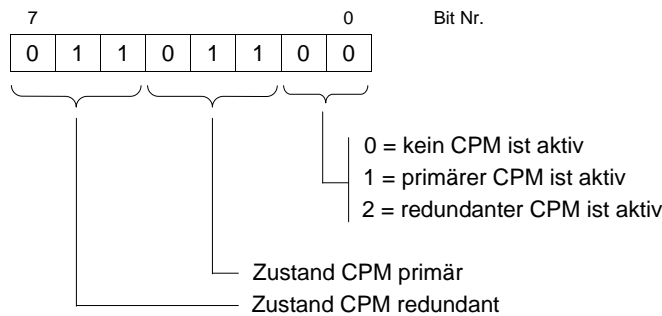
### 3.3 Steuerregister CPM

Die Auswahl, welcher CPM aktiviert wird, erfolgt durch eine Logik im AS (siehe 4.2.1)  
 Die Aktivierung einer der beiden CPM einer redundanten I.S.1 Feldstation erfolgt durch das Schreiben eines Steuerregisters vom Automatisierungssystem zu beiden CPM.  
 Der ausgewählte (aktive) CPM ist permanent (zyklisch) mit dem jeweiligen Steuercode anzusteuern. Hierdurch wird ein automatischer Wiederanlauf nach Störungen sichergestellt. Das Steuerregister für die Redundanzumschaltung ist mit identischem Inhalt zu beiden CPM (prim. und red.) zu aktualisieren.



### 3.4 Statusregister CPM:

Durch das Statusregister kann der aktuelle Zustand der beiden CPM zur Überprüfung vom AS rückgelesen werden:



Gelöscht: ¶  
¶  
¶

### Zustand CPM:

|              |  |
|--------------|--|
| Wert 1 (001) | Hardwarefehler CPM   |
| Wert 2 (010) | <b>Data Exchange mit AS<br/>Diagnose Daten sind vorhanden ! --&gt; Sammelalarm FS generieren</b> |
| Wert 3 (011) | kein Data Exchange (nach Power On)   |
| Wert 4 (100) | Konfigurations- oder Parameter Fehler  |
| Wert 5 (101) | Data Exchange mit AS verlassen   |
| Wert 6 (110) | <b>Data Exchange mit AS<br/>ohne Diagnose Daten --&gt; alle IOM und CPM sind ohne Fehler</b>     |
| Wert 7 (111) | inaktiver CPM ist nicht erreichbar   |

Das Statusregister enthält Informationen über beide CPM. Bei regulärem Betrieb wird diese Statusinformation zwischen beiden CPM quer gekoppelt und kann somit von beiden CPM gelesen werden. Im Störfall kann die Statusinformation jedoch im inaktiven CPM verloren gehen. Deshalb ist vom AS immer nur das Statusregister des aktiven CPM auszuwerten.

## Redundante Kopplung über PROFIBUS DP

### 3.5 Haltezeit der Ausgabemodule

Beim Ausfall einer aktiven Übertragungsstrecke unterbleibt die zyklische Aktualisierung der Ausgabemodule. Auf den Ausgabe Modulen befinden sich Watchdog - Schaltungen, welche die zyklische Datenübertragung zwischen dem CPM und den Ausgabe Modulen überwachen. Bekommt ein Ausgabe Modul länger als die Haltezeit  $T_{Mod}$  keine gültigen Daten übermittelt, bringt das Modul seine Ausgänge in Sicherheitsstellung. Für eine stoßfreie Redundanzumschaltung darf dies nicht erfolgen.

Hierraus ergibt sich folgende Anforderung für eine stoßfreie Umschaltung:

#### Parametrierregel für die Haltezeit der Ausgabemodule ( $T_{Mod}$ ):

$T_{Mod}$  ist **größer** als die maximale Gesamtzeit zwischen dem Auftreten eines Übertragungsfehlers und der Aktivierung des bisher inaktiven CPM (Umschaltzeit) zu parametrieren.

Die maximale Umschaltzeit wird im Wesentlichen bestimmt durch den parametrierten Buszyklus des DP Masters, die Baudrate des PROFIBUS, der Zykluszeit der Überwachungssoftware im Automatisierungssystem sowie der Verzögerung beim Start eines CPM (< 500 ms)

Die Haltezeit der Ausgabemodule ( $T_{MOD}$ ) von I.S.1 ist im DP Master parametrierbar im Bereich 100 ms bis 25,5 Sek. (Defaultwert: 100 ms).

#### Verzögerung beim Start eines CPM:

Wird ein CPM über das Steuerregister von inaktiv nach aktiv geschaltet, so dauert es **maximal 500 ms** bis sich der CPM über das Statusregister als aktiv zurückmeldet.

Liegen gültige Inputdaten im CPM vor, so werden diese innerhalb dieser Zeit zum AS übertragen. Das AS kann in diesem Fall sofort nach Umschaltung auf die Inputdaten des neu gestarteten CPM zugreifen.

Hat der neu gestartete CPM jedoch geänderte Konfigurationsdaten erhalten, so daß die Input Daten des bisher aktiven CPM nicht verwendet werden können, so müssen alle IOM vom neu gestarteten CPM initialisiert werden. In diesem Fall liegen erst wieder gültige Inputdaten im CPM vor wenn sich dieser aktiv meldet.

Vom AS dürfen deshalb die Inputdaten welche vor der aktiv Meldung des CPM übertragen werden nicht verwendet werden (Status des aktiven CPM in AS zur Steuerung der Datenübernahme auswerten).

## Redundante Kopplung über PROFIBUS DP

### 4. Verhalten des DP Masters (AS)

#### 4.1 Konfiguration und Parametrierung der I.S.1 Feldstation im DP Master.

Das übergeordnete Automatisierungssystem sieht zwei DP Slave-Geräte am PROFIBUS mit Adresse n (primär) und Adresse n+1 (redundant).

Beide Slave-Geräte sind im Konfigurator des DP-Masters separat, mit identischer I/O-Bestückung zu konfigurieren sowie mit identischen Slave-Parametern zu parametrieren.

(Empfehlung: primären Slave konfigurieren und parametrieren und anschließend kopieren auf Slave Adresse n+1).

Für jeden der beiden CPM (primär und redundant) existiert im Master somit ein eigener Speicherbereich mit den jeweils zugehörigen I/O-Daten.

Bei den CPM Parametern ist im Konfigurator des DP Masters der Parameter 'CPM redundant = Yes' einzustellen.

Bei der Konfiguration einer redundanten Feldstation ist als erstes Modul (Modul Nr. / Steckplatz = 0) das CPM mit dem Zusatz 'Red.' zu konfigurieren ( z.B. '9440/1.-... CPM Zone 1 Red.')

Das CPM Modul für Redundanz besitzt 1 Byte Eingangsdaten (Statusregister) und 1 Byte Ausgangsdaten (Steuerregister), welche im zyklischen Datenbereich von PROFIBUS DP übertragen werden. Diese Register dienen zur Steuerung und Überwachung der Redundanz durch das AS.

Das CPM Modul ohne Redundanz besitzt keine I/O-Daten (Leermodul).

Auch bei Verwendung von redundanten CPM ist je Feldstation nur ein CPM auf Steckplatz 0 zu konfigurieren, da aus Sicht des Masters zwei Slaves mit jeweils einem CPM existieren.

#### Vorbereitete Redundanz:

Durch den Parameter 'CPM redundant = Yes / No' sowie die CPM Modulbeschreiber ergeben sich folgende Konfigurationsmöglichkeiten: (gültig ab CPM Firmware V01-20)

| Betriebsart:               | nicht Redundanter Betrieb   |  | Nicht Zulässig  | Redundanter Betrieb  |
|----------------------------|---|--|---|--|
| Parameter 'CPM redundant': | Nein  | Nein   | Ja  | Ja   |
| DP Modul-beschreiber CPM:  | 9440/1.-... CPM Zone.<br>nicht redundant<br>(ohne Status- u. Steuerreg.)  | 9440/1.-... CPM Zone. Red.<br>redundant<br>(mit Status- u. Steuerreg.) | 9440/1.-... CPM Zone.<br>nicht redundant<br>(ohne Status- u. Steuerreg.)  | 9440/1.-... CPM Zone. Red.<br>redundant<br>(mit Status- u. Steuerreg.) |
| Verhalten:                 | Der CPM ist an beliebigen Steckplätzen der Rail steckbar.<br><b>Zur Vorbereitung einer späteren CPM Redundanz</b> ist der CPM auf redundante Steckplätze (1 red, 3 red) zu stecken. Die Slave Adresse wird an diesen Steckplätzen inkrementiert (+1).<br>Der Steckplatz links von diesem CPM bleibt frei für eine spätere Erweiterung mit einem redundanten CPM. Rechts neben dem CPM befindet sich der IOM Steckplatz 1. |  | Konfigurationsfehler auf PROFIBUS DP, kein Data Exchange, Diagnosemeldung 'Redundanter CPM Beschreiber benötigt' in Gerätespezifischer Diagnose | Steuerung der Redundanz über Steuerregister durch AS erforderlich.     |
|                            | Der Inhalt des Steuerregisters wird nicht beachtet. Das Statusregister wird aktualisiert.   |  |   |  |



## Redundante Kopplung über PROFIBUS DP

Es ist möglich zwei CPM zu stecken, beide nicht redundant zu konfigurieren und nur einen CPM in Data Exchange zu nehmen.

Ohne bzw. mit vorbereiteter Redundanz darf nur ein CPM in Data Exchange genommen werden, da dieser ohne Steuerregister aktiv wird.

Werden zwei CPM gesteckt und beide in Data Exchange genommen, so toggeln die beiden CPM aktiv / inaktiv (ca. alle 4 Sekunden).

Die Haltezeit der Ausgabemodule ist projektabhängig wie in Kapitel 3.6 beschrieben zu parametrieren.

## Redundante Kopplung über PROFIBUS DP

### 4.2 Softwarefunktionen im AS

Im Automatisierungssystem (AS) sind folgende Softwarefunktionen erforderlich:

- Aktualisierung der I/O-Daten zum Anwenderprogramm.
- Umschaltlogik und Steuerung der Redundanz

Die im Automatisierungssystem benötigten Softwareteile für die Redundanzunterstützung sind bei allen beschriebenen Redundanzstrukturen nahezu identisch.

#### 4.2.1 Umschaltlogik und Steuerung der Redundanz im AS

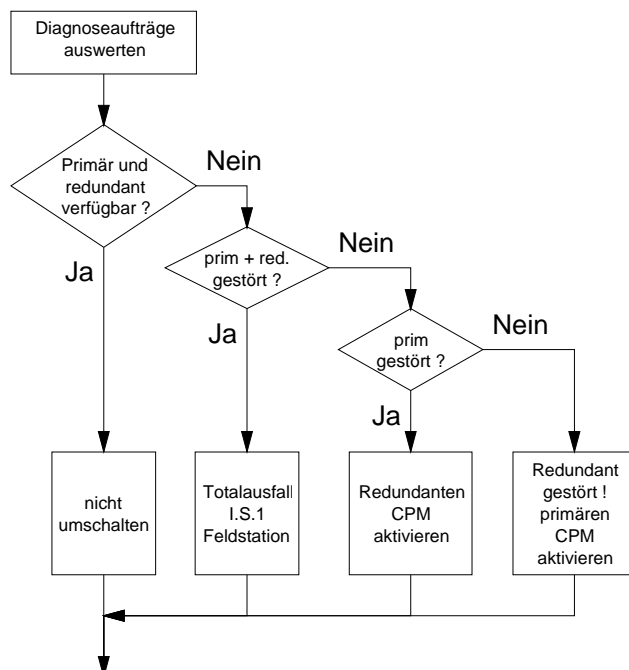
Über ein Applikationsprogramm ist im Automatisierungssystem die Verfügbarkeit der beiden Übertragungswege zu überprüfen und einer der beiden Übertragungswege aktiv zu schalten. Nur über den aktiven Übertragungsweg werden Daten zwischen der Applikationssoftware und den I/O-Modulen der I.S.1 Feldstation ausgetauscht.

Die Überprüfung der redundanten Übertragungswege durch das Automatisierungssystem erfolgt durch Abwicklung und Auswertung des PROFIBUS - Dienstes 'Read Slave Diagnose'.

Im ersten Byte des empfangenen Diagnosetelegrammes wird in Bit Nr. 0 zurückgegeben, ob sich der angesprochene PROFIBUS Slave im zyklischen Datenaustausch befindet oder nicht.

Nach Anwendung dieses Dienstes auf beide CPM kann durch eine Logik im AS einer der Übertragungswege (einer der beiden CPM) gewählt werden, welcher aktiv geschaltet werden soll. Durch Übertragung des Steuerregisters vom AS zu den CPM wird das Ergebnis dieser Entscheidung den CPM mitgeteilt, welche entsprechend reagieren.

#### Umschaltlogik im AS zur Steuerung der Redundanzumschaltung:



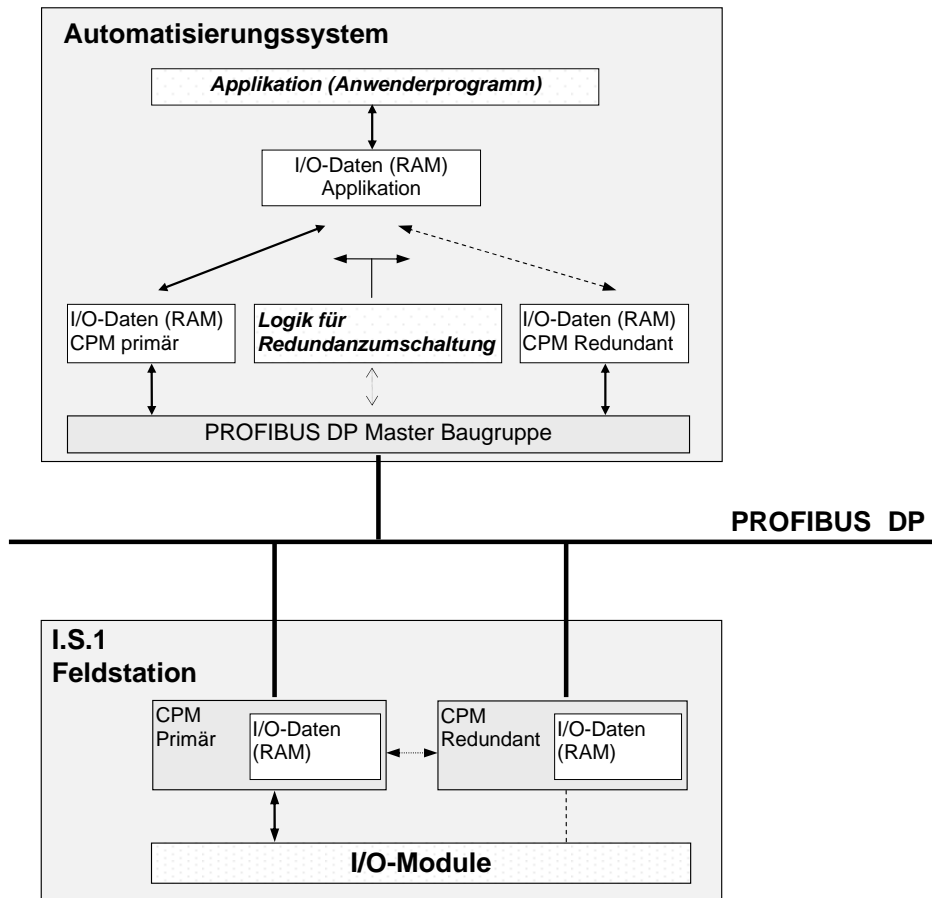
## Redundante Kopplung über PROFIBUS DP

### 4.2.2 Aktualisierung der I/O-Daten zum Anwenderprogramm

Für die I/O-Daten der Applikation existiert im AS ein dritter Speicherbereich. Dieser Speicherbereich der Applikation muß per Anwenderprogramm zyklisch mit dem Speicherbereich des aktiven CPM aktualisiert werden.

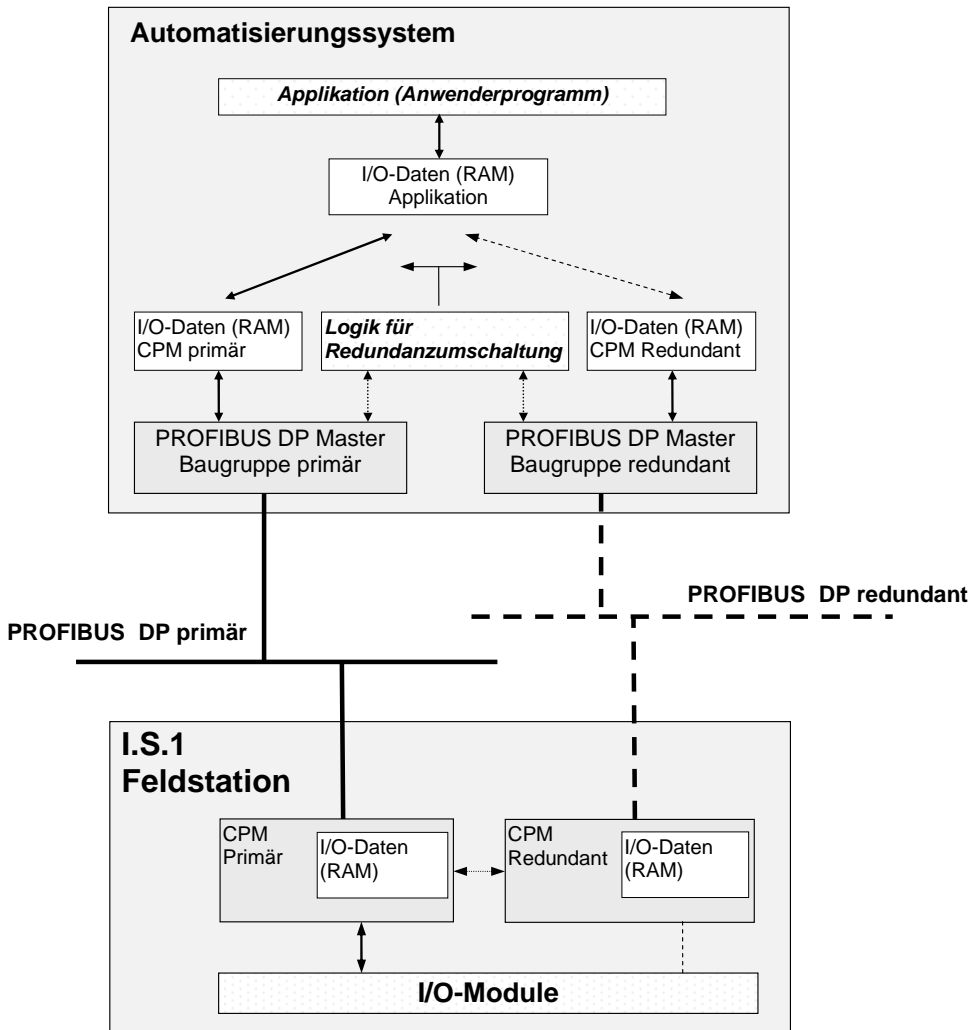
Der Speicherbereich für Ausgabedaten des inaktiven CPM muß nicht zyklisch aktualisiert werden.

Es ist jedoch darauf zu achten, daß bei einer Redundanzumschaltung der Steuerbefehl zur Aktivierung sowie aktuelle Ausgabedaten im selben DP Zyklus des bisher inaktiven CPM übertragen werden.



**Beispiel 1:** Nicht redundantes Automatisierungssystem mit redundanter I.S.1 Feldstation

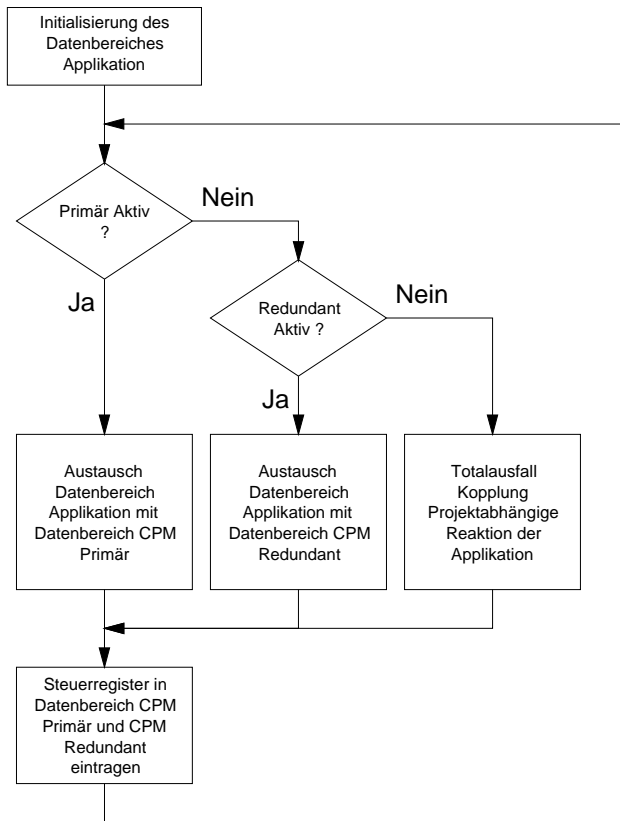
**Redundante Kopplung über PROFIBUS DP**



**Beispiel 2:** Automatisierungssystem mit redundantem PROFIBUS interface

# Redundante Kopplung über PROFIBUS DP

Logik zur Steuerung der Datenaktualisierung im AS:



## Redundante Kopplung über PROFIBUS DP

### Versionsveränderungen:

| Revision<br>Kopplungs-<br>beschreibung<br>PROFIBUS DP<br><b>redundant</b> | Version<br>GSD file | Erweiterungen / Änderungen  |
|---|---------------------|---|
| 1.2   | 1.02                | neue CPM PROFIBUS Firmware Rev. 01-20:<br>- Unterstützung von CPM Redundanz<br>- Unterstützung der vorbereiteten Redundanz wie in Kap. 4 beschrieben  |
| 1.4   | 1.05                | neue CPM PROFIBUS Firmware Rev. 01-22:<br>- PNO zertifiziert gemäß PROFIBUS DP Standard.<br>- Aktualisierung von Eingabedaten im inaktiven CPM<br>- CPM display: Anzeige von Signal- and Diagnose Information.<br>- Startup delay (inaktiv -> aktiv) des CPM optimiert von 800 auf < 500 ms |
| 1.5   | ab 1.05             | Beschreibung in Kapitel 3.2 erweitert. Keine funktionalen Änderungen.   |
| 1.6   | -                   | Sammelalarm Feldstation in Statusregister CPM zugefügt.<br>(verfügbar ab CPM Firmware Rev. 01-30 oder 02-30)  |