

Advanced Distributed Automation VU - 183.648

Protokoll

Phase II (Target 3)

Markus Macsek, Matr. Nr. 1125676

Studienkennzahl 066 938

markus.macsek@student.tuwien.ac.at

Wien, 5. Mai 2015

1 Phase I

1.1 Aus welchen Modulen besteht die Station?

- Physische Module / Automatisierungsgeräte (nur relevante Teile):
 - Netzteil
 - SPS S7-300
 - AS-i-Master-Schnittstelle
 - ProfiNet Remote I/Os mitsamt zugehörigen I/O-Modulen:
 - * 3x 4 Digital Inputs
 - * 1x 4 Digital Outputs
 - Managed Ethernet Switch
 - AS-i-Slaves: Ventilinseln, Bedienfelder
 - div. Sensoren (siehe 1.2)
 - div. Aktoren (siehe 1.2)
- Logische Module / Stationen (Statemachines):
 - Übergabe von Target 2
 - Station 1 (Pufferung)
 - Station 2 (Sortierung)

1.2 Welche Sensoren und Aktuatoren sind in der Station verbaut und wie funktionieren diese?

- Lichtschranken:
 - Station 1 - B3: erkennt Übergabe von Target 2 (0)
 - Station 1 - B4: erkennt Bauteil nach Vereinzelung (0)
 - Station 1 - B5: erkennt Bauteil in Vereinzelung (0)
 - Station 2 - B5: erkennt Bauteil vor erster Sortierstraße (0)
 - Station 2 - B6: erkennt eine volle Sortierstraße (1)
- Endschalter:
 - Station 1 - 1Bx: $x = 1 \dots$ Vereinzelung offen / $x = 2 \dots$ Vereinzelung geschlossen

- Station 2 - 1Bx: $x = 1 \dots 1$. Schranke offen / $x = 2 \dots 1$. Schranke geschlossen
- Station 2 - 2Bx: $x = 1 \dots 2$. Schranke offen / $x = 2 \dots 2$. Schranke geschlossen
- Relais:
 - Station 1 - K1: Relais für Motor bei Pufferung
 - Station 2 - K1: Relais für Motor bei Sortierung
- Motoren:
 - Station 1 - M1: Motor für Förderband bei Pufferung
 - Station 2 - M1: Motor für Förderband bei Sortierung
- Doppeltwirkende Zylinder:
 - Station 1 - 1Y1: Schranke bei Vereinzelung
 - Station 2 - 1Y1: 1. Schranke bei Sortierung
 - Station 2 - 1Y2: 2. Schranke bei Sortierung
- Einfachwirkende Zylinder:
 - Station 2 - 1Y3: Absperrung erste Sortierstraße

1.3 Wie wurden Sensoren und Aktuatoren auf den Targets klassifiziert und kodiert? Welche Norm wurde dafür herangezogen?

Klassifizierung/Kodierung:

- B ... Lichtschranken, Endschalter
- K ... Relais
- M ... Motoren
- Y ... Ventile

Relevante Normen: DIN 40719-2:1978 (alt), EN 81346-2:2010 (neu).

1.4 Wie wurde die Zuordnung der Sensorik und Aktuatorik zum Installationsbussystem Aktuator-Sensor-Interface (Slaveadresse, Nutzdatenbit) und zur SPS durchgeführt (Eingangs-/Ausgangsadresse)?

1.4.1 ASi-Module

Über ASi sind die beiden Bedienfelder der Stationen sowie sämtliche Ventile für die Steuerung der Schranken verfügbar. Dabei sind die 31 ASi-Slaves in den Speicher der CPU über den ASi-Master gemappt. Jeder ASi-Slave hat 4 I/Os, welche in ein Nibbel abgebildet werden (Eingangs- und Ausgangswerte entsprechen verschiedene Speicherbereiche). Das bedeutet, dass pro Byte zwei ASi-Slaves adressiert werden. Eine Ausnahme stellt das erste Byte im Speicherbereich dar, in dem nur im unterem Nibbel der erste ASi-Slave adressiert wird. In den folgenden Bytes entspricht stets der obere Nibbel einem ASi-Slave mit aufsteigender geraden ID und der untere Nibbel einem ASi-Slave mit aufsteigender ungeraden ID.

Mittels forcieren der Steuerwerte bzw. beobachten des relevanten Eingansbereichs konnte die in Tabelle 1 gelistete Zuordnung gefunden werden. Die in dieser Tabelle verwendete Adresse ist vom Format X.Y, wobei:

X ... ASi-Slave-ID (1 - 31)

Y ... Bit (0 - 4)

Hinweis: Die Forcierung von Steuerwerten sollte nur unter abgeschalteter Druckluftzufuhr durchgeführt werden.

1.4.2 ProfiNet-Module

Sämtliche digitale Eingänge der diversen Lichtschranken und Endschalter, sowie die digitalen Ausgänge zu den Relais sind in der derzeitigen Konfiguration über ProfiNet verfügbar.

Die in Tabelle 2 gelistete Zuordnung konnte zum größten Teil über die Beschriftung gefunden bzw. über die entsprechenden Leuchtdioden überprüft werden. Einzig die Ansteuerung der Relais musste mittels Trial-and-Error gefunden werden. Die in dieser Tabelle verwendete Adresse ist vom Format X.Y, wobei:

X ... Steckplatz von digitalem Ein-/Ausgabe-Modul

Y ... Ein-/Ausgang am jeweiligen Modul (0=1, 1=5, 2=2, 3=6)

E/A	Adresse	Beschreibung
E	21.0	Station 1 - Bedienfeld: Taste 0
E	21.1	Station 1 - Bedienfeld: Taste 1
E	21.2	Station 1 - Bedienfeld: Taste 2
E	21.3	Station 1 - Bedienfeld: Taste 3
A	21.0	Station 1 - Bedienfeld: Lampe 0
A	21.1	Station 1 - Bedienfeld: Lampe 1
A	21.2	Station 1 - Bedienfeld: Lampe 2
A	21.3	Station 1 - Bedienfeld: Lampe 3
E	25.0	Station 2 - Bedienfeld: Taste 0
E	25.1	Station 2 - Bedienfeld: Taste 1
E	25.2	Station 2 - Bedienfeld: Taste 2
E	25.3	Station 2 - Bedienfeld: Taste 3
A	25.0	Station 2 - Bedienfeld: Lampe 0
A	25.1	Station 2 - Bedienfeld: Lampe 1
A	25.2	Station 2 - Bedienfeld: Lampe 2
A	25.3	Station 2 - Bedienfeld: Lampe 3
A	24.0	Station 1 - 1Y1: Ventil für Schranke bei Vereinzelung
A	28.0	Station 2 - 1Y2: Ventil für 2. Schranke bei Sortierung
A	28.1	Station 2 - 1Y1: Ventil für 1. Schranke bei Sortierung
A	28.2	Station 2 - 1Y3: Ventil für Absperrung erste Sortierstraße

Tabelle 1: ASi-Zuordnung

E/A	Adresse	Beschreibung
E	1.0	Station 1 - 1B1: Endschalter für geschlossene Vereinzelung
E	1.1	Station 1 - B5: Lichtschranke für Bauteil-Übergabe von Target 2
E	1.2	Station 1 - B3: Lichtschranke für Bauteil innerhalb der Vereinzelung
E	1.3	Station 1 - 1B2: Endschalter für offene Vereinzelung
E	2.0	Station 1 - B4: Lichtschranke für Bauteil nach der Vereinzelung
E	2.1 (<i>korrr.</i>)	Station 2 - B5: Lichtschranke für Bauteil vor erster Sortierstraße
E	2.3	Station 2 - 1B1: Endschalter für offene 1. Schranke
E	3.0	Station 2 - 1B2: Endschalter für geschlossene 1. Schranke
E	3.1	Station 2 - 2B2: Endschalter für geschlossene 2. Schranke
E	3.2	Station 2 - 2B1: Endschalter für offene 2. Schranke
E	3.3	Station 2 - B6: Lichtschranke für volle Sortierstraße
A	4.0	Station 1 - K1: Relais für Motor von Förderband
A	4.1	Station 2 - K1: Relais für Motor von Förderband

Tabelle 2: ProfiNet-Zuordnung

1.5 Welche Voraussetzungen muss ein SPS Programm für das Target erfüllen (Startvoraussetzung, Anlaufphase, Ablaufphase, Not-Aus, Reset, ...)?

- Startvoraussetzung (nach Reset): 4

- Förderbänder müssen leer sein (keine Information bezüglich Sortierung vorhanden)
- Sortierstraßen müssen leer sein (keine Information bezüglich Anzahl der bereits sortierten Bausteine)
- Anlaufphase:
 - Initialzustand herstellen (z.B.: Schranken in definierte Stellung bringen, Zählervariablen initialisieren)
 - *siehe Reset*
- Ablaufphase:
 - Richtige Ansteuerung der Aktoren, Auswertung der Sensoren und der Benutzereingabe
- Not-Aus:
 - Förderbänder stoppen
 - sämtlichen Input bis auf den Not-Aus-Stop deaktivieren
- Reset:
 - Initialzustand wiederherstellen (z.B.: Statemachines, Zählervariablen zurücksetzen)
 - *Statemachines zurücksetzen, Motoren abschalten, lokale Bauteil Farbe auf 0 setzen, je nach Station entweder Puffer oder Zählervariablen zurücksetzen, Vereinzelung in Station 1 schließen.*

1.6 Welche Fehlerzustände können innerhalb der Station aufgrund von mechanischen Unzulänglichkeiten auftreten? Sind diese Zustände anhand der vorhandenen Sensoren/Aktoren erkennbar, und wenn ja, wie?

- Rutsche zwischen Förderbänder von Station 1 und 2:
 Bauteil kann aufgrund zu hoher Reibung / zu geringer Neigung auf der Rutsche hängen bleiben. Dies ist erkennbar durch ein Timeout zwischen den beiden Lichtschranken [Station 1 - B4] und [Station 2 - B5].
Dieses Problem wurde gelöst, in dem die Statemachine von Station 2 erst startet, wenn das Bauteil von dem Sensor am Anfang der Station erfasst wird. Außerdem wurde der Rutschteil dahingehend optimiert, dass der Abstand zwischen dem Förderband von Station 1 und dem Förderband von Station 2 verringert wurde und die Rutsche anschnellend besser positioniert wurde.

- Sortierstraßen in Station 2:
Bauteil kann aufgrund zu hoher Reibung / zu geringer Neigung auf einer der Sortierstraßen genauso hängen bleiben, dass die Lichtschranke [Station 2 - B6] unterbrochen ist und so eine volle Sortierstraße suggerieren. Durch Mitzählen der Bauteile pro Sortierstraße und einem definierten Maximum (z.B.: 6) ist dies leicht zu erkennen und zu umgehen.
- unzureichender Druck:
Bauteile werden nicht ordnungsgemäß vereinzelt bzw. sortiert. Mit Hilfe der (funktionierenden) Endschalter ist dies leicht zu erkennen und gegebenenfalls muss die Anlage deaktiviert werden.

1.7 Welche Fehler können bei Interaktion mit den benachbarten Stationen auftreten?

- Interaktion mit Target 2:
 - Target 2 übergibt Bauteil unangefordert:
Information über Bauteil geht verloren (weil nicht damit gerechnet wurde), evtl. kein Platz auf Förderband von Station 1
 - Target 2 übergibt angefordertes Bauteil nicht (z.B.: Verlust bei Übergabe)

1.8 Wie könnte ein Übergabeprotokoll zwischen den Targets aussehen?

- 1** \Rightarrow Target 2 meldet an Target 3: *Farbe* Bauteil auf Drehteller
- 2a** \Leftarrow Target 3 meldet an Target 2: *Farbe* Bauteil frei zur Übergabe
- 2b** \Leftarrow Target 3 meldet an Target 2: *Farbe* Bauteil nicht mehr benötigt
- 3a** Target 3 übergibt *Farbe* Bauteil
- 3b** Target 3 legt *Farbe* Bauteil in Ausschuss

2 Phase 2

2.1 Übersicht über Programmablauf

Der Programm Ablauf wird im Wesentlichen durch 4 Statemachines beschrieben, wobei jede Station in einer eigenen Statemachine (siehe Abbildung 1) modelliert wurde. Zusätzlich dazu wurde für jede Station im *READY* Zustand eine separate Statemachine (siehe Abbildung 2 bzw. 3) entworfen, die die Abarbeitung in diesem Zustand im Detail erfasst. Diese Aufteilung wurde hauptsächlich für eine höhere Übersichtlichkeit getroffen.

Die Übergabe der Bauteile von Target 3 zu Target 2 geschieht in Phase 2 noch manuell. Diese wird mittels der Taste 2 (weiß) auf einer Station simuliert. Wobei auf Station 1 die Übergabe von Bauteilen mit Farbe 1 simuliert wird und auf Station 2 die Übergabe von Bauteilen mit Farbe 2. In beiden Fällen muss die Lichtschranke am Anfang der Station 1 allerdings frei sein um garantieren zu können, dass noch Platz auf dem Förderband ist. Da bereits alle anderen Tasten vergeben sind, muss zu diesem Zeitpunkt auf die Übergabe von Bauteilen mit Farbe 3 verzichtet werden. Es wurde folgende Farbnomenklatur getroffen:

- Farbe 0: undefiniert
- Farbe 1: Silber
- Farbe 2: Rot
- Farbe 3: Schwarz

Es wurde folgende Tastenbelegung je Station gewählt:

- Taste 0 (gelb): bringt die Station in den *RESET* Zustand
- Taste 1 (grün): bringt die Station aus dem *RESET* in den *READY* Zustand
- Taste 2 (weiß): simuliert die Übergabe eines Bauteils mit der Farbe 1 bzw. 2 (entsprechend der Station)
- Taste 3 (rot): bringt die Station aus dem *READY* in den *NOTAUS* Zustand bzw. wieder zurück

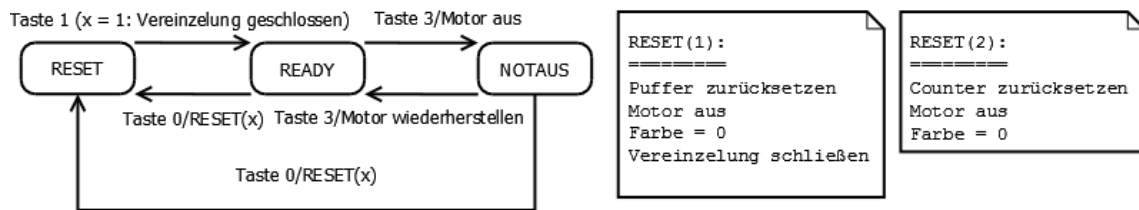


Abbildung 1: Statemachine von Station x

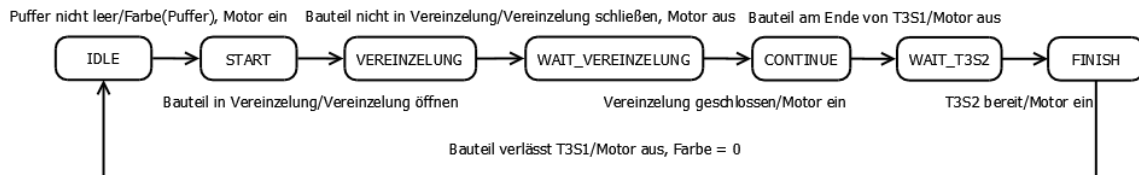


Abbildung 2: Statemachine von Station 1 im Zustand READY

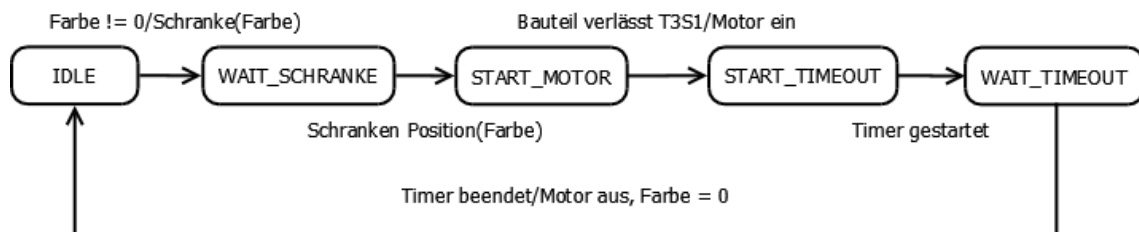


Abbildung 3: Statemachine von Station 2 im Zustand READY

2.2 Übersicht über Interfacing mit WINCC

Für die Visualisierung in WINCC wurden sämtliche Variablen aus dem SPS-Programm manuell übertragen (siehe Abbildung 5 bzw. 6). Das Target mit seinen beiden Stationen wurde auf dem Startbild (siehe Abbildung 4) abgebildet. Dabei wird der Zustand der Vereinzelung bzw. die Position der Schranken anhand der entsprechenden Endschalter angezeigt und die Förderbänder blinken grün bei aktiviertem Motor.

Außerdem kann mittels der Lichtschranken die genaue Position der einzelnen Bauteile am Target mitverfolgt werden. Dabei bedeutet eine grüne Lichtschranke, dass kein Objekt vorliegt und eine rote Lichtschranke, dass ein Objekt vorliegt. Da dies aber unter Umständen etwas schnell wechselt, wurde die Position auf dem Förderband samt Farbe des aktuellen Bausteins anhand der zugehörigen Statemachine approximiert. Dabei entspricht die angezeigte Farbe, der lokalen Farbe der momentan zuständigen Statemachine.

Weiters wird die Pufferung in Station 1 mit Bauteilen auf dem Förderband an der entsprechenden Position und Farbe visualisiert. Zu guter Letzt wird auf den virtuellen Sortierstraßen in Station 2 der zugehörige aktuelle Zählerstatus mittels

einer entsprechenden Anzahl von Bauteilen dargestellt.

Es ist sowohl physisch als auch virtuell möglich in den Programmablauf mittels der (virtuellen) Bedienfelder einzugreifen, der aktuelle Zustand einer Station wird in beiden Fällen über die leuchtenden (virtuellen) Lampen angedeutet.

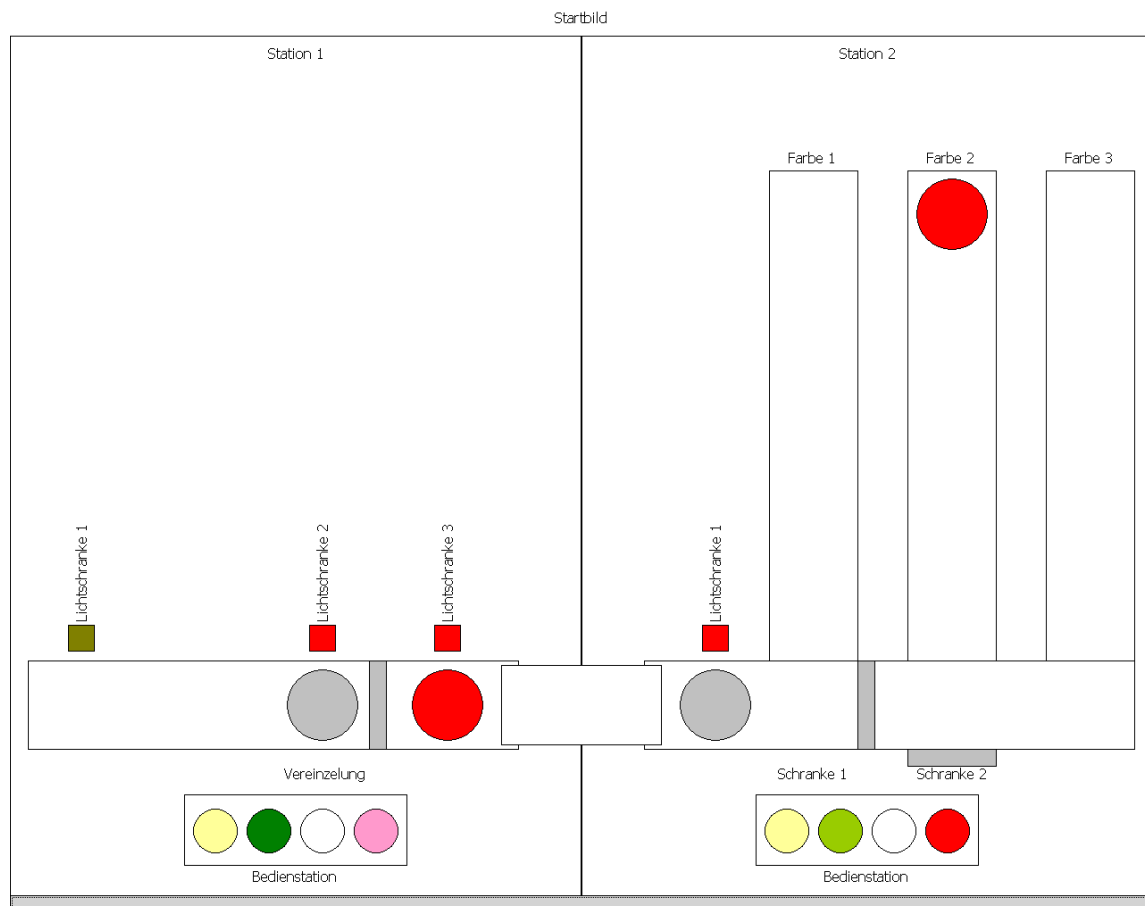


Abbildung 4: Startbild

	Name	Verbindung	Datentyp	Adresse ▲	Erfassungszyklus
	T351_Motor	Ethernet	Bool	A 0.0	300 ms
	T352_Motor	Ethernet	Bool	A 0.1	300 ms
	T351_Lampe_0	Ethernet	Bool	A 26.0	300 ms
	T351_Lampe_1	Ethernet	Bool	A 26.1	300 ms
	T351_Lampe_2	Ethernet	Bool	A 26.2	300 ms
	T351_Lampe_3	Ethernet	Bool	A 26.3	300 ms
	T352_Lampe_0	Ethernet	Bool	A 28.0	300 ms
	T352_Lampe_1	Ethernet	Bool	A 28.1	300 ms
	T352_Lampe_2	Ethernet	Bool	A 28.2	300 ms
	T352_Lampe_3	Ethernet	Bool	A 28.3	300 ms
	T351_Vereinzelung	Ethernet	Bool	A 28.4	300 ms
	T352_Schranke2	Ethernet	Bool	A 30.4	300 ms
	T352_Schranke1	Ethernet	Bool	A 30.5	300 ms
	T352_Schranke51	Ethernet	Bool	A 30.6	300 ms
	T351_Vereinzelung_G	Ethernet	Bool	E 0.0	300 ms
	T351_Anfang_B	Ethernet	Bool	E 0.1	300 ms
	T351_Vereinzelung_B	Ethernet	Bool	E 0.2	300 ms
	T351_Vereinzelung_O	Ethernet	Bool	E 0.3	300 ms
	T351_Ende_B	Ethernet	Bool	E 1.0	300 ms
	T352_Anfang_B	Ethernet	Bool	E 1.1	300 ms
	T352_Schranke1_O	Ethernet	Bool	E 1.3	300 ms
	T352_Schranke1_G	Ethernet	Bool	E 2.0	300 ms
	T352_Schranke2_G	Ethernet	Bool	E 2.1	300 ms
	T352_Schranke2_O	Ethernet	Bool	E 2.2	300 ms
	T352_Voll	Ethernet	Bool	E 2.3	300 ms
	T351_Taste_0	Ethernet	Bool	E 26.0	300 ms
	T351_Taste_1	Ethernet	Bool	E 26.1	300 ms
	T351_Taste_2	Ethernet	Bool	E 26.2	300 ms
	T351_Taste_3	Ethernet	Bool	E 26.3	300 ms
	T352_Taste_0	Ethernet	Bool	E 28.0	300 ms
	T352_Taste_1	Ethernet	Bool	E 28.1	300 ms
	T352_Taste_2	Ethernet	Bool	E 28.2	300 ms
	T352_Taste_3	Ethernet	Bool	E 28.3	300 ms
	WINCC_T351_Taste_0	Ethernet	Bool	M 14.0	300 ms
	WINCC_T351_Taste_1	Ethernet	Bool	M 14.1	300 ms
	WINCC_T351_Taste_2	Ethernet	Bool	M 14.2	300 ms

	Name	Verbindung	Datentyp	Adresse ▲	Erfassungszyklus
	T351_Vereinzelung_O	Ethernet	Bool	E 0.3	300 ms
	T351_Ende_B	Ethernet	Bool	E 1.0	300 ms
	T352_Anfang_B	Ethernet	Bool	E 1.1	300 ms
	T352_Schranke1_O	Ethernet	Bool	E 1.3	300 ms
	T352_Schranke1_G	Ethernet	Bool	E 2.0	300 ms
	T352_Schranke2_G	Ethernet	Bool	E 2.1	300 ms
	T352_Schranke2_O	Ethernet	Bool	E 2.2	300 ms
	T352_Voll	Ethernet	Bool	E 2.3	300 ms
	T351_Taste_0	Ethernet	Bool	E 26.0	300 ms
	T351_Taste_1	Ethernet	Bool	E 26.1	300 ms
	T351_Taste_2	Ethernet	Bool	E 26.2	300 ms
	T351_Taste_3	Ethernet	Bool	E 26.3	300 ms
	T352_Taste_0	Ethernet	Bool	E 28.0	300 ms
	T352_Taste_1	Ethernet	Bool	E 28.1	300 ms
	T352_Taste_2	Ethernet	Bool	E 28.2	300 ms
	T352_Taste_3	Ethernet	Bool	E 28.3	300 ms
	WINCC_T351_Taste_0	Ethernet	Bool	M 14.0	300 ms
	WINCC_T351_Taste_1	Ethernet	Bool	M 14.1	300 ms
	WINCC_T351_Taste_2	Ethernet	Bool	M 14.2	300 ms
	WINCC_T351_Taste_3	Ethernet	Bool	M 14.3	300 ms
	WINCC_T352_Taste_0	Ethernet	Bool	M 14.4	300 ms
	WINCC_T352_Taste_1	Ethernet	Bool	M 14.5	300 ms
	WINCC_T352_Taste_2	Ethernet	Bool	M 14.6	300 ms
	WINCC_T352_Taste_3	Ethernet	Bool	M 14.7	300 ms
	T351_Farbe	Ethernet	Byte	MB 15	300 ms
	T352_Farbe	Ethernet	Byte	MB 16	300 ms
	T351_Puffer_Pos_0	Ethernet	Byte	MB 17	300 ms
	T351_Puffer_Pos_1	Ethernet	Byte	MB 18	300 ms
	T351_Puffer_Pos_2	Ethernet	Byte	MB 19	300 ms
	T351_Puffer_Pos_3	Ethernet	Byte	MB 20	300 ms
	CNT_1	Ethernet	Int	MW 0	300 ms
	T352_Zustand_Ready	Ethernet	Word	MW 12	300 ms
	CNT_2	Ethernet	Int	MW 2	300 ms
	CNT_3	Ethernet	Int	MW 4	300 ms
	T351_Zustand_Ready	Ethernet	Word	MW 8	300 ms

Abbildung 6: Variablentabelle (2)