

Initialisierung von Instanzvariablen. Ferner sind Zugriffspfade gezeigt, die einen Mechanismus für die Kommunikationsfunktionen, die im Teil 5 IEC 61131 spezifiziert sind, bereitstellen.

## 1.5 Arbeitsweise

### 1.5.1 Arbeitsweise einer SPS

Viele Speicherprogrammierbare Steuerungen sind modular aufgebaut, bestehend aus einer Zentraleinheit mit Spannungsversorgung und den Ein- und Ausgabebaugruppen. Moderne SPS besteht nur noch aus Software, die so genannte SoftSPS, die auf unterschiedlichsten Plattformen arbeitet. Über ein Bussystem ist dann die Ankopplung mittels der E/A-Baugruppen (Remote IO) an den Prozess realisiert. Im zu steuernden Prozess erzeugen Sensoren oder Schaltkontakte Signale, die von den Eingabebaugruppen erfasst werden. Die Signale müssen SPS-gerecht aufbereitet sein. Eingabebaugruppen können Signale bitweise (Schalterkontakt) oder als Bitfolge (Messwert) erfassen. Datentypen (INT, REAL usw.) dienen einer entsprechenden Interpretation der Bitmuster. Die erfassten Signale gelangen in den Arbeitsspeicher der Zentraleinheit, die für die Abarbeitung der Programme zuständig ist.

Ausgabebaugruppen geben die vom Programm erzeugten Signale an den Prozess. Diese können ebenso vielseitig sein wie die der Eingabebaugruppen.

Das Geschehen zwischen Ein- und Ausgaben, also die Programmbearbeitung, ist der wesentliche Bereich für den sich der Programmentwickler interessiert. Die Zentraleinheit bzw. SoftSPS arbeitet in einem festgelegten Schema. Je nach Hersteller sind die Schemata unterschiedlich, deshalb wird hier nur der prinzipielle Ablauf dargestellt. Am Anfang des Kreislaufes, wenn es so etwas überhaupt gibt, wird der interne Verwaltungsakt durchgeführt, das geschieht versteckt, so dass der Anwender nichts bemerkt. Die Verwaltung beinhaltet SPS-interne Aufgaben, wie Speicherverwaltung und Selbstdiagnose usw. Danach werden die Eingänge eingelesen. Ihre Zustände werden in der Zentraleinheit gespeichert. Die anschließende Bearbeitung des Anwenderprogramms ermittelt neben Zwischenergebnissen die Ausgangssignale. Berechnete Ausgabedaten des Anwenderprogramms stehen im Arbeitsspeicher zur Weiterleitung an die Ausgabebaugruppen bereit.

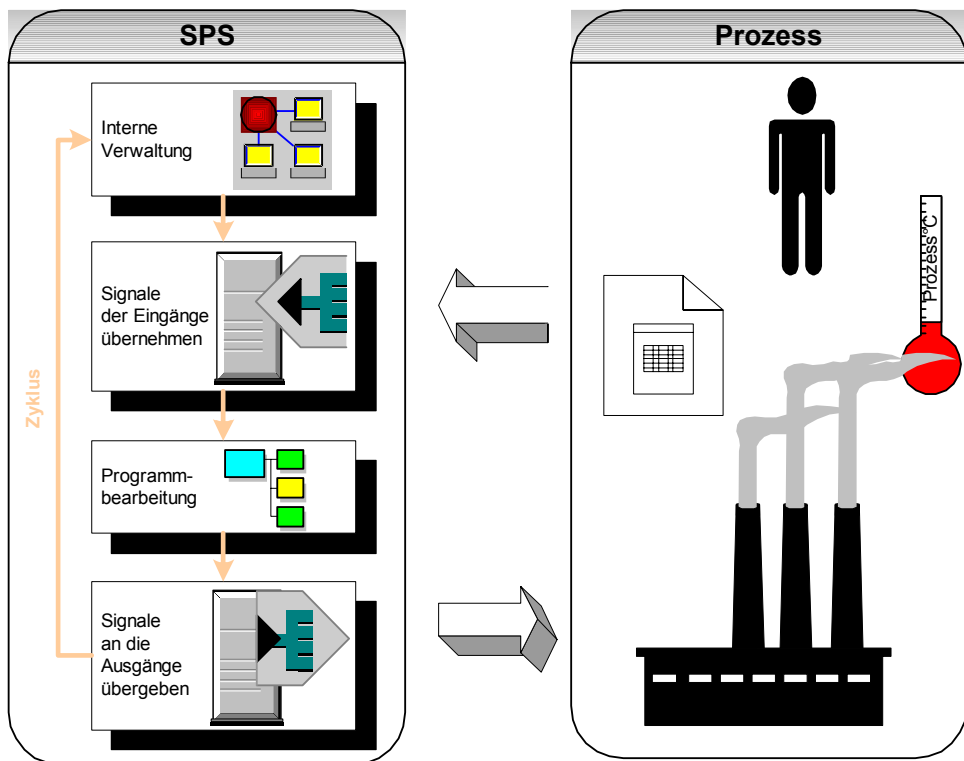
Diese drei Punkte, das interne Verwalten, das Aktualisieren der Ein- und Ausgangszustände und das Bearbeiten des Programms bezeichnet man auch als einen *Zyklus* (vgl. Abbildung 1.5). Einen jeweils weiteren Zyklus beginnt die Steuerung automatisch sofort nach Beendigung des laufenden Zyklus. *Multitasking-Systeme* hingegen sind etwas komplexer, wie weiter unten beschrieben. Die zeitliche Dauer eines Zyklus ist weitgehend von der Länge des Anwenderprogramms abhängig.

Die Bearbeitung des Anwenderprogramms erfolgt Zeile für Zeile, also streng sequentiell. Da die Zykluszeiten sehr kurz sind, könnte ein Außenstehender Betrachter zu dem Schluss kommen, eine SPS verarbeitet die Signale parallel. Dies ist jedoch im Allgemeinen nicht der Fall.

Zur Vervollständigung sei hier noch erwähnt, dass einige SPS-Anbieter andere Konzepte realisieren.

Dazu gehört der Multitaskingbetrieb, der die permanent zyklischen Bausteinaufrufe durch eine Task-Verwaltung ersetzt. Dies führt zu einer komplexeren Handhabung, da jede Task zusätzlich mit Parametern gesteuert wird. Auch das Zeitverhalten des Gesamtsystems ist schwieriger zu bestimmen.

Einen SPS-Zyklus unter dem Aspekt einer Multitasking-Steuerung, wie sie von der IEC 61131 vorgeschlagen ist, ist in den folgenden Abschnitten analog zu interpretieren. Das Einlesen der Eingangssignale, die Programmbearbeitung und das Auslesen der Ausgangssignale stellen einen SPS-Zyklus dar. Die Betrachtung bezieht sich dann auf die Task, die das Programm kontrolliert.



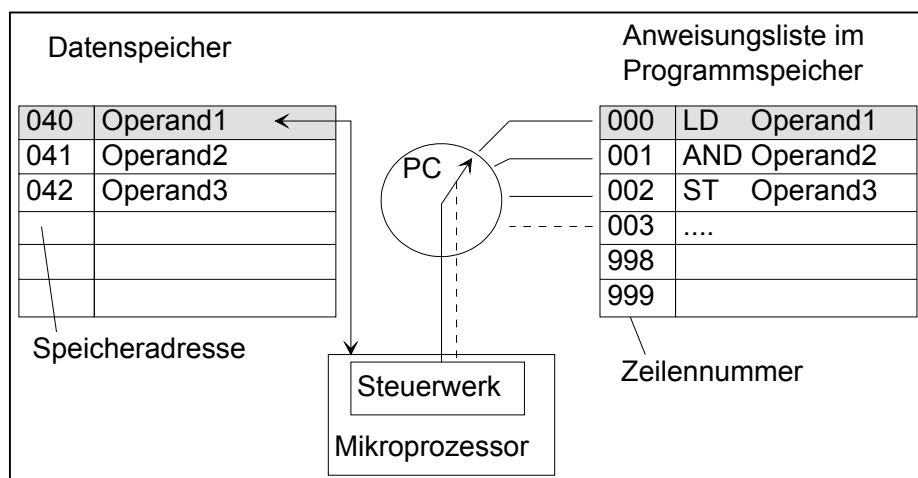
*Abbildung 1.5 Arbeitsablauf einer SPS, es wird ein Zyklus dargestellt*

### 1.5.2 Programmbearbeitung

Die *Signalverarbeitungs-Funktionen* (CPU) nach Abbildung 1.3 arbeiten das Programm seriell, also Schritt für Schritt, ab. Beginnend bei Anweisung Nummer 0 bis z. B. Anweisung Nummer 999 bei einem Programm von 1000 Anweisungen. Nachdem die letzte Anweisung des Programms ausgeführt ist, fängt die Steuerung wieder von vorne an. Dafür existiert ein Programmcounter (PC), der die Adresse

des aktuellen Befehls verwaltet (vgl. Abbildung 1.6). Beispielsweise steht der PC auf 001 Zeile 1 des Programmspeichers, die einen Operator (Befehl) und meist einen Operanden beinhaltet, zur Bearbeitung. Moderne SPS-Systeme bearbeiten ein Programm mit 1 K Anweisungen Länge (entspricht 1024 Anweisungen) in einer Zykluszeit von wenigen Millisekunden oder noch weniger.

Anhand des Operators (Befehl) erkennt der Prozessor, wie er mit den Operanden (Daten) umgehen soll, also welche Funktion er auf diesen anwenden soll und wo er die Daten im Datenspeicher findet. Der Operand im Programmspeicher beinhaltet zu diesem Zweck eine Speicheradresse im Datenspeicher. Unter der Speicheradresse des Datenspeicher stehen dann die eigentlichen Daten (z B. ein SPS-Eingang). Nach Abarbeitung einer Operation wird der PC um eins erhöht und die nächste Anweisung folgt.



**Abbildung 1.6** Einfaches Modell der Programmbearbeitung

### 1.5.3 Gesamtantwortzeit und Ausführungszeit

Der Teil 1 der IEC 61131 definiert die Begriffswelt nach Abbildung 1.8 und legt fest, mit welchen Zeitkomponenten eine Berechnung erfolgt.

Die *Gesamtantwortzeit* oder auch Gesamtreaktionszeit (TRT - total system response time) ist die Summe der anfallenden Verzögerungszeiten des Systems, die vom Moment des Eintritts einer Eingangsfunktion an den Klemmen bis zum Zeitpunkt der Ausgangsveränderung an den entsprechenden Ausgangsklemmen stattfindet.

Alle Verzögerungszeiten unterliegen meist aus verschiedensten Gründen Schwankungen, diese können von der Auslastung der Kommunikationsfunktionen, der Anwenderprogrammabarbeitung, der Hardwarekonfiguration usw. herrühren.

Am einfachsten lässt sich das Entstehen der Gesamtantwortzeit erläutern, wenn vor dem geistigen Auge ein Signal sukzessive von den Eingangsklemmen zu den