

# Ablaufsprache (AS) / Sequential Function Chart (SFC) in der IEC 61131-3

Dr.-Ing. Catherine FRITSCH, Siemens AG, Nürnberg-Moorenbrunn.

## Zusammenfassung

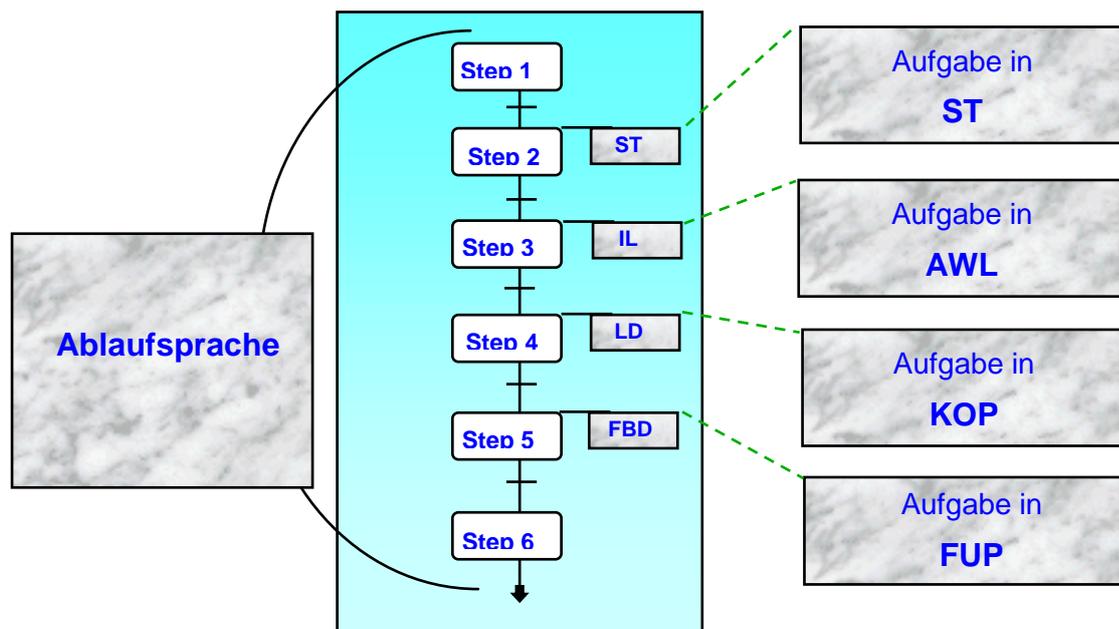
Zur graphischen Beschreibung von sequentiellen Abläufen wird in der IEC 61131-3 die Ablaufsprache (AS) definiert. Im Gegensatz zur Anweisungsliste, Kontaktplan oder Funktionsplan, wo die logischen Zusammenhänge zwischen Eingangs- und Ausgangssignale programmiert werden, kann der Prozeßablauf in der Ablaufsprache direkt abgebildet werden. Die Ablaufsprache kann sowohl übergeordnet, um eine SPS-Aufgabe zu strukturieren, als auch zum Programmieren von sequentiellen Teilaufgaben, eingesetzt werden.

Die IEC 61131-3 definiert die Syntax der Programmiersprachen. Im produktiven Einsatz werden aber weitere Anforderungen an ein Programmierungstool gestellt, wie z.B. Performanz oder eine einfache und schnelle Diagnose. Genau hier bietet die Ablaufsprache, dank der übersichtlichen Darstellung des Prozesses, eine große Hilfe.

## Historie und Anwendungsbereiche

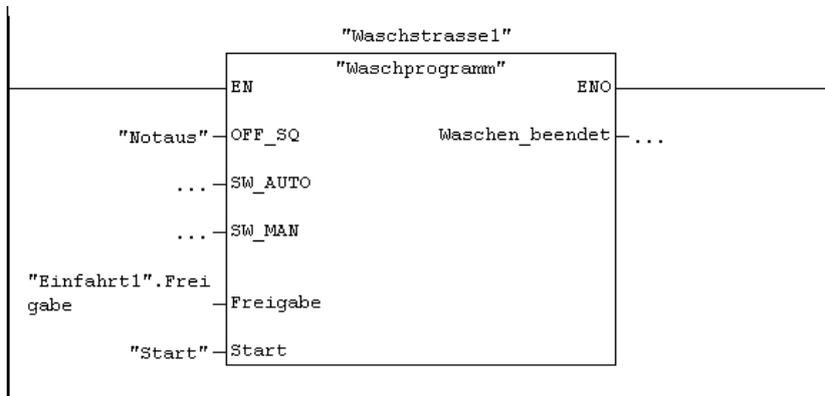
Die Ablaufsprache (AS) ist eine graphische Darstellung zur Beschreibung von sequentiellen Prozessen. Sie wurde von der bereits 1988 definierte IEC 60848 („GRAFCET-Norm“) übernommen und entsprechend erweitert, um die Mischbarkeit mit den anderen Programmiersprachen der IEC 61131-3 zu ermöglichen.

Die Ablaufsprache wird oft übergeordnet eingesetzt, um den Prozeß in überschaubare Einheiten zu zerlegen und den Kontrollfluß zwischen diesen Teilen zu beschreiben zum Beispiel um die Struktur (den Aufbau) des SPS-Programmes zu beschreiben, indem die sequentiellen und parallelen Abläufe dargestellt werden. Die darin enthaltenen Schritte können voneinander unabhängig in einer anderen in der IEC 61131-3 definierten Sprache formuliert werden (siehe Bild 1).



**Bild 1:** Mit der Ablaufsprache wird die Struktur eines SPS-Programms beschrieben.

Die Ablaufsprache kann aber auch verwendet werden, um eine sequentielle Teilaufgabe zu beschreiben. Sie wird dann als Funktionsbaustein abgelegt und entweder im Hauptprogramm oder aus einem weiteren Funktionsbaustein aufgerufen (Bild 2).



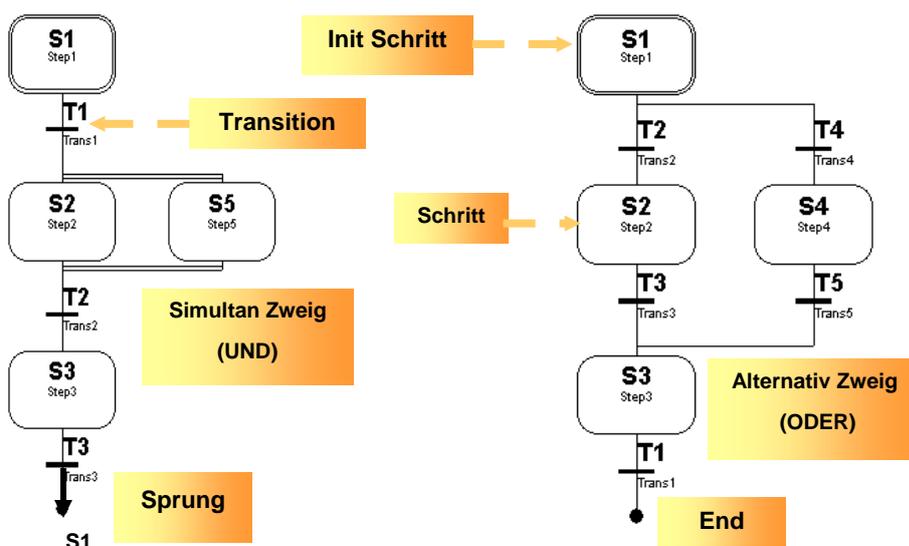
**Bild 2:** Aufruf einer Ablaufkette als Funktionsbaustein in STEP7

Im Gegensatz zu den Programmiersprachen Anweisungsliste, Kontaktplan oder Funktionsplan, wo in verschiedenen Netzwerken die logischen Zusammenhänge zwischen den Eingängen und Ausgängen hergestellt wird, kann der Prozeßablauf in der Ablaufsprache direkt abgebildet werden.

Die Ablaufsprache ermöglicht eine klare, übersichtliche und strukturierte Darstellung des Prozessablaufes. Die Anwendungsbereiche sind deshalb zahlreich und befinden sich überall dort, wo es sequentielle Aufgabe oder Prozesse gibt z.B. bei Produktionslinien, Pressen oder in der Automobilindustrie.

### Grundelemente der Ablaufsprache

Mit der Ablaufsprache werden die Hauptzustände des Prozesses, alle möglichen Zustandswechsel sowie die Ursachen (Bedingungen), warum diese Wechsel eintreten, graphisch und strukturiert dargestellt.



**Bild 3:** Grundelemente in der Ablaufsprache mit S7-GRAPH dargestellt

Um einen Prozeß mit der Ablaufsprache zu beschreiben, wird der Prozeß deshalb in einzelne Prozeßschritte zerlegt und mittels einer oder mehrerer Ablaufketten graphisch dargestellt. Eine Ablaufkette besteht aus mehreren *Schritten*, die nacheinander abgearbeitet werden. In jedem Schritt sollen definierte Tätigkeiten (*Aktionen*) ausgeführt werden. Die Übergangsbedingungen zwischen den einzelnen Schritten werden in den *Transitionen* dargestellt. Die Ablaufketten können sowohl *alternative* als auch *simultane* Zweige enthalten (siehe Bild 3).

Bei der Initialisierung einer Ablaufkette wird der *Init-Schritt* aktiviert. In jedem Zyklus werden nur die Aktionen des bzw. der jeweiligen aktiven Schritte ausgeführt, und die nachfolgenden Transitionen werden überprüft. Falls eine abgefragte Transition erfüllt ist, wird der vorhergehende Schritt deaktiviert und der nachfolgende Schritt aktiviert. Am Ende der Ablaufkette wird die Bearbeitung der Ablaufkette entweder beendet oder von einem definierten Schritt aus weiter bearbeitet (siehe Bild 3).

### Programmierung einer Ablaufkette

Komfortabel bei der Ablaufsprache ist die Möglichkeit, die jeweilige Tätigkeit bereits stichpunktartig zu beschreiben ohne bereits detaillierte, technische Zuordnungen treffen zu müssen. Die Ablaufsprache kann deshalb bereits in der Spezifikationsphase zur Strukturierung der Aufgabe und Darstellung des Prozeßablaufes eingesetzt werden.

Anschließend erfolgt dann die detailliertere Programmierung der Ablaufkette. Hierbei wird jedem Schritt einerseits eine Reihe von Tätigkeiten (Aktionen) zugeordnet, andererseits auch die Transition (Weiterschaltbedingung) erstellt, die den Übergang in den Folgeschritt bewirkt.

Zur Programmierung der Aktionen gibt es spezielle Operatoren (Qualifier) mit deren Hilfe auf einfachste Weise die häufig vorkommenden Tätigkeiten wie verzögertes (**D**elayed) bzw. zeitbegrenztes (**L**imited) Ein-/Ausschalten von Bewegungen oder auch einmaliges Ansteuern von Aktoren (**N**icht speichernd, **S**etzen, **R**ücksetzen) angebar sind. Als Beispiel werden mit dem Tool S7-GRAPH im Bild 4 verschiedene Aktionen dargestellt. Zusätzlich können hier Funktionsbausteine die in einer weiteren Sprache (Anweisungsliste, Kontaktplan, Funktionsplan oder Strukturierter Text) programmiert wurden als Anweisung aufgerufen werden.

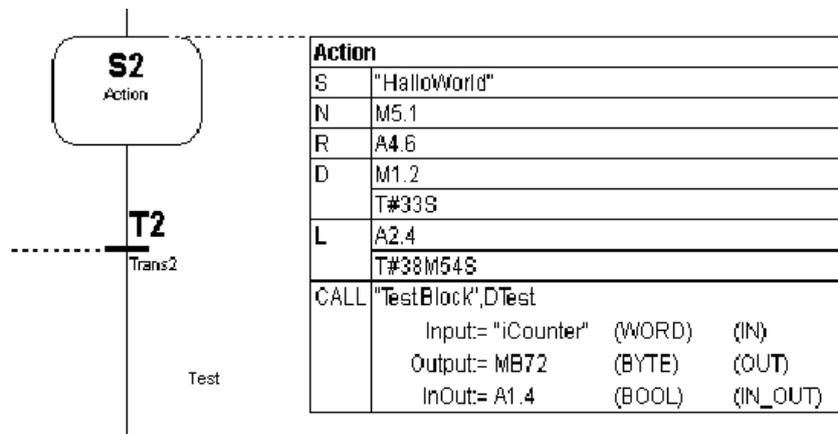


Bild 4: Beispiel Programmierung von Aktionen mit S7-GRAPH

Für die Erstellung der Transition (Weiterschaltbedingung) bietet es sich an, die bereits von anderen Stellen her bekannten Sprachmittel zur Formulierung eines Booleschen Ausdrucks zu nutzen. S7-GRAPH verwendet hierfür wahlweise eine Kontaktplan- oder Funktionsplandarstellung (siehe Bild 5 bzw. 6).

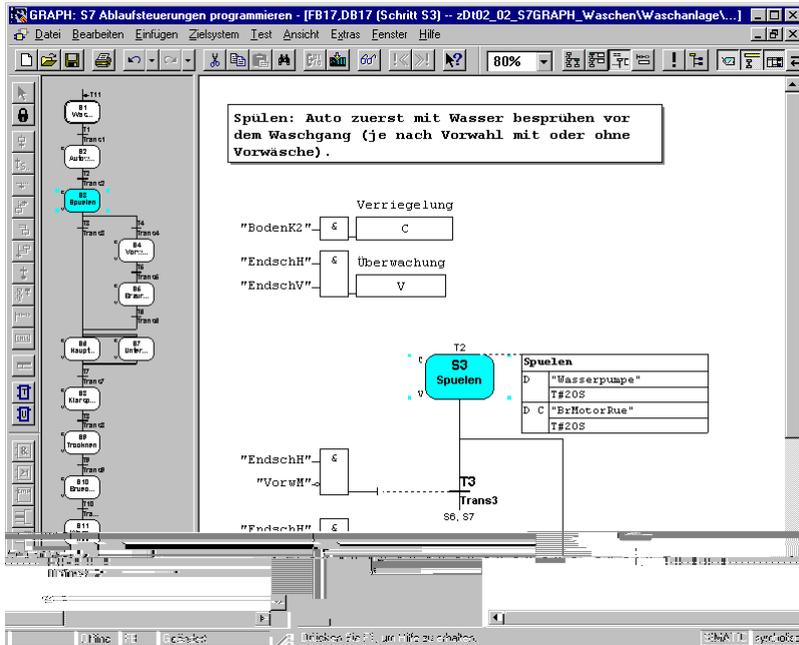


Bild 5: Programmierung von Ablaufketten mit S7-GRAPH

Für die Ausformulierung der einzelnen Aktionen kann wahlweise direkt Bezug auf Prozesssignale genommen oder auch auf Parameter des Bausteins zugegriffen werden. Erwähnenswert ist, daß zusätzlich zu diesen (anwenderdefinierten) Parametern bei S7-GRAPH noch wahlweise eine Vielzahl von Systemparametern zur Verfügung steht, mit deren Hilfe häufig benötigte Systemleistungen wie Ein-/Ausschalten, Betriebsartenwahl oder Quittierungen ohne zusätzlichen Programmieraufwand ermöglicht werden. Außerdem sind auf die gleiche Art und Weise vielfältige Informationen zum aktuellen Zustand ermittelbar.

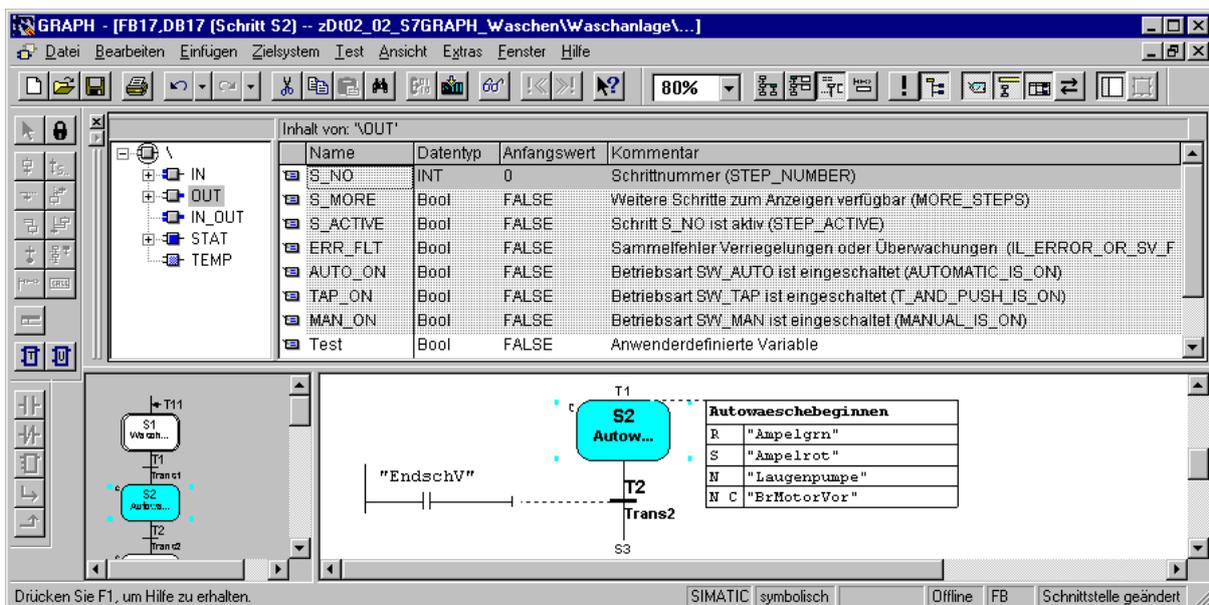


Bild 6: System- und Anwenderdefinierte Parameter in S7-GRAPH

## Die Ablaufsprache im produktiven Einsatz

Die IEC 61131-3 beschreibt die Syntax der Sprachen. Im produktiven Einsatz werden aber weitere Anforderungen an ein Programmierungstool gestellt, wie z.B. Performanz (insbesondere in Bezug auf Laufzeit) oder eine einfache und schnelle Diagnose, um Prozeßfehler möglichst schnell beheben zu können.

Durch die Strukturierung des Prozesses in einzelne Prozeßschritte, die nacheinander abgearbeitet werden, sind zu einem bestimmten Zeitpunkt immer nur ein bzw. wenige Schritte aktiv (bei einer linearen Ablaufkette nur einer, bei parallelen Zweigen mehrere). Dies ist ein wesentlicher Vorteil für die *Geschwindigkeit der Abarbeitung* einer Ablaufkette, denn es muß jeweils nur der Code des aktiven Schrittes bearbeitet werden. Weiterhin ermöglicht dies auch eine leichte und einfache Diagnose, da nur die jeweils *aktiven* Schritte von Bedeutung sind und damit leicht z.B. die Störungursache einer Maschine identifiziert werden kann (siehe Bild 7).

Mit dem Tool S7-GRAPH wurde die Programmierung von Ablaufketten zusätzlich um Diagnosefunktionalität erweitert. Es bietet die Möglichkeit, für jeden Schritt eine eigene Verriegelungsbedingung und eine Überwachungsbedingung festzulegen. Trifft die Verriegelungsbedingung nicht zu, so werden die bedingten Aktionen im Schritt zurückgenommen und eine Fehlermeldung ausgegeben. In gleicher Weise wird eine Fehlermeldung generiert, wenn die Überwachungsbedingung zutrifft, z.B. bei einer zeitlichen Überwachung des Schrittes. Die Fehlermeldungen werden dem Werker auf seinem Bediengerät angezeigt.

Weiterhin ist im produktiven Betrieb in einigen Fällen eine Neu-Synchronisation der Ablaufkette mit dem Zustand der Anlage oder Maschine erforderlich, z.B. wenn nach einem Fehlerfall einzelne Aggregate im Einricht- bzw. Handbetrieb manuell verfahren werden mußten, so daß der Zustand der Ablaufkette nicht mehr dem Zustand der Anlage oder Maschine entspricht. Nach dem Handeingriff muß prozeßbedingt der Automatik-Betrieb, ausgehend vom aktuellen Zustand der Anlage oder Maschine, fortgesetzt werden. Hierfür bietet S7-GRAPH eine Hilfe und ermöglicht eine Synchronisation direkt über das Programmiergerät. Dafür werden in S7-GRAPH alle Transitions- und Interlockbedingungen erfaßt. Durch eine anschließende Auswertung wird festgestellt, welche Schritte zwischen einer erfüllten und einer nicht erfüllten Transition liegen. Alle gefundenen Schritte werden gelb markiert angezeigt. Der Anwender kann dann den gewünschten Schritt selektieren, aktivieren und von da ausgehend wieder im Automatik Betrieb weiter fahren.

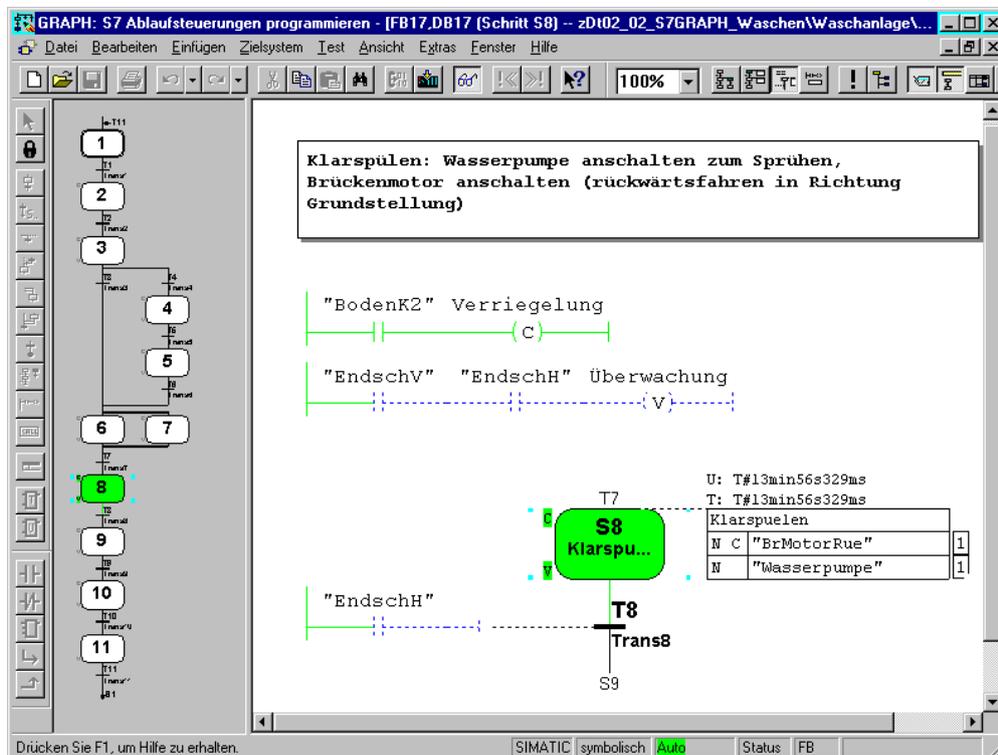


Bild 5: Status beobachten mit S7-GRAPH

***Anwendungsvorteile der Ablaufsprache***

Die Ablaufsprache ermöglicht eine graphische Darstellung des Prozeßablaufes. Diese Darstellung ist bereits in der Beschreibungsphase anwendbar und kann dann nach und nach detaillierter programmiert werden. Durch die klaren Strukturen werden Fehler im SPS-Programm frühzeitig erkannt, so daß sich nicht nur die Entwicklungszeiten, sondern vor allem auch die Testzeiten deutlich verkürzen. Die übersichtliche Darstellung macht außerdem das SPS-Programm lesbarer und auch später noch einfacher zu warten und ändern.

Ergänzt mit integrierter Diagnosefunktionalität in S7-GRAPH, bietet die Ablaufsprache auch dem Anlagen- und Maschinenpersonal eine optimale Unterstützung bei Störungssuche und -behebung.