

# Kapitel 7

## Booten und Bootloader

### Übersicht

Im Alltag ist es für uns selbstverständlich, dass Geräte wie Computer oder Mobiltelefone "hochfahren" bzw. "booten" müssen, bevor wir sie verwenden können. Wir verwenden diese Begriffe ohne uns Gedanken zu machen, was sie bedeuten und was dabei eigentlich in diesen Systemen vorgeht. Im folgenden Kapitel werden die Grundlagen zum Bootvorgang und zu Bootloadern dargestellt.

#### Lernziele

Nach Abschluss des Kapitels

- sind Sie mit dem Bootvorgang von Betriebssystemen vertraut,
- kennen Sie die Aufgaben eines Bootloaders,
- kennen Sie verschiedene Arten von Bootloader und deren Funktionsweise.

### 7.1 Einleitung

Moderne Betriebssysteme von stationären Computern, mobilen Geräten und eingebetteten Systemen können nicht einfach wie Programme gestartet werden, da dies bereits ein gestartetes OS voraussetzen würde. Anhand der in den vorhergehenden Kapiteln beschriebenen Aufgaben von Betriebssystemen sowie ihrer Größe und Komplexität wird deutlich, dass ein OS ebenfalls nicht durch die Hardware allein gestartet werden kann. Aus diesem Grund muss ein spezieller mehrstufiger Bootprozess durchlaufen werden, an dessen Ende das Betriebssystem gestartet und funktionsbereit ist.

## 7.2 Booten

Unter dem Begriff "booten" versteht man das Starten bzw. Hochfahren eines Systems bis zum Erreichen der Betriebseigenschaft. Diese Bezeichnung wird für mobile und eingebettete Systeme genau so verwendet wie für klassische PCs. Beim Bootprozess führt ein einfaches System ein komplexes System aus und löst somit das Problem, dass das Betriebssystem sich selbst starten müsste. Zur Etymologie des Begriffs "booten" lässt sich folgendes sagen:

## 7.3 Bootprozess

Der beim Booten durchlaufene Bootprozess beginnt auf aktuellen Systemen im Gegensatz zu früheren (Eingabe über Maschinenkonsole erforderlich) mit dem Einschalten und verläuft in mehreren Stufen. Die durchlaufenen Stufen sind von zahlreichen Faktoren abhängig wie z.B. der verwendeten Hard- und Software. Dadurch existiert kein allgemeiner, einheitlicher Bootprozess. Im Folgenden sind zwei Beispiele für mögliche Bootprozesse dargestellt.

Beispiel: x86 Systeme

Beispiel: Eingebettete Systeme(z.B. ARM-Architektur)

## 7.4 Bootloader

Bei einem Bootloader (von Bootstrap Loader), auf dt. auch Startprogramm oder Urlader genannt, handelt es sich um eine spezielle Software, die für das Booten verantwortlich ist. Sie wird von einer im ROM des Systems gespeicherten Firmware von einem bootfähigen Medium geladen und ausgeführt. Das Startprogramm lädt im Anschluss weitere für den Bootprozess erforderliche Teile nach und startet das Betriebssystem.

Neben einem SStandard" Bootloader als einzelnes Programm lassen sich noch zwei andere Arten unterscheiden.

Chain-Loader:

Ruft ein Bootloader einen anderen Bootloader auf anstatt ein Betriebssystem zu laden, spricht man von einem Chain-Loader. Es kann sich dabei um ein Startprogramm im eigentlichen Sinn handeln oder auch um eine speziell für das Chain-Loading angepasste Software. Ein Chain-Loader wird z.B. erforderlich, wenn ein System mit verschiedenen OS gestartet werden soll. Er ruft in diesem Fall den Bootloader auf, mit dem das OS gestartet wird.

Mehrstufige Bootloader:

Durch die verwendete Hardware, sowie die Größe des Bootloaders, kann der Einsatz eines sog. mehrstufigen Bootloaders (engl. Multistage Bootloader) erforderlich sein, da ein normaler Bootloader nicht auf einmal geladen werden kann. Das Programm wird hier in mehrere Stufen (engl. Stages) aufgeteilt, die nacheinander geladen und ausgeführt werden, bis zuletzt das eigentliche Startprogramm gestartet wird. Der erste von der Firmware ausgeführte Bootloader wird als First Stage Loader bezeichnet.

## 7.5 Das U-Boot

Auf Grund der großen Zahl von verschiedenartigen Systemen gibt es für die unterschiedlichen Einsatzbereiche eine Vielzahl an Bootloader. Hard- und Softwarehersteller entwickeln für ihre Produkte zum Teil eigene Startprogramme oder greifen auf bereits existierende Lösungen zurück. Neben Software für die klassische IT gibt es auch speziell für Eingebettete Systeme entworfene Programme. Ein Beispiel dafür ist "Das U-Boot".

*Das U-Boot - the Universal Boot Loader* (U-Boot) ist ein speziell für Eingebettete Systeme entwickelter Bootloader, der frei und quelloffen unter den Bedingungen der GNU General Public License (GPL) zugänglich ist und von DENX Software Engineering entwickelt wird.

Die Software unterstützt eine Vielzahl von Embedded Boards auf der Basis von

Bei der Entwicklung wird besonders darauf geachtet, dass U-Boot für das verwendete Board leicht zu konfigurieren und im Funktionsumfang problemlos erweiterbar ist. Der Quellcode und die Entwicklung des Programms weisen starke Ähnlichkeiten mit Linux auf.

Nach dem Starten steht dem Benutzer eine Kommandozeilen-Umgebung zur Verfügung. Hier können z.B. enthaltene Funktionen angewendet, Bootparameter verändert und das zu startende Betriebssystem ausgewählt werden. Obwohl dieser Bootloader speziell für das Starten von Linux entwickelt wurde, können auch andere OS oder eigenständige Programme gestartet werden.

Mehrstufiges U-Boot:

Es kann auf Grund der verwendeten Hardware erforderlich sein, dass ein mehrstufiger Bootloader verwendet wird. Aus diesem Grund kann durch entsprechende Konfiguration ein First Stage Loader mit dem Dateinamen "MLO" (Memory Locator) bei der Kompilierung von U-Boot erzeugt werden. Dieser wird als Secondary Program Loader oder auch Second Phase Loader (SPL) bezeichnet, da er in der zweiten Phase des Bootvorgangs direkt nach der Firmware ausgeführt wird. Der SPL ist in der Lage den eigentlichen Bootloader, U-Boot, zu laden.