

3. Speicherverwaltung von Windows

Windows besaß bis zur Version 3.0 drei Betriebsmodi, die abhängig von dem Prozessor und dem vorhandenen Speicher genutzt werden können. Sie heißen Real-Modus, Standard-Modus und Enhanced-Modus. Ab der Version 3.1 steht nunmehr nur noch der Standard-Modus und Enhanced-Modus zu Verfügung. Der Real-Modus ist dem Technologiesprung zum Opfer gefallen, wobei man sich damit gleichzeitig von der Abwärtskompatibilität zu Windows 2 verabschiedet hat. Bisher war der Real-Modus die Betriebsart, in der auch ältere Windows-Programme noch lauffähig waren, aber dies ist mit Windows 3.1 vorbei.

Wenn Sie Windows nur mit dem Kommando WIN von der DOS-Ebene aus aufrufen, entscheidet Windows aufgrund Ihrer Rechnerkonfiguration, welcher Modus sich am besten eignet. Um festzustellen, in welcher Betriebsart Windows läuft, müssen Sie nur den gleichnamigen Menüpunkt Betriebsart aus dem Submenü des Programm-Managers anwählen. Die daraufhin eingeblendete Dialogbox gibt den aktuellen Modus und den freien Speicherplatz bekannt. Nicht nur der Programmanager ist in der Lage den Betriebsmodus zu ermitteln, wir können dies ebenso unter zur Hilfenahme der Funktion GetWinFlags. Damit kann z.B. herausgefunden werden, ob sich Windows im Protected Mode befindet. Eine typische Anwendung finden Sie im nachfolgenden Beispiel. Viele Standardprogramme verwenden ähnliche Sicherheitsabfragen, um sicher zu stellen, daß die Applikation im Protected Mode und unter Windows 3 gestartet worden ist. Ansonsten beendet sich das Programm sofort wieder.

GetWinFlags

Die Funktion GetWinFlags gibt viele Informationen zum Betriebszustand von Windows zurück, die nur noch durch verunden ausgefiltert werden müssen. Der Rückgabewert ist 32 Bit groß, wobei jeweils ein einzelnes Bit eine Information angibt.

Wie Sie es oben schon im Beispiel gesehen haben, wird der Rückgabewert mit einer Konstanten durch Und verknüpft und kann dann auf die Werte TRUE oder FALSE abgefragt werden. Welche Informationen ermittelt werden können, ist aus nachfolgender Tabelle ersichtlich.

GetVersion

Durch die Funktion GetVersion ist es möglich, die Versionsnummer von Windows zu bestimmen. Diese setzt sich aus der primären Nummer, wie z.B. 3 und der sekundären Version z.B. .1 zusammen. Beide Werte liefert GetVersion zusammen als Rückgabe, wobei das niederwertige Byte die primäre und das höherwertige Byte die sekundäre Versionsnummer ergibt.

Windows 3.0 Real-Modus

Windows 3.0 im Real-Modus verhält sich meistens wie die früheren Windows-Versionen 2.10 bzw. 2.11. Es wird nur der konventionelle Speicher genutzt, wobei mindestens 384 KByte freier Speicher vorhanden sein muß, damit Windows erfolgreich gestartet werden kann. Diese Betriebsart ist auch bei Prozessoren 80286 etc. sinnvoll, wenn ältere Windows-Applikationen gestartet werden sollen, die noch für die Versionen 2.x entwickelt wurden. Diese Programme sind häufig nicht mit den neuen Techniken der Speicherverwaltung kompatibel, mit denen Windows im Standard- und im Enhanced-Modus arbeitet. Man muß aber beachten, daß Windows 3.1 keinen Real-Modus mehr besitzt.

Standard-Modus

Wenn der Parameter /S oder /2 beim Starten von Windows mitangegeben wird, wird das Extended Memory zum freien konventionellen Speicher addiert und kann als durchgehender Speicher genutzt werden. Falls Sie ausschließlich mit Windows-Applikationen arbeiten und über genügend Hauptspeicher verfügen, ist dieser Modus auch bei den Prozessoren 80386 und 80486 eine Alternative, da Windows etwas schneller läuft als im Enhanced-Modus. Anwendungen, die für das Betriebssystem MS-DOS geschrieben wurden, können für ihren Ablauf nur den

konventionellen Speicher verwenden.

Enhanced-Modus

Dagegen werden im Enhanced-Modus für diese DOS-Applikationen jeweils eigene virtuelle DOS-Maschinen gestartet und können somit parallel nach dem Time-slice-Verfahren ablaufen. Die für Windows geschriebenen Programme können jetzt sogar auf einen bestimmten Bereich auf der Festplatte zugreifen und ihn als Speicher benutzen. Für den richtigen Zugriff auf diesen virtuellen Speicher ist in Windows eine spezielle Speicherverwaltung eingebaut worden, die im Englischen als Virtual Memory Manager (VMM) bezeichnet wird. Sie besitzt die Aufgabe, den gesamten Hauptspeicher intern in 4 KByte große Stücke zu unterteilen und bei Bedarf die Seiten auf Festplatte in eine bestimmte Datei auszulagern, auf die am längsten nicht mehr zugegriffen wurden. Dieses Verfahren wird Demand Paging genannt.

VMM

Der Virtual Memory Manager verwaltet eine sog. Seitentabelle, die Verweise auf alle Seiten beinhaltet, die sich entweder im Speicher oder auf der Festplatte befinden. Außerdem enthält diese Tabelle für jede Seite Flags, die aussagen, ob nach dem Laden auf die Seite zugegriffen wurde (accessed-Attribut), und ob es sich dabei um einen Schreibzugriff handelte (dirty-Attribut). Falls nun eine neue Seite von der Festplatte in den Speicher geladen werden soll, dafür aber kein freier Platz vorhanden ist, reagiert Windows im Enhanced-Modus in drei Schritten, wobei die beiden Attribute geprüft und bei Bedarf in verschiedenen Schritten gelöscht werden. Erst wenn beide Attribute nicht mehr gesetzt sind, kann die dazugehörige Seite auf die Platte gebracht werden.

Für das Auslagern von Seiten auf die Festplatte kann zwischen einer temporären und einer permanenten Datei gewählt werden, wobei Sie die zuletzt genannte Auslagerungs-Datei in der Systemsteuerung von Windows 3.1 einrichten müssen. Eine permanente Swap-Datei setzt sich aus zwei Dateien zusammen, die automatisch mit dem Namen 386SPART.PAR bzw SPART.PAR und den Attributen System und Hidden angelegt werden. Die Swap-Datei kann später nur vergrößert werden, wenn sie dabei zusammenhängend bleibt. Die temporäre Datei WIN386.SWP hingegen ist eine normale Datei, die vergrößert werden kann. Jedoch ist im Normalfall eine permanente Auslagerungsdatei zu empfehlen, da dies u.a. die Ausführung von Windows beschleunigt, wenn der Speicher knapp ist.

Speichertypen

In diesem Punkt wird auf die unterschiedliche Speicherverwaltung der einzelnen Betriebsarten eingegangen, die oben mehrfach erwähnt wurde. Dabei werden drei verschiedene Speichertypen benutzt:

- konventioneller Speicher
- Expanded Memory (expandierter Speicher)
- Extended Memory (erweiterter Speicher)

Konventioneller Speicher

Als konventioneller Speicher werden die ersten 640 KByte des Speichers bezeichnet. Diese 640 KByte stellen für alle Applikationen, die unter DOS laufen, die Grenze dar, d.h. die gesamten Abläufe geschehen in diesem Bereich.

Auch die beiden Windows-Betriebsarten Real-Modus und Standard-Modus besitzen diese Begrenzung bezüglich des Ablaufs von DOS-Anwendungen. Im Enhanced-Modus können hingegen mehrere virtuelle DOS-Maschinen gestartet werden.

Expanded Memory

Das Expanded Memory wird häufig von Windows-Applikationen verwendet, die für die älteren

Windows-Versionen 2.x geschrieben wurden. Heutzutage greift Windows 3.0 nur im Real-Modus auf diesen Speichertyp zu, der durch zwei verschiedene LIM-Standards (LIM 3.2 und LIM 4.0) definiert wird. Bei den 8086/8088 Prozessoren ist es nicht möglich, den 640 KByte großen konventionellen Speicher zu erweitern. Jedoch kann mit Hilfe einer speziellen Technik, die Bankswitching genannt wird, auf einen zusätzlichen Speicher, das Expanded Memory, zugegriffen werden.

Dafür wird ein noch freier Bereich zwischen 640 KByte und 1 MByte benutzt. Außerdem ist eine zusätzliche Speicherkarte und ein spezieller Treiber mit dem Namen Expanded Memory Manager (EMM) notwendig, der für die Kommunikation zwischen dieser Karte und dem Rechner zuständig ist.

LIM-Standard

Nach der Definition im LIM-Standard 3.2 richtet dieser Treiber einen 64 KByte großen Bereich, den sogenannten Page Frame, zwischen 640 KByte und 1 MByte ein, um das Bankswitching durchführen zu können. Dieser Page Frame ist in vier zusammenhängende 16 KByte große Seiten (Pages) unterteilt. In diesen Bereich können nun vier Blöcke, die auch je 4 KByte groß sind und auf der Zusatz-Speicherkarte liegen, als physikalische Seiten eingeblendet werden. Aus dem Rest dieser Karte werden weitere 16 KByte große logische Seiten gebildet, die bei Bedarf zu physikalischen Seiten werden können und dadurch eine andere Seite ersetzen. Bei diesem Vorgang werden die Daten nicht physikalisch von der EMS-Karte in den Bereich zwischen 640 KByte und 1 MByte kopiert, sondern es werden lediglich die Adressen in den entsprechenden Registern geändert, damit der Page Frame auf vier Seiten der Zusatz-Speicherkarte eingestellt wird. Die Applikation kann dann auf die Daten, die sich in diesen Seiten befinden, zugreifen.

Da der LIM-Standard 3.2 kein Multitasking unterstützen kann, wurde ein neuer Standard LIM 4.0 definiert. Bei ihm können anstelle von vier Seiten bis zu 64 Seiten angelegt werden, mit denen 1 MByte Speicher ausgelagert werden kann. Zudem ist es nicht mehr nötig, daß der Page Frame aus einem zusammenhängenden Stück bestehen muß.

Extended Memory

Das Extended Memory ist der Speichertyp, der von Windows sowohl im Standard- als auch im Enhanced-Modus verwendet werden kann. Windows läuft dann im Protected Mode des Prozessors ab. Das Extended Memory beginnt immer bei 1 MByte und kann bei einem 80286-Prozessor einen bis zu 16 MByte großen Adreßraum schaffen, bei einem 80386-Prozessor kann der Adreßraum sogar bis zu 4 GByte groß werden.

Die Begrenzung ist durch das jeweilige Adressierungsprinzip festgelegt, das anschließend genauer beschrieben wird. Falls der Rechner nur einen 8086- oder einen 8088-Prozessor besitzt, besteht keine Möglichkeit, das Extended Memory direkt anzusprechen. Jeder Zugriff von Windows oder von Windows-Applikationen auf diesen Speichertyp geschieht über einen XMS-Treiber namens HIMEM.SYS. Die Abkürzung XMS steht dabei für eXtended Memory Specification.

Adressierung im Protected Mode des Prozessors

Ab dem Prozessor 80286, den Intel im Jahr 1982 auf den Markt brachte, können alle weiteren Prozessoren dieser Familie in zwei unterschiedlichen Betriebszuständen arbeiten: im Real Mode und im Protected Mode. Aufgrund dieses Protected Mode ist eine leistungsfähige Speicherverwaltung entstanden, durch die ein maximaler Adreßraum von 4 GByte angesprochen werden kann.

Im Real Mode steht die Startadresse eines Segmentes direkt in einem der möglichen Segmentregister. Dagegen enthalten im Protected Mode diese Register jeweils einen Verweis auf einen Eintrag, der in einer speziellen Tabelle steht und als Descriptor bezeichnet wird. Dieser Verweis stellt den Hauptteil des Selektors dar und belegt die oberen 13 Bits des Registers.

Selektor

Die Bits 0 und 1 des Selektors definieren eine von vier möglichen Privilegstufen (RPL = Requested Privilege Level). Durch das Bit 2 (TI = Table Indicator) wird der Selektor dem jeweiligen Tabellentyp (s.u.) zugewiesen, in der der Deskriptor steht.

Descriptor

Dieser Deskriptor ist eine 64 Bit große Datenstruktur, in der sich u.a. die 32 Bit-Startadresse des Segmentes befindet, auf das zugegriffen werden soll. Daneben enthält der Deskriptor auch die maximale Segmentgröße (Limit). Durch diese Angabe kann der Prozessor Zugriffe außerhalb eines Segmentbereiches erkennen.

Weitere Flags geben Auskunft über Zugriffsrechte, über die Lage des Segmentes u.ä. Diese Deskriptoren können in einer globalen Deskriptortabelle (GDT), auf die systemweit zugegriffen werden kann, oder in einer lokalen Deskriptortabelle (LDT) liegen, die alle Deskriptoren für einen bestimmten Task enthält. Beide Tabellen befinden sich im Hauptspeicher. Das System Windows inklusive aller ablaufenden Windows-Applikationen wird in diesem Zusammenhang nur als ein einziger Task angesehen.

Der in der Abbildung "Deskriptor" gezeigte Deskriptor gilt sowohl für den 80286- als auch für den 80386- bzw. 80486-Prozessor. Für die Segmentgröße existieren jeweils nur 20 Bit, mit denen eigentlich nur 1 MByte definiert werden kann. Trotzdem ist es bei der Benutzung des 80386- bzw. 80486-Prozessors möglich, auf 4 GByte zuzugreifen, da es hierfür das Granularitätsbit gibt. Falls dieses Bit gesetzt ist, wird die im Deskriptor angegebene Segmentgröße mit dem Wert 4096 multipliziert.

Bei dem 80286-Prozessor wird nur der untere Teil der Basisadresse (0..23) für die Adressierung des gewünschten Segmentes benutzt, da hierüber der maximale Adreßraum von 16 MByte angesprochen werden kann.

Neben der besonderen Speicherverwaltung besitzt der Protected Mode noch eine andere wichtige Eigenschaft, die als Vergabe von unterschiedlichen Privilegstufen bezeichnet wird. Es existieren vier Stufen, denen die Werte 0 bis 3 zugewiesen sind und die u.a. entscheiden, ob bestimmte Befehle ausgeführt werden dürfen. Dabei laufen Programme, die auf Stufe 0 liegen, in der höchsten Privilegstufe ab. Alle Windows-Applikationen und alle DLLs von Windows benutzen generell die Privilegstufe 1.

Speicherverwaltung bezogen auf die Betriebsarten

Im Real-Modus läuft Windows 3.0 vollständig im konventionellen Speicher ab. Wenn nach dem Laden von Windows noch mindestens 280 KByte an frei verschiebbaren Seiten im konventionellen Speicher vorhanden sind, arbeitet Windows automatisch mit dem Page Frame des LIM 4.0-Standards. Die Startadresse dieser physikalischen Seiten wird unter der Speicheradresse vermerkt, an der der Programmcode von Windows und der zusätzlich als globaler Speicher reservierte Bereich, auf den alle Anwendungen zugreifen können, aufhören. Diese Adresse wird als EMS-Linie bezeichnet und kann durch bestimmte Schalter, die beim Starten von Windows mitangegeben werden können, verschoben werden. Obwohl das Extended Memory im Real-Modus nicht direkt adressiert werden kann, muß es nicht ungenutzt bleiben. Der Programmcode kann nämlich in diesen Bereich ausgelagert werden, wodurch die Verarbeitungsgeschwindigkeit um einiges beschleunigt wird. Windows überschreibt Segmente, die im Speicher liegen und mit dem Attribut Discardable gekennzeichnet sind, falls Platz für ein anderes Programm benötigt wird. Ohne einen XMS-Treiber und ohne Extended Memory muß dieser aus dem Speicher entfernte Programmcode später wieder von der Festplatte geladen werden, wenn er ablaufen soll. Falls jedoch HIMEM.SYS und ein erweiterter Speicher vorhanden sind, kann der Programmcode in den XMS-Bereich kopiert und bei Bedarf viel schneller als von der Platte zurückgeholt werden.

Windows greift im Standard-Modus nicht auf das Expanded Memory zu. Das Extended Memory wird zum verfügbaren konventionellen Speicher aufaddiert und steht anschließend den Windows-Applikationen als zusammenhängender Speicherblock zur Verfügung.

Auch im Enhanced-Modus benutzt Windows kein Expanded Memory. DOS-Applikationen können

aber auf diesen zugreifen, wenn dies in der entsprechenden PIF-Datei vermerkt wird. Das Extended Memory wird wie im Standard-Modus benutzt. Zudem kann aber noch mit Hilfe des Virtual Memory Manager mit dem virtuellen Speicher gearbeitet werden. Dies wurde schon weiter oben beschrieben.