

INTERNSCHRIFT Nr. 58

THEMA            Gerätebetrieb bei einer Großrechenanlage

VERFASSER

Böhner

DATUM

20.12.1971

FORM DER ABFASSUNG

Entwurf

☒ Ausarbeitung

Endform

SACHLICHE VERBINDLICHKEIT

☒ Allgemeine Information  
Diskussionsgrundlage

Erarbeiteter Vorschlag

Verbindliche Mitteilung

Veraltet

ÄNDERUNGSZUSTAND

BEZUG AUF INTERNSCHRIFTEN

Internschrift-Nr.55

ANDERWEITIGE LITERATUR

---

Arbeitsunterlage, nicht zur Publikation bestimmt. Weitergabe  
an Dritte nur im Einvernehmen mit der Arbeitsgruppe

Vorwort

Die vorliegende Internschrift enthält das Manuskript eines Vortrages "Gerätebetrieb bei einer Großrechenanlage", den ich auf der 1. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik im Oktober 1971 gehalten habe.

An dieser Stelle möchte ich mich für die wertvollen Ratschläge und die kritische Durchsicht des Manuskriptes nochmals ausdrücklich bei Herrn Ramsperger bedanken.

<u>0. Inhaltsverzeichnis</u>	Seite
1. Einige wesentliche Eigenschaften des Betriebssystems	3
2. Die Organisationsform "Geräteprozessor"	3
2.1. Einige Grundbegriffe	3
2.2. Definition eines Geräteprozessors	4
2.3. Die Funktionsweise von Geräteprozessoren	5
2.4. Die Zuordnung von Geräteprozessoren zu Prozessen	6
2.5. Abschließende Bemerkung	6
3. Die Benutzeranforderungen und die Benutzungsmöglichkeiten für Geräte	7
3.1. Randbedingungen des Betriebssystems	7
3.2. Standarddienstleistungen und allgemeine Datentransportdienste	7
3.3. Spezielle Anforderungen für Geräte und die direkte Gerätebenutzung	8
3.4. Spezielle Anforderungen für Datenträger und deren direkte Benutzung	8
3.5. Mehrfachbenutzung von Geräten und Datenträgern	9
4. Das Gerätebetriebsmodell	10
4.1. Gliederung des Modells	10
4.2. Beschreibung des Modells anhand typischer Benutzungsabläufe	10
4.3. Bemerkungen zu den Systemanforderungen an den Gerätebetrieb	16

## Gerätebetrieb bei einer Großrechenanlage

### 1. Einige wesentliche Eigenschaften des Betriebssystems

Ich gehe von einem Betriebssystem aus, in dem die einzelnen Aktivitäten von sequentiellen Prozessen erbracht werden, die um die Betriebsmittel konkurrieren können. Diese Prozesse laufen asynchron auf einer Pseudohardware ab.

Die Pseudohardware besteht aus einem Programmpaket, das mit Hilfe einer Telefunken TR440-Doppelprozessoranlage jedem Prozeß einen der endlich vielen Pseudoprozessoren, ein Kommunikationssystem und eine EA-Pseudohardware zur Verfügung stellt. Mit Hilfe des Kommunikationssystems können die Prozesse durch Botschaften anderen Prozessen Aufträge erteilen und selbst Aufträge erhalten. Durch die zu jeder Botschaft gehörige Antwort werden sie über die Durchführung ihrer Aufträge informiert. Zu diesem Zweck ist jeder Prozeß über einen geeigneten Kommunikationskanal für die an ihn gerichteten Botschaften und Antworten an das Kommunikationssystem angeschlossen.

Ich unterscheide hier zwischen Prozessen und Systemprozessen. Prozesse führen im Betriebssystem Benutzeraufträge durch, wogegen Systemprozesse für Prozesse oder andere Systemprozesse Dienstleistungen erbringen.

Nach dieser allgemeinen Einführung werde ich auf die EA-Pseudohardware etwas näher eingehen.

### 2. Die Organisationsform "Geräteprozessor"

#### 2.1. Einige Grundbegriffe

Die EA-Pseudohardware stellt den Prozessen die physikalischen Geräte, die durch Kanalwerke an das EA-Werk angeschlossen sind, als Geräteprozessoren zur Verfügung. Zur Beschreibung eines solchen Geräteprozessors werde ich zuerst Anrufe und Aufträge von Prozessen an die EA-Pseudohardware definieren.

Ein Anruf ist ein Signal von einem Gerät an die Zentraleinheit, dessen Bedeutung vom Gerätetyp und von der jeweiligen Situation abhängt. Beispielsweise kann ein Anruf von einer Magnetbandmaschine bedeuten, daß ein Band aufgespannt wurde, oder daß ein Umspulvorgang beendet ist, entsprechend der jeweiligen Vorgeschichte.

Bei Aufträgen von Prozessen an die EA-Pseudohardware unterscheide ich zwischen Anrufsaufträgen und Startaufträgen. Mit dem Anrufsauftrag "Gib Anruf von Gerät" erhält der Auftraggeber einen von diesem Gerät bereits gesendeten oder den nächsten Anruf den dieses Gerät sendet.

Die Startaufträge beschreiben von einem Gerät auszuführende Tätigkeiten; d.h. im wesentlichen Informationstransporte vom Gerät in den Zentralspeicher und umgekehrt. Ein Startauftrag muß insbesondere die gesamte gerätespezifische Information enthalten, die die EA-Pseudohardware zur Durchführung des Auftrages braucht.

## 2.2. Definition eines Geräteprozessors

Ein Geräteprozessor besteht nun aus einem physikalischen Gerät, einer zugehörigen Warteschlange für Startaufträge (WS) und aus einem Auftragspuffer für einen Anrufsauftrag.

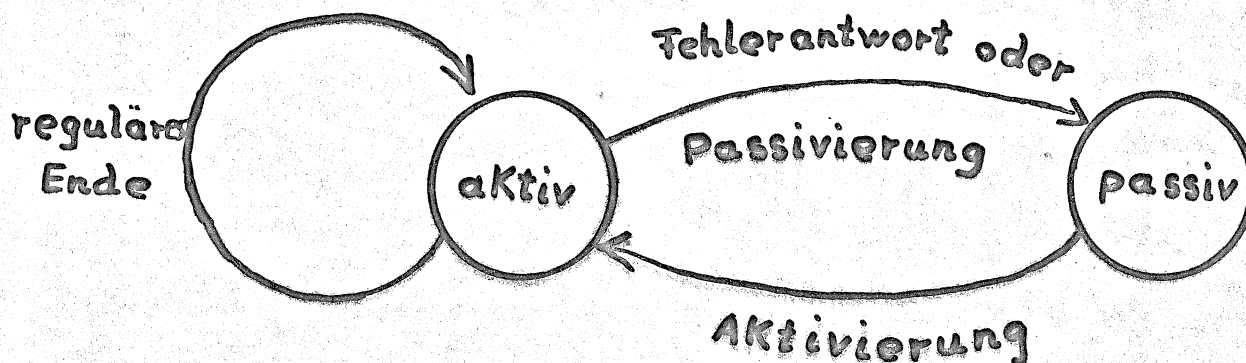
Die Warteschlangen und Auftragspuffer aller Geräteprozessoren sind über einen Kommunikationskanal an das allgemeine Kommunikationssystem des Betriebssystems angeschlossen. Dies bedeutet, daß Start- und Anrufsaufträge als Botschaften für Geräteprozessoren formuliert werden können. Dabei wird garantiert, daß die Antworten zu Startaufträgen für einen Geräteprozessor in derselben zeitlichen Reihenfolge beim Auftraggeber eintreffen, in der er jene Startaufträge erteilt hat.

Diese Einbettung eines Gerätes in einen Geräteprozessor hat für den Auftraggeber den Vorteil, daß er völlig unabhängig vom

Zustand der Hardware, die physikalische Geräte mit Zentraleinheit und Zentralspeicher verbindet, für ein physikalisches Gerät Aufträge erteilen kann und umgekehrt braucht er nicht auf Unterbrechungen zu reagieren, die hardwaremäßig die Durchführung seiner Aufträge anzeigen, sondern er kann sich darüber zu einem für ihn geeigneten Zeitpunkt informieren.

### 2.3. Die Funktionsweise von Geräteprozessoren

Die Funktionsweise von Geräteprozessoren wird nun anhand des Zustandsübergangsdiagrammes von Geräteprozessoren aus der Sicht des Auftraggebers beschrieben.



Ein Geräteprozessor befindet sich normalerweise im Zustand aktiv, d.h. es werden fortlaufend Startaufträge entsprechend der anstehenden WS durchgeführt. Kann bzw. konnte jedoch ein Startauftrag nicht ordnungsgemäß durchgeführt werden, weil der Startauftrag falsch formuliert war bzw. weil der angestoßene EA-Vorgang irregulär beendet wurde, dann erhält der Auftraggeber eine entsprechende Antwort (Fehlerantwort) und der Geräteprozessor befindet sich im Zustand passiv.

In diesem ausgezeichneten Zustand werden zwar noch Startaufträge in die WS aufgenommen, aber es werden der WS keine weiteren Startaufträge zur Durchführung entnommen und der Auftraggeber kann sich der veränderten Situation anpassen durch Manipulation der WS wie Löschen oder Einschieben von Startaufträgen.

Ein Geräteprozessor kann darüberhinaus auch durch einen speziellen Auftrag "Passivieren" in diesen ausgezeichneten Zustand gebracht werden und umgekehrt jederzeit wieder durch einen speziellen Auftrag aktiviert werden.

Unabhängig vom Zustand eines Geräteprozessors kann der Auftraggeber in einem Startauftrag spezifizieren, daß dieser Startauftrag erst durchgeführt werden soll, wenn das entsprechende Gerät einen Anruf gesendet hat. Solche bedingten Startaufträge ermöglichen eine schnellere Reaktion auf Anrufe und der Auftraggeber braucht Anrufe nicht selbst zu verarbeiten.

#### 2.4. Die Zuordnung von Geräteprozessoren zu Prozessen

Bevor ich die Geräteprozessoren verlasse, möchte ich noch auf die Zuordnung von Geräteprozessoren zu Prozessen eingehen. Wie sich später zeigen wird, ist es sinnvoll zu fordern, daß Geräteprozessoren zu jedem Zeitpunkt nur einen Auftraggeber haben dürfen. Deshalb ist für jeden Geräteprozessor eine Zuordnung Prozeßname vorgesehen, die den jeweils erlaubten Auftraggeber eindeutig kennzeichnet. Ein solcher Prozeß heißt dann Besitzer des entsprechenden Geräteprozessors. Mit Hilfe dieser Zuordnung erfüllt ein Geräteprozessor jene Forderung, indem er nur Aufträge für seinen Besitzer durchführt und allen anderen Aufträgen die Durchführung verweigert.

Auf die Frage "Wie und durch wen ein Prozeß Besitzer eines Geräteprozessors werden kann" werde ich später zurückkommen.

#### 2.5. Abschließende Bemerkung

Die Methode, Geräte in Geräteprozessoren einzubetten, eignet sich, abgesehen von Realzeitanwendungen für alle Geräte der Peripherie eines Rechners, da sie die physikalischen Eigenschaften der Geräte beläßt, und sie ermöglicht es, alle Geräte voneinander unabhängig zu betreiben.

Auf dieser Grundlage werde ich unter Berücksichtigung gewisser Randbedingungen des Betriebssystems mit Hilfeder Benutzeranforderungen ein mögliches Modell für den Gerätebetrieb eines Rechner skizzieren.



### 3. Die Benutzeranforderungen und die Benutzungsmöglichkeiten für Geräte

#### 3.1. Für Benutzeranforderungen sind folgende Randbedingungen des Betriebssystems vorgegeben:

- Die Datenorganisation des Betriebssystems stellt den Benutzern Dateien als Informationsspeicher zur Verfügung.
- Die Benutzeraufträge werden von Prozessen abgewickelt.
- Geräte können nur in der Organisationsform Geräteprozessor betrieben werden.

#### 3.2. Standarddienstleistungen und allgemeine Datentransportdienste

Die Benutzer erwarten vom Betriebssystem, daß es für sie gewisse Standarddienstleistungen mit Geräten erbringt, wie den Informationstransport von Geräten bzw. Datenträgern in Dateien. Dazu stellt das Betriebssystem insbesondere den Prozessen allgemeine Datentransportdienste folgender Art zur Verfügung:

- Lies von Eingabegerät bzw. von Datenträger (auf Eingabegerät) in Datei.
- Schreibe aus Datei auf Ausgabegerät bzw. auf Datenträger (auf Ausgabegerät)

In diesem Zusammenhang sind mögliche Eingabegeräte Lochkarten- und Lochstreifenleser, mögliche Ausgabegeräte sind Stanzer, Drucker und Zeichengeräte und als Ein- oder Ausgabegeräte kommen in Frage Fernschreiber, Sichtgeräte, Magnetbandmaschinen und Wechselplattenlaufwerke.

Diese Datentransportdienste werden vom Ablauf des auftraggebenden Prozesses entkoppelt, durch Systemprozesse erbracht, so daß der auftraggebende Prozeß keine Möglichkeit hat, auf die Durchführung Einfluß zu nehmen. Außerdem ist er an die Datenstrukturen gebunden, die ihm das Dateisystem zur Verfügung stellt.



### 3.3. Spezielle Anforderungen für Geräte und die direkte Gerätebenutzung

Im Gegensatz zu solchen Standarddienstleistungen gibt es aber auch spezielle Anforderungen, wie Test und Wartung von Geräten im laufenden Betrieb, die eine direkte Benutzung von Geräten durch Benutzer erfordern. Zu diesem Zweck ermöglicht das Betriebssystem auch Prozessen "die sog. direkte Gerätebenutzung" die folgendermaßen definiert ist.

Benutzt ein Prozeß ein Gerät direkt, dann steht nur ihm dieses Gerät als Geräteprozessor mit allen physikalischen Eigenschaften zur Verfügung.

### 3.4. Spezielle Anforderungen für Datenträger und deren direkte Benutzung

Schließlich gibt es insbesondere für die Datenträger Magnetband und Wechselplattenturm Benutzer, für deren Probleme die Datenstrukturen des Dateiensystems nicht geeignet sind, so daß sie dafür keine Datentransportdienste in Anspruch nehmen können.

Deshalb ist auch für Prozesse die Möglichkeit vorgesehen, die Datenträger Magnetband und Wechselplattenturm direkt zu benutzen. Diese Benutzungsart ist folgendermaßen definiert:

Benutzt ein Prozeß einen Datenträger direkt, dann kann nur er auf diesem Datenträger mit einer beliebigen Datenstruktur arbeiten; d.h. nur er kann auf bzw. von diesem Datenträger Blöcke schreiben bzw. lesen, wobei hier unter einem Block eine beliebige Informationseinheit zu verstehen ist, die nur mit der physikalischen Informationsdarstellung auf dem jeweiligen Datenträger verträglich sein muß.

Bei der direkten Benutzung eines Datenträgers kann der Benutzer also alle physikalischen Eigenschaften eines Datenträgers ausnutzen, aber er braucht das Gerät, auf das der Datenträger zur Bearbeitung aufgespannt ist, nicht selbst zu betreiben, sondern das Betriebssystem stellt dafür einen Systemprozess zur Verfügung. Genau darin besteht der Unterschied zur direkten Benutzung der Geräte auf die Datenträger zur Bearbeitung aufgespannt werden.

### 3.5. Mehrfachbenutzung von Geräten und Datenträgern

Die hier definierte direkte Benutzung von Geräten und Datenträgern zeichnet sich gerade durch die Bedingung aus, daß Geräte und Datenträger jeweils von nur einem Prozeß direkt benutzt werden können. Eine Mehrfachbenutzung erfordert dagegen einerseits eine aufwendige Synchronisation, die für die üblichen Anforderungen eines Prozesses bereits von der Datenorganisation erbracht wird und insbesondere ist die Wiederherstellung eines früher einmal erreichten Bearbeitungszustandes sehr problematisch. Andererseits ermöglicht sie es, einem anderen Prozeß ein Gerät bzw. einen Datenträger in einem wohldefinierten Bearbeitungszustand zu übergeben.

In diesem Modell kann ein Prozeß, der ein Gerät oder einen Datenträger direkt benutzt, seine direkte Benutzung auf einen anderen von ihnen spezifizierten Prozeß übertragen. Bei einer solchen Übertragung garantiert das Betriebssystem, daß der vom vorherigen direkten Benutzer zurückgelassene Bearbeitungszustand des Datenträgers bzw. Gerätes erhalten bleibt.

Es ist klar, daß diese Möglichkeit indirekt auch eine Mehrfachbenutzung erlaubt, wenn sich die Benutzer über das vorhandene Kommunikationssystem selbst synchronisieren. Nachdem ich die Benutzungsmöglichkeiten für Geräte definiert habe, werde ich dafür ein Gerätebetriebsmodell skizzieren.

#### 4. Das Gerätebetriebsmodell

##### 4.1. Gliederung des Modells

Prozesse zur Durchführung von Benutzeraufträgen

Gerätebetriebsleiter ist für die Zuteilung von Benutzungen verantwortlich

Vermittler erbringen die Datentransportdienste

Transporteure erbringen die direkte Benutzung von Datenträgern

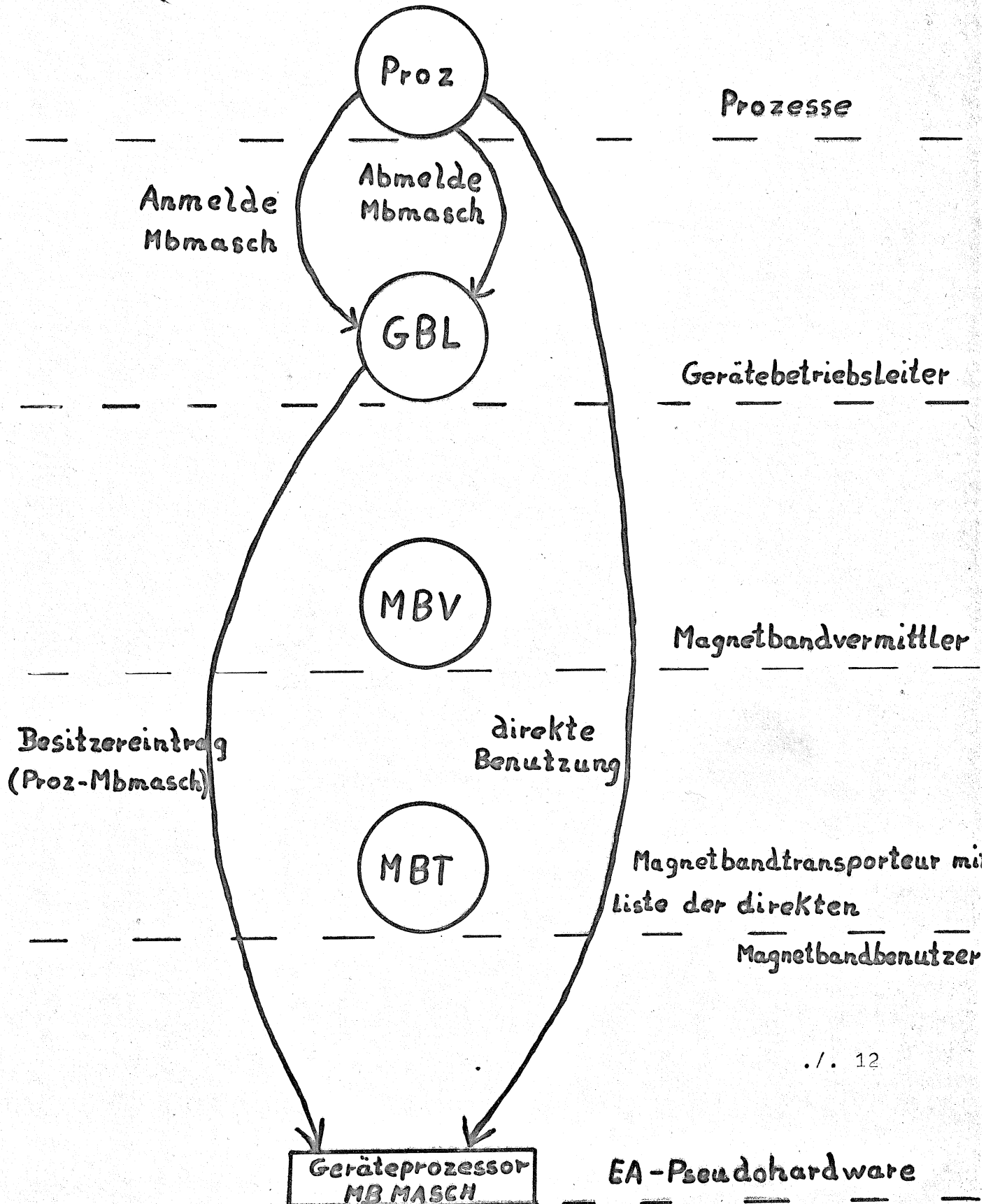
Geräteprozessoren für die direkte Benutzung von Geräten

Der Gerätebetriebsleiter, die Vermittler und Transporteure sind Systemprozesse, die das Betriebssystem für den Gerätebetrieb zur Verfügung stellt. Ihre Funktion und Bedeutung für den Gerätebetrieb, die auf dem Bild angedeutet ist, werde ich erklären anhand der drei typischen Benutzungsbeispiele "direkte Benutzung einer Magnetbandmaschine", "direkte Benutzung eines Magnetbandes" und Durchführung des Datentransportdienstes "Schreibe Datei auf Magnetband", die für einen Prozeß erbracht werden sollen. Der Einfachheit halber setze ich voraus, daß jeweils benötigte Magnetbänder bereits aufgespannt sind.

##### 4.2. Beschreibung des Modells anhand typischer Benutzungsabläufe

4.2.1. Der Ablauf einer direkten Gerätebenutzung

Das erste Beispiel zeigt den Ablauf einer direkten Gerätebenutzung:

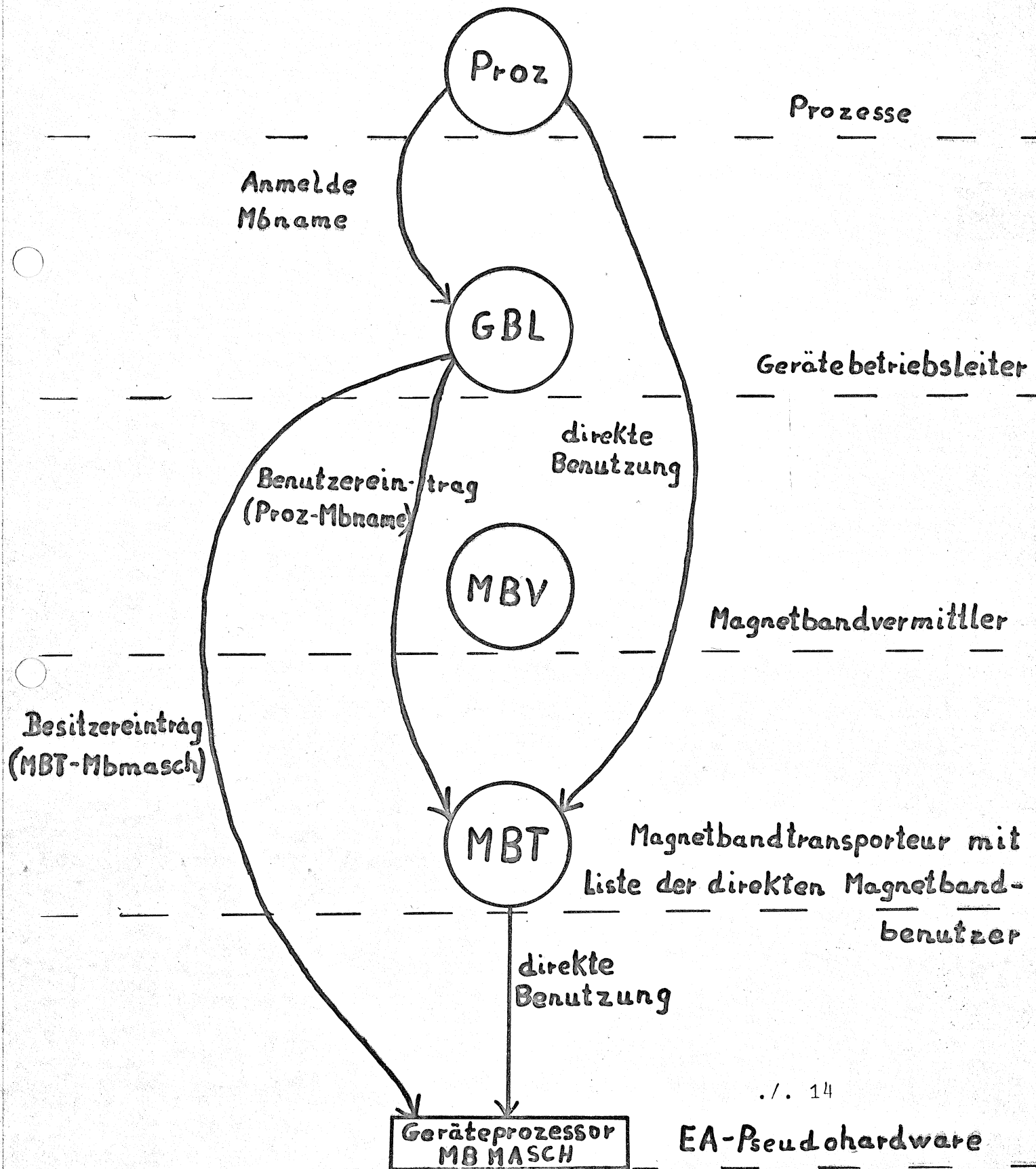


Angenommen ein Prozeß mit dem Namen Proz möchte die Magnetbandmaschine Mbmasch zur Wartungszwecken direkt benutzen. Dann wendet er sich mit dem Auftrag "Anmelde Gerät Mbmasch (zur direkten Benutzung)" an den Gerätebetriebsleiter. Dieser trägt, falls die Magnetbandmaschine Mbmasch verfügbar ist, den Prozeß Proz als Besitzer des Geräteprozessors ein, in den die Mbmaschine Mbmasch eingebettet ist. Anschließend bestätigt der Gerätebetriebsleiter die Anmeldung des Prozesses Proz und dieser kann mit Hilfe von Start- und Anrufsaufträgen die Magnetbandmaschine Mbmasch als Geräteprozessor direkt benutzen.

Wenn der Prozeß Proz das benutzte Gerät nicht mehr benötigt, dann wendet er sich mit dem Auftrag "Abmelde Gerät Mbmasch" wieder an den Gerätebetriebsleiter, worauf dieser den Besitzereintrag löscht und dafür sorgt, daß eventuelle Relikte wie unbeantwortete Start- und Anrufsaufträge der vorhergehenden Benutzung entfernt werden.

4.2.2. Der Ablauf einer direkten Datenträgerbenutzung

Das zweite Beispiel zeigt den Ablauf der direkten Benutzung eines Datenträgers:



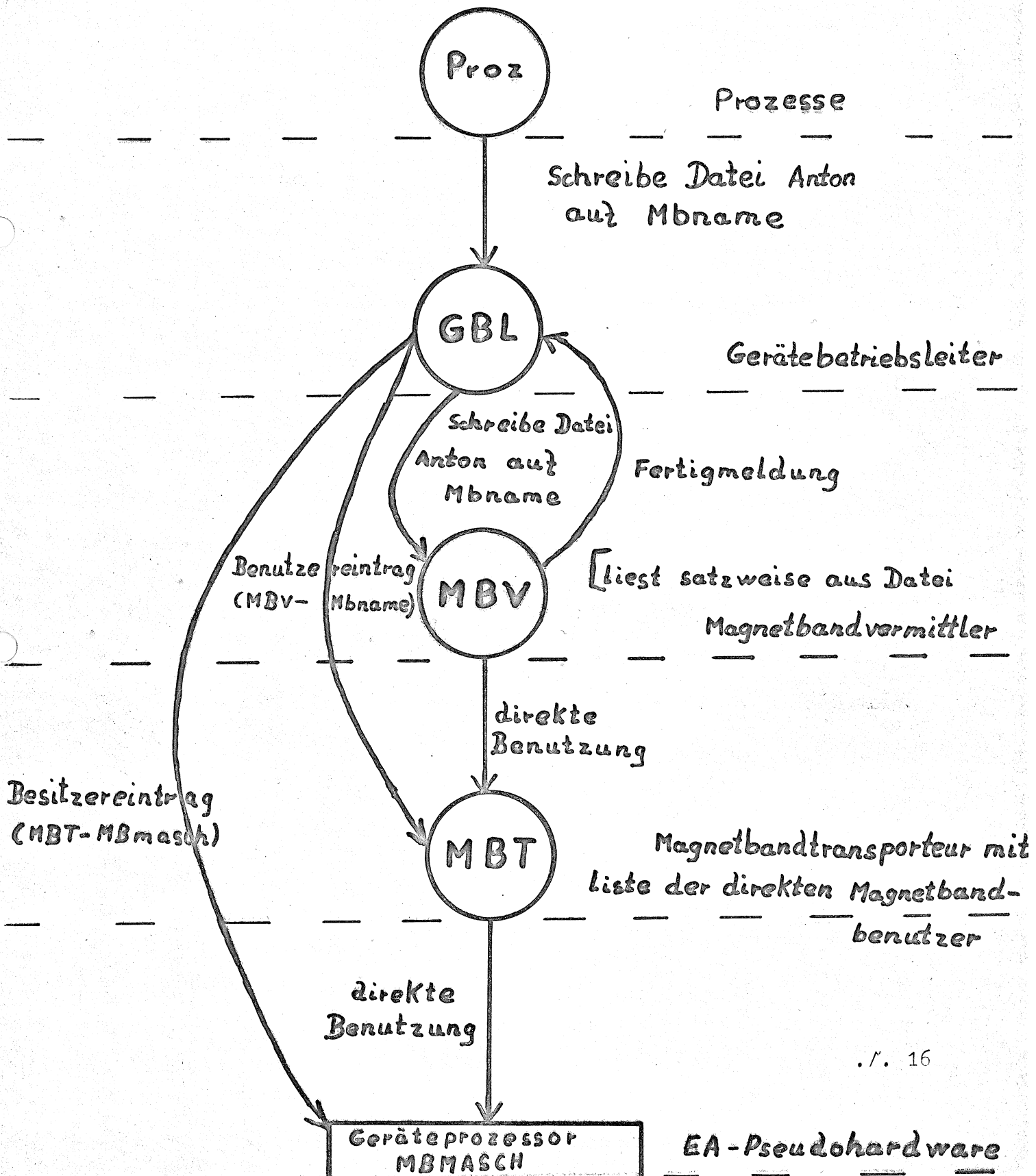


Der Prozeß Proz möchte dieses Mal ein Magnetband Mbname direkt benutzen, weil für seine Probleme kein geeigneter Datentransportdienst zur Verfügung steht. Dazu wendet er sich mit dem Auftrag "Anmelde Magnetband Mbname (zur direkten Benutzung)" an den Gerätebetriebsleiter. Dieser trägt den Prozeß als direkten Benutzer des Magnetbandes Mbname bei dem Magnetbandtransporteur ein, da dieser alle Aufträge für die direkte Benutzung von Magnetbändern, wie das Lesen und Schreiben von Blöcken, durchführen soll. Indem der Magnetbandtransporteur bei allen diesen Aufträgen die Zuordnung "Prozeß-Magnetband" prüft, kann er sicherstellen, daß das Magnetband Mbname nur von dem Prozeß Proz direkt benutzt werden kann.

Um die Aufträge direkter Benutzer von Magnetbändern durchführen zu können, muß der Magnetbandtransporteur natürlich die Magnetbandmaschinen direkt benutzen, auf die die jeweiligen Magnetbänder aufgespannt sind. In diesem Fall sei das Magnetband Mbname wieder auf die Magnetbandmaschine Mbmasch aufgespannt. Deshalb trägt der Gerätebetriebsleiter den Magnetbandtransporteur als Besitzer der Magnetbandmaschine Mbmasch ein und bestätigt die Anmeldung des Prozesses Proz. Jetzt kann dieser das Magnetband Mbname solange direkt benutzen, bis er sich beim Gerätebetriebsleiter selbst abmeldet. Dieser löscht dann Benutzer- und Besitzereintrag.

4.2.3. Der Ablauf eines Datentransportdienstes

Das letzte Beispiel zeigt den Ablauf eines Datentransportdienstes:



In diesem Beispiel möchte der Prozeß Proz die Information aus einer Datei Anton auf ein Magnetband Mbname schreiben lassen. Dazu braucht er dem Gerätebetriebsleiter nur den Auftrag "Schreibe Datei Anton auf Magnetband Mbname" zu erteilen. Dieser stellt fest, daß das Magnetband Mbname auf der Magnetbandmaschine Mbmasch aufgespannt ist und trägt jetzt den Magnetbandvermittler als direkten Benutzer des Magnetbandes Mbname beim Magnetbandtransporteur ein, denn der Magnetbandvermittler soll den gewünschten Datentransportdienst durchführen, indem er Sätze, die er aus der Datei Anton liest, in Form von Blöcken auf das Magnetband Mbname schreibt, d.h. er muß insbesondere das Magnetband Mbname direkt benutzen. Aus diesem Grund wird auch der Magnetbandtransporteur wieder als Besitzer der Magnetbandmaschine Mbmasch eingetragen.

Damit kann der Magnetbandvermittler den geforderten Auftrag ausführen, den ihm der Gerätebetriebsleiter jetzt erteilt. Wenn der Magnetbandvermittler die geforderte Dienstleistung erbracht hat, meldet er sich beim Gerätebetriebsleiter zurück und dieser veranlaßt die Löschungen des Besitz- und Benutzungseintrages.

#### 4.3. Bemerkung zu den Systemanforderungen an den Gerätebetrieb

Zum Abschluß möchte ich noch einiges zu den Systemanforderungen an den Gerätebetrieb bemerken: Selbstverständlich ist wohl die Forderung, daß der Gerätebetrieb effizient sein soll, das bedeutet in erster Linie eine Maximierung des gesamten EA-Durchsatzes, soweit diese mit den Zielsetzungen des Gesamtsystems, wie beispielsweise Übersichtlichkeit und Sicherheit, verträglich ist. Dagegen ist die Forderung, daß die Bedienung der Geräte durch den Operateur möglichst einfach sein soll nicht ganz so selbstverständlich, obwohl dieser beim Gerätebetrieb wesentlicher Partner des Systems ist und das Betriebssystem von ihm Unterstützung erwartet. Beispielsweise erspart ein gut funktionierender Vorrüstungs- und Alterungsalgorithmus für Magnetbänder einerseits dem Operateur viele Bandwechsel und ermöglicht ihm eine bessere

Einteilung seiner Arbeitszeit. Andererseits können dadurch für Prozesse langfristige Wartezeiten in der Größenordnung von Minuten, wie sie etwa beim Aufspannen oder gar beim Holen eines Magnetbandes aus dem Archiv entstehen, vermieden oder zumindest wesentlich verkürzt werden.

Im Zusammenhang mit den Systemanforderungen hat der Gerätebetriebsleiter noch folgende Aufgaben durchzuführen:  
Er muß bei jeder Gerätebenutzung prüfen, ob der Auftraggeber dazu berechtigt ist und ob die momentane Betriebssituation die gewünschte Benutzung erlaubt.

Wenn für eine Benutzung mehrere gleichartige Geräte zur Verfügung stehen, dann muß er unter Berücksichtigung der Konfiguration, d.h. räumliche Anordnung der Geräte, Geräteauslastung und Gesamtbetriebssituation eine geeignete Auswahl treffen.

Schließlich muß er einplanen, daß insbesondere bei Ausgabegeräten wie z.B. Druckern ein Auftragsstau entstehen kann, der nur langfristig, d.h. über Stunden abgebaut werden kann.