

DEUTSCHES ELEKTRONEN-SYNCHROTRON **DESY**

DESY DV-74/1
Oktober 1974

Über eine Massenspeicherhierarchie als Teil eines
Datensatzverwaltungssystems am DESY-Rechenzentrum

von

DESY-Bibliothek

5. NOV. 1974

W. Wimmer

2 HAMBURG 52 · NOTKESTIEG 1

To be sure that your preprints are promptly included in the
HIGH ENERGY PHYSICS INDEX ,
send them to the following address (if possible by air mail) :

DESY
Bibliothek
2 Hamburg 52
Notkestieg 1
Germany

Über eine Massenspeicherhierarchie als Teil eines
Datensatzverwaltungssystems am DESY-Rechenzentrum

=====

Einleitung

Da am DESY-Rechenzentrum der Plattenplatz für permanente Datensätze (DS) fast immer belegt war, wurde die Möglichkeit erwogen, durch Auslagern von länger nicht benutzten DS auf Band wieder freien Platz zu schaffen. Hierdurch würden DS sich manchmal auf den Platten, manchmal jedoch auf Band befinden, was für die bisherigen bei DESY gebräuchlichen Band- bzw. Plattenverwaltungssysteme nicht verträglich wäre. Deshalb wurde ein neues DS- und Datenträger-Verwaltungssystem entwickelt, welches alle DS umfaßt, unabhängig davon, auf welchen Datenträgern sie sich befinden. Dabei sind DS-Verwaltung und Datenträgerverwaltung logisch voneinander unabhängig, jedoch durch gemeinsame Verwaltungsdateien miteinander verbunden. Ein Teil der Datenträgerverwaltung ist die Speicherhierarchie, die im folgenden beschrieben werden soll. Einige besondere Schwierigkeiten bei der Durchführung des Systems ergeben sich daraus, daß bei DESY ein Multiprogramming - Multiprocessing-System mit 2 gekoppelten Rechnern vorliegt, welche beide unabhängig voneinander zu allen Platten zugreifen können.

I. Das Verwaltungssystem (Konzept)

Im folgenden wird das Verwaltungssystem im Zusammenhang mit der Speicherhierarchie so weit beschrieben, wie es für das Verständnis der Speicherhierarchie notwendig ist. Näheres ist in (4) enthalten.

Hierarchiestufen:

Die Speicherhierarchie bei DESY besteht nicht zuletzt aus räumlichen Gründen aus 3 Hierarchiestufen. Die erste Stufe bilden permanent an die Rechner angeschlossene, im direkten Zugriff erreichbare Speichermedien, bei DESY IBM-Platten 3330. Deshalb wird diese Stufe im folgenden einfach "Platten" genannt. Die zweite Stufe besteht aus "M-Bändern", das sind im Maschinenraum in der Nähe der Bandeinheiten untergebrachte Bänder, welche bei Bedarf relativ schnell, d.h. in einem Zeitraum zwischen 1 und 5 Minuten, zur Verfügung stehen. Die Menge der M-Bänder

ist durch die Größe des Maschinenraumes beschränkt. Deshalb wird noch eine dritte Stufe benötigt, die "A-Bänder". Dies sind Bänder, die weiter entfernt vom Maschinenraum lagern und deren Menge im Prinzip als unbegrenzt angesehen werden kann.

Auslagerung:

Die Idee der Speicherhierarchie ist es, Datensätze so zwischen den Hierarchiestufen hin- und herzubewegen, daß die Benutzer eine minimale mittlere Zugriffszeit zu ihren DS haben und jederzeit auf jeder Stufe neue DS einrichten können. Das Hin- und Herbewegen kann dabei zu einer langsamer oder schneller zugreifbaren Hierarchiestufe erfolgen und entweder automatisch oder vom Benutzer veranlaßt werden. Da der Benutzer von der Speicherhierarchie möglichst wenig merken soll, wäre die Automatik vorzuziehen. Deshalb geschieht auch der Datensatztransport auf eine Hierarchiestufe mit längerer Zugriffszeit automatisch, d.h. ohne Mitwirkung des Benutzers. In bestimmten Abständen werden nach einem in II beschriebenen Auswahlalgorithmus DS von der Platte auf die M-Bänder gebracht. Beim automatischen Bewegen in die andere Richtung könnten jedoch auf Bändern eingerichtete, sehr lange Datensätze auf die Platten geraten und dadurch diese verstopfen bzw. gar nicht auf die Platten passen. Wollte man dies vermeiden, müßten solche DS z.B. als Banddatensätze gekennzeichnet werden. Dies erfordert jedoch zusätzliche Aktionen, die das System sowohl in der Anwendung durch die Benutzer als auch im Aufbau unnötig komplizieren. Es sollte deshalb in der Hand des Benutzers liegen, auf welcher Hierarchiestufe er seinen DS mindestens haben möchte. Er muß ebenfalls die Möglichkeit haben, DS auf jeder Hierarchiestufe einzurichten. Dies führt zur Einführung der folgenden Datenträgerklassen: Die Klasse 'FAST' umfaßt nur die Platten, 'MEDIUM' Platten und M-Bänder und 'SLOW' alle drei Hierarchiestufen. Gibt der Benutzer eine oder keine der DS-Klassen auf seinen Datei-Steuerkarten an, so werden vom Betriebssystem die in Tab. 1 angegebenen Aktionen durchgeführt. Die Optimierung des Systems liegt damit zum Teil bei den Benutzern. Der durch das System durchzuführende Teil der Optimierung besteht aus der Wahl der Strategie für den Datensatztransport auf eine langsamere Hierarchiestufe. Der für die Effektivität kritische Teil ist dabei die DS-Auslagerung von den Platten auf die M-Bänder. Auf diese Strategie wird in II eingegangen.

Tabelle 1

a) Einrichten eines neuen DS

angegebene Klasse	DS eingerichtet auf
FAST	Platte
MEDIUM	M-Band
SLOW	A-Band
nichts	Fehler

b) Zugriff zu bestehenden DS

angegebene Klasse	DS auf Platte	DS auf M-Band bringe	DS auf A-Band bringe
FAST	keine Aktion	DS auf Platte	DS auf Platte
MEDIUM	keine Aktion	keine Aktion	bringe DS auf M-Band
SLOW	keine Aktion	keine Aktion	keine Aktion
nichts	keine Aktion	keine Aktion	keine Aktion

DS-Klassen

Nun gibt es Gründe, z.B. die Online-Benutzung von Dateien im Echtzeit-Betrieb, die es erfordern, daß Dateien immer oder zumindest über einen längeren Zeitraum auf der Platte bleiben. Dies führt zu einer Einteilung der Datensätze in drei Klassen. In Klasse 1 befinden sich die Datensätze, welche auf der Platte sein müssen, in Klasse 2 diejenigen, welche sich auf Platte und auf M-Band aufhalten dürfen, und in Klasse 3 diejenigen, welche bis zu den A-Bändern ausgelagert werden dürfen. Datensätze in den Klassen 1 und 2 setzen die Effektivität der Speicherhierarchie herab. Sie werden durch die DS-Verwaltung in die nächste mehr Hierarchiestufen umfassende Klasse gebracht, wenn sie nicht ihrer Klasse entsprechend häufig benutzt werden oder der Benutzer nichts dafür tut, daß der DS in der Klasse bleibt.

Konventionen

Wegen des automatischen Auslagerns von DS auf eine langsamere Hierarchiestufe weiß ein Benutzer nie, auf welchem Datenträger sich sein Datensatz befindet. Aus diesem Grunde müssen alle zum Verwaltungssystem gehörenden Dateien katalogisiert sein, d.h. auf einer Betriebssystemdatei, dem Katalog, muß der DS-Name und der Name des Datenträgers stehen, auf dem der DS sich befindet. Dies setzt Eindeutigkeit des

Datensatznamens im System voraus und führt zu einer Erleichterung für den Benutzer.

Das Verwaltungssystem erfordert ferner eine Zuordnung der Datensätze zu ihren Besitzern. Dies wird durch eine Namenskonvention erreicht, die verträglich mit der Konvention für das IBM-Time Sharing System TSO ist. Dieses läuft zu Testzwecken auf der neuen Anlage und hätte sowieso beide Konventionen - Katalogisierung und Namenskonventionen - erforderlich gemacht.

Durch diese Konventionen kann die Zugehörigkeit eines DS zum Verwaltungssystem und der Datenträger, auf dem sich der DS befindet, vom System eindeutig festgestellt werden.

Zusätzliche Aufgaben für die Speicherhierarchie:

Für die Speicherhierarchie Platte - M-Band, die in erster Linie betrachtet werden soll, sind außer zum Hin- und Herbewegen von DS noch andere Programme nötig. Eines entfernt sämtliche nicht auf die Platten gehörenden DS und sichert so die volle Ausnutzung der Platten. Beim Auslagern werden mehrere Platten-DS auf das gleiche Band geschrieben, um eine vernünftige Ausnutzung der Bänder zu sichern. Werden DS wieder auf die Platten zurückgebracht, so entstehen Lücken. Diese müssen im Interesse einer guten Bandausnutzung wieder beseitigt werden. Dies geschieht durch einen Bandkompreß, der den Inhalt mehrerer, größtenteils aus Lücken bestehender Bänder wieder auf einige wenige Bänder zusammenschiebt.

II Untersuchung der Speicherhierarchie mit Hilfe eines Simulationsmodells

Um Aussagen über die Effektivität der geplanten Speicherhierarchie machen zu können und gleichzeitig eine gute Strategie für das Auslagern der DS von Platte auf M-Band zu entwickeln, wurde ein einfaches Simulationsmodell geschaffen. Das Blockdiagramm dieses Modells und die dafür benötigten Eingabeverteilungen sind in Figur 1 dargestellt. Als Ausgangsdaten für die benötigten Verteilungen stand ein Datensatz zur Verfügung, der über einen Zeitraum von 48 Tagen den Zeitpunkt des Zugriffs zu jedem benutzten Plattendatensatz am DESY-Rechenzentrum enthielt sowie die Größe des Datensatzes. Aus diesem Grunde wurden als Parameter der Auslagerungsstrategie nur die Größe eines DS (Einheit = 25 Tracks der Platte = 180 K-Bytes) und der Abstand zum letzten Zugriff zu diesem DS (Einheit = 1 Tag) gewählt und die DS in Klassen je Parameterkombination eingeteilt. Es wäre durchaus denkbar, kompliziertere Parameterkombinationen zu untersuchen, wie sie z.B. in (1) vorgeschlagen werden. Es zeigte sich jedoch bei der Realisierung, daß wegen der großen Benutzungshäufigkeit der auf der Platte befindlichen DS diese Verfeinerung zumindest für die zeitlichen Abstände zwischen zwei Auslagerungen bedeutungslos wäre.

In dem Modell befand sich ein Teil der DS auf Band, ein Teil auf der Platte. Wurde zu einem DS auf Band zugegriffen, so wurde dieser DS auf die Platte gespielt und verminderte den dort vorhandenen Platz. Paßte er nicht auf die Platte, so wurde nach der Auslagerungsstrategie ein bestimmter Teil der Platten wieder freigemacht. Die Auslagerungsstrategie besteht aus der Wahl der Größe des freizumachenden Platzes und der Reihenfolge, in der die Datensatzklassen geleert, d.h. die sich in der DS-Klasse befindlichen Dateien von Platte auf Band gebracht werden. Die Strategie sollte so gewählt werden, daß die Zeitspanne zwischen zwei Auslagerungen möglichst groß und möglichst selten DS von den Bändern zurückgeholt werden, damit das angestrebte Ziel einer möglichst geringen Wartezeit des Benutzers auf seinen DS erreicht wird. Dazu muß die Zugriffswahrscheinlichkeit je Einheit Plattenplatz möglichst groß gemacht werden. Dies erreicht man nach Figur 3 dadurch, daß längere Zeit nicht benutzte DS zuerst ausgelagert werden.

Das Neueinrichten und Löschen von DS wurde im Modell vernachlässigt, da die vorliegenden Daten ergeben, daß sich beides auf die Zugriffshäufigkeit zu einer DS-Klasse so gut wie gar nicht auswirkte. Wenn überhaupt Änderungen innerhalb einer Klasse auftraten, so lagen sie unter 2 %.

Die Ergebnisse der Simulationen für verschiedene Strategien und ein verschiedenes Verhältnis des Plattenplatzes zu dem für alle DS benötigten Platz sind in den folgenden Tabellen dargestellt. Bei allen Simulationen wurden 200 000 Zugriffe zu DS innerhalb eines simulierten Zeitraumes von 113 Tagen durchgespielt. Der gesamte Platzbedarf aller im Modell befindlichen DS betrug bei jeder Simulation 315 M byte. Der Bruchteil des Platzes, der jeweils auf die Platten paßte, ist in den Ergebnistabellen für die verschiedenen Strategien aufgeführt.

Tabelle 2

Auslagerungsstrategie:

Leere zuerst die Klassen, deren DS am längsten nicht benutzt wurden, und innerhalb dieser Klassen die mit den längsten DS zuerst.

Plattenkapazität: 60 % des Gesamtbedarfs = 190 M byte

bei Auslagerung freigemachter Platz (M bytes)	Abstand zwischen 2 Auslagerungen (Tage)		Anfragen an Band je Tag (Mittel)
	Mittel	Minimum	
70	11,8	8,7	5,4
80	12,8	11	5,6
100	13,2	11,5	6,6

Tabelle 3

Auslagerungsstrategie: wie Tabelle 2

Plattenkapazität: 35 % des Gesamtbedarfs = 110 M byte

bei Auslagerung freigemachter Platz (M byte)	Abstand zwischen 2 Auslagerungen (Std.) Streuung		Anfragen an Band je Tag
	Mittel		
18	24,5	9,3	17,3
36	36,5	9,3	18
54	39,6	11,2	30

Tabelle 4

Auslagerungsstrategie:

Leere zuerst die Klassen mit den am längsten nicht benutzten DS, und innerhalb dieser Klassen die mit den kürzeren DS zuerst.

Plattenkapazität: 35 % des Gesamtbedarfs = 110 M byte

freizumachender Plattenplatz M byte	Auslagerungsabstand (Std)		Anfragen an Band je Tag
	Mittel	Streuung	
18	16,4	5,7	41
36	31,7	9,7	33
54	34,1	11,3	70

Tabelle 5

Auslagerungsstrategie: Alles was älter als MODAT ist, wird ausgelagert

Plattenkapazität: 60 % des Gesamtbedarfs = 190 M byte

MODAT (Tage)	Auslagerungsabstände (Tage)		Anfragen an Band je Tag
	Mittel	Streuung	
3	6,7	1,5	6,5
2	10,6	3,75	6,9
1	12,8	4,1	8,1

Man erkennt an allen Tabellen, daß mit Zunahme des freigemachten Plattenplatzes die Zunahme der Auslagerungsabstände kleiner, die Zunahme der Bandzugriffe jedoch größer wird. Die Strategie sollte so gewählt werden, daß der Auslagerungsabstand groß genug, die Zahl der Bandzugriffe jedoch möglichst klein ist. Die Auslagerungsabstände hängen sehr von dem Verhältnis des Plattenplatzes zum insgesamt benötigten Platz ab. Ein Verhältnis von 50 % auf Platte und 50 % auf Band sollte jedoch bei der hier benutzten DS-Zugriffshäufigkeit (s. Figur 2) möglich sein, wie Tabelle 2 zeigt. Würde die Abhängigkeit der Zugriffshäufigkeit vom Abstand zwischen zwei Zugriffen nicht so stark mit dem Zeitparameter sinken, so wäre noch ein günstigeres Verhältnis möglich. Dies wird wahrscheinlich in einem Time-Sharing-System der Fall sein (siehe (1)).

Weiter zeigt sich, daß das bevorzugte Auslagern langer DS vor den kurzen Vorteile bringt (siehe Tabelle 3 und 4). Dies liegt daran, daß bei Datensätzen verschiedener Länge, aber gleicher Zugriffswahrscheinlichkeit die Zugriffswahrscheinlichkeit je Größeneinheit bei den längeren DS kleiner ist und deshalb die Wahrscheinlichkeit steigt, daß zu einem auf Platte befindlichen DS zugegriffen wird, wenn die kürzeren DS bevorzugt auf der Platte gelassen werden. Außerdem sind mehr kürzere DS als längere erforderlich, um den gleichen Plattenplatz zu füllen, so daß eine bevorzugte Auslagerung längerer DS die Zahl der Bandzugriffe für das Rückspielen von DS vermindert.

Die Forderung, die Zugriffswahrscheinlichkeit je Größeneinheit der ausgelagerten DS möglichst klein zu halten, führte zu folgender Strategie: Es wurde für jede DS-Klasse die Zugriffswahrscheinlichkeit je Größeneinheit errechnet. Dann wurden DS-Klassen, die etwa die gleiche Zugriffswahrscheinlichkeit haben, zu Gebieten zusammengefaßt (siehe Figur 3). Die Strategie besteht nun darin, die Gebiete mit der kleinsten Zugriffswahrscheinlichkeit je Größeneinheit zuerst zu leeren, und zwar nach der Strategie von Tabelle 2. Die Simulationsergebnisse bei dieser Auslagerungsstrategie sind in Tabelle 6 zu sehen.

Tabelle 6

Plattenkapazität: 60 % des Gesamtbedarfs = 190 M bytes

freizumachender Plattenplatz (M bytes)	Auslagerungsabstände (Tage)		Anfragen an Band je Tag
	Mittel	Minimum	
70	11,7	9,0	3,8
80	11,7	8,7	4,8
100	13,5	10,0	4,6
110	13,1	11,0	5,1
120	13,9	11,0	6,0

Die Auslagerungsabstände stimmen etwa mit denen in Tabelle 2 überein, aber die Zugriffe zu Bändern haben noch abgenommen. Die Strategie in Tabelle 2 ist ein Spezialfall dieser Gebietsstrategie mit nur einem Gebiet. Deshalb wurde für die praktische Durchführung der Speicherhierarchie die Gebietsstrategie zur Auslagerung verwendet.

III Entwicklung und Durchführung

Die Anlage

Der Teil der Anlage des DESY-Rechenzentrums, der für die DS-Verwaltung wesentlich ist, besteht aus 2 IBM-Rechnern, die beide unabhängig voneinander auf die Platten zugreifen können und denen beiden die vorhandenen Bandeinheiten zugeordnet werden können. Beide Rechner laufen im Multiprogramming unter OS/VS2 bzw. OS/MVT bei der alten Anlage. Die Verteilung der Last auf beide Rechner erfolgt durch das Betriebssystem ASP (= Attached Support Processor). Alle eingelesenen Batch-Jobs müssen durch ASP hindurch, welches ebenfalls die Job-Ausgabe übernimmt. Dadurch können Konflikte, die beim Zugriff zu einem Datensatz von beiden Rechnern her entstehen könnten, verhindert werden. ASP übernimmt ebenfalls die Zuteilung der Bandeinheiten an die Jobs bzw. startet Jobs nur dann, wenn Bandeinheiten in der benötigten Zahl frei sind. Weiter bietet ASP die Möglichkeit, selbst geschriebene Job-Behandlungsroutinen einzubauen. Dadurch können die Forderungen des Benutzers, auf welcher Hierarchiestufe er seinen DS haben möchte, analysiert und erfüllt werden, bevor der Job ausgeführt wird.

Die der Simulation zugrunde liegenden Daten wurden mit einer IBM/360-75 und einer IBM/360-65 sowie IBM-Platten 2314 gesammelt und ebenfalls ein Testsystem auf dieser Anlage mit einer 2314 aufgebaut. Das Verwaltungssystem wurde dann voll in den Betrieb übernommen beim Übergang auf eine neue Rechenanlage mit 2 IBM/370-168 sowie anfangs 3 und jetzt 4 IBM-Platten 3330 für permanente DS und 8 Bandeinheiten. Das Betriebssystem der Rechner ist dabei VS2, die Koordination erfolgt durch die ASP-Version 3.1.3 .

Programmierung des Verwaltungssystems

Die für das Verwaltungssystem nötigen Programme sind weitgehend in PL/1 geschrieben. Nur die Verbindungsstellen zum Betriebssystem bestehen aus PL 1-verträglichen Assembler-Subroutinen, die so klein wie möglich gehalten wurden. Aus Sicherheitsgründen und um möglichst große Unabhängigkeit von Betriebssystemänderungen des Herstellers zu erreichen, wurden für die Manipulation von Daten und Betriebssystemtabellen fast ausschließlich vom Hersteller zur Verfügung gestellte Hilfsprogramme (Utilities) verwendet.

Ausnahmen bilden nur die wenigen Fälle, für die keine solche Hilfsprogramme zur Verfügung standen. Der Nachteil, daß hierdurch die Ausführungszeiten (sowohl Verweilzeit als auch Rechenzeit) vor allem des Auslagerungsprogramms beträchtlich stiegen, wurde wegen der oben erwähnten Vorteile in Kauf genommen.

Als nützlich und bequem bei der Programmierung erwies sich die Verwendung des PL 1 - Preprozessors, insbesondere bei der Änderung von Datenstrukturen der Verwaltungs- und Betriebssystemdateien und bei der Änderung von einigen Verwaltungssystemparametern, die nicht in eine zentrale Systemparameter-Datei aufgenommen wurden.

Bei der Konzeption sowohl des Verwaltungssystems als auch der Programme wurde Wert darauf gelegt, daß jedes Programm für eine bestimmte Teilaufgabe jederzeit laufen kann, so daß es z.B. nach einem Betriebssystemzusammenbruch sofort wieder gestartet werden kann, ohne die Sicherheit des Systems zu gefährden oder Einfluß auf Verwaltungs- bzw. Auslagerungsstrategien zu haben.

Implementierung eines Testsystems

Um die für das Verwaltungssystem erstellten Programme unter einigermaßen realen Bedingungen zu testen, wurde eine Platte benutzt, um mit einem beschränkten Benutzerkreis von etwa 15 Personen ein Testsystem aufzubauen. Dies ließ sich ohne weiteres durchführen, da das Verwaltungssystem einmal verträglich mit den schon bestehenden Band- und Plattenverwaltungssystemen war, die es ersetzen sollte, und da sowohl Datensatz- als auch Datenträgerzugehörigkeit zum Verwaltungssystem genau definiert sind. Dadurch ist es z.B. möglich, nicht zum System gehörige DS auf den von ihm benutzten Platten zu halten, ohne daß sie von ihm beachtet werden.

Innerhalb eines Vierteljahres betrug der insgesamt vom System verwaltete Anteil der auf Platte eingerichteten DS rund 34,5 M byte, von denen nur 14,4 M byte auf der Platte Platz hatten, da ein Teil von ihr noch für nicht zum System gehörige DS belegt war. Obwohl die für die Auslagerungsstrategie erforderlichen Informationen nur lückenhaft zur Verfügung standen, genügte hierfür ein wöchentlicher Auslagerungsvorgang. Für diesen Testbetrieb stand noch nicht die geplante Möglichkeit zur Verfügung, DS vor Ausführung des Jobs durch ASP zurückholen zu lassen. Deshalb wurde ein Programm entwickelt, welches diese Aufgabe

als ersten Schritt jedes Jobs ausführen kann. Um sicher zu sein, daß seine DS auf der Platte sind, muß der Benutzer in seinen Job eine Karte einfügen, die außer dem Aufruf dieses Programms die Namen der DS enthält, welche er von der Platte her benutzen will.

Dieses Testsystem funktionierte zufriedenstellend, und deshalb wurde beim Übergang auf die neue Rechenanlage sofort das geplante Verwaltungssystem für alle Benutzerdateien eingeführt.

IV Erfahrungen mit der Speicherhierarchie

Das neue Datensatzverwaltungssystem lief etwa ein Vierteljahr lang mit 3 IBM-Platten 3330, die insgesamt Platz für etwa 300 M byte boten, sowie 2000 M-Bändern. Nach einer Anlaufzeit von rund 2 Monaten war etwa der Platz einer Platte durch Datensätze belegt, die im Echtzeit-Betrieb benutzt wurden und deshalb nicht ausgelagert werden durften. So standen effektiv für die Speicherhierarchie nur 2 Platten zur Verfügung. Die Menge der ausgelagerten DS würde zusätzlich ungefähr den Platz einer Platte benötigen. Da der Einbau von Jobbehandlungsroutinen in das ASP sich als langwieriger erwies als erwartet, wurde für das Zurückholen ausgelagerter DS das gleiche Verfahren angewandt wie im Testsystem (siehe III). Dies und die Eigenschaft des ASP, jeden Job erst dann zu starten, wenn die Zahl der benötigten Bändeinheiten frei ist, und diese dann für die Dauer des gesamten Jobs zu reservieren, führte sehr schnell zu einem Engpaß bei den Bändeinheiten. Insbesondere direkt nach einem Auslagerungsvorgang bildeten sich ausgedehnte Jobwarteschlangen vor den Bändeinheiten. Benutzt wurden von der Gesamtzahl der belegten Bändeinheiten jedoch vor allem bei Jobs mit kurzer Laufzeit nur eine einzige, da alle DS je Job über eine Bändeinheit auf die Platte zurückgeholt werden. Dieses Problem sollte jedoch gelöst sein, wenn das Zurückspielen der DS durch ASP ausgeführt wird.

Ein weiteres Problem, welches erst durch ASP-Routinen beseitigt werden kann, sind Zugriffskonflikte zu DS vom Auslagerungsprogramm und von normalen Jobs her. Da das Auslagerungsprogramm erst während des Laufes bestimmt, welche DS ausgelagert werden, kann dies dem ASP nicht auf dem normalen Weg über die Dateisteuerkarten mitgeteilt werden. Innerhalb eines Rechners wird deshalb eine Zugriffssynchronisation über dessen Betriebssystem durchgeführt. Zugriffe vom anderen Rechner her lassen sich dadurch aber nicht regeln. Deshalb läuft im Moment bei einer Auslagerungsaktion nur ein Rechner.

Nicht zuletzt durch die neuen, schnelleren Rechner und den größeren zur Verfügung stehenden Plattenplatz erhöhte sich die Zugriffshäufigkeit zu den auf der Platte befindlichen DS (siehe Fig. 6); dadurch wurden etwa 5-tägige Abstände zwischen zwei Auslagerungen nötig, um sicherzustellen, daß die Benutzer jederzeit freien Plattenplatz zur Verfügung haben. Dies ist jedoch gut durchführbar, da die Rechenzeit

für eine Auslagerungsaktion 3 - 4 Minuten beträgt bei einer Verweilzeit von 2 - 3 Stunden. Dabei läuft das Auslagerungsprogramm-paket im normalen Betrieb, vorerst allerdings beschränkt auf einem Rechner. Es werden im Mittel 5 Bänder mit ausgelagerten DS vollgeschrieben. Etwa jeden Monat können durch einen Bandkompreß der Inhalt von etwa 15 so erstellten Bändern auf ein einziges Band zusammengeschoben werden, da die meisten der DS wieder auf die Platte zurückgewandert sind.

Seit kurzer Zeit steht eine zusätzliche Platte für die Speicherhierarchie zur Verfügung. Die Abstände zwischen den Auslagerungen sind seitdem auf im Mittel 14 Tage gestiegen, und auch die Belegung der Bandeinheiten ist zurückgegangen. Die ausgelagerten DS würden zusätzlich den Platz von etwa 1,5 Platten belegen.

Auch die Datensicherheit für Datensätze in der Speicherhierarchie ist gestiegen. Alle ausgelagerten Datensätze können z.B. bei Plattendefekten nicht vernichtet werden, da sie sich auf Band befinden. Mit Hilfe eines täglichen Katalogdumps und eines wöchentlichen Plattendumps sowie den auf Band befindlichen Kopien einmal ausgelagerter DS ist es z.B. beim bisher einzigen Ausfall zweier Platten mit insgesamt etwa 300 DS gelungen, bis auf 10 DS alles wieder zu restaurieren. Dabei waren allerdings einige der restaurierten DS ältere Versionen, was aber in den wenigsten Fällen zu Reklamationen seitens der Benutzer führte.

Literatur:

- (1) James P. Considine, Allan M. Weis
Establishment and maintenance of a storage hierarchy for
an on-line data base under TSS/360
Fall Joint Computer Conference
- (2) K. Jantzen
ASP - ein Betriebssystem für Großinstallationen
IBM-Nachrichten 212
- (3) W. Wimmer
Datensatz-Zugriffshäufigkeit und optimale Auslegung einer
Massenspeicher-Hierarchie für das DESY-Rechenzentrum
Interner Bericht DESY R-72/1
- (4) W. Wimmer
Entwurf eines Datensatz-Verwaltungssystems mit integrierter
Massenspeicherhierarchie für das DESY-Rechenzentrum
Interner Bericht DESY R-73/1

Figuren:

1. Blockdiagramm des Simulationsmodells
2. Zugriffswahrscheinlichkeit je Parameterkombination,
alte Rechenanlage
3. Zugriffswahrscheinlichkeit je Größeneinheit je Parameterkombination,
alte Rechenanlage
4. Job-Fluß durch ASP
5. Anlagenkonfiguration
6. Zugriffswahrscheinlichkeit je Größeneinheit je Parameterkombination,
neue Rechenanlage

Blockdiagramm des Modells

Benötigte Verteilungen

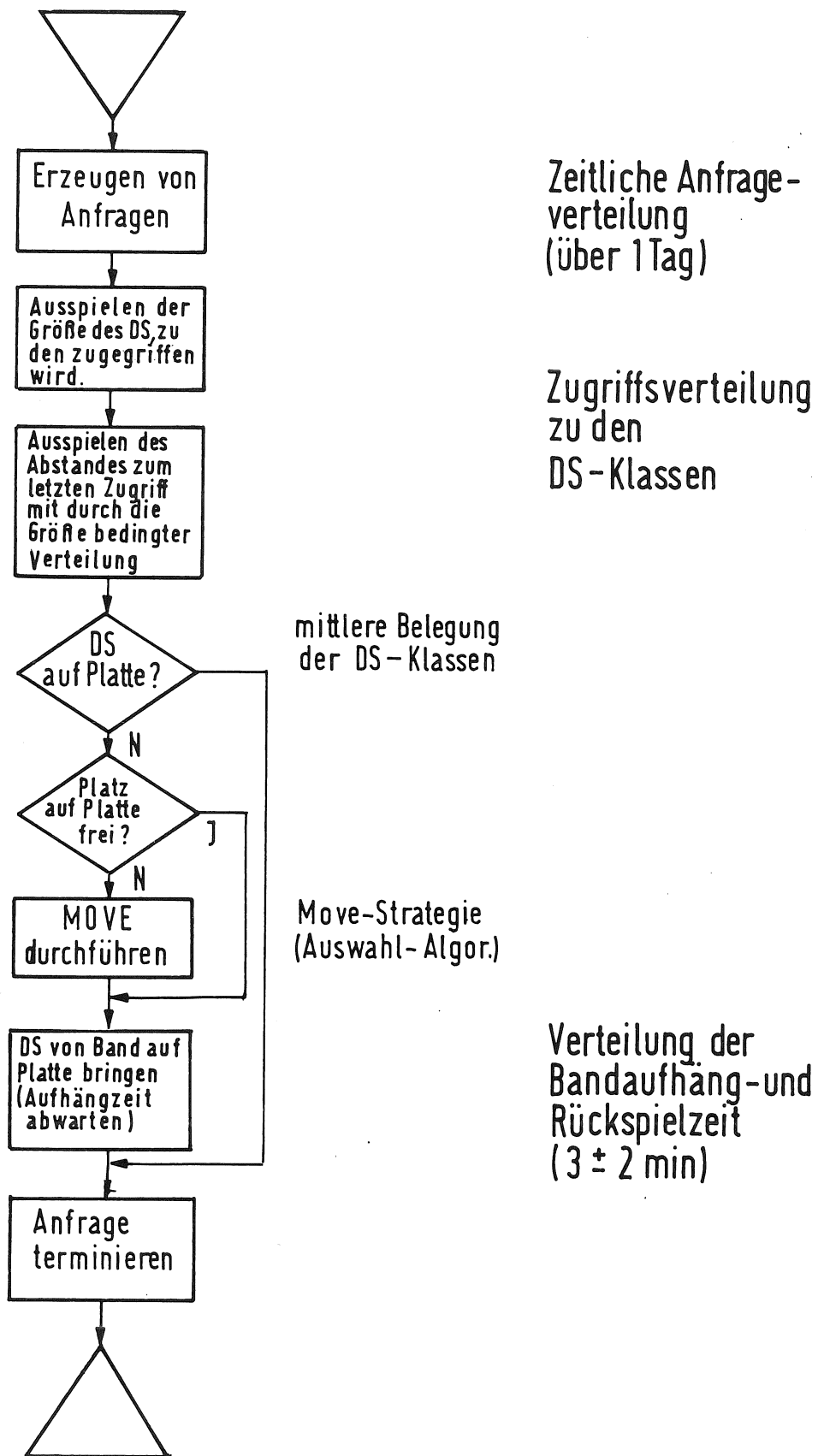


Fig.1 Schema des Simulationsmodells

Fig.2 DICHTVERTEILUNG DER ANFRAGEHAUEFUGIGKEIT ZU DS ABHAENGIG VON DEN PARAMETERN SPEICHERGROESSE(SENKRFCHT) UND ABSTAND ZUR LETZTEN ANFRAGE(WAAGERECHT)

ABSTAND	I	II	2I	3I	4I	5I	6I	7I	8I	9I	10I	11I	12I	13
SPEICHERGROESSE(TRACKS)														
25I	45018I	1001I	110I	31I	51I	36I	22I	8I	15I	5I	4I	5I	1I	3
50I	4530I	437I	54I	41I	38I	17I	12I	4I	8I	1I	1I	1I	2I	1
75I	3034I	347I	42I	41I	21I	11I	5I	4I	1I	1I	0I	0I	0I	0
100I	576I	34I	3I	0I	6I	2I	2I	0I	2I	0I	0I	0I	0I	1
125I	2912I	174I	22I	5I	28I	4I	4I	5I	2I	2I	3I	1I	1I	0
150I	2026I	46I	12I	1I	9I	2I	1I	1I	0I	0I	0I	0I	1I	0
175I	4250I	84I	8I	3I	11I	4I	2I	3I	1I	1I	0I	1I	0I	0
200I	240I	24I	3I	0I	4I	2I	0I	0I	1I	0I	0I	0I	0I	0
225I	1743I	126I	16I	1I	19I	5I	0I	1I	0I	0I	0I	0I	0I	0
250I	26I	2I	2I	2I	3I	2I	0I	1I	0I	0I	0I	0I	2I	1
275I	521I	33I	5I	5I	3I	3I	1I	2I	0I	0I	0I	0I	1I	0
300I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0
325I	4I	2I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0
350I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0
375I	784I	71I	5I	5I	3I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0
400I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0
425I	8490I	70I	4I	4I	4I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0
450I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0
475I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0
500I	157I	5I	1I	1I	1I	3I	0I	1I	0I	0I	0I	0I	0I	0
525I	87I	14I	1I	1I	1I	1I	0I	1I	0I	0I	0I	0I	0I	1
550I	26I	7I	1I	1I	1I	1I	0I	0I	1I	0I	0I	0I	0I	0
575I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0I	0
600I	2966I	87I	8I	8I	2I	2I	0I	0I	0I	1I	0I	0I	0I	0

Anzahl von Zugriffen je 25-Track-Einheit einer DS-Klasse

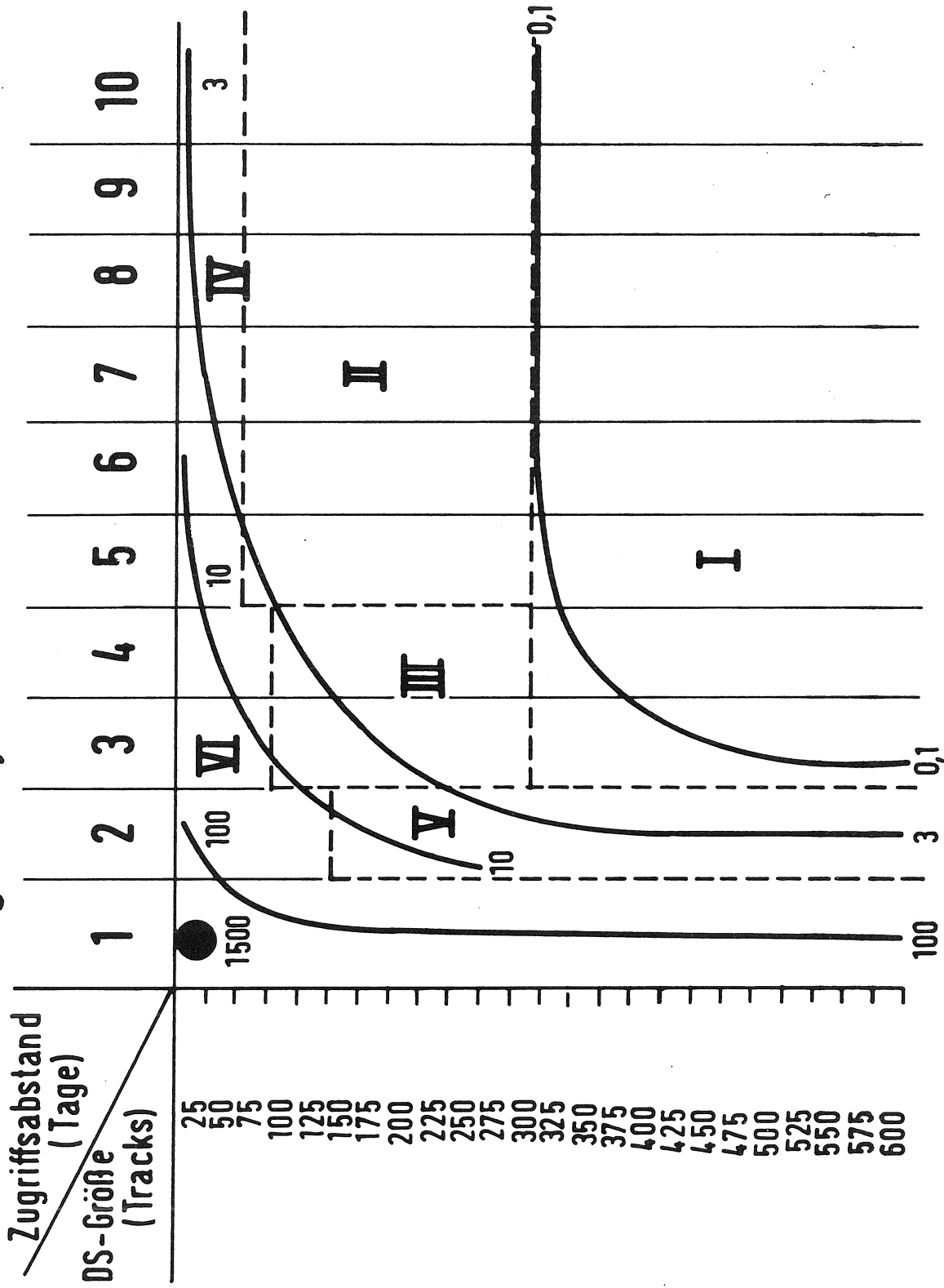


Fig.3 Linien gleicher Zugriffshäufigkeit und Move-Reihenfolge der „Gebiets-Strategie“, gestrichelte Linien kennzeichnen die Gebiete alte Rechenanlage

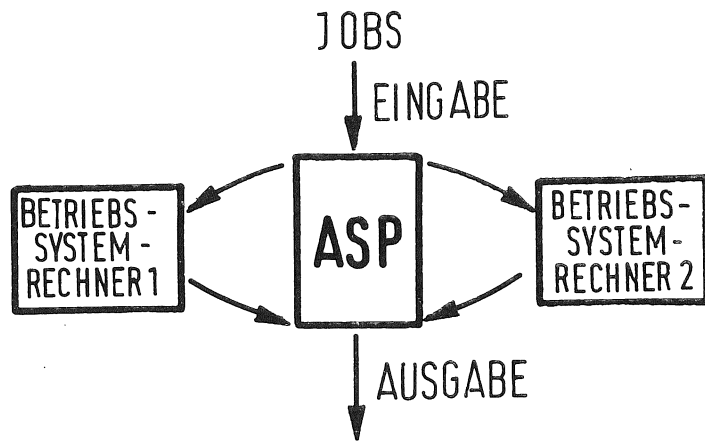
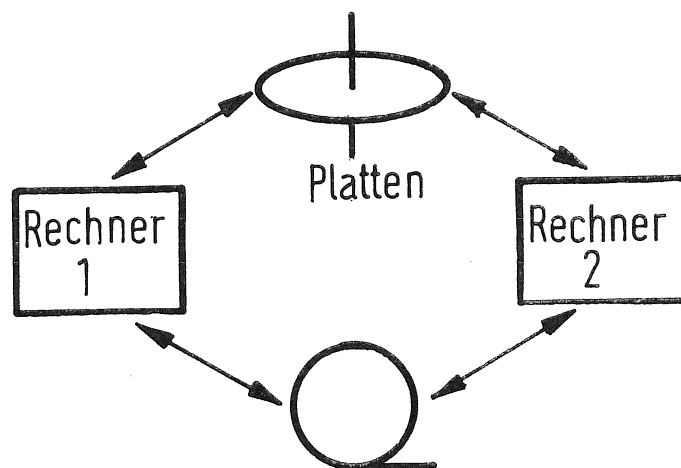


Fig.4 Job-Fluß durch ASP



9-Spur-Bandeinheiten

Fig.5 Für die Speicherhierarchie
wesentliche Anlagen-
konfiguration

Anzahl von Zugriffen je 25-Track-Einheit einer DS-Klasse

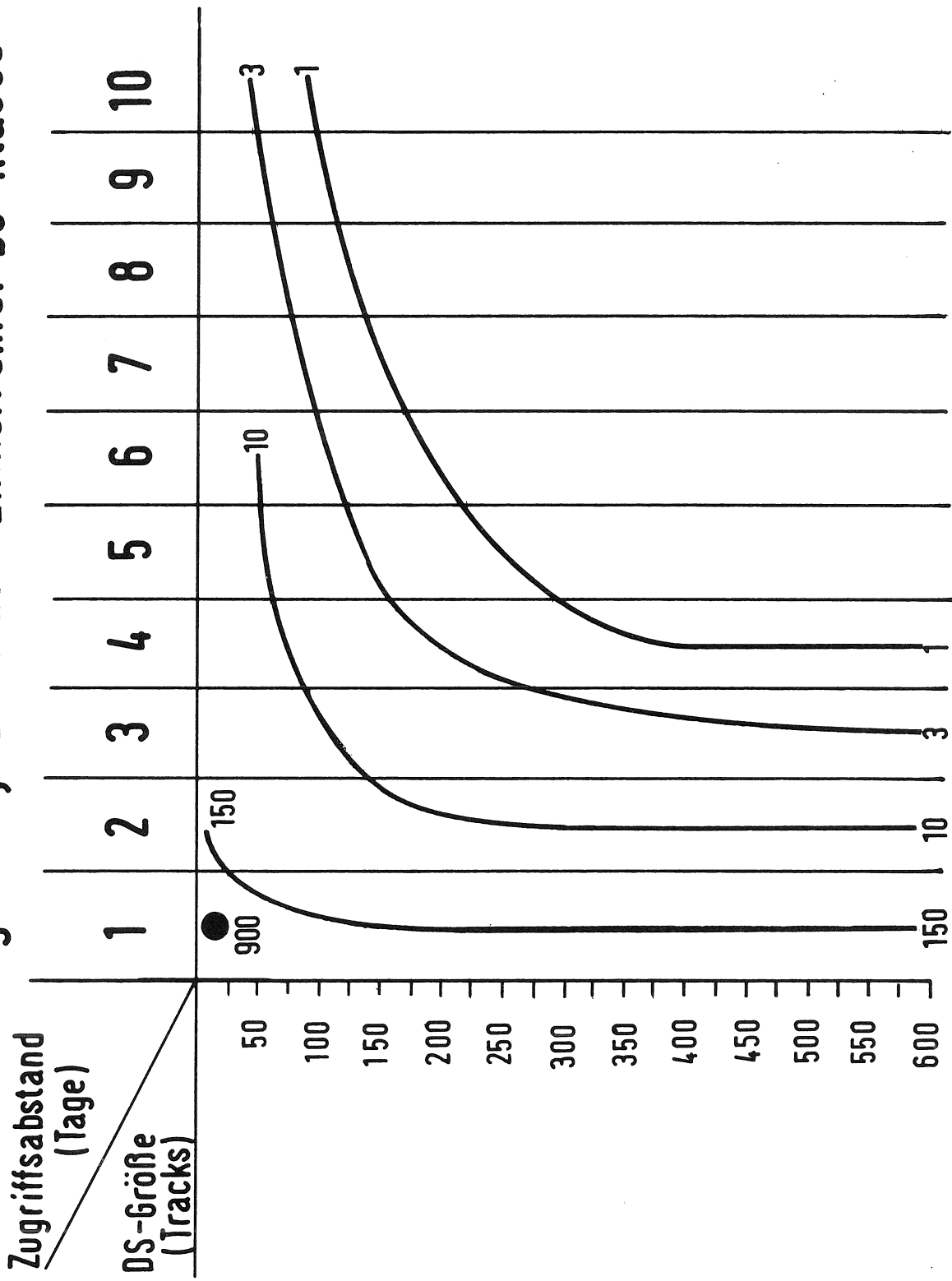


Fig. 6 Zugriffswahrscheinlichkeiten vergleichbar mit Tabelle 3 für die neue Rechenanlage