

Backup- und Recoverystrategie für Db2 z/OS auf dem IBM Mainframe mittels IBM- und BMC-Tools

BACHELORARBEIT

für die Prüfung zum

Bachelor of Science

des Studienganges Informatik / Angewandte Informatik

an der

Dualen Hochschule Baden-Württemberg Karlsruhe

von

Patrick Frey

Abgabedatum 4. September 2023

Bearbeitungszeitraum

12 Wochen

Matrikelnummer

3946606

Kurs

tinf20b2

Ausbildungsfirma

Atruvia AG

Karlsruhe

Betreuer der Ausbildungsfirma

Rolf Merkle

Gutachter der Studienakademie

Michael Vetter

Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich meine Bachelorarbeit mit dem Thema: »Backup- und Recoverystrategie für Db2 z/OS auf dem IBM Mainframe mittels IBM- und BMC-Tools« selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Ich versichere zudem, dass die eingereichte elektronische Fassung mit der gedruckten Fassung übereinstimmt. _____

Ort Datum

Unterschrift

Sperrvermerk

Der Inhalt dieser Arbeit darf weder als Ganzes noch in Auszügen Personen außerhalb des Prüfungsprozesses und des Evaluationsverfahrens zugänglich gemacht werden, sofern keine anderslautende Genehmigung vom Dualen Partner vorliegt.

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabe und Ziel	1
2	Einführung in Mainframe	3
2.1	Z Systems	3
2.1.1	Was ist ein Mainframe	3
2.1.2	Aufbau Mainframe	4
2.2	z/OS	5
2.3	Db2	6
2.3.1	Datenorganisation	6
2.3.2	Objekte	6
2.3.3	Datenbank (DB)-Subsystem	6
3	Migration	7
3.1	Db2W	7
3.2	Datenmigration	7
3.2.1	DDL	7
3.2.2	Datenmigration	7
4	Recoverystrategie	8
4.1	aktuelle Backuptstrategie	8
4.1.1	Indizes	8
4.1.2	Activelog vs. Archivelog	8

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

2.1	Meine Tabelle	4
-----	-------------------------	---

Abkürzungsverzeichnis

SLA Service Level Agreements	1
EDV elektronische Datenverarbeitung	4
HW Hardware	1
SW Software	3
OLAP Online Analytical Processing	3
OLTP Online Transaction Processing	3
OS Betriebssystem	
DWH Data Ware House	
LPAR Logical Partition	5
Sysplex System Complex	4
CF Coupling Facility	
JCL Job Control Language [interpretierte Skriptsprache für Mainframe]	5
REXX REstructured eXtended eXecutor [interpretierte Skriptsprache]	6

TABELLENVERZEICHNIS	6
<hr/>	
DB Datenbank	2
DBMS Datenbankmanagementsystem	1

1. Aufgabe und Ziel

Umfeld

Die Atruvia AG ist der IT-Dienstleister der genossenschaftlichen Finanzgruppe. Neben Softwareentwicklung und IT-Beratung ist sie auch verantwortlich für Datenspeicherung, -verarbeitung und Transaktionshandling. Die Abteilung *Platformservices Databaseservices* betreibt alle zentralen Datenbanken, die für die Kerngeschäftsprozesse benötigt werden, z.B. Abwickeln von Finanztransaktionen oder Datenanalyse. Hierbei handelt es sich um besonders sensible Vorgänge, die ein besonderes Maß an Sicherheit und Zuverlässigkeit bedürfen. Die vorwiegend eingesetzte Technologie ist Db2 z/OS von IBM. Während die meisten modernen Datenbankmanagementsysteme (DBMS), wie Oracle oder MSSQL, auf Servern laufen, setzt IBM auf seine eigene Hardware (HW), der Mainframe *Z Systems*.

Aufgabe

Um die Zuverlässigkeit des Systems zu gewährleisten, ist eine Absicherung gegen Ausfälle unvermeidlich. Ein Datenbanksystem muss zu jeder Zeit wiederherstellbar sein. Äußere Einflüsse wie Naturkatastrophen, innere Störungen durch Hardwareschäden oder menschliches Fehlverhalten kann dazu führen, dass Daten korrupt, inkonsistent oder fachlich falsch sind. In diesen Fällen muss ein funktionierender Stand wiederhergestellt werden. Das Unternehmen hat dahingehend Service Level Agreements (SLA), spezielle Verträge, mit den Kunden, welche die erlaubte nicht-Verfügbarkeit vorgeben. Um das sicherzustellen, soll eine Backup- und Recoverystrategie entwickelt werden. Bestandteil dieser Strategie sind verschiedene Parameter wie Backup-Bestandteile und verwendetes Tool. Als Nebenfaktoren sollen der Speicherbedarf des Backups und die Laufzeit der Recovery minimiert werden.

Mittels Zwischenergebnissen werden Kosten bestimmt und eine Laufzeitprognosen erstellt. Diese dienen der Vorbereitung auf den finalen Schritt: Die Recovery eines gesamten Datenbanksystems. Durch eine Simulation eines Totalausfalls eines Systems soll empirisch bewiesen werden, dass eine Wiederherstellung eines funktionierenden Stands möglich ist.

Zur Ergebnisverifikation wird ein Tool entwickelt, welches die Integrität des Subsystems überprüft. Dafür müssen betroffenen Bestandteile der Datenbank identifiziert werden. Anschließend muss geprüft werden, ob die DBs vollständig sind und über ein Backup verfügen.

gewünschtes Ergebnis

Konkrete

Am Ende soll eine praktikable Recoverystrategie stehen. Eine Empfehlung soll ausgeprochen werden über die Bestandteile des Backups, die Methode der Revocery und die verwendeten Tools. Dies ist über Speicher- und Laufzeitbedarf zu begründen.

Außerdem muss das Ergebnis verifiziert werden. Dafür muss die eigens entwickelte Anwendung einen Healthcheck ausführen indem die Vollständigkeit des Backups geprüft wird. Zusätzlich soll die Laufzeit einer Recovery prognostiziert werden.

2. Einführung in Mainframe

2.1 Z Systems

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wird keine dezentrale Software entwickelt, sondern zentral auf dem IBM Mainframe (früher Großrechner) gearbeitet. In der Atruvia AG wird das Flaggschiff von IBM eingesetzt, das *Z Systems*, aktuell in der 15. Generation. Der Mainframe ist eine besondere Art Computer, die mitunter ähnliche Aufgaben erfüllt wie ein Server. Jedoch treten zum Teil wesentliche Unterschiede auf.

2.1.1 Was ist ein Mainframe

Der Mainframe ist eine Art Computer, jedoch wesentlich größer, daher auch der alte Name *Großrechner*. Durch seine besonderen Eigenschaften ist er für geschäftskritische Tätigkeiten geeignet. Die HW ist intern redundant, was eine hohe Ausfallsicherheit bietet. Die HW kann nach Bedarf nahtlos erweitert werden und ausgeprägtes Workloadbalancing ermöglicht eine effiziente Verarbeitung großer Datenmengen. Mainframe-Software (SW) bietet zusätzliche Funktionen zur Sammlung und anschließenden Abarbeitung von Aufgaben. Diese Eigenschaften befähigen den Mainframe zu Online Analytical Processing (OLAP), Online Transaction Processing (OLTP) und Batchverarbeitung.

Unterschied zwischen Mainframe und x64

Möchte man im großen Stil Daten verarbeiten oder Software abspielen, so ist ein Server die einfachste Lösung. Ein klassischer Server ist ein Computer mit derselben Struktur wie ein herkömmlicher PC nach der von-Neumann-Architektur. Wie ein PC ist er vielseitig und einfach zu betreiben.

Ein *Mainframe*, zu Deutsch Großrechner, verfügt dagegen über andere Komponenten und eine andere Architektur. Er ist im Vergleich viel spezialisierter und wird nur für sehr konkrete Aufgaben verwendet, da es schwieriger ist, ein Mainframe zu programmieren und zu betreiben.

Server	Mainframe
Server verfügen nur über einfache Komponenten. Diese sind auf dem Markt in großer Stückzahl vorhanden und dadurch günstig in der Anschaffung.	Weil sie aus besonderen Komponenten bestehen, die nur bei wenigen Herstellern verfügbar sind, sind Mainframes teuer in der Anschaffung. Heute sind > 99 % aller Mainframes von IBM.
Die HW ist allgemein und vielseitig einsetzbar. Interne Prozesse sind in SW implementiert. Selbst dedizierte HW, wie eine Graphical Processing Unit oder eine Tensor Processing Unit, ist nicht auf einen bestimmten Anwendungsfall beschränkt.	Die HW ist komplex und spezialisiert. Für jede Art von Operation, z.B. OS, In-/Output, Datenbank-SW oder Java-Applikation [2], ist eigene HW vorhanden.
Server können flexibel für jede Aufgabe eingesetzt. Server sind besser bei benutzerspezifischen Anwendungen mit hoher Interaktion.	Spezialisierte HW führt zu einem hohen Datendurchsatz. OLTP, z.B. Banktransaktionen, und OLAP, z.B. statistische Analysen auf dem DWH, laufen wesentlich schneller.
Im Vergleich zu PCs verfügen Server über eine starke Netzwerkkarte und können so miteinander verbunden werden. Ein kleiner Verbund wird als <i>Servercluster</i> , ein großer Verbund als <i>Serverfarm</i> bezeichnet. Für einen leistungsstarken Verbund wird eine hohe Anzahl an Servern benötigt.	Ähnlich der Funktion einer Netzwerkkarte, verfügt ein Mainframe über ein CF. Das ist eine Kombination aus verschiedenen Prozessortypen, die Daten cacht, logische und physische Adressen übersetzt und .
Downtime $\emptyset > 0,0001 \%$	Downtime $< 0,0000001 \%$ [1], daher auch >Z< für »Zero Downtime«

Tabelle 2.1: Meine Tabelle

2.1.2 Aufbau Mainframe

Obwohl ein Mainframe größer und leistungsstärker ist als ein Server, ist noch immer nicht leistungsstark genug, um die gesamte elektronische Datenverarbeitung (EDV) eines Unternehmens zu beherrschen. Deswegen werden Mainframes ähnlich wie Server skaliert. Die beiden größten Skalierungsmethoden sind der physische Zusammenschluss mehrerer Maschinen und die logische Aufteilung zur Lastverteilung.

Sysplex

Ein Parallel System Complex (Sysplex), oder einfach nur Sysplex, besteht aus einem oder mehreren Mainframe-Maschinen, die »durch spezialisierte HW zu einer Einheit zusammengeschlossen sind«. Innerhalb eines Sysplex können Mainframes Ressourcen teilen, z.B. Hauptspeicher, und I/O - Schnittstellen. Über CF ist eine Maschine mit anderen verbunden. Ein Sysplex ist als ein einzelnes System zu betrachten. Prozesse

Parallel
Sysplex
nur
mit
z/OS?

können von einer beliebigen Kombination von Maschinen innerhalb des Sysplex ausgeführt werden, wodurch die Arbeitslast immer gleichmäßig verteilt wird und bis in die hohe Auslastung skaliert. Während Server bereits bei 20 % Auslastung langsamer werden, können Z Systems bis > 90 % belastet werden. Sind alle Anwendungen für den Parallel Sysplex optimiert, »kann die Arbeitslast:

- dynamisch über alle Systeme verteilt werden
- vertikal und horizontal skaliert werden
- bei geplantem und ungeplantem Ausfall eines Systems verfügbar bleiben
- alle Systeme innerhalb des Setups als eins benutzen«[2]

In der Atruvia AG werden mehrere Sysplexe verwendet. So gibt es jeweils unterschiedliche Sysplexe für Produktions- und Entwicklungsumgebung. Während dieser Bachelorarbeit wird ausschließlich in einer Testumgebung gearbeitet. Der **E-Plex** wird für Entwicklung, Test und Schulungen verwendet. Er enthält keine Produktionsdaten oder ist nicht kritisch für den Betrieb. Dies ist wichtig, um den laufenden Betrieb des Unternehmens nicht zu stören oder gar zu stoppen.

LPAR

Ähnlich wie virtuelle Maschinen auf einem Servercluster ausgeführt werden, wird die HW des Mainframes in logische Gruppen unterteilt. Eine »Logical Partition (LPAR) ist eine Gruppe an HW-Prozessoren, die ein OS ausführt«[2]. Die Unterteilung des physischen Systems wird über einen Hypervisor Typ 1 realisiert, eine Firmware, die in den Prozessor eingebaut ist und nicht Teil des OS ist. Jede LPAR führt ihr eigenes OS und Scheduling aus.

2.2 Betriebssystem z/OS

Das OS *z/OS* ist speziell für IBM Z Systems entwickelt. Es ist darauf ausgelegt, besonders robust zu sein und zeichnet sich durch seine Anwendungen aus. Funktionen wie Scheduling oder Data-Allocation, die klassischerweise zu den Kernaufgaben eines OS gehören, werden auf dedizierte Anwendungen ausgelagert.

Job

Ein Job ist eine Aufgabe, die wiederum aus Teilaufgaben bestehen kann. Jobs bilden die Grundlage für die Arbeit mit dem Mainframe. Sie bestehen aus einem oder mehreren Befehlen, die Programme ausführen oder Daten ent- / laden. Standardmäßig werden sie in Job Control Language (JCL) geschrieben. JCL ist eine Skriptsprache über die die Rahmenbedingungen einer Aufgabe, z.B. Environment oder In- / Output, definiert werden können. JCL selbst ist nicht zum Programmieren geeignet, da sie über keine Programmierfunktionen wie Schleifen oder andere Kontrollstrukturen verfügt. Um ausgeprägte Programme

zu erstellen wird REstructured eXtended eXecutor (REXX) verwendet. Hierbei handelt es sich um eine interpretierte Programmiersprache, die für Programme mit komplexen Abläufen geeignet ist. REXX kann auch innerhalb eines JCL-Jobs verwendet werden.

2.3 Datenbankmanagementsystem Db2 z/OS

Db2 ist ein relationales DBMS, das speziell für den IBM Mainframe entwickelt ist. Es ist nativ gut verbunden mit anderen IBM Produkten wie

2.3.1 Datenorganisation

Datenbank

Tablespace

Table

2.3.2 Objekte

Indizes

LOB

BLOB, CLOB Trennung in Aux und Data-Table

2.3.3 DB-Subsystem

Instanz einer

3. Aufbau Testumgebung

3.1 Aufsetzen Testsystem

Die CPU hat keinen direkten Zugriff auf den Hauptspeicher. Stattdessen wird der Hauptspeicher-Cache dazwischengeschaltet. Die CPU greift nur auf diesen Cache zu. Der Hauptspeicher wird dann durch den Cache aktualisiert.

3.2 Datenmigration

3.2.1 DDL

Die CPU hat keinen direkten Zugriff auf den Hauptspeicher. Stattdessen wird der Hauptspeicher-Cache dazwischengeschaltet. Die CPU greift nur auf diesen Cache zu. Der Hauptspeicher wird dann durch den Cache aktualisiert.

3.2.2 Datenmigration

drei
Mig-
Arten
Na-
men
Rolf
fra-
gen

4. Wie funktioniert eine Recovery

4.1 aktuelle Backupstrategie

Fullbackup

Die CPU hat keinen direkten Zugriff auf den Hauptspeicher. Stattdessen wird der Hauptspeicher-Cache dazwischengeschaltet. Die CPU greift nur auf diesen Cache zu. Der Hauptspeicher wird dann durch den Cache aktualisiert.

incemental Backup

Die CPU hat keinen direkten Zugriff auf den Hauptspeicher. Stattdessen wird der Hauptspeicher-Cache dazwischengeschaltet. Die CPU greift nur auf diesen Cache zu. Der Hauptspeicher wird dann durch den Cache aktualisiert.

Log

Die CPU hat keinen direkten Zugriff auf den Hauptspeicher. Stattdessen wird der Hauptspeicher-Cache dazwischengeschaltet. Die CPU greift nur auf diesen Cache zu. Der Hauptspeicher wird dann durch den Cache aktualisiert.

4.1.1 Indizes: Copy oder Rebuild

Die CPU hat keinen direkten Zugriff auf den Hauptspeicher. Stattdessen wird der Hauptspeicher-Cache dazwischengeschaltet. Die CPU greift nur auf diesen Cache zu. Der Hauptspeicher wird dann durch den Cache aktualisiert.

4.1.2 Activelog vs. Archivelog

Die CPU hat keinen direkten Zugriff auf den Hauptspeicher. Stattdessen wird der Hauptspeicher-Cache dazwischengeschaltet. Die CPU greift nur auf diesen Cache zu. Der Hauptspeicher wird dann durch den Cache aktualisiert.

Literatur

- [1] Information Technology Intelligence CONSULTING, Hrsg. *ITIC 2022 Global Server Hardware, Server OS Reliability Report*. Website. 2022. URL: <https://www.ibm.com/downloads/cas/VQ5B65YZ> [besucht am 28.06.2023] [siehe S. 4].
- [2] IBM. *Introduction to the New Mainframe: z/OS Basics*. Redbooks. IBM, 2009 [siehe S. 4, 5].