

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 ins 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
2.2.1	Db2	6
2.2.2	TSO	6
2.2.3	IWS	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	3
HW Hardware	
SW Software	
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	5
DB Datenbank	1
TS Tablespace	1

DBMS Datenbankmanagementsystem	1
---	---

1. Aufgabe und Ziel

Umfeld

Die Atruvia AG ist in Geschäfts- und Servicefelder unterteilt. Das Servicefeld Plattform-services stellt die technischen Grundlagen für dritte, wertschöpfende Dienstleistungen bereit. Der Plattformservice Databaseservices betreibt alle zentralen Datenbanken, die für die Kerngeschäftsprozesse benötigt werden. Die vorwiegende Technologie ist Db2 z/OS von IBM. Während die meisten modernen Datenbankmanagementsysteme (DBMS), wie Oracle oder MSSQL, auf Servern laufen, setzt IBM auf sein eigenes Mainframe, das *Z Systems*.

Aufgabe

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) 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 Copy-Bestandteile und verwendetes Tool. Als Nebenfaktoren sollen Speicherkomplexität des Backups und die Laufzeitkomplexität der Recovery berücksichtigt werden.

Mittels Zwischenergebnissen werden Kosten bestimmt und eine Laufzeitprognosen erstellt. Diese dienen der Vorbereitung auf den finalen Schritt: Die Recovery eines gesamten Datenbanksystems.

Zur Ergebnisverifikation wird ein Tool entwickelt, welches die Integrität des reconverten Subsystems überprüft. Dafür müssen betroffenen Datenbanken (DBs) und Tablespace (TSs) identifiziert und auf Vollständigkeit geprüft werden.

gewünschtes Ergebnis

Konkretisierung

Am Ende soll eine praktikable Recoverystrategie stehen. Diese beinhaltet den Inhalt des Backups wie Indizes oder Views. Eine Empfehlung soll ausgestellt werden über die

Durchführung der Recovery, welche Methode, welche Tools sollen verwendet werden. Dies ist über Speicher- und Laufzeitkomplexität 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 Komplexität einer Recovery prognostiziert werden.

2. Einführung ins Mainframe

2.1 Z Systems

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wird keine dezentrale Software entwickelt, sondern zentral auf dem IBM Mainframe (früher Großrechner) entwickelt. In der Atruvia AG wird das Flaggschiff von IBM eingesetzt, das *Z Systems*, aktuell in der 15. Generation. Das 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

Für die elektronische Datenverarbeitung (EDV) im Businesskontext können verschiedene Technologien eingesetzt werden. Das *Mainframe* »ist ein zentrales Datenlager«[2], welches zur konzentrierten Datenverarbeitung eingesetzt wird. Es ist besonders geeignet für Prozesse, die nicht interaktiv sind und einen hohen Datendurchsatz haben, z.B. Online Transaction Processing (OLTP) und Online Analytical Processing (OLAP).

Unterschied zwischen Mainframe und x64

Möchte man zentral 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 sehr schwierig 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>Cluster</i> , ein großer Verbund als <i>Serverfarm</i> bezeichnet. Für einen leistungsstarken Verbund wird eine hohe Anzahl an Servern benötigt.	Ein einzelnes Mainframe verfügt bereits über eine hohe Anzahl an Prozessoren. Mehrere Mainframes zusammen ergeben einen <i>Sysplex</i>
Downtime < 0,0000001 %	Downtime Ø > 0,0001 % [1], daher »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 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 System Complex (Sysplex) besteht aus mehreren Mainframe-Maschinen, die »durch Spezialisierte HW zu einer Einheit zusammengeschlossen sind«. Innerhalb eines Sysplex können Mainframes Ressourcen teilen, z.B. Hauptspeicher, Datenbanken und I/O - Schnittstellen. Prozesse 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.

Die Steigerung zum Sysplex ist der *Parallel Sysplex*. Das ist eine Implementation mittels Coupling Facilities (CF) unter dem *OS z/OS*. Eine CF ist eine logische Einheit innerhalb eines Mainframes, die dazu dient, Adressen zu übersetzen, Daten zu cachen und ggf. den Zugriff auf sie zu sperren. 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 unterschiedliche Sysplexe für Produktions- und Entwicklungsumgebung. Während dieser Bachelorarbeit wird ausschließlich auf dem **E-Plex**, welcher keine Produktion enthält, gearbeitet. 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. Innerhalb eines Parallel Sysplex können LPAR HW-Ressourcen wie Hauptspeicher teilen. Jede LPAR hat aber ihre eigenen Daten.

Der größte Vorteil einer LPAR besteht in der Isolation. Ihre Daten und Prozesse einer LPAR sind unabhängig von denen anderer LPAR. Dadurch erhält man Sicherheit und Integrität. Der Admin kann Zugriffe auf eine LPAR kontrollieren und Rechte dafür vergeben.

Werden
Da-
ten
ge-
teilt?

Warum
Performanc
Gewinn?

2.2 Betriebssystem

Das OS *z/OS* ist speziell für IBM Z Systems entwickelt.

2.2.1 Db2

rDB

Subsystem

2.2.2 TSO

REXX

2.2.3 IWS

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. 3–5].