



# Datenbank in der Wolke – Teil 3: Cloud-Lösungen in der Praxis

Borys Neselovskyi, OPITZ CONSULTING Deutschland GmbH

Die Cloud-Technologie ist heute nicht mehr wegzudenken. Viele Unternehmen nutzen bereits Public Cloud Services oder betreiben einige Teile ihrer Infrastruktur in der Cloud. Auch der Datenbankbetrieb wird immer häufiger von eigenen Rechenzentren in die Cloud verlagert. Die Vorteile der Cloud sind dabei vielfältig. Sie reichen von konkreten Kosteneinsparungen über die Entlastung von Fachkräften bis hin zu einem Mehr an Übersichtlichkeit und Flexibilität. In den letzten beiden Ausgaben erschienen die Teile 1 und 2 dieser Serie. In Teil 1 wurden die Vorteile der Cloud diskutiert sowie Abrechnungsmodelle und verschiedene Dienste von Oracle im Detail betrachtet. Der zweite Teil dieser Serie beschäftigte sich mit Infrastrukturen in der Cloud. Dieser dritte und letzte Teil der Serie stellt einige praxisbezogene Anwendungsszenarien und dafür passende Cloud-Lösungen vor.

## Szenario 1: Kleine Test- bzw. Entwicklungsdatenbank

(siehe auch Tabelle 3)

Anforderungen:

- Verwendung: Test- bzw. Entwicklungsdatenbank
- Betriebszeiten: Betrieb an Werktagen von 8:00 bis 17:00 Uhr (berechnet werden 22 Tage mit jeweils 9 Stunden)

- Hochverfügbarkeitsanforderungen: keine
- Datenbankressourcen:
  - CPU: 1-4
  - RAM: 5-10 Gigabyte
  - Datenbank-Storage: bis 1 Terabyte

### Lösung 1: Autonome Datenbank für OLTP (Online Transaction Processing)

Bei der autonomen Datenbank für OLTP von Oracle handelt es sich um eine kom-

plett administrierte Container-Datenbank in der Cloud, auch Pluggable Datenbank oder kurz PDB genannt, die automatisch und unter Verwendung des maschinellen Lernens verwaltet wird. Administrative Tätigkeiten wie Patching, Aktualisierung, Sicherung und sogar Performance Tuning wurden komplett automatisiert. Der Storage für die Datenbank-Backups ist bereits inkludiert. Da die autonome Datenbank auf der Exadata läuft, profitieren die Nutzer von besonde-

ren Eigenschaften wie Storage-Indexierung. Oracle garantiert für die autonome Datenbank 99,995% Verfügbarkeit, sowohl für geplante als auch für ungeplante Ausfälle. Darüber hinaus stehen fast alle Eigenschaften der Enterprise Edition inklusive der Optionen den Nutzern zur Verfügung.

Nachteile: Der Endkunde hat keinen Einfluss auf die Auswahl der Datenbankversion und den Patch-Stand, was die Flexibilität der Lösung einschränkt. Momentan wird die autonome Datenbank in der Version 18.4 angeboten. Darüber hinaus gibt es keinen Zugriff auf die Betriebssystemebene, sodass keine benutzerspezifischen Einstellungen möglich sind.

In diesem Beispiel wird eine autonome OLTP-Datenbank vorgestellt, die mit einer CPU, acht Gigabyte Memory für SGA (Shared Global Area), drei Gigabyte Memory für PGA (Program Global Area) und einem Terabyte Datenbank-Storage (Oracle Exadata) ausgestattet ist.

Da die Datenbank nur an Werktagen genutzt wird, bietet sich das Finanzierungsmodell „Pay as You Go“ (PAYG) an, bei dem die tatsächlich genutzten Ressourcen auf Stundenbasis abgerechnet werden.

Die Preise für die autonome OLTP-Datenbank [1] gliedern sich folgendermaßen auf:

- Oracle Autonomous Transaction Processing, pro Stunde und OCPU: 2,188 €
- Oracle Autonomous Database Exadata Storage, ein Terabyte pro Monat: 192,7404 €

Die Berechnung der monatlichen Kosten bei der Nutzung der autonomen OLTP-Datenbank für eine CPU und ein Terabyte Storage setzt sich folgendermaßen zusammen (siehe auch Tabelle 1):

- Oracle Autonomous Transaction Processing:  $2,188 \text{ €} \times 1 \text{ OCPU} \times 22 \text{ Tage} \times 9 \text{ Stunden} = 433,224 \text{ €}$
- Oracle Autonomous Database Exadata Storage (1 TB pro Monat): 192,7404 €
- Monatliche Gesamtkosten: 625,9644 €

#### Lösung 2: Compute Classic Shape OC4

Bei dieser Lösung handelt sich um eine virtuelle Maschine mit folgenden Parametern:

- OCPU: 2
- RAM: 15 GB
- Datenbank-Storage (Block): 1 TB

Die Preise für Compute-Einheiten und Block Storage sind nachfolgend aufgelistet [2]:

- Compute Classic (pro Stunde und OCPU): 0,0738 €
- Block Storage Classic (1 GB pro Monat): 0,0369 €

Kosten beinhalten die Ausgaben für Compute-Einheiten, Block Storage und für die Datenbank-Edition. Anbei die Preise für die Datenbank-Editionen in der Cloud [3]:

- Standard Edition (pro Stunde und OCPU): 0,3501 €
- Enterprise Edition (pro Stunde und OCPU): 0,7001 €

Für die Datenbanksicherungen berechnen wir ein Terabyte Object Storage [4]:

- Object Storage – Storage (1 GB pro Monat): 0,0221 €
- Object Storage – Requests (10000 Requests pro Monat): 0,0369 €

Die Berechnung von monatlichen Kosten bei der Nutzung des OC4 Shape mit zwei OCPUs und einem Terabyte Storage setzt sich folgendermaßen zusammen (siehe auch Tabelle 2):

- Variante mit dem Standard Package:
  - Compute:  $0,0738 \text{ €} \times 2 \text{ OCPU} \times 22 \text{ Tage} \times 9 \text{ Stunden} = 29,2248 \text{ €}$
  - Storage:  $0,0369 \text{ €} \times 1.000 = 36,90 \text{ €}$
  - Standard Package:  $0,3501 \text{ €} \times 2 \text{ OCPU} \times 22 \text{ Tage} \times 9 \text{ Stunden} = 138,6396 \text{ €}$
  - Backup Storage:  $0,0221 \text{ €} \times 1.000 + 0,0369 \text{ €} = 22,1369 \text{ €}$
  - Monatliche Gesamtkosten: 226,9013 €
- Variante mit dem Enterprise Package:
  - Compute:  $0,0738 \text{ €} \times 2 \text{ OCPU} \times 22 \text{ Tage} \times 9 \text{ Stunden} = 29,2248 \text{ €}$
  - Storage:  $0,0369 \text{ €} \times 1.000 = 36,90 \text{ €}$
  - Enterprise Package:  $0,7001 \text{ €} \times 2 \text{ OCPU} \times 22 \text{ Tage} \times 9 \text{ Stunde} = 277,2396 \text{ €}$
  - Backup Storage:  $0,0221 \text{ €} \times 1.000 + 0,0369 \text{ €} = 22,1369 \text{ €}$
  - Monatliche Gesamtkosten: 365,5013 €

Konfiguration	Anzahl OCPU	PGA/SGA (GB)	DB Storage (GB)	Monatliche Kosten
Autonome OLTP	1	8/3	1024	625,9644 €

Tabelle 1: Lösung mit der Oracle Autonomous OLTP-Datenbank

Shape	Anzahl CPU	RAM (GB)	DB Storage (TB)	DB Package	Monatliche Kosten
OC4	2	15	1	Standard	226,9013 €
OC4	2	15	1	Enterprise	365,5013 €

Tabelle 2: Lösung mit dem Database Cloud Classic Service: Shape OC4

	Exadata Express X500	OCI Classic OC4
DB-Versionen	18: +	11.2, 12.1, 12.2, 18: +++
Verfügbarkeit	+++ (99,995%)	Data Guard möglich: +
DB-Optionen	Alle: +++	Standard/Enterprise: +
Hardware-Ausstattung	++ (mehr OCPU)	+
Storage-Intelligenz	Smart Scans, Storage-Indexierung: +++	-
DB-Performance	++	+
Storage-Größe	+	+
Verwaltungsaufwand	+++	+
Kosten	+	+++

Tabelle 3: Direkter Vergleich der Lösungen für Szenario 1

**Fazit**

Lösung 1 in diesem Szenario eignet sich für Kunden, die

- über kein oder geringes Know-how im Bereich Datenbankadministration verfügen,
- in der Testumgebung Exadata-Eigenschaften nutzen wollen,
- für eine Testumgebung hohe Verfügbarkeitsanforderungen stellen,
- die neusten Datenbankversionen einsetzen.

Lösung 2 kann für Nutzer interessant werden, die

- Erfahrung in der Datenbank- und Linux-Administration mitbringen,
- die Datenbankversion bestimmen wollen,
- eine preiswertere Variante bevorzugen.

**Szenario 2: OLTP bzw. Data-Warehouse-Datenbanken (mittlere Größe)**

(siehe auch Tabelle 4 und 5)  
Anforderungen:

- Verwendung: Mittlere OLTP oder Data-Warehouse-Datenbank, Produktion, Integration, Wartungsumgebung, Test und Entwicklung
- Betriebszeiten: 24x7-Betrieb
- Hochverfügbarkeitsanforderungen, mittlere Stufe: Kein Backup in Object Storage, RAC und Data Guard notwendig
- Datenbankausstattung: Standard Edition oder Enterprise Edition
- Datenbankressourcen:
  - CPU: 4-8
  - RAM: mind. 50 GB
  - Datenbank-Storage: 5 bis 12 TB

*Lösung 1: OCI Virtual Image VM.Standard2.4*  
Bei dieser Lösung handelt sich um eine virtuelle Maschine mit folgenden Parametern:

- OCPU: 4
- RAM: 60 GB
- Datenbank-Storage (Block): 10 TB

Die Preise für Compute-Einheiten und Block Storage sind nachfolgend aufgelistet [4], [5]:

- Compute (pro Stunde und OCPU): 0,0554 €
- Block Storage (1 GB pro Monat): 0,0369 €

Die Kosten beinhalten die Ausgaben für Compute-Einheiten, Block Storage und

für die Datenbank-Edition. Anbei die Preise für Datenbank-Editionen in der Cloud:

- Standard Edition (pro Stunde und OCPU): 0,3501 €
- Enterprise Edition (pro Stunde und OCPU): 0,7001 €

Für die Datenbanksicherungen berechnen wir 10 Terabyte Object Storage [5]:

- Object Storage – Storage (1 GB pro Monat): 0,0221 €
- Object Storage – Requests (10.000 Requests pro Monat): 0,0369 €

Die Berechnung von monatlichen Kosten bei der Nutzung des VM.Standard2.4 Shape mit 4 OCPUs und 10 Terabyte Storage setzt sich folgendermaßen zusammen:

- Variante mit dem Standard Package:
  - Compute: 0,0554 € x 4 CPU x 31 Tage x 24 Stunden = 164,8704 €
  - Storage: 0,0369 € x 10.000 GB = 369 €
  - Standard Package: 0,3501 € x 4 OCPU x 31 Tage x 24 Stunden = 1041,8976 €
  - Backup Storage: 0,0221 € x 10.000 GB + 0,0369 € = 221,0369 €
  - Monatliche Gesamtkosten: 1.796,8049 €
- Variante mit dem Enterprise Package:
  - Compute: 0,0554 € x 4 OCPU x 31 Tage x 24 Stunden = 164,8704 €
  - Storage: 0,0369 € x 10.000 GB = 369 €
  - Enterprise Package: 0,7001 € x 4 OCPU x 31 Tage x 24 Stunden = 2083,4976 €
  - Backup Storage: 0,0221 € x 10.000 GB + 0,0369 € = 221,0369 €
  - Monatliche Kosten: 2.838,4049 €

*Lösung 2: OCI Bare Metal X7 Variante BM.DenseIO1.36*

Diese Variante bietet eine dedizierte Maschine mit der folgenden Ausstattung:

- OCPU: 36
- Speicher: 512 GB
- Lokaler Datenträger: 28,8 TB NVMe SSD

Wir berechnen die Maschine mit vier aktivierten OCPUs.

Der Preis setzt sich aus den folgenden Positionen zusammen:

Shape	Anzahl CPU	RAM (GB)	DB Storage (TB)	DB Package	Monatliche Kosten (PAYG)
VM.Standard2.4	4	60	10	Standard	1.796,8049 €
VM.Standard2.4	4	60	10	Enterprise	2.838,4049 €
BM.DenseIO1.36	4	512	10	Standard	7.683,2825 €
BM.DenseIO1.36	4	512	10	Enterprise	8.724,9569 €

Tabelle 4: Szenario 2 – Lösungen im Überblick

	VM.Standard.2.4	BM.DenseIO1.36
DB-Versionen	11.2, 12.1, 12.2, 18: +++	11.2, 12.1, 12.2, 18: +++
Verfügbarkeit	Data Guard möglich: +	Data Guard möglich: +
DB-Optionen	Standard/Enterprise: +++	Standard/Enterprise: +++
Hardware-Ausstattung	+	+++
Storage-Intelligenz	-	-
DB-Performance	+	+++
Storage-Größe	+	+
Verwaltungsaufwand	+	+
Kosten	+++	+

Tabelle 5: Direkter Vergleich der Lösungen für Szenario 2

- Der Preis für die BM.DenseIO1.36 beträgt in der PAYG-Variante 9,3297 € pro Stunde für die Standard Edition und 10,0298 € für die Enterprise Edition [3]. Dabei sind standardmäßig zwei OCPUs bereits im Preis inklusive.
- Der Preis für eine zusätzliche OCPU beträgt pro Stunde für die Standard Edition 0,3501 € und für die Enterprise Edition 0,7001 €.

Für die Datenbanksicherungen nehmen wir 10 Terabyte Object Storage als Grundlage [5]:

- Object Storage – Storage (1 GB pro Monat): 0,0221 €
- Object Storage – Requests (10.000 Requests pro Monat): 0,0369 €

Die Berechnung von monatlichen Kosten bei der Nutzung des BM.DenseIO1.36 Shape mit 4 OCPUs setzt sich folgendermaßen zusammen:

- Variante mit dem Standard Package:
  - Server BM.DenseIO1.36 mit zwei OCPUs:  $9,3297 \text{ €} \times 31 \text{ Tage} \times 24 \text{ Stunden} = 6.941,2968 \text{ €}$
  - Zwei zusätzliche OCPUs:  $0,3501 \text{ €} \times 2 \text{ OCPUs} \times 31 \text{ Tage} \times 24 \text{ Stunden} = 520,9488 \text{ €}$
  - Backup Storage:  $0,0221 \text{ €} \times 10000 \text{ GB} + 0,0369 \text{ €} = 221,0369 \text{ €}$
  - Monatliche Kosten: 7.683,2825 €
- Variante mit dem Enterprise Package:
  - Server BM.DenseIO1.36 mit 2 OCPUs:  $10,0298 \text{ €} \times 31 \text{ Tage} \times 24 \text{ Stunden} = 7462,1712 \text{ €}$
  - Zwei zusätzliche OCPUs:  $0,7001 \text{ €} \times 2 \text{ OCPUs} \times 31 \text{ Tage} \times 24 \text{ Stunden} = 1041,7488 \text{ €}$
  - Backup Storage:  $0,0221 \text{ €} \times 10.000 \text{ GB} + 0,0369 \text{ €} = 221,0369 \text{ €}$
  - Monatliche Kosten: 8.724,9569 €

Hinweis: Die Absicherung der Datenbank mittels Oracle Data Guard ist in diesem Beispiel nicht berücksichtigt. Das Aktivieren des Data Guard kann bei der Enterprise Edition durch Aktivierung der zweiten Instanz zu erheblichen Kostensteigerungen führen.

## Fazit

Lösung 1 ist aus Kostengründen sehr attraktiv. Lösung 2 bringt jedoch einige Vor-

teile, die für die Auswahl unter Umständen entscheidend sein können, wie

- mehr RAM für speicherintensive Datenbankanwendungen,
- sehr performanter NVME Storage, der mehr als 200.000 Transaktionen pro Sekunde abarbeitet (Quelle [6]),
- Reservierung der gesamten Leistung auf dem dedizierten Server für einen Anwender. (Bei Lösung 1 werden die physikalischen Ressourcen mit anderen virtuellen Maschinen geteilt, was zu Performance-Einbußen führen kann.)

## Szenario 3: Unternehmenskritische Datenbanken

(siehe auch Tabelle 6 und 7)

Anforderungen:

- Verwendung: Unternehmenskritische produktive OLTP/DWH-Datenbanken mit hohen IO-Anforderungen
- Betriebszeiten: 24x7-Betrieb
- Hochverfügbarkeitsanforderungen: hoch
- Datenbankausstattung: extreme Performance (RAC, Active Data Guard, In-Memory)
- Datenbankressourcen:
  - CPU: ab 22
  - RAM: ab 512 GB
  - Datenbank-Storage: ab 40 TB

*Lösung 1: 2-Knoten-RAC-System mit dem DB Shape VM.Standard.2.24.*

Bei dieser Lösung handelt es sich um zwei VMs mit folgender Ausstattung:

- OCPUs: 2 bis 24
- RAM: 320 GB
- Storage (Block): bis zu 40 TB

In unserem Beispiel werden beide VMs mit zehn aktivierten OCPUs berechnet. Als Datenbank-Edition wird die Enterprise Edition Extreme Performance Package ausgewählt, die die Konfiguration einer RAC-Umgebung ermöglicht. Als Datenbank-Storage werden 40 Terabyte Block Storage konfiguriert.

Die Preise für die in der Lösung benötigten Positionen berechnen sich folgendermaßen [4], [5]:

- Compute (pro Stunde und OCPU): 0,0554 €
- Block Storage Classic High I/O (1 GB pro Monat): 0,0738 €
- Database Enterprise Edition High Performance (pro Stunde und OCPU): 2,188 €

Für die Datenbanksicherungen gehen wir von 40 Terabyte Object Storage aus [5]:

- Object Storage – Storage (1 GB pro Monat): 0,0221 €
- Object Storage – Requests (10000 Requests pro Monat): 0,0369 €

Die monatlichen Kosten werden folgendermaßen berechnet:

- Compute-Einheit:  $0,0554 \text{ €} \times 10 \text{ OCPU} \times 31 \text{ Tage} \times 24 \text{ Stunden} = 412,176 \text{ €}$  (Preis für 2 VMs = 824,352 €)
- Database Enterprise Edition High Performance:  $2,188 \text{ €} \times 10 \text{ OCPU} \times 31 \text{ Tage} \times 24 \text{ Stunden} = 16.278,72 \text{ €}$
- Preis für 2 VMs = 32.557,44 €
- Block Storage (High IO): 40 TB = 3.023 €
- Backup Storage:  $0,0221 \text{ €} \times 40.000 \text{ GB} + 0,0369 \text{ €} = 884,0369 \text{ €}$
- Monatliche Gesamtkosten: 37.288,8289 €

*Lösung 2: Exadata Cloud Service Quarter Rack X7*

Bei dieser Lösung handelt es sich um eine Exadata X7 Quarter Rack Machine in der Cloud, die folgende Eigenschaften aufweist:

- 2 DB Server, 3 Storage Server
- OCPU: 20 aktiviert (10 pro Datenbank-server)
- RAM: 720 GB pro DB Server
- Storage: 360 TB Raw-Speicher oder 106 TB nutzbarer Speicher

Die Preise für die in der Lösung benötigten Positionen werden folgendermaßen berechnet [7]:

- Oracle Cloud Infrastructure, Database Exadata Infrastructure, Quarter Rack, X7: 35,008 € pro Stunde
- Exadata Cloud Service, Additional OCPUs: 2,188 € pro Stunde und OCPU

Für die Datenbanksicherungen berechnen wir 40 Terabyte Object Storage [5]:

Cloud Service	Server	OCPUs	RAM	Storage row (TB)	Monatliche Kosten (PAYG)
VM.Standard.2.24	2 DB	20	320 x 2	40	37.288,83 €
Exadata Quarter Rack X7	2 DB / 3 Storages	20	720 x 2	360	59.487,04 €

Tabelle 6: Szenario 3 – Lösungen im Überblick

- Object Storage – Storage (1 GB pro Monat): 0,0221 €
- Object Storage – Requests (10.000 Requests pro Monat): 0,0369 €

Die monatlichen Kosten werden folgendermaßen berechnet:

- Oracle Cloud Infrastructure, Database Exadata Infrastructure, Quarter Rack X7: 35,008 € x 31 Tage x 24 Stunden = 26.046 €
- Exadata Cloud Service, Additional OCPUs: 2,188 € x 20 OCPUs x 31 Tage x 24 Stunden = 32.557,44 €
- Backup Storage: 0,0221 € x 40.000 GB + 0,0369 € = 884,0369 €
- Monatliche Gesamtkosten: 59.487,0369 €

Hinweis: Die Absicherung der Datenbank mit Oracle Data Guard ist in diesem Beispiel nicht berücksichtigt. Das Aktivieren des Data Guard durch Aktivierung der zweiten Instanz kann zu erheblichen Kostensteigerungen führen.

### Fazit

Exadata Cloud Service kommt zwangsläufig bei Datenbanken zum Einsatz, wenn folgende Anforderungen im Raum stehen:

- Datenbankgröße von mehr als 40 TB
- Sehr hohes I/O-Aufkommen bzw. -Durchsatz
- Die Datenbank profitiert von den Eigenschaften der Exadata
- Mehrere Datenbanken sollen auf einer Cloud-Plattform konsolidiert werden

### Resümee

In diesem Artikel haben wir einige Optionen und Szenarios beschrieben und rechnerisch durchexerziert. Dabei handelt es sich nur um einzelne Fälle mit ausgewählten Optionen. Die Aufzählung sämtlicher Möglichkeiten hätte den Rahmen

	VM.Standard.2.24	Exadata Quarter Rack X6
DB-Versionen	11.2, 12.1, 12.2, 18: +++	11.2, 12.1, 12.2, 18: +++
Verfügbarkeit	RAC: ++	RAC: ++
DB-Optionen	Extreme Edition: +++	Extreme Edition: +++
Hardware-Ausstattung	+	+++
Storage-Intelligenz	-	Smart Scans, Storage-Indexierung: +++
DB-Performance	+	+++
Storage-Größe	+	+++
Verwaltungsaufwand	++	+
Kosten	++	+

Tabelle 7: Direkter Vergleich der Lösungen für Szenario 3

des Artikels gesprengt. Entscheidend bei der Auswahl einer Umgebung sind erfahrungsgemäß Fragen wie: Wie viel Storage steht für Daten nach Abzug der Redundanz tatsächlich zur Verfügung? Sollen die Datenbanksicherungen vielleicht zuerst lokal gespeichert werden? Welche Rolle spielt bei meiner Planung hinsichtlich des Verfügbarkeitslevels die geographische Absicherung mittels Data Guard zwischen unterschiedlichen Verfügbarkeitszonen? Sollte ich eventuell in der Oracle Cloud RAC-Datenbanken via Data Guard replizieren? Und last but not least sollten Sie für die Kostenoptimierung das Dauerauftragsmodell „Monthly Flex“ prüfen und klären, ob Oracle eventuell Rabatte oder Aktionspreise für einen bestimmten Dienst anbietet.

Sind diese Fragen geklärt, fällt die Auswahl einer passenden Datenbankumgebung in der Cloud meist sehr leicht. Wie sind Ihre Erfahrungen? Hilft Ihnen dieser Artikel weiter? Schreiben Sie mir gerne. Ich freue mich auf Ihr Feedback!

[6] <https://cloud.oracle.com/database/faq>  
 [7] <https://cloud.oracle.com/database/exadata/pricing>

### Quellen

[1] [https://cloud.oracle.com/de\\_DE/atp](https://cloud.oracle.com/de_DE/atp)  
 [2] [https://cloud.oracle.com/de\\_DE/compute-classic/pricing](https://cloud.oracle.com/de_DE/compute-classic/pricing)  
 [3] [https://cloud.oracle.com/de\\_DE/database/pricing](https://cloud.oracle.com/de_DE/database/pricing)  
 [4] [https://cloud.oracle.com/de\\_DE/compute/pricing](https://cloud.oracle.com/de_DE/compute/pricing)  
 [5] <https://cloud.oracle.com/storage/pricing>



Borys Neselovskyi  
 borys.neselovskyi@opitz-consulting.com