

Zahlen, bitte! –
Wie kann man die
Ressourcen-Nutzung von
PDBs ermitteln und abrechnen

DOAG-DB-Konferenz
Mai 2025, Europa-Park Rust
Markus Flechtner

info@ordix.de

www.ordix.de



Markus Flechtner

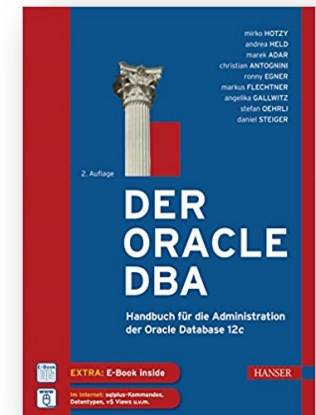
- Diplom-Mathematiker
- Oracle seit 1990
- Bisher: Entwickler, Oracle-Field-Support, DBA, Consultant
- Aktuell: Principal Consultant & Abteilungsleiter bei der ORDIX AG
- Schwerpunkte
 - Hochverfügbarkeit
 - Migrationen und Upgrades
 - Multitenant
-  @markusdba.bsky.social
-  @markusdba@mastodon.social
-  markusdba.de|.net
-  mfl@ordix.de

ORDIX AG



 Oracle ACE
Pro

 **ora2know**
The German Oracle Database Community





Oracle ACE
Program

500+ technical experts
helping peers globally

The **Oracle ACE Program** recognizes and
rewards community members for their technical
and community contributions to the Oracle



Oracle ACE
Director



Oracle ACE
Pro



Oracle ACE
Associate



Oracle ACE

ace.oracle.com/nominate

ace.oracle.com

Connect:  aceprogram_ww@oracle.com

 Facebook.com/OracleACEs

 [@oracleace](https://twitter.com/oracleace)



Dinge, die interessant klingen, die die meisten aber nicht machen

- Teil 1: "PDBs einfangen und zähmen – Resource Management und Lockdown Profiles"
 - Wie kann man die Ressourcen für PDBs begrenzen?
 - DOAG-Konferenz + Ausstellung 2018
 - Vortrag unter
<https://www.markusdba.de/wp-content/uploads/2018/11/2018-11-doag-flechtner-fma-taming-the-pdb-v00.pptx>
- Teil 2: "Zahlen, bitte! – Wie kann man die Ressourcen-Nutzung von PDBs ermitteln und abrechnen?"

Was sagt GenAI zu dem Thema? – Beispiel: ChatGPT

- "Wie kann man die Ressourcen-Nutzung (I/O, Storage, Memory) einzelner PDBs in einer Container-Datenbank messen und für eine nutzungsabhängige Abrechnung aufbereiten?"

- I/O-Nutzung (Reads/Writes) pro PDB:

```
SELECT
  name AS pdb_name,
  reads,
  writes,
  io_bytes
FROM
  v$pdb_io_stats;
```

- Memory-Nutzung pro PDB:

```
SELECT
  pdb_name,
  avg_memory_usage,
  max_memory_usage,
  min_memory_usage
FROM
  v$rsrc_pdb_metric;
```

Beide V\$-Views gibt es nicht!

Agenda

ORDIX AG

- Was kann man alles mit einem Preisschild versehen?
- Wie kann man die Ressourcen-Nutzung ermitteln?
- Wie kann man diese Daten sammeln und auswerten?
- Zusammenfassung

Nutzung von Datenbank-Features

- Datenbank-Edition
- Enterprise Edition Features
 - Real Application Clusters
 - Data Guard
 - Partitioning
 - Komprimierung
- ...

Storage

- Größe der Datenbank
- Datenmenge der Transaktionen (Redolog)
- Größe der Backups

Memory

- Genutzte SGA
 - Shared Pool
 - Buffer Cache
- Genutzte PGA

CPU

ORDIX AG

- CPU-Zeit
- Anzahl der CPUs
- Parallele Abfragen → Anzahl Parallel Server Prozesse

I/O

ORDIX AG

- I/O-Menge

Sonstiges

ORDIX AG

- Nutzungsdauer
 - Fester Preis pro Nutzungstag

Agenda

- Was kann man alles mit einem Preisschild versehen?
- Wie kann man die Ressourcen-Nutzung ermitteln?
- Wie kann man diese Daten sammeln und auswerten?
- Zusammenfassung

Wie kann man die Nutzung von Ressourcen messen?

- Mit oder ohne Oracle Enterprise Manager Cloud Control?
 - Cloud Management Pack
- Mit oder ohne Diagnostic Pack?

- In diesem Vortrag: ohne Enterprise Manager und ohne Diagnostic Pack!

Ausblick: Resource Charging mit OEM Cloud Control

- Mögliche Kriterien

- Storage
- Memory
- CPU

Chargeback

Home **Charge Plans** Cost Centers Entities Reports

Create Set Rates... Delete... Estimate... Plan Advisor Import Export Charge Item Library

Charge Plans

View

★ **Universal Charge Plan**

Nov 1, 2021 - Onward

Sample Charge Plan

Nov 1, 2021 - Onward

★ **Universal Charge Plan: Nov 1, 2021 - Onward**

Metric	Type	Rate
CPU Usage	Default CPU Architecture	\$1.68 / CPU / Hour
Memory Allocation	Generic	\$0.01 / GB / Hour
Storage Allocation	Generic	\$0.02 / GB / Hour

IO, CPU und Memory

- **GV\$RSRCPDBMETRIC**
 - Ressourcen-Nutzung der letzten Minute
- **GV\$RSRCPDBMETRIC_HISTORY**
 - Ressourcen-Nutzung der letzten Stunde (pro Minute)
- **GV\$RSRC_PDB + GV\$RSRC_PDB_HISTORY**
 - Ressourcen-Nutzung pro Consumer Group
- **CDB_HIST_RSRC_PDB_METRIC**
 - Ressourcen-Nutzung pro Stunde (kumuliert)
 - Diagnostic Pack erforderlich

V\$RSRCPDBMETRIC / V\$RSRCPDBMETRIC_HISTORY

SQL> desc v\$rsrcpdbmetric

Name

BEGIN_TIME

END_TIME

INTSIZE_CSEC

SEQUENCE#

CPU_CONSUMED_TIME

CPU_WAIT_TIME

NUM_CPUS

RUNNING_SESSIONS_LIMIT

AVG_RUNNING_SESSIONS

AVG_WAITING_SESSIONS

CPU_UTILIZATION_LIMIT

AVG_CPU_UTILIZATION

IOPS

IOMBPS

IOPS_THROTTLE_EXEMPT

IOMBPS_THROTTLE_EXEMPT

AVG_IO_THROTTLE

AVG_ACTIVE_PARALLEL_STMTS

AVG_QUEUED_PARALLEL_STMTS

AVG_ACTIVE_PARALLEL_SERVERS

AVG_QUEUED_PARALLEL_SERVERS

PARALLEL_SERVERS_LIMIT

SGA_BYTES

BUFFER_CACHE_BYTES

SHARED_POOL_BYTES

PGA_BYTES

PLAN_NAME

CON_ID

CPU

I/O

Memory

V\$RSRCPDBMETRIC_HISTORY (1)

```
SELECT
    p.pdb_name,
    h.begin_time,
    h.end_time,
    h.iombps,
    h.cpu_consumed_time          cpu_time,
    trunc(h.sga_bytes / 1024 / 1024) + 1 sga_mb,
    trunc(h.pga_bytes / 1024 / 1024) + 1 pga_mb
FROM
    v$rsrcpdbmetric_history h,
    cdb_pdb$ p
WHERE
    p.con_id = h.con_id
    AND begin_time > sysdate - 1 / 24
    AND p.pdb_name = 'DOAGPDB'
ORDER BY
    p.pdb_name,
    h.begin_time;
```

V\$RSRCPDBMETRIC_HISTORY (2)

PDB_NAME	BEGIN_TIME	END_TIME	IOMBPS	CPU_TIME	SGA_MB	PGA_MB
DOAGPDB	17.04.2025 19:55	17.04.2025 19:56	.083291687	2025	665	253
DOAGPDB	17.04.2025 19:56	17.04.2025 19:57	.116627791	3074	676	247
DOAGPDB	17.04.2025 19:57	17.04.2025 19:58	.033311126	889	700	258
DOAGPDB	17.04.2025 19:58	17.04.2025 19:59	.383205598	2703	736	271
DOAGPDB	17.04.2025 19:59	17.04.2025 20:00	.149925037	1760	753	280
DOAGPDB	17.04.2025 20:00	17.04.2025 20:01	.1332667	2752	773	277
DOAGPDB	17.04.2025 20:01	17.04.2025 20:02	.049983339	1905	793	264
DOAGPDB	17.04.2025 20:02	17.04.2025 20:03	.033322226	910	798	268
DOAGPDB	17.04.2025 20:03	17.04.2025 20:04	.101660454	1289	810	302

Ressourcen-Nutzung ermitteln mittels V\$RSRCPDBMETRIC_HISTORY

- Für einen gegebenen Zeitraum
- Memory
 - Maximum von SGA_MB und PGA_MB ermitteln
- I/O
 - IOMBPS summieren & * 60 → gesamter I/O in MB für den Zeitraum
- CPU
 - CPUTIME summieren → benötigte CPU-Zeit in ms
 - Max. NUM_CPUs

Alternativ für I/O: V\$IOSTAT_FILE

```
SQL> desc V$IOSTAT_FILE
Name                                Null?      Type
-----
FILE_NO                            NUMBER
SMALL_READ_MEGABYTES               NUMBER
SMALL_WRITE_MEGABYTES              NUMBER
LARGE_READ_MEGABYTES               NUMBER
LARGE_WRITE_MEGABYTES              NUMBER
SMALL_READ_REQS                    NUMBER
SMALL_WRITE_REQS                   NUMBER
SMALL_SYNC_READ_REQS               NUMBER
LARGE_READ_REQS                    NUMBER
LARGE_WRITE_REQS                   NUMBER
SMALL_READ_SERVICETIME              NUMBER
SMALL_WRITE_SERVICETIME             NUMBER
[...]
ASYNCH_IO                          VARCHAR2 (9)
CON_ID                             NUMBER
```

Storage – Datenbank-Größe

- V\$PDBS enthält die Summe aus CDB_DATA_FILES und CDB_TEMP_FILES

```
SQL> select con_id,name,trunc(total_size/1024/1024) total_size_mb  
2   from v$pdb$ where con_id > 2 order by con_id;
```

CON_ID	NAME	TOTAL_SIZE_MB
3	RMANCAT	2394
4	DOAGPDB	17498

- Weitere Größen-Informationen in V\$PDBS
 - DIAGNOSTICS_SIZE (local=0, OCI > 0)
- Alternativ: CDB_DATA_FILES und CDB_TEMP_FILES

Storage - Redo

- Werte seit dem Start der Instanz

```
SQL> select con_id,name,value from v$con_sysstat where name='redo size'
2 and con_id >2;
```

CON_ID	NAME	VALUE
3	redo size	147108
4	redo size	8478572

- Mit Diagnostic Pack auch
 - DBA_HIST_SYSSTAT
 - DBA_HIST_CON_SYSSTAT

Storage – Backup

- Via RMAN-Catalog

```
SELECT
    rp.name,
    rp.dbid,
    rp.guid,
    trunc(rbp.completion_time),
    SUM(rbp.bytes/ 1024 / 1024) total_file_size_mb
FROM
    rc_backup_piece rbp,
    rc_pdbbs          rp
WHERE
    rp.pdb_key = rbp.pdb_key
GROUP BY
    rp.name,
    rp.dbid,
    rp.guid,
    trunc(rbp.completion_time)
ORDER BY
    1,3,4;
```

```
SELECT
    con_id,
    name,
    first_usage_date,
    last_usage_date,
    currently_used
FROM
    cdb_feature_usage_statistics
WHERE
    detected_usages > 0
AND
    con_id > 2 -- ohne CDB$ROOT und PDB$SEED
AND
    name in (<FREI_WAEHLBARE_FEATURE_LISTE>);
```

Feature-Nutzung – mögliche Features

- Datenbank Edition
- Partitioning (user)
- Oracle Text
- Advanced Index Compression
- Heap Compression
- Data Guard
- Real Application Cluster One Node
- Real Application Clusters (RAC)
- ...

```
SQL> select count(distinct name)
      2  from cdb_feature_usage_statistics;
```

```
COUNT (DISTINCTNAME)
-----
                293
```

Demo

Alle Skripte unter <https://gitlab.com/markusdba/pdb-chargeback>

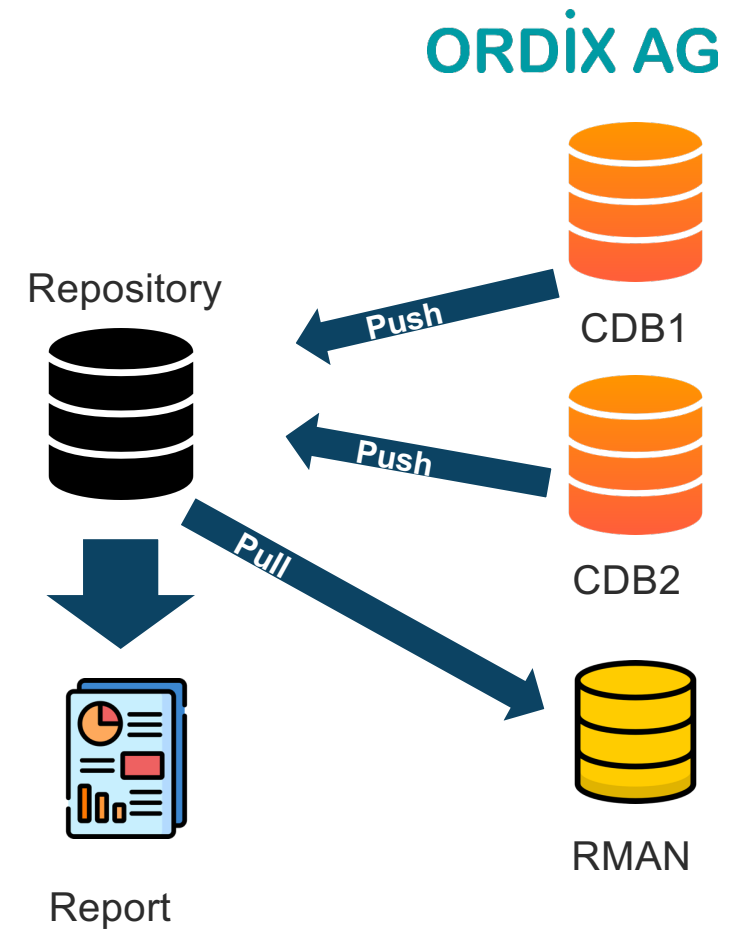
Agenda

- Was kann man alles mit einem Preisschild versehen?
- Wie kann man die Ressourcen-Nutzung ermitteln?
- Wie kann man diese Daten sammeln und auswerten?
- Zusammenfassung

Skizze

Konzept

- Repository-Datenbank
- Datenbank-Links von den zu überwachenden CDBs
- Datenbank-Links zum RMAN-Catalog
- "Statspack-like" Daten sammeln
 - "Push" von den CDBs in das Repository
 - "Pull" vom Repository aus dem RMAN-Catalog
- Auswerten
 - Z.B. via APEX



Icons by www.flaticon.com – Stockio & FreePik

```
REM Repository-DB
```

```
create user cb_schema identified by changepw  
default tablespace cb_data  
temporary tablespace temp;
```

```
alter user cb_schema quota unlimited on cb_data;
```

```
grant create session to cb_schema;  
grant create table to cb_schema;  
grant create view to cb_schema;  
grant create sequence to cb_schema;  
grant create database link to cb_schema;  
grant create procedure to cb_schema;  
grant scheduler_admin to cb_schema;
```

Datenbank-Tabellen

CB_PDS	Liste der PDBs, für die die Messwerte gespeichert werden
CB_SIZE_DATABASE	Größe der Datenbank
CB_SIZE_REDO	Redo-Aufkommen seit Startup
CB_SIZE_BACKUP	Backup-Aufkommen pro Tag
CB_FEATURE_USAGE	Feature-Nutzung
CB_RESOURCE_USAGE	Nutzung der Ressourcen I/O, CPU, MEMORY

Datenbank-Packages

Datenbank	Owner	Name	Zweck
CHARGEBACK	CB_SCHEMA	PCK_CHARGEBACK_MGMT	"Pull" vom RMAN-Katalog
(CDB\$ROOT)	SYS	PCK_CHARGEBACK_PUSH	"Push" in das Chargeback-Repository

Datenbank-Package PCK_CHARGEBACK_MGMT

- Prozeduren
 - PULL_RMAN_DATA – holt Backup-Informationen aus dem RMAN-Katalog
 - Empfehlung: 1 x täglich via Datenbank-Job

Datenbank-Package PCK_CHARGEBACK_PUSH (1)

- Im SYS-Schema der CDB\$ROOT einer zu überwachenden CDB
- Schiebt Daten in das Chargeback-Repository
- Prozeduren
 - PUSH_PDB_DATA – Informationen zu den vorhandenen PDBS
 - PUSH_PDB_DB_SIZE – Datenbankgröße
 - PUSH_PDB_FEATURE_DATA – Feature-Nutzung
 - PUSH_PDB_REDO_SIZE – Redo-Aufkommen seit dem letzten Startup
 - PUSH_PDB_RESOURCE_DATA – Ressourcen-Nutzung
 - PUSH_ALL_PDB_DATA – ruft alle vorgenannten Prozeduren auf

Datenbank-Package PCK_CHARGEBACK_PUSH (2)

- Empfehlung zu Datenbank-Jobs
 - PUSH_PDB_DATA – 1 x täglich
 - PUSH_PDB_RESOURCE_DATA – alle 55 Minuten (in jedem Fall < 1 h)

Idee

- "Push" der Daten von der CDB in die Chargeback-Datenbank mittels

```
insert into tabelle@chargeback select ... from v$...
```

- Problem:

```
ORA-02070: database does not support in this context
```

- Ursache:

- "The operation is unsupported which is clear from [Bug 469264](#) "INSERT INTO REMOTE TABLE SELECT FROM LOCAL DICTIONARY VIEW GIVES 2070"
- MOS-Note: ORA-2070 during an remote Insert over Database link while selecting from local dictionary view (Doc ID 744219.1)

Workaround (1)

- Lt. MOS-Note: ORA-2070 during an remote Insert over Database link while selecting from local dictionary view (Doc ID 744219.1)
- Workaround 1:
 - "Pull" instead of "Push"
- Workaround 2:
 - PL/SQL-Cursor
 - Liefert allerdings 0 rows, wenn nicht als SYS ausgeführt ☹ - Ursache unbekannt

Workaround (2) - Beispiel

```
PROCEDURE push_pdb_redo_size IS
CURSOR c1 IS
SELECT c.guid i.startup_time, trunc(value / 1024 / 1024) + 1 value
FROM cdb_pdb$ c, v$instancei, v$con_sysstat s
WHERE c.con_id = s.con_id AND c.con_id > 2 AND s.name = 'redo size';
BEGIN
FOR i IN c1 LOOP
INSERT INTO gtt_redosize VALUES ( i.guid,i.startup_time,i.value );
END LOOP;
merge into cb_size_redo@chargeback cbr
using ( SELECT r.guid, r.startup_time, r.redo_size_mb
FROM gtt_redosize r WHERE EXISTS ( SELECT 1
FROM cb_pdb$@chargeback c WHERE c.guid = r.guid)) rs
on (cbr.guid=rs.guid and rs.startup_time=cbr.startup_time)
when matched then update
set redo_size_mb=rs.redo_size_mb
when not matched then
insert (guid,startup_time,redo_size_mb)
values (rs.guid,rs.startup_time,rs.redo_size_mb);
COMMIT;
END;
```

CB_PDBS

```
SQL> desc cb_pdb
```

Name	Null?	Type
-----	-----	-----
PDB_ID	NOT NULL	NUMBER
PDB_NAME	NOT NULL	VARCHAR2 (128)
GUID	NOT NULL	RAW (16)
DBID	NOT NULL	NUMBER
CREATION_TIME		DATE
EDITION		VARCHAR2 (60)
COLLECT_DATE		DATE

CB_SIZE_DATABASE

```
SQL> desc cb_size_database
```

Name	Null?	Type
DBS_ID	NOT NULL	NUMBER
GUID		RAW(16)
DB_SIZE_MB		NUMBER
COLLECT_DATE		DATE

- GUID als Foreign Key zu CB_PDBS

CB_SIZE_REDO

```
SQL> desc cb_size_redo
```

Name	Null?	Type
DBR_ID	NOT NULL	NUMBER
GUID		RAW(16)
STARTUP_TIME		NOT NULL DATE
REDO_SIZE_MB		NUMBER
COLLECT_DATE		DATE

- Pro PDB eine Zeile mit dem Redo-Aufkommen seit dem letzten Startup
 - V\$CON_SYSSTAT ist kumulativ seit dem Startup
 - Via MERGE

CB_SIZE_BACKUP

```
SQL> desc cb_size_backup
Name                               Null?    Type
-----
DBB_ID                            NOT NULL NUMBER
GUID                               RAW(16)
BACKUP_SIZE_MB                     NUMBER
COLLECT_DATE                       DATE
```

- Pro PDB eine Zeile mit dem Backup-Aufkommen pro Tag (COLLECT_DATE)
 - Quelle: RMAN-Katalog: RC_PDB, RC_BACKUP_PIECE

CB_FEATURE_USAGE

```
SQL> desc cb_feature_usage
```

Name	Null?	Type
-----	-----	-----
DBF_ID	NOT NULL	NUMBER
GUID		RAW(16)
FEATURE_NAME		VARCHAR2(128)
DETECTED_USAGES		NUMBER
TOTAL_SAMPLES		NUMBER
CURRENTLY_USED		VARCHAR2(5)
FIRST_USAGE_DATE		DATE
LAST_USAGE_DATE		DATE
COLLECT_DATE		DATE

- Quelle: CDB_FEATURE_USAGE_STATISTICS
 - "DETECTED_USAGES > 0"
 - False Positives möglich

CB_RESOURCE_USAGE

```
SQL> desc cb_resource_usage
```

Name	Null?	Type

DBRU_ID	NOT NULL	NUMBER
GUID		RAW(16)
BEGIN_TIME		DATE
END_TIME		DATE
INTSIZE_CSEC		NUMBER
SEQUENCE#		NUMBER
CPU_CONSUMED_TIME		NUMBER
[...]		
PGA_BYTES		NUMBER
COLLECT_DATE		DATE
IO_MB_PER_MINUTE		NUMBER
MEMORY_MB		NUMBER

Virtual
Columns

- Quelle: V\$RSRCPDBMETRIC_HISTORY, 1 Datensatz pro Minute

Demo

Alle Skripte unter <https://gitlab.com/markusdba/pdb-chargeback>

```
SQL> @cb-report HECTORPDB 01-MAY-2025 15-MAY-2025
```

```
Report for PDB HECTORPDB
```

```
Time Range: from 01-MAY-2025 to 15-MAY-2025
```

Database Edition	Free
Max Database Size (MB)	5749
Overall Backup Size (MB)	6014
Overall Redo Size (MB)	230
Resource Memory (MB)	918
Number of CPUs)	2
CPU Time (sec.)	120
Overall I/O (MB)	9435
Feature Usage	Unified Audit
Feature Usage	Automatic Maintenance - Optimizer Statistics Gathering
Feature Usage	Automatic Maintenance - Space Advisor
Feature Usage	Automatic Maintenance - SQL Tuning Advisor
[...]	

... was fehlt noch - oder: Ideen, die während der Arbeit am Vortrag kommen **ORDIX AG**

- APEX-Applikation zur Auswertung
- Housekeeping
 - Alte Messwerte löschen
- Rechnungsdaten archivieren
- Zuordnung PDBs zu Kunden
- Ausschließen einzelner PDBs einer CDB
- "Preislisten"
 - Mit Historisierung
 - Pro Kunde
- Budget-Kontrolle
- Trend-Analyse
- ...

Agenda

- Was kann man alles mit einem Preisschild versehen?
- Wie kann man die Ressourcen-Nutzung ermitteln?
- Wie kann man diese Daten sammeln und auswerten?
- Zusammenfassung

- Oracle stellt grundsätzlich alle Daten, die für eine Abrechnung der PDB-Nutzung erforderlich sind, bereit
 - Die Sammlung der Daten ist etwas mühselig
- Oracle sieht ausschließlich eine Abrechnung via OEM vor
 - Für andere Varianten ist praktisch nichts dokumentiert

Links & weitere Informationen

- MOS-Notes
 - Best metric to use for calculating Chargeback in OEM (Doc ID 3029819.1)
 - How to Control and Monitor the Memory Usage (Both SGA and PGA) Among the PDBs in Multitenant Database- 12.2 New Feature (Doc ID 2170772.1)
- Vorträge
 - PDBs einfangen und zähmen – Ressource Management und Lockdown Profiles
<https://www.markusdba.de/wp-content/uploads/2018/11/2018-11-doag-flechtner-fma-taming-the-pdb-v00.pptx>
- SQL-Skripte im gitlab-Repository
 - <https://gitlab.com/markusdba/pdb-chargeback>

ORDIX AG
Aktiengesellschaft für Softwareentwicklung,
Schulung, Beratung und Systemintegration

Zentrale Paderborn
Karl-Schurz-Straße 19a
33100 Paderborn
Tel.: 05251 1063-0
Fax: 0180 1 67349 0

Seminarzentrum Wiesbaden
Kreuzberger Ring 13
65205 Wiesbaden
Tel.: 0611 77840-00

info@ordix.de
<https://www.ordix.de/>

**Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit**

Markus Flechtner
mfl@ordix.de
[@markusdba.bsky.app](https://bsky.app/profile/markusdba.bsky.app)
[@markusdba@mastodon.social](https://mstdn.social/@markusdba)
[Markusdba.net|.de](https://markusdba.net/)