Die Mongo DB

Vorstellungsrunde

- Name
- Rolle im Unternehmen
- Themenbezogene Vorkenntnisse
- Konkrete Problemstellung
- Individuelle Zielsetzung

Umgebung

- Eigener Rechner
  - Download der Mongo-Community Edition und Installation jeweils für benutztes Betriebssystem
    - https://www.mongodb.com/try/download/community
  - Alternativ
    - Docker-Image
      - https://hub.docker.com/_/mongo

Seminarzeiten

JAVACREAM
Training
Consulting
Projectmanagement

8:00 - 16:00

Mittagspause: 11:45 - 13:00

Pausen: 9:45 - 10:15, 14:15:14:30

Ausgangssituation

Kleiner Hinweis

- Name der Datenbank
  - MongoDB -> “Humengous” = gigantisch/enorm
    - “Menges-DB”

Historie: “NoSql-Bewegung”

- 2003
  - “Big Data”
  - Besser: “Big & Fast Data”
- Relationale Datenbanksysteme hatten im Endeffekt Skalierungsprobleme
  - Hochskalieren erfolgt vertikal, mehr CPU, mehr RAM, mehr Storage
- NoSql erfindet neue Datenbank-Typen
  - Key-Value
  - Dokumenten-orientiert -> MongoDB
  - Graphen-orientiert
  - Spalten-orientiert

NoSql revisited

- Der Name “NoSql”
  - Besser “NoRelational”
    - Präziser: “No” = “Not Only”
- Die Umsetzung eines abstrakten EntityModells erfolgt nicht zwangsläufig durch ein relationales Modell
- NoSQL-Kategorien
  - Key-Value-Modell
    - select value from store where key=’key1’
  - Dokumenten-orientierte Modellierung -> Details später
  - Graphen-Modell
    - Tausende von Joins sind ohne relevanten Performance-Verlust zu realisieren
  - Spalten-orientierte Modellierung
    - basiert auf einem Objekt-Modell
  - Relationales Modell
    - Fremdschlüssel und Verknüpfungstabellen

Was ist Dokumenten-orientiert?

- Jedes Dokument hat eine eindeutige Dokumenten-ID
  - Weltweite Eindeutigkeit ist zu garantieren
    - URI: Zugriffsprotokoll://host/collection/id
- Beziehungen zwischen Dokumenten erfolgen über eine Verlinkung
  - = Angabe der URI des “anderen” Dokuments
- Dokumente haben ein Schema, eine Struktur
  - “Schema on Read”
    - Eine Abfrage legt das benötigte Schema fest und bekommt dann auch nur die Dokumente, die dem Schema genügen
  - “Schema on Write”
    - Validierung beim Schreib-Vorgang, eine Datensenke akzeptiert nur Daten, die einer vorgegebenen Struktur entsprechen

Dokumenten-orientierte Datenbanken

- Breite Produktpalette
  - Open Source-Produkte, z.B. Couchbase
- Kommerzielles Produkt: MongoDB
  - Community-Edition
    - Frei einsetzbar, alle kein offizieller Support
    - Bei uns im Training
  - Lizenzpflichtige Version
    - Support
    - Tooling
    - …
  - MongoDB Atlas
    - Cloud-basierte Lösung

Training

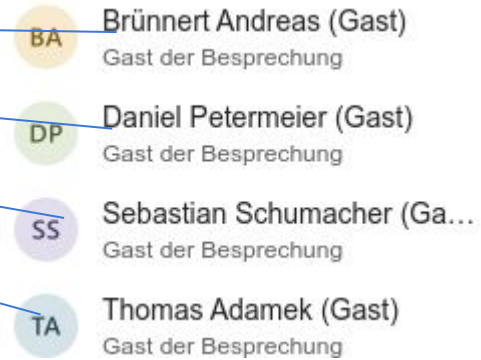
VKB

Aufbau unserer Trainings-Umgebung

- Rechner mit Docker-Runtime
  - Integrata-Cegos stellt hierfür Ubuntu-basierte Deskmate-Maschinen bereit

Remote Rechner der Integrata-Cegos

Deskmate-User	Deskmate Passwort	Ubuntu User-ID	Passwort
tn28.raum01@integrata-cegos.de	4023_tn28	sl01	sl01
tn29.raum01@integrata-cegos.de	4023_tn29	sl01	sl01
tn30.raum01@integrata-cegos.de	4023_tn30	sl01	sl01
tn31.raum01@integrata-cegos.de	4023_tn31	sl01	sl01
tn32.raum01@integrata-cegos.de	4023_tn32	sl01	sl01
tn33.raum01@integrata-cegos.de	4023_tn33	sl01	sl01
Deskmate-Link:	https://integrata-cegos.deskmate.me/		



Support:
Zentrale IT
Telefon:
+49 711 62010 355
ZentraleIT@integrata-cegos.de

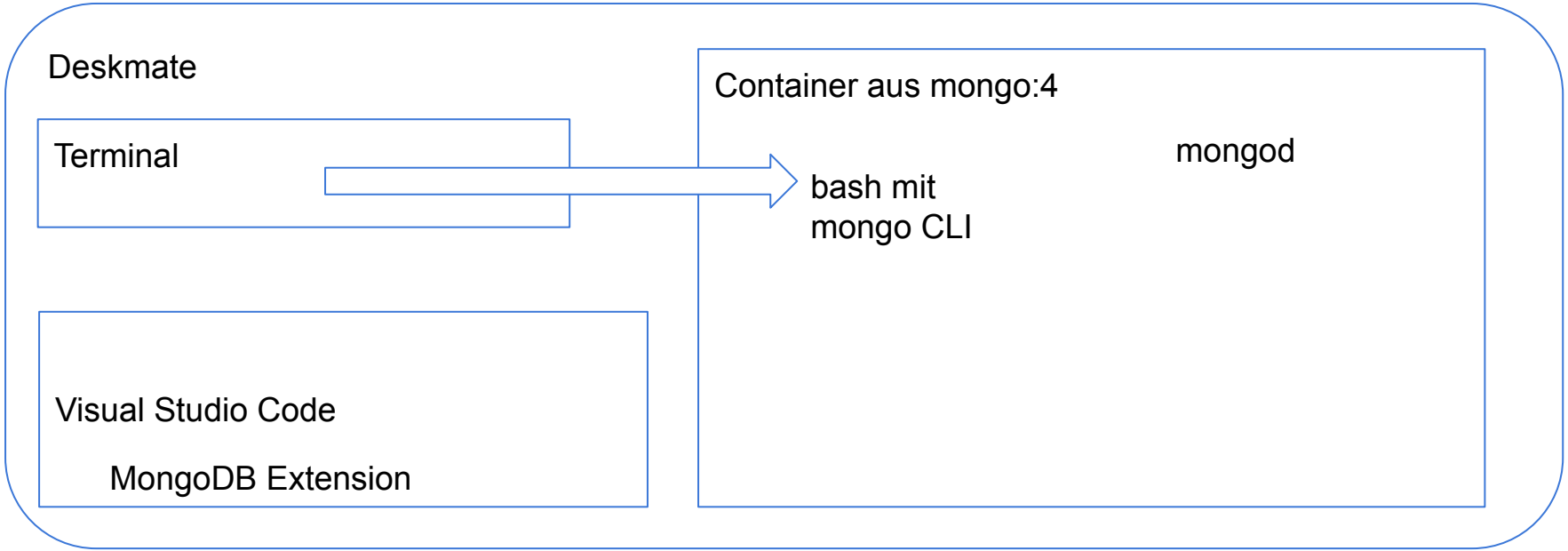
VORSICHT

- BITTE KEINE AKTUALISERUNGEN AKZEPTIEREN!

Mongos und Docker

- docker create --name mongodb -p 27017:27017 mongo:4
- docker exec -it mongodb /bin/bash
  - mongo
  - Interaktive Shell
- Dazu Visual Studio Code mit Mongos Extension

Umgebung


Deskmate
Terminal
Visual Studio Code
MongoDB Extension
Container aus mongo:4
bash mit
mongo CLI
mongod

MongoDB First Contact

Das API der MongosDB

- **Datenbank-Server mit Server-Socket auf 27017**
- **Befehlssatz ist JavaScript**
  - Das Dokumenten-Format in MongosDB ist JSON
- Andere APIs
  - REST-Schnittstelle ist vorhanden, allerdings eigentlich nur in der Lizenz-Version
  - Besser: GraphQL
- MongoDB-Treiber für andere Programmiersprachen sind vorhanden
  - Java
  - C#
  - Python

Exkurs: Datenformate für Dokumente

- XML ist ein **akademisch** sehr geeignetes Datenformat für Dokumente
  - Schema
  - Link-Element
- JSON-Format
  - de facto Standard im Internet
    - Für Web-Anwendungen ist damit keine Transformation nötig
  - Es fehlt
    - Schema-Beschreibung
    - Standardisierte Angabe für Links
  - MongoDB nutzt JSON in einer Erweiterung
    - BSON-Spezifikation
    - Ermöglicht Schemata und Verlinkungen

Operationen auf Dokumenten

- CRUD-Operationen
  - Create
    - insertOne(object)
  - Read
    - find
      - Mit Abfrage-Lriterien
  - Update
    - saveOrUpdate, Details hierzu später
  - Delete
    - deleteMany
    - deleteOne

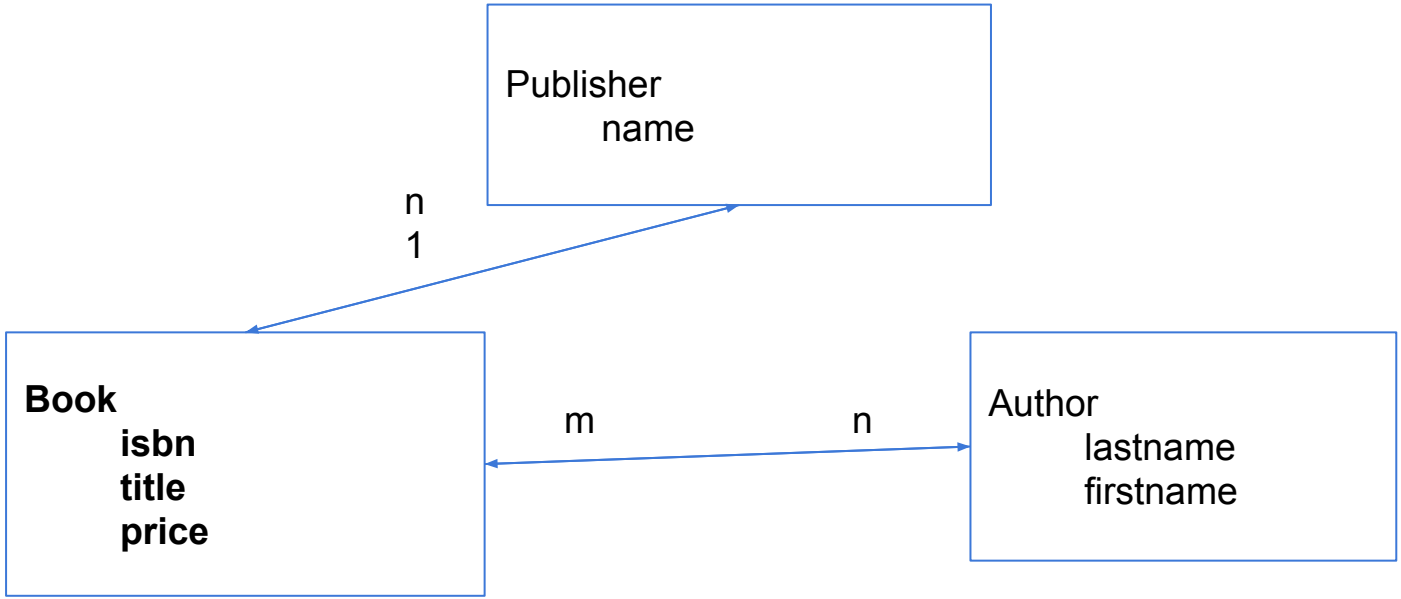
insertOne

- Parameter ist das zu erzeugende Object
- MongoDB erzeugt intern eine relativ eindeutige Id
  - Diese ObjectID ist nur im Zusammenspiel mit host/collection weltweit eindeutig

Exkurs: Notwendige Anzahl von Collections

- Ansatz 1: Collections werden wie Tabellen verwendet
  - In den allermeisten Fällen total falsch
    - Dies führt zu einem schlechten Dokumenten-Modell mit viel zu viel Joins zwischen verschiedenen Dokumenten
- Ansatz 2:
  - Es genügt pro Datenbank-Instanz eine einzige Collection
    - Das ist prinzipiell völlig in Ordnung
      - Schema on Read ist hocheffizient implementiert
- In der Realität werden Collections aber noch zusätzlich benutzt
  - Halten von Konfigurationseinstellungen
  - Berechtigungskonzept
  - Übersichtlichkeit

Das Entity-Modell für unser Training



Step 1

ToDo: Buch-Daten erzeugen

- Schreiben Sie eine Funktion, die ein paar Test-Bücher in die Datenbank legt
- Ablauf
  - drop der Collection publishing
  - create publishing
  - Erzeugen der Test-Daten
  - CHECK: DB, Collection und Daten sind vorhanden

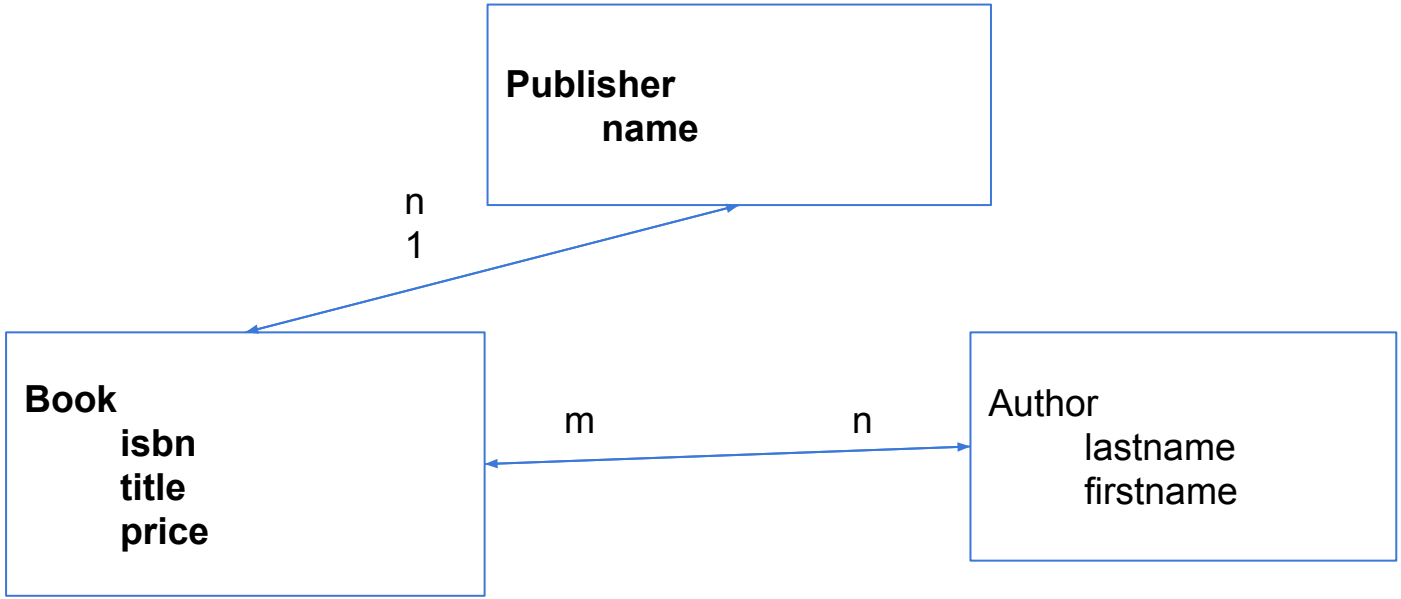
Criteria-Objekte

- Such-Operationen
  - find()
  - find(criteriaObject)
    - criteriaObject: Ein JSON-Objekt bzw. in unserer Umgebung ein JavaScript-Objekt
- Hinweis
  - _id ist auch ein Kriterium, allerdings: ObjectId(“hash”)
- Exkurs: zu den ObjectIds
  - Bestandteile
    - Timestamp
    - 5 Zeichen sind Prozess-abhängig
    - Interner Counter
-

Exkurs: Abfragesprachen

- SQL?
  - Passt nicht auf Dokumenten-basierte Abfragen
- N1QL
  - gesprochen: “Nickel”
  - SQL-Erweiterung als Standard für eine Dokumenten-basierte Abfragesprache
  - MongoDB unterstützt N1QL nicht
- Statt dessen
  - etwas proprietäres

Das Entity-Modell für unser Training



Step 2

ToDo

- Publisher zusätzlich mit einem Address-Dokument {city: “”, street: “”)
  - {“address.city”: “Berlin”}
- Book zusätzlich mit einer Kurzbeschreibung (description)
  - {$text: {$search: “MongoDb”}
- zusätzlich: auch die Projektion kann ein $elemMatch enthalten
  - Im Endeffekt ein Subquery auf die Ergebnis-Liste

Abbildung in Dokumente

- Embedded Documents
  - Besteht also aus mehreren Dokumenten, die sich allesamt in einem Haupt-Dokument befinden
    - Als Aggregat sind alle Sub-Dokumente im Lebenszyklus an das Hauptdokument gebunden
    - Nur das Haupt-Dokument hat eine Object-ID
  - “Sawitzki”: Atomar Document
- Verlinkungen auf andere Dokumente
  - Die klassische Dokumenten-orientierte Modellierung

Dokumenten-orientierte Datenbanken

- Primärfokus
  - Embedded Documents
    - Verwaltung solcher Dokumente ist äußerst effizient möglich
  - Transaktionssicherheit auf Embedded Documents ist trivial
- Bei verlinkten Dokumenten erfolgt das Joinen
  - auf Client-Seite (der ursprüngliche Ansatz)
  - auf Server-Seite (mittlerweile unterstützt, aber aus Performance-Sicht nicht unbedenklich)
  - Transaktionssicherheit ist entweder gar nicht gewährleistet (Client-Joins) oder sehr aufwändig

MongoDb

- Ursprüngliche Abfrage-Sprache bezieht sich auf Embedded Documents
- Später
  - Map-Reduce
  - Aggregate-Pipeline

Im Training nächster Schritt

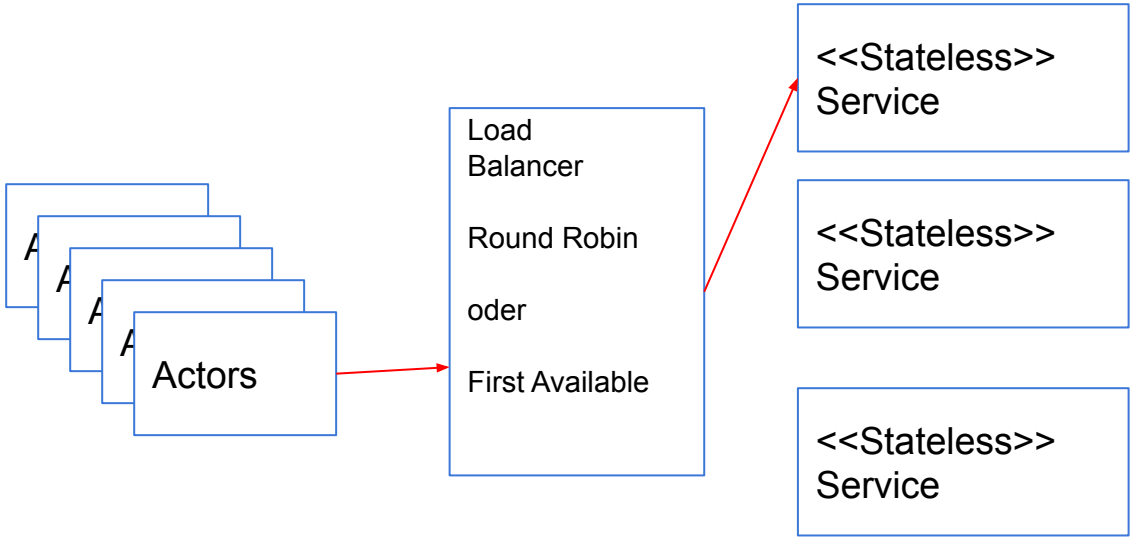
- Embedded Publisher-Books-Dokumente
- Klassische Formulierung von Kriterien
- Programmatisch ist ein Embedded Document nichts anderes als ein Objekt-Geflecht
  - Als Literal {name: “Springer”, books: [{isbn: “ISBN1”, …}]
  - let publisher = {name: “Springer”, books: []}
  - publisher.books[0] = book1
- ToDo
  - 2 Publisher (“Springer”, “Addison”)
  - Springer bekommt die 5 Bücher, Addison ein Demo-Buch

Programm Tag 2

- Update-Operationen
- Aggregate-Framework
- Von Embedded zu Verlinked
- Übersicht der Arbeitsweise eines Mongos-Clusters
- Technik
  - Indizes
  - Daten-Konsistenz
  - Transaktionen

Architektur der MongoDB

Skalierbare Systeme

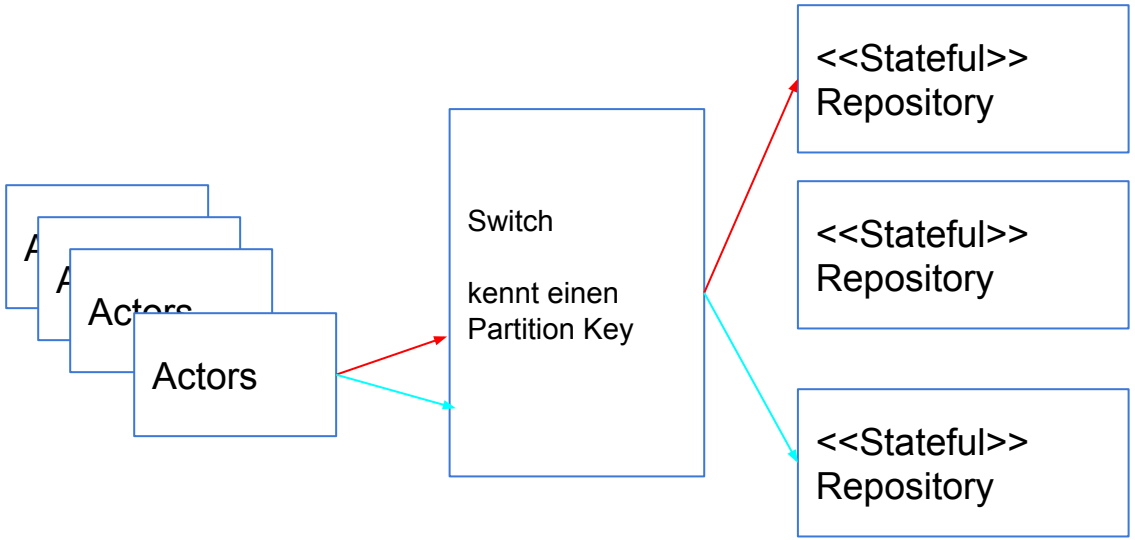


Dynamisch skalierbare Systeme

Orchestrierung und Überwachung

Skalierbare Systeme mit State

Partitionierung des Datenbestands



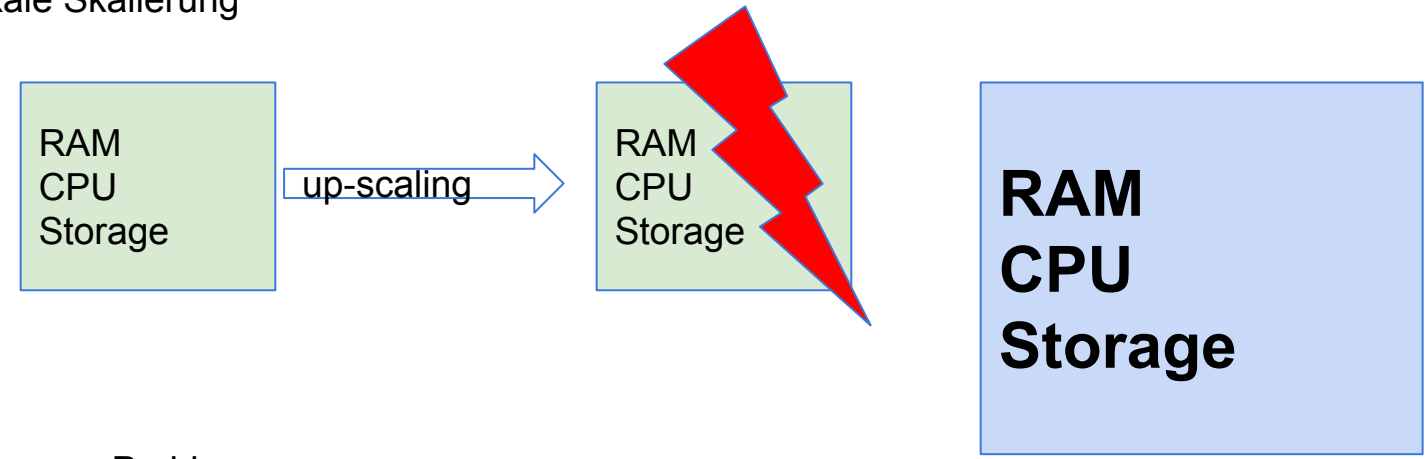
Up & Down Scaling rein administrativ

Probleme

- Ein Partiton Key muss gefunden werden
- Assoziationen zwischen Partitionen sind nicht möglich

Skalierbare Systeme mit State

Vertikale Skalierung



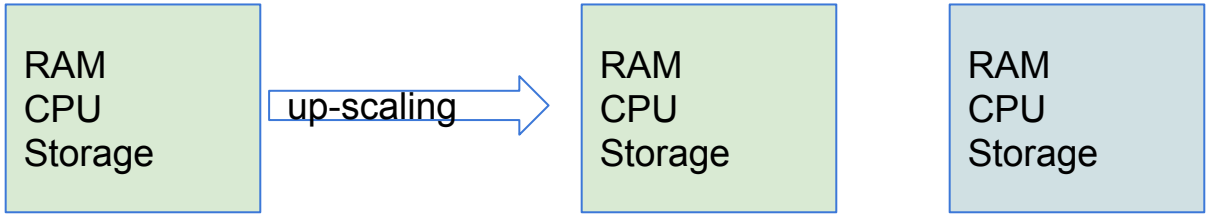
Probleme

- Wartungsfenster durch Daten-Migration
- Grenzen der Skalierung durch
  - Kostengründe
  - Technisch

Exkurs

- Relationale Modelle skalieren traditionell vertikal
  - Relationen zwischen einzelnen Knoten sind aufwändig

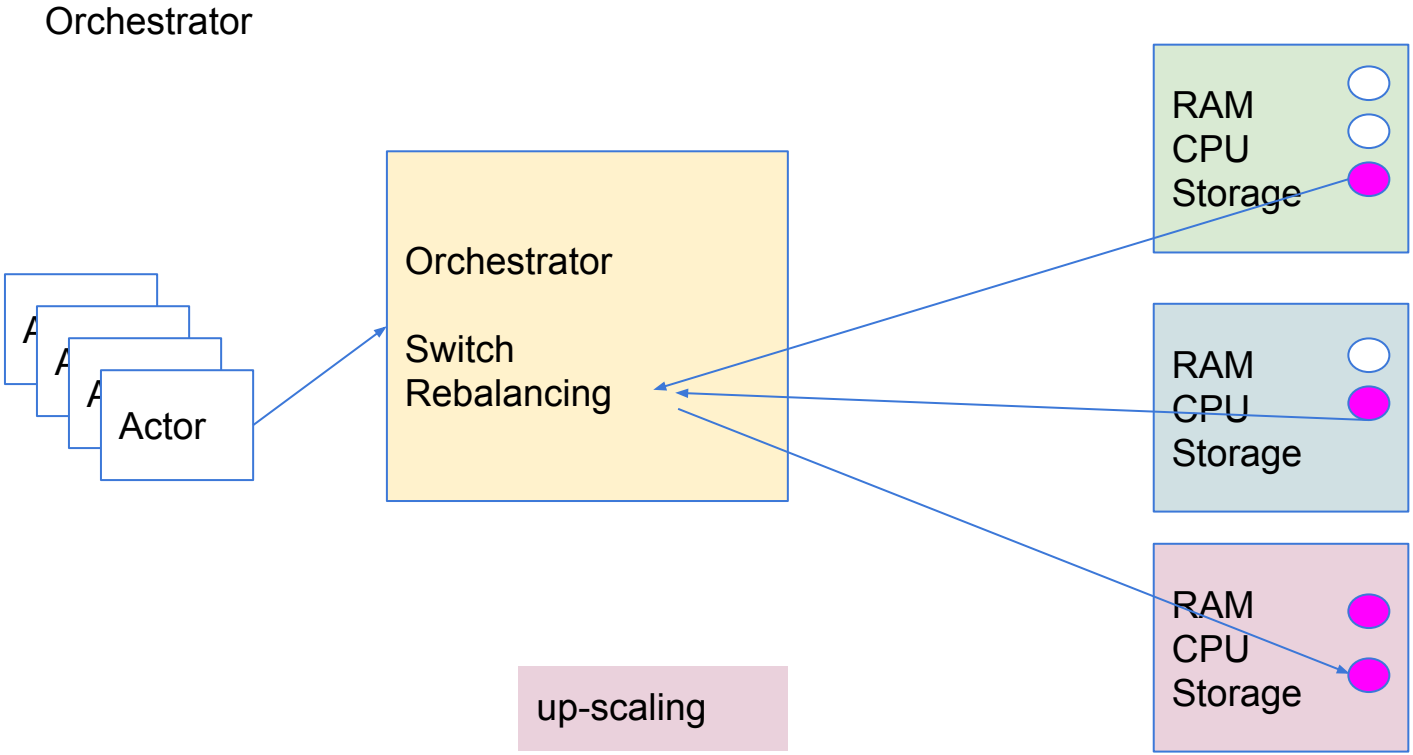
Horizontale Skalierung



Probleme

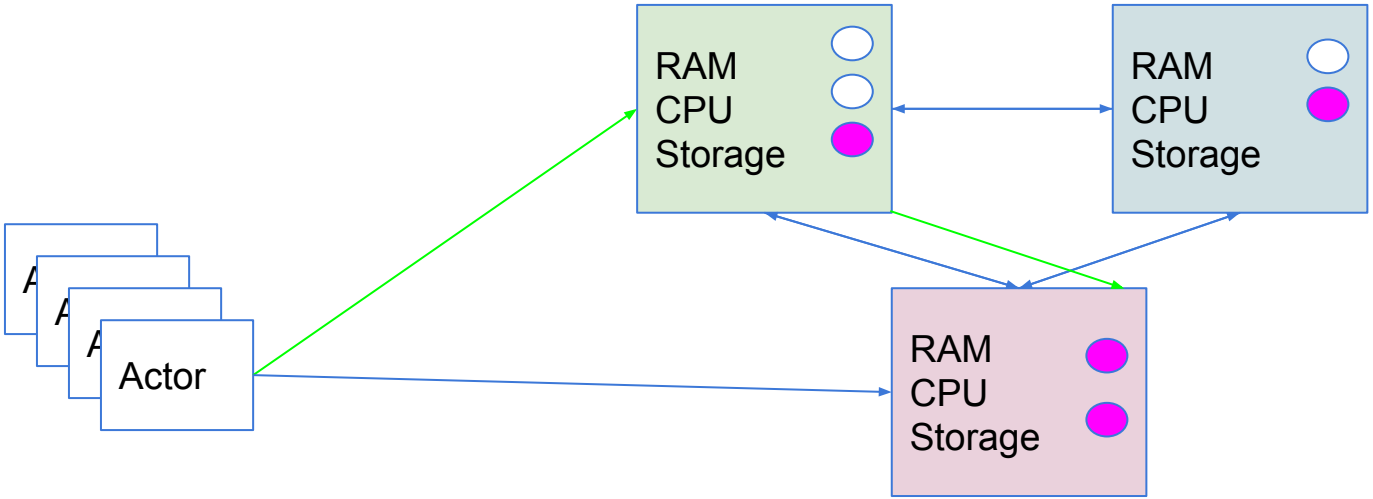
- Die Skalierung kann so nicht funktionieren!

Horizontale Skalierung mit State



Horizontale Skalierung mit State

Ring Cluster



up-scaling

Konsequenzen des horizontalen Clusters

- Eine Kommunikation zwischen den Knoten bzw. zwischen Knoten und Orchestrator ist notwendig
  - Netzwerk
- Interne Netzwerk-Kommunikation innerhalb der Datenbank ist relativ zeitaufwändig
- Auch das interne Netzwerk kann ausfallen
  - Es ist ein “Partitionsfehler” aufgetreten

Auswirkungen auf unser Datenmodell

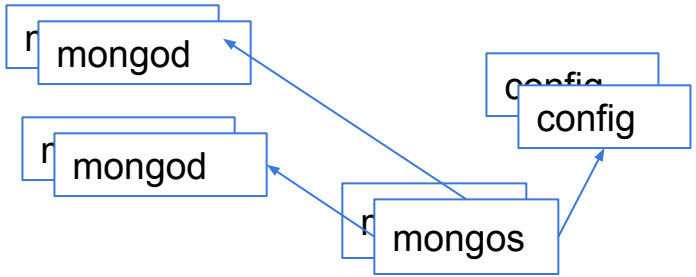
- Notwendig ist ein eindeutiger Schlüssel zur Identifikation eines Datenbestands notwendig
  - Dokumenten-ID
- Ein Datensatz sollte für Auswertungen alle Daten atomar enthalten
  - Embedded Documents
  - Daten-Redundanzen sind damit unvermeidlich
- Das Auflösen von Verlinkungen verlangt immer Netzwerk-Kommunikation
- Design-Ansatz
  - Query First

Queries

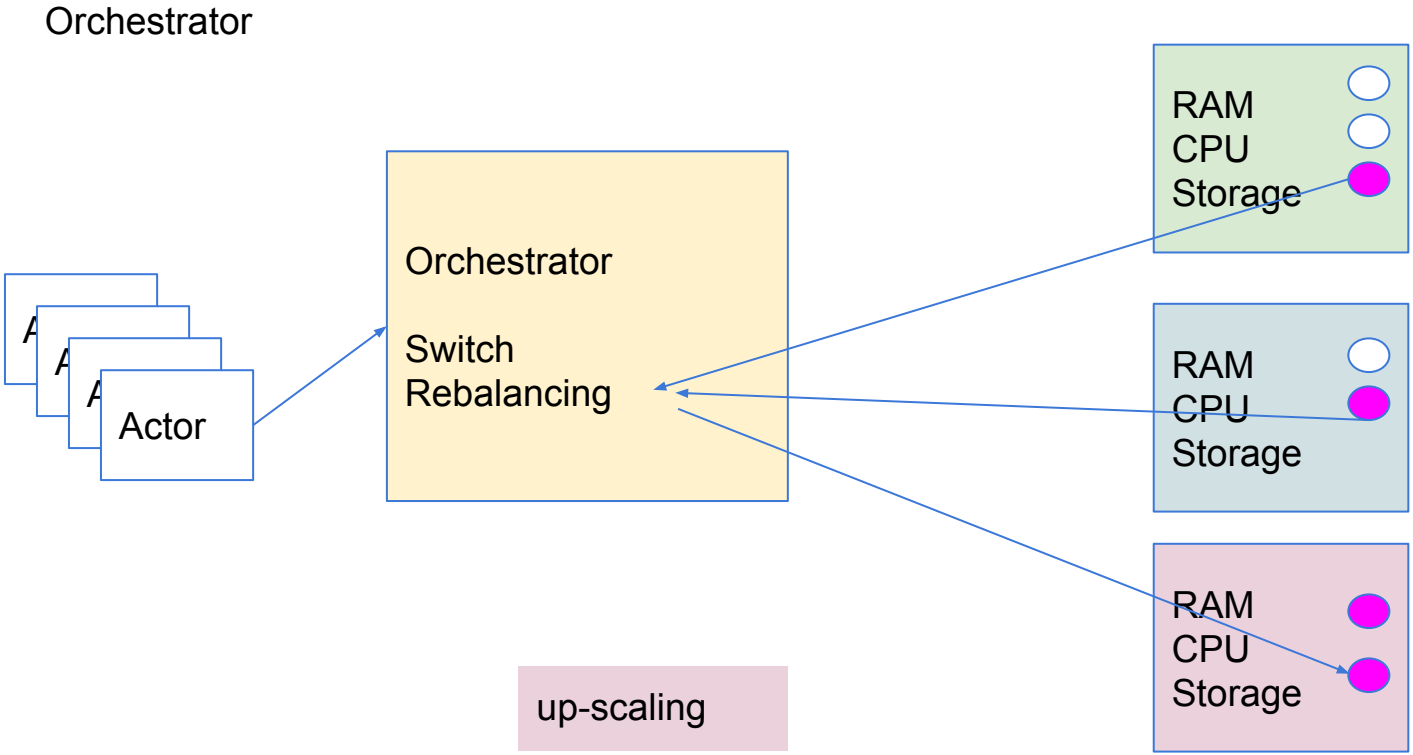
- Einstiegspunkte
  - Publisher
    - ObjectID, Books sind Embedded Document
    - suche publisher nach Name + weitere Selektionen an Hand der embedded documents
  - Book
    - ObjectID

- mongod
  - der eigentliche Datenbank-Prozess
  - master-slave zur Ausfallsicherheit
- mongos
  - der Shard-Controller
- Config-Server
  - master-slave zur Ausfallsicherheit

Minimal-Mongos-Cluster
besteht aus 7 Prozessen

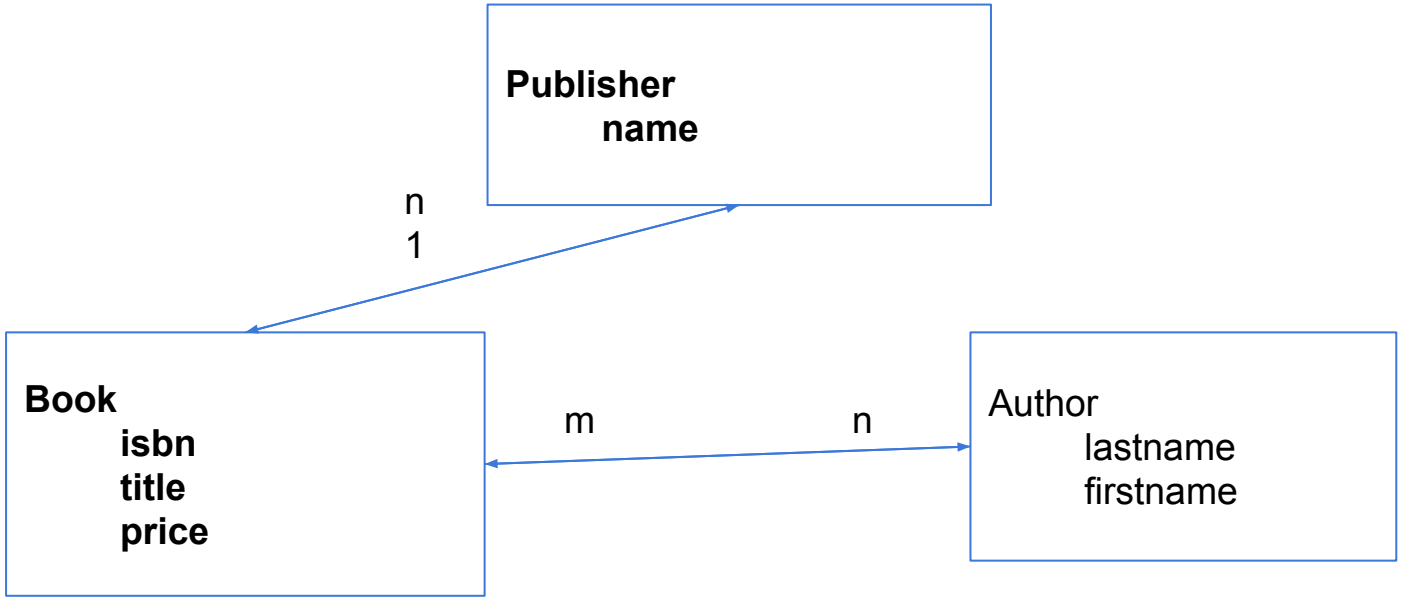


Horizontale Skalierung mit MongosDB



Query First: Ein Beispiel

Beispiel Entity Modell



Unsere Queries

- Anhand des Namens soll ein Publisher gefunden werden
  - Rückgabe: Die Liste der ~~Bücher~~ ISBNs
- Anhand des Namens soll die Adresse eines Publishers gefunden werden
- Es sollen alle Bücher gefunden werden, die in einem bestimmten Preisbereich liegen
  - Book
- Suche Bücher über nach ihrer Beschreibung
  - Buch-Titel

Dokumenten-Modell

Publisher
- name
- books
  - isbn
- address
  - city
  - street

Book
- isbn
- title
- pages
- price
- description

Zusätzliche Queries verändern das Modell

- Welcher Verleger verlegen “billige” Bücher?
  - Name des Publishers

Neues Dokumenten-Modell

Publisher
- name
- books
  - isbn
- address
  - city
  - street

Book
- isbn
- title
- pages
- price
- description
- publisherName

Todo

- Ausgehend von der gestrigen Modellierung ändern Sie das Dokumenten-Modell an Hand der identifizierten Queries
- Einführen der Autoren-Information
  - lastname, firstname
  - Abfrage: Wie heißen die Autoren eines Buches?
    - “Firstname Lastname”
  - Welche Bücher hat ein Autor geschrieben
    - Titel

Neues Dokumenten-Modell

Publisher
- name
- books
  - isbn
- address
  - city
  - street

Book
- isbn
- title
- pages
- price
- description
- publisherName
- authorNames

Authors
- lastname
- firstname
- isbns

Dokumenten-Modell und Queries

Publisher
- name <<query>>
- books
  - isbn
- address
  - city
  - street

Book
- isbn <<query>>
- title <<query>>
- pages
- price
- description
- publisherName
- authorNames

Authors
- lastname
- firstname
- isbns

Exkurs: explain

- books = db.publishing.find()
  - books ist nicht bereits die Treffermenge, sondern ein iterierbarer Proxy
- books.explain(“executionStats”)
- Daraus ergibt sich die Anlage eines neuen Index
  - db.publishing.createIndex({isbn: 1})
  - db.publishing.createIndex({address.city: 1})
  - db.publishing.createIndex({description: “text”})
- Options-Objekt
  - unique: true|false
  - expireAfterSeconds: 60
  - background: true|false

Sharding Key

- Voraussetzung
  - Cluster mit mehreren mongod-Prozessen
- Ab nun kann jede Collection einen speziellen Index, den Shard Key definieren
  - Identifikation: Auf welchem mongod-Prozess liegt ein Dokument, das zu diesem Shard gehört
  - Optimierung von Abfragen: Enthält die Abfrage-Bedingung als Kriterium den Shared Key, sind alle weiteren Abfragen auch im Cluster sehr effizient
-

Collections und Validatoren

- https://www.mongodb.com/docs/manual/core/schema-validation/
-

ToDo

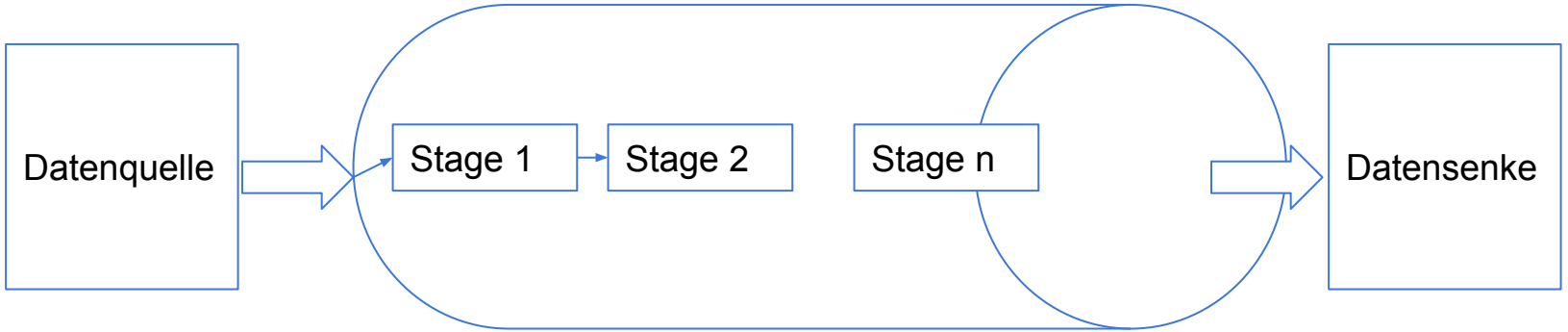
- Auftrennung in die Collections publishers, books, authors
- Fügen Sie diesen Collections noch einen Schema-Validator hinzu

Join

Cookbook

- Aufbau der Verlinkung erfolgt durch die Verwendung einer Dokumenten-ID
  - Theoretisch: Eine beliebige Endpoint-Adresse
  - MongoDb: Endpoint ist eine interne Adresse innerhalb der Datenbank
- Damit wird für die interne Verlinkung eine Kombination aus ObjectId und Collection benutzt
  - {oids: [oid1, oid2, oid3], collection: “books”}
  - diese wird einem Attribut zugewiesen
  - books: {oids: [oid1, oid2, oid3], collection: “books”}

Exkurs: Datenverarbeitung in einer Pipeline



Umsetzung: abstrakt

JAVACREAM
Training
Consulting
Projectmanagement

```
output = input.pipeline(
[
stage1,
stage2,
stage3
]
)
```

Umsetzung: MongosDB


```
let output = db.books.aggregate(
[
stage1,
stage2,
stage3
]
)
```

Eine simple Abfrage mit Query und Projection


```
db.books.aggregate(
[
{$match: {isbn: “ISBN0”},
{$project: {_id: 0, title: 1}}
]
)
```

Eine Abfrage mit Query, Join und Projection


```
db.publishers.aggregate(
[
{$match: {name: “Springer”},
{$lookup: {
        from: “books” //“books.collection”
        localField: “books.oids”,
        foreignField: “_id”,
        as: “book”
}
{$project: {_id: 0, name: 1, “book.title”:1, “book.price”:1}}
]
)
```

Unser 3. Tag

- Vorbereitung
  - Python Runtime mit PyMongo
    - https://pymongo.readthedocs.io/en/stable/api/pymongo/
  - Mongo 5.x
- Anwendungsentwicklung mit MongoDB
- Collections als TimeSeries
- Workshop
  - ToDo: Bitte senden Sie an training@rainer-sawitzki.de gerne eine Themenliste
-

Anwendungsprogrammierung

CRUD-Operationen

- Aktueller Stand
  - insert_one
  - insert_many
    - _id kann automatisch generiert werden
    - Antwort-Struktur enthält die generierten Ids
  - Query-API
    - Elementares find
    - Aggregate-Pipeline
      - Für komplexere Abfragen die Methode der Wahl
      - Insbesondere
        - $lookup: “Joinen” auf Server-Seite
        - $match: Erzeugt eine Ergebnis-Collection auf Server-Seite

CRUD

- Neu
  - Löschen von Dokumenten
  - Aktualisieren von Dokumenten
- Problem
  - Umgang mit den Embedded Dokumenten
    - Das gesamte Dokument?
      - replace_one
    - Ein Embedded Dokument?
    - Ein Dokument in einer Liste?
    - Ein einzelnes Attribut
- Lösung
  - Aktualisierungs-Objekte

Aktualisierungs-Objekte

- $set
- $unset
- $inc
- Arrays
  - $push
  - $addToSet
  - $pull, $pop

ToDo

- Publisher
  - Aktualisierung der Adresse
    - Komplett neues Address-Dokument
    - Änderung der Street der vorhandenen Address

Dokumenten-Modell

Publisher
- name <<query>>
- books
  - isbn
- address
  - city
  - street

Book
- isbn <<query>>
- title <<query>>
- pages
- price
- description
- publisherName
- authorNames
- tags

Array von Schlüsselwörtern

Authors
- lastname
- firstname
- isbns

Todo

- Erweitern Sie das Book-Schema um eine optionale String-Liste “tags”
  - Alternativ: Validierung rausnehmen
- Schreiben Sie eine Funktion, die einem Book-Document ein neues Schlüsselwort hinzufügt
- Schreiben Sie eine Funktion, die einem Book-Document ein Schlüsselwort entfernt
- Suche Bücher nach Schlüsselwort
  - Entweder eines oder alle
-

ToDo

- Hinzufügen von Büchern zu Publishern
  - add_book_to_publisher(publisher_id, book_id)

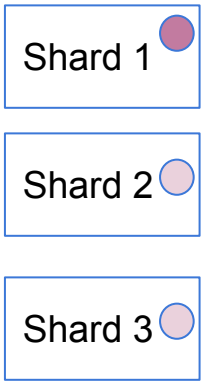
Daten-Konsistenz: Ebene eines Dokuments

- MongoDB-Garantie
  - Änderungen eines Dokuments sind immer atomar
- Damit ist Optimistic Locking umsetzbar
  - Bestandteil eines Dokuments (neben den fachlichen Daten)
    - Versionsnummer, am Besten als hochzählender Zähler
    - Optional: “ETag” = Hashwert des aktuellen Dokumenten-Bestands
  - Jeder Update findet unter Berücksichtigung des Versions-Feldes statt
    - update_one({“_id”: 42, “_version”: to_update[“version”]})
  - Das Aktualisierungsobjekt inkrementiert die Version
    - update_one({...}, {“$inc”: “version”})
  - Ablaufsteuerung des Clients interpretiert einen Rückgabewert “0” als Fehler
    - Neuladen, eigene Änderungen mergen, nochmal versuchen

Exkurs: Einfluss des Clusters

- Sharding
  - Kein Einfluss auf die Dokumenten-Konsistenz
- Ausfallsicherheit
  - Memory wird auf die Festplatte gespeichert
  - Replikations-Sets
    - Ein Dokument wird nicht nur in einem Shard gehalten, sondern in mehreren

Write Concern
+ Konfiguration umfasst
  + Genügt in Memory? oder Warten auf den File-IO?
+ Number
  + Anzahl der notwendig erfolgreichen Schreib-Vorgänge



Read Concerns
+ Number
  + Anzahl der notwendig erfolgreichen Lese-Vorgänge

WC + RC = RS + 1
WC = RC = (RS+1)/2 : majority

Multi-Document Updates

- Erlauben eine Gruppierung mehrerer Aktualisierungen über Dokumente hinweg
  - Funktioniert über Collections hinweg
  - Funktioniert NICHT über Collections aus unterschiedlichen Mongos-Instanzen
    - Mongos ist nicht 2-Phase-Commit fähig
- Technische Umsetzung erfolgt über Transaktionen
  - begin
  - aktualisierungen über verschiedene Collections
  - commit/rollback

Exkurs: Einfluss des Clusters

- Wie beim Single-Document
- Multi-Document-Updates sind “langsam”
  - Aus der Mongo-Dokumentation
    - “Multi-Document-Updates sind möglich, ersetzen aber nicht ein sauberes Modell”
    - Besser: BASE-Architektur
      - Basically Availability
      - Soft State
      - Eventual Consistency
        - “Im Endeffekt wird sich ein Cluster immer automatisch in einen konsistenten Zustand bewegen, aber es gibt Zeitfenster der Inkonsistenz”

ToDo

- Alle Dokument-Strukturen bekommen ein Version-Attribut
  - Single-Document-Updates immer mit Optimistic Locking
- 1:n-Beziehung zwischen Publisher und Book soll bidirektional sein
  - add_book_to_publisher
    - add to pub_new
    - set publisher in book
    - remove from pub_orig

Optimierungen

- Klassische Optimierung durch Indizes
  - In der MongosDB werden Indizes immer in Collections der lokalen Datenbank
- Capped Collections
  - Nichts anderes als eine Queue mit Maximalgröße
- Neu: Time Series Collections
  - Sammlung interner Optimierungen