

**InMemory-Datenbanken,
NoSQL, XML, JSON**



InMemory-Datenbanken

Was sind InMemory-Datenbanken?

- Eine InMemory-Datenbank (IMDB) ist ein DBMS, das den Arbeitsspeicher eines Computers als Datenspeicher nutzt.
- Damit unterscheidet es sich von herkömmlichen DBMS, die dazu Festplatten verwenden.
- Der Arbeitsspeicher bietet wesentlich höhere Zugriffsgeschwindigkeiten als Festplatten und die Algorithmen für den Zugriff sind einfacher.
- Deshalb sind InMemory-Datenbanken wesentlich schneller und ihre Zugriffszeiten sind besser vorhersagbar als die von auf Festplatten zugreifenden DBMS.
- Jedoch ist Arbeitsspeicher sehr viel teurer als Festplattenspeicher, der einzelne Rechner hat deshalb üblicherweise sehr viel weniger davon.

Persistenz bei InMemory-Datenbanken?

- Da InMemory-Datenbanken ihre Daten in flüchtigem Arbeitsspeicher speichern, der sie bei Systemabstürzen verliert, erfüllen sie nicht ohne Weiteres die Anforderung der dauerhaften Speicherung erfolgreich abgeschlossener Transaktionen.
- Viele InMemory-Datenbanken helfen dem ab und erreichen weniger oder mehr Persistenz bei der Datenspeicherung mit folgenden Methoden...

Persistenz bei InMemory-Datenbanken?

1. Schnappschuss-Dateien speichern den Zustand der DB zu bestimmten Zeitpunkten, beispielsweise in geplanten Abständen oder beim kontrollierten Abschalten der DB.
2. In zusätzlichen Protokolldateien werden kürzlich erfolgte Änderungen an der DB ebenfalls niedergelegt.
Aus dem jüngsten Schnappschuss und dem Protokoll der inzwischen getätigten Änderungen kann der letzte gültige Zustand der DB automatisch wiederhergestellt werden.
3. Benutzung von nichtflüchtigem RAM-Speicher, üblicherweise realisiert als Kombination eines herkömmlichen flüchtigen RAM-Speichers mit einem Energiespeicher.
4. Hochverfügbare InMemory-Datenbanken stellen die Dauerhaftigkeit durch Replikation und bei Ausfall Wechsel auf eine herkömmliche Datenbank sicher.

Eine Liste von InMemory-Datenbanken

- Apache Derby kann als reine InMemory-Datenbank konfiguriert werden.
- Berkeley DB kann als reine InMemory-Datenbank konfiguriert werden.
- eXtremeDB als InMemory-Datenbank mit Optionen für High Availability, Cluster und SQL.
- *HSQLDB* kann als reine In-Memory-Datenbank konfiguriert werden.
- IBM Informix Warehouse Accelerator.
- Microsoft SQL Server 2014 (Hekaton)
- MySQL kommt mit einem Cluster-Server für eine verteilte InMemory-Datenbank.
- SAP HANA als Hauptspeicherdatenbank der HANA Appliance.
- SQLite kann Hauptspeicher und Festplatten gemeinsam nutzen.
- RxDB als Reactive Javascript-Datenbank.

Beispiel einer InMemory-Datenbank: HSQLDB

- HSQLDB (Hyper Structured Query Language Database) ist eine freie, vollständig in Java programmierte relationale SQL-Datenbank und steht unter einer freien Lizenz nach dem Muster der BSD-Lizenz.
- Das Projekt bezeichnet sich selbst als „Lightweight 100 % Java SQL Database Engine“.
- Mit zu dem HSQL-Paket gehört neben dem Server ein SQL-Client als Database-Manager, der sowohl im Server- als auch im Standalone-Modus funktioniert.
- HSQL kann als eingebettetes Datenbanksystem in andere Applikationen integriert werden.

Beispiel einer InMemory-Datenbank: HSQLDB

- In der Geschwindigkeit ist HSQL etwa gleichwertig zu MySQL.
- HSQL ist in OpenOffice.org und LibreOffice integriert, um eine MS-Access-ähnliche Anwendung zu bieten.
- Die hsqldb.jar ist lediglich ca. 1 MB groß.
- Das Paket bringt sowohl einen HSQL-Server mit, der SQL-Anfragen aus dem Netzwerk per JDBC entgegennimmt, als auch die Möglichkeit, die Datenbank vollständig ohne Server zu betreiben und damit in ein Programm zu integrieren.
 - Die Kommunikation geht dann nur über API-Aufrufe und nicht über das Netzwerk vonstatten.

Beispiel einer InMemory-Datenbank: HSQLDB

- Im „memory only“-Modus werden alle Daten nur im Speicher vorgehalten und nicht auf dem Datenträger gespeichert.
 - Änderungen gehen beim Beenden des Servers bzw. der Applikation im Standalone-Modus verloren.
- Alternativ dazu gibt es die Möglichkeit zur Verwendung von Logdatei-Tabellen:
 - Alle SQL-Befehle, die die Tabellen-Daten verändern, wie
 - CREATE,
 - ALTER,
 - INSERT und
 - UPDATE,werden in einer großen SQL-Logdatei gespeichert.
 - Die Logdatei wird bei jedem Start wieder abgearbeitet und dann im RAM abgelegt.

Beispiel einer InMemory-Datenbank: HSQLDB

- <http://www.hsqldb.org/>



- [<Download>](#) [<Support>](#) [<License>](#)
- [<Features>](#) [<FAQ>](#) [<Documentation>](#) [<How To>](#)
- [<Developers>](#) [<Software using HSQLDB>](#)
- [<SourceForge Project Page>](#) [<OpenOffice.org Integration>](#)

HSQLDB - 100% Java Database

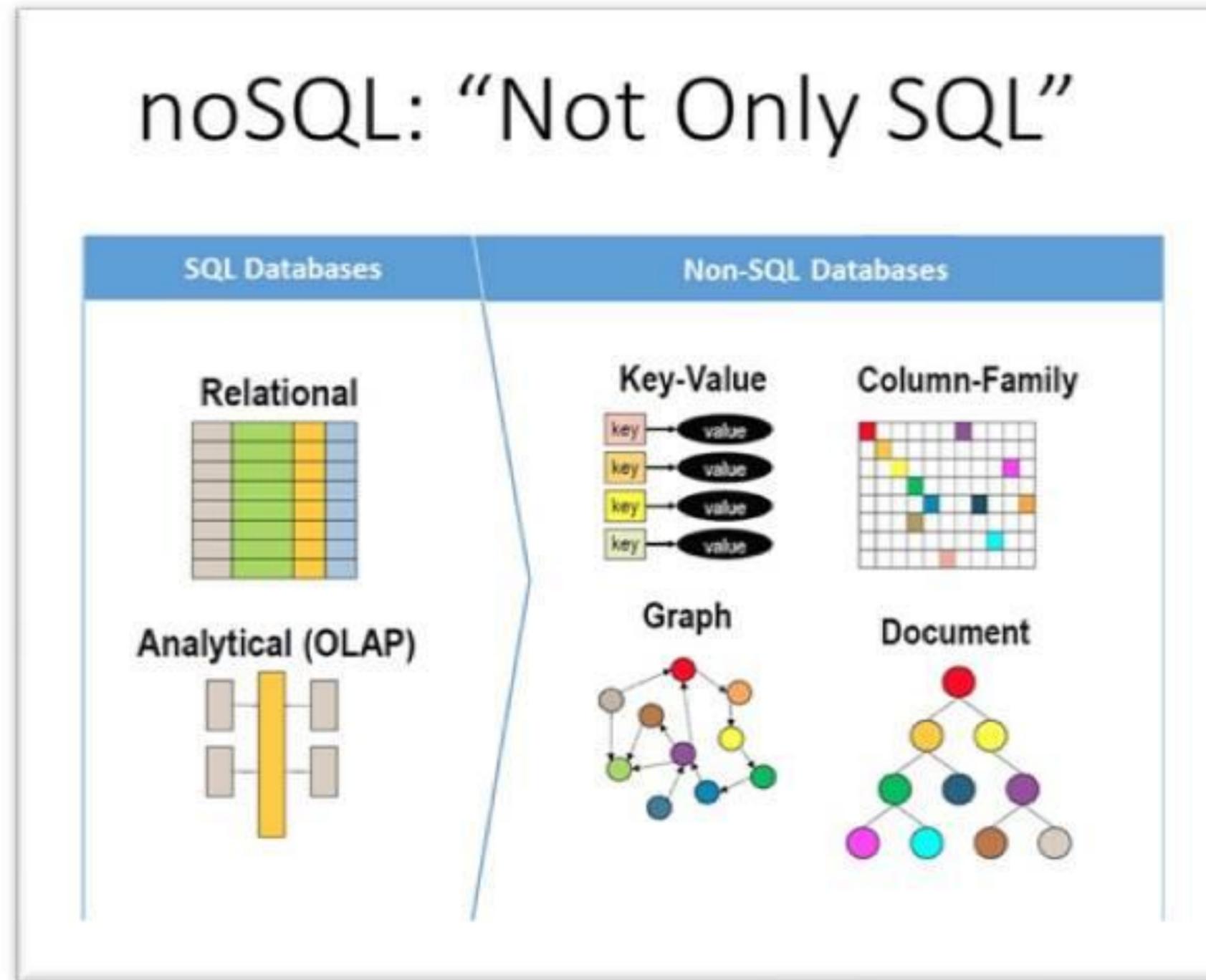
<p>latest official release</p> <p>25 October 2024</p> <p>Download latest version 2.7.4</p> <p>Latest version 2.7.4 works with JDK 8 and above.</p> <p>The How To pages are regularly updated and include a list of useful links.</p> <p>commercial support:</p> <p>HyperXtremeSQL Commercial support for business users of HSQLDB is available from the HyperXtremeSQL web site. A higher-performance database engine based on HSQLDB, with several additional features such as extended OLAP, the PL/HXSQL procedural language and COMPACT memory tables is also available from that site.</p>	<h2>Version 2.7.4</h2> <h2>23rd Anniversary Release</h2> <p>October 2024. Version 2.7.4 of HyperSQL Database adds features from the latest SQL:2023 standard, including ANY_VALUE and LISTAGG aggregate functions and CAST with templates. Zip package at the download link above contains Java 11 module jars and Java 8 jars for HSQLDB and SQL Tool. Jars are also available at Maven repositories.</p> <p>HSQLDB (HyperSQL DataBase) is the leading SQL relational database system written in Java. It offers a small, fast multithreaded and transactional database engine with in-memory and disk-based tables and supports embedded and server modes. It includes a powerful command line SQL tool and simple GUI query tools.</p> <p>HSQLDB supports the widest range of SQL Standard features seen in any open source database engine: SQL:2023 core language features and an extensive list of SQL:2023 optional features. It supports full Advanced ANSI-92 SQL with only two exceptions. Many extensions to the Standard, including syntax compatibility modes and features of other popular database engines, are also supported.</p> <p>HyperSQL is fully multithreaded and supports high performance 2PL and MVCC (multiversion concurrency control) transaction control models. See the list of features in the latest version.</p>
--	--

NoSQL

Was ist NoSQL?

- NoSQL (Not only SQL) bezeichnet Datenbanken, die einen nicht-relationalen Ansatz verfolgen und damit mit der langen Geschichte relationaler Datenbanken brechen.
- Diese Datenspeicher benötigen keine festgelegten Tabellenschemata.
- Im akademischen Umfeld werden sie häufig als strukturierte Datenspeicher bezeichnet.
- Beispiele dafür sind
 - die dokumentorientierten MongoDB und Apache Jackrabbit,
 - die Graphdatenbanken Neo4j und OrientDB,
 - die Key-Value-Datenbanken Google BigTable, Amazon Dynamo und Berkeley DB sowie
 - die Objektdatenbanken Db4o und ZODB.

Was ist NoSQL?



<https://kvaes.wordpress.com/2015/01/21/database-variants-explained-sql-or-nosql-is-that-really-the-question/>

XML

Was ist XML?

- Die Extensible Markup Language (XML) ist eine Auszeichnungssprache zur Darstellung hierarchisch strukturierter Daten in Form von Textdaten.
- XML wird u. a. für den plattform- und implementationsunabhängigen Austausch von Daten zwischen Computersystemen eingesetzt.
- XML ist eine Metasprache, auf deren Basis durch strukturelle und inhaltliche Einschränkungen anwendungsspezifische Sprachen definiert werden.
- Ein XML-Dokument besteht aus Textzeichen und ist damit menschen-lesbar.

Wohlgeformtes XML

- Ein XML-Dokument besitzt genau ein Wurzelelement.
- Als Wurzelelement wird dabei das jeweils äußerste Element bezeichnet, z.B. `<html>` in XHTML.
- Alle Elemente mit Inhalt besitzen einen Beginn- und einen End-Auszeichner, z. B. `<eintrag>Eintrag 1</eintrag>`.
- Elemente ohne Inhalt können auch in sich geschlossen sein, wenn sie aus nur einem Auszeichner bestehen, die mit `/>` abschließt, z. B. `<eintrag />`.

Wohlgeformtes XML

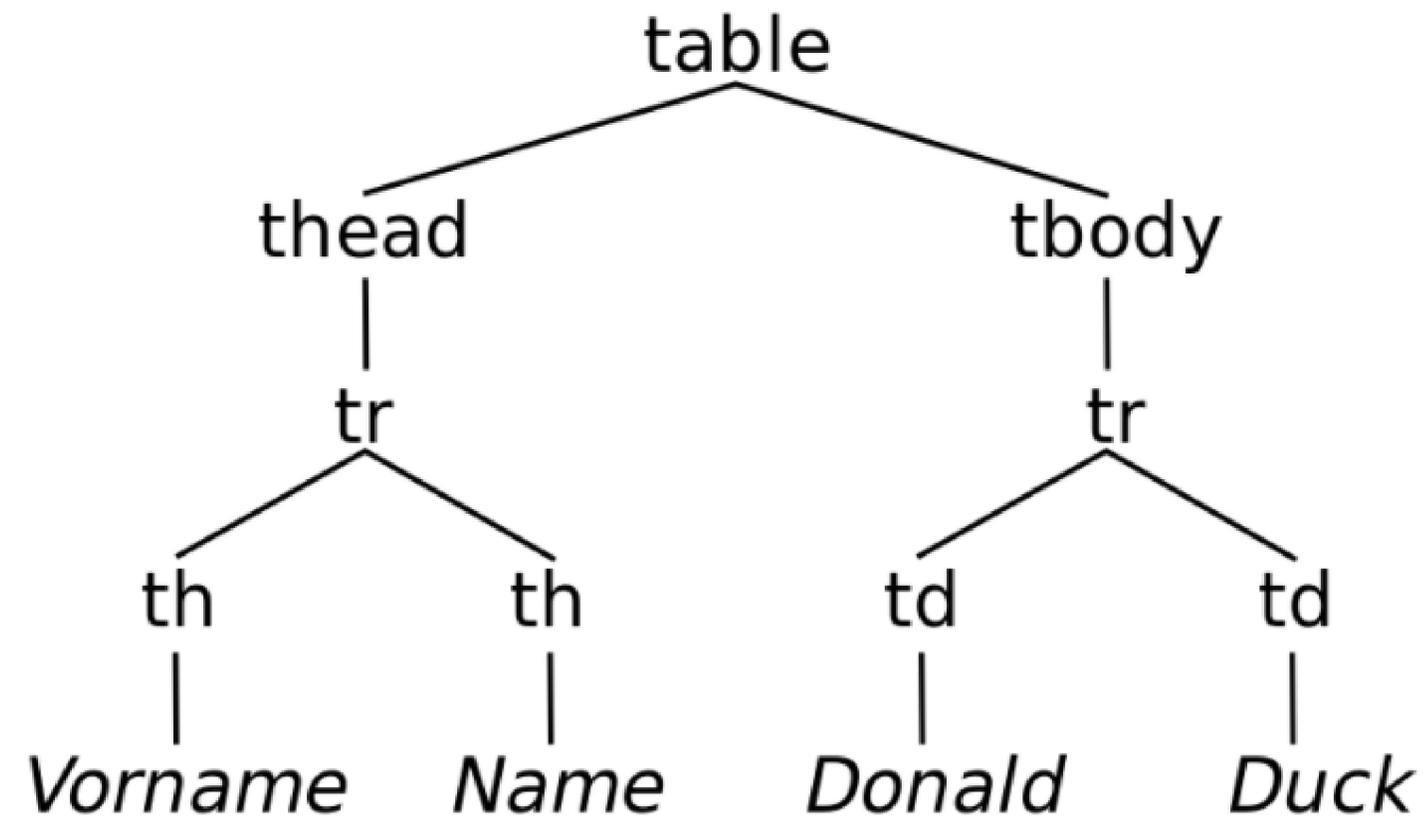
- Die Beginn- und End-Auszeichner sind ebenentreu-paarig verschachtelt.
- Das bedeutet, dass alle Elemente geschlossen werden müssen, bevor die End-Auszeichner des entsprechenden Elternelements oder die Beginn-Auszeichner eines Geschwisterelements erscheint.
- Ein Element darf nicht mehrere Attribute mit demselben Namen besitzen, `<table border="1">...</table>` ist beispielsweise erlaubt.

DOM als Grundlage für XML und (X)HTML

- Das Document Object Model (DOM) ist eine Spezifikation einer Programmierschnittstelle, welche HTML- oder XML-Dokumente als eine Baumstruktur darstellt.
- Dabei ist jeder Knoten ein Objekt, welches einen Teil des Dokumentes repräsentiert, z. B. einen Absatz, eine Überschrift, ein Video oder eine Tabellenzelle.
- Die Schnittstelle ist plattform- und programmiersprachenunabhängig und erlaubt damit standardisiert, die Struktur und das Layout eines Dokumentes zu verändern.
- DOM wird vom World Wide Web Consortium (W3C) definiert.
- Eine Implementierung, die der DOM-Spezifikation genügt, besteht im Sinne der objektorientierten Programmierung aus einem Satz von Klassen zusammen mit deren Methoden und Attributen.

DOM als Grundlage für XML und (X)HTML

```
<table>
  <thead>
    <tr>
      <th>Vorname</th>
      <th>Name</th>
    </tr>
  </thead>
  <tbody>
    <tr>
      <td>Donald</td>
      <td>Duck</td>
    </tr>
  </tbody>
</table>
```



https://de.wikipedia.org/wiki/Document_Object_Model

XML in Datenbanken?

- Der Begriff XML-Datenbank charakterisiert die Eigenschaft eines DBMS, mit XML ausgezeichnete Dokumente speichern und durchsuchen zu können.
- Was in relationalen Datenbanksystemen SQL zur Abfrage und Manipulation ist, ist dies bei XML-Datenbanken vor allem
 - XPath,
 - XQuery und
 - XQuery Update.
- Zur Transformation und Darstellung der XML-Daten können wiederum
 - XQuery oder
 - XSL (XSLT, XSL-FO)verwendet werden.

Was ist XPath?

- Die XML Path Language (XPath) ist eine vom W3C entwickelte Abfragesprache, um Teile eines XML-Dokumentes zu adressieren und auszuwerten.
- XPath dient als Grundlage einer Reihe weiterer Standards wie XSLT und XQuery.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" standalone="yes" ?>
<dok>
  <!-- ein XML-Dokument -->
  <kap title="Nettes Kapitel">
    <pa>Ein Absatz</pa>
    <pa>Noch ein Absatz</pa>
    <pa>Und noch ein Absatz</pa>
    <pa>Nett, oder?</pa>
  </kap>
  <kap title="Zweites Kapitel">
    <pa>Ein Absatz</pa>
    <pa format="bold">Erste Zeile</pa>
    <pa format="bold">Zweite Zeile</pa>
    <pa format="italic">Dritte Zeile</pa>
  </kap>
</dok>
```

<https://de.wikipedia.org/wiki/XPath>

Ein XPath-Beispiel

Ausdruck	selektiert ...
/dok	das erste Element dok
/*	das äußerste Element unabhängig vom Namen (jedes wohlgeformte XML-Dokument hat genau <i>ein</i> äußerstes Element), hier dok
//dok/kap	alle kap-Elemente innerhalb aller dok-Elemente
//dok/kap[1]	alle jeweils ersten kap-Elemente innerhalb aller dok-Elemente
//pa	alle pa-Elemente auf allen Ebenen
//kap[@title='Nettes Kapitel']/pa	alle Absätze der Kapitel mit Titel „Nettes Kapitel“.
//kap/pa[2]	Jeweils das zweite pa-Element in den beiden Kapiteln.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" standalone="yes" ?>
<dok>
  <!-- ein XML-Dokument -->
  <kap title="Nettes Kapitel">
    <pa>Ein Absatz</pa>
    <pa>Noch ein Absatz</pa>
    <pa>Und noch ein Absatz</pa>
    <pa>Nett, oder?</pa>
  </kap>
  <kap title="Zweites Kapitel">
    <pa>Ein Absatz</pa>
    <pa format="bold">Erste Zeile</pa>
    <pa format="bold">Zweite Zeile</pa>
    <pa format="italic">Dritte Zeile</pa>
  </kap>
</dok>
```

<https://de.wikipedia.org/wiki/XPath>

Was ist XQuery?

- XQuery steht für XML Query Language und bezeichnet eine vom W3C spezifizierte Abfragesprache für XML-Datenbanken.
- Sie dient dazu, aus großen XML-Datensammlungen einzelne Teile herauszusuchen.
- XQuery ist stark typisiert und Turing-vollständig.
- Die grundlegende Datenstruktur in XQuery ist eine Sequenz.
 - Eine Sequenz ist eine geordnete Liste von keinem, einem oder mehreren Elementen.
 - Eine Sequenz kann also auch ein XML-Dokument sein.

Eine besteht-aus Beziehung in XML: parts-data.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<partlist>
  <part partid="0" name="car"/>
  <part partid="1" partof="0" name="engine"/>
  <part partid="2" partof="0" name="door"/>
  <part partid="3" partof="1" name="piston"/>
  <part partid="4" partof="2" name="window"/>
  <part partid="5" partof="2" name="lock"/>
  <part partid="10" name="skateboard"/>
  <part partid="11" partof="10" name="board"/>
  <part partid="12" partof="10" name="wheel"/>
  <part partid="20" name="canoe"/>
</partlist>
```

<https://de.wikipedia.org/wiki/XQuery>

Eine besteht-aus Beziehung in XML: XQuery zur Umstrukturierung

```
declare function local:one_level ($p as node()) as node()
{
  <part partid="{ $p/@partid}" name="{ $p/@name}">
  {
    for $s in doc("data/parts-data.xml")//part
    where $s/@partof = $p/@partid
    return local:one_level($s)
  }
  </part>
};
<parttree>
{
  for $p in doc("data/parts-data.xml")//part [empty(@partof)]
  return local:one_level($p)
}
</parttree>
```

<https://de.wikipedia.org/wiki/XQuery>

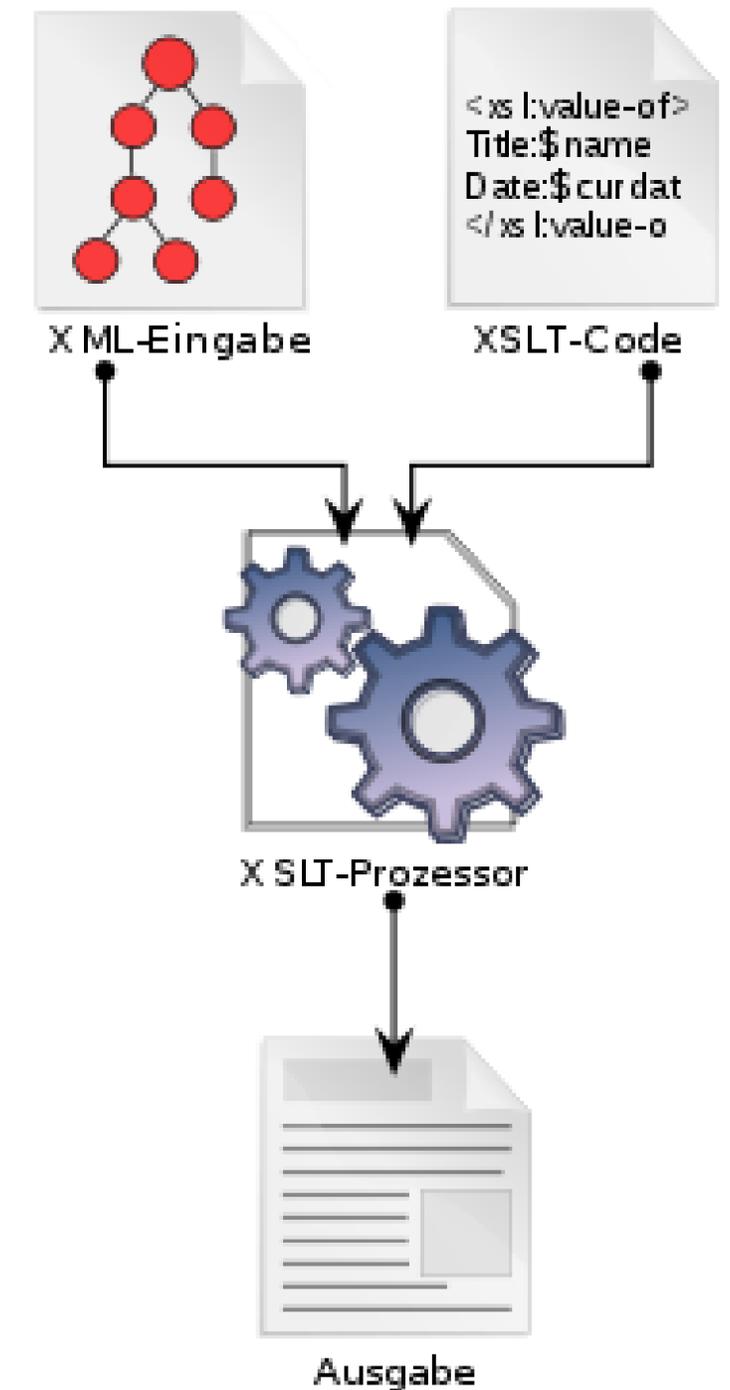
Eine besteht-aus Beziehung in XML: Das umstrukturierte Dokument

```
<parttree>
  <part partid="0" name="car">
    <part partid="1" name="engine">
      <part partid="3" name="piston"/>
    </part>
    <part partid="2" name="door">
      <part partid="4" name="window"/>
      <part partid="5" name="lock"/>
    </part>
  </part>
  <part partid="10" name="skateboard">
    <part partid="11" name="board"/>
    <part partid="12" name="wheel"/>
  </part>
  <part partid="20" name="canoe"/>
</parttree>
```

<https://de.wikipedia.org/wiki/XQuery>

Was ist XSLT?

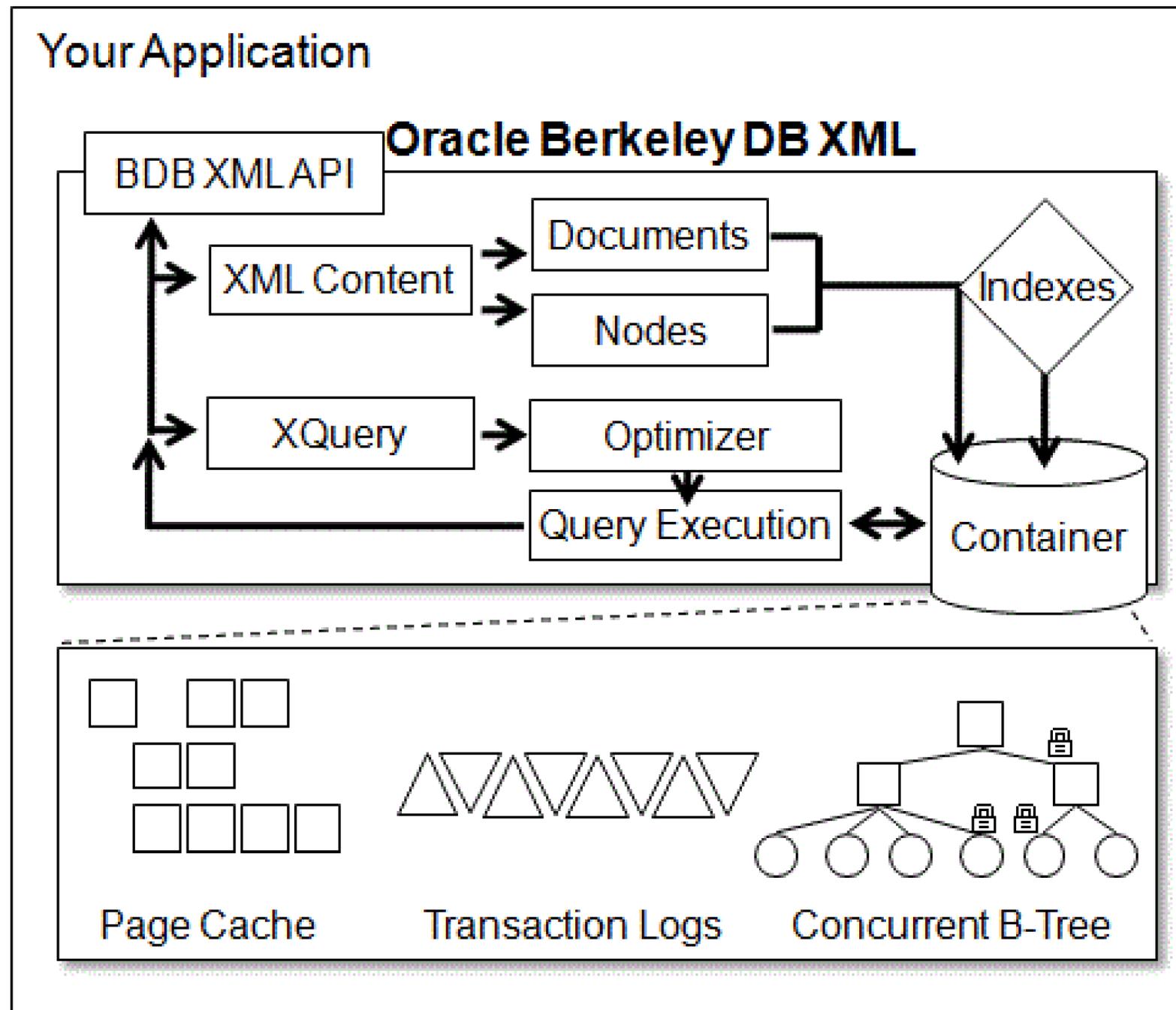
- Im Gegensatz zu XQuery wird XSLT verwendet, um komplette XML-Dokumente zu transformieren.
- XSLT, ist eine Programmiersprache zur Transformation von XML-Dokumenten.
- Sie ist Teil der Extensible Stylesheet Language (XSL) und stellt eine turing-vollständige Sprache dar.



Verbreitete XML-Datenbanken

- Native XML-DBS mit eigenen, für XML-Dokumente optimierte Speicher- und Indizierungstechnologien:
 - Berkeley DB XML von Oracle
 - Xindice von der Apache Software Foundation
 - BaseX von BaseX Team
- XML-enabled DBS als relationale DBS, die eine Zuordnung auf oder in das XML-Format erlauben:
 - DB2 von IBM
 - SQL Server von Microsoft
 - Oracle Datenbanken

Eine besteht-aus Beziehung in XML: Das umstrukturierte Dokument



<http://www.oracle.com/technetwork/products/berkeleydb/index-083851.html>

JSON



Was ist JSON?

- Die JavaScript Object Notation (JSON), ist ein kompaktes Datenformat in einer einfach lesbaren Textform zum Zweck des Datenaustauschs zwischen Anwendungen.
- Jedes gültige JSON-Dokument soll ein gültiges JavaScript sein und per eval() interpretiert werden können.
- JSON ist aber prinzipiellunabhängig von der Programmiersprache.
- Parser existieren in praktisch allen verbreiteten Sprachen.
- Unstrukturierte und schemalose Informationen machen heutzutage einen nennenswerten Teil der Gesamtinformationen aus und übersteigen das Leistungspotential der Abbildung durch relationaler Datenbanken.
- Durch Datenformate wie JSON oder XML ist man dem Bedürfnis nach mehr Flexibilität in einer relationalen Welt nachgekommen, in der nicht mehr alles in die vorgegeben Formen passt.

JavaScript jetzt auch auf dem Server!

- Node.js ist eine serverseitige Plattform in der Softwareentwicklung zum Betrieb von Netzwerkanwendungen.
- Insbesondere lassen sich Webserver damit realisieren.
- Node.js wird in der JavaScript-Laufzeitumgebung „V8“ ausgeführt, die ursprünglich für Google Chrome entwickelt wurde, und bietet eine ressourcensparende Architektur, die eine besonders große Anzahl gleichzeitig bestehender Netzwerkverbindungen ermöglicht.
- Die Skriptsprache JavaScript gibt eine ereignisgesteuerte Architektur vor.
- Diese hat im Serverbetrieb den Vorteil, pro bestehender Verbindung weniger Arbeitsspeicher zu verbrauchen als bei vergleichbaren Anwendungen, die für jede geöffnete Verbindung einen eigenen Thread starten.

JavaScript jetzt auch auf dem Server!

- <https://nodejs.org/en/download>



Download Node.js®

Get Node.js® v22.14.0 (LTS) for Windows using fnm with npm

```
1 # Download and install fnm:
2 winget install Schniz.fnm
3
4 # Download and install Node.js:
5 fnm install 22
6
7 # Verify the Node.js version:
8 node -v # Should print "v22.14.0".
9
10 # Verify npm version:
11 npm -v # Should print "10.9.2".
```

PowerShell Copy to clipboard

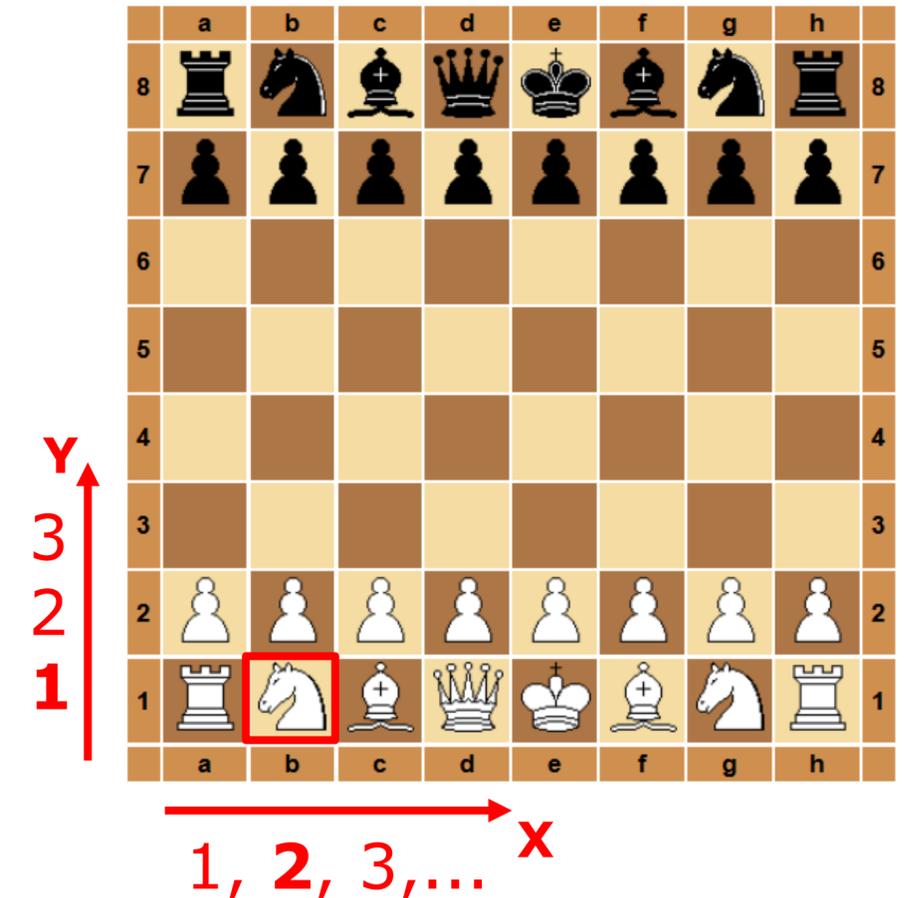
"fnm" is a cross-platform Node.js version manager. If you encounter any issues please visit [fnm's website](#)

Or get a prebuilt Node.js® for Windows running a x64 architecture.

Windows Installer (.msi) Standalone Binary (.zip)

Ein Schachspiel in JavaScript

```
var brett = [
  0 [new F('T',false) ,new F('S',false) ,new F('L',false) ,...
  1 [new F('B',false) ,new F('B',false) ,new F('B',false) ,...
  2 [null ,null ,null
  3 [null ,null ,null
  4 [null ,null ,null
  5 [null ,null ,null
  6 [new F('B',true) ,new F('B',true) ,new F('B',true)
  7 [new F('T',true) ,new F('S',true) ,new F('L',true)
  x 0,1,2,... y
```



```
function F(typ,istWeiss) {
  this.typ = typ;
  this.istWeiss = istWeiss;
  this.istBewegt = false;
}

function getFigur(x,y) { // 2,1
  return brett[8-y][x-1]; // [8-1][2-1]
}
```

```
document.write(getFigur(2,1).typ+' '); // S
document.write(getFigur(2,1).istWeiss); // true
```

Speichern des Spiels per LowDB

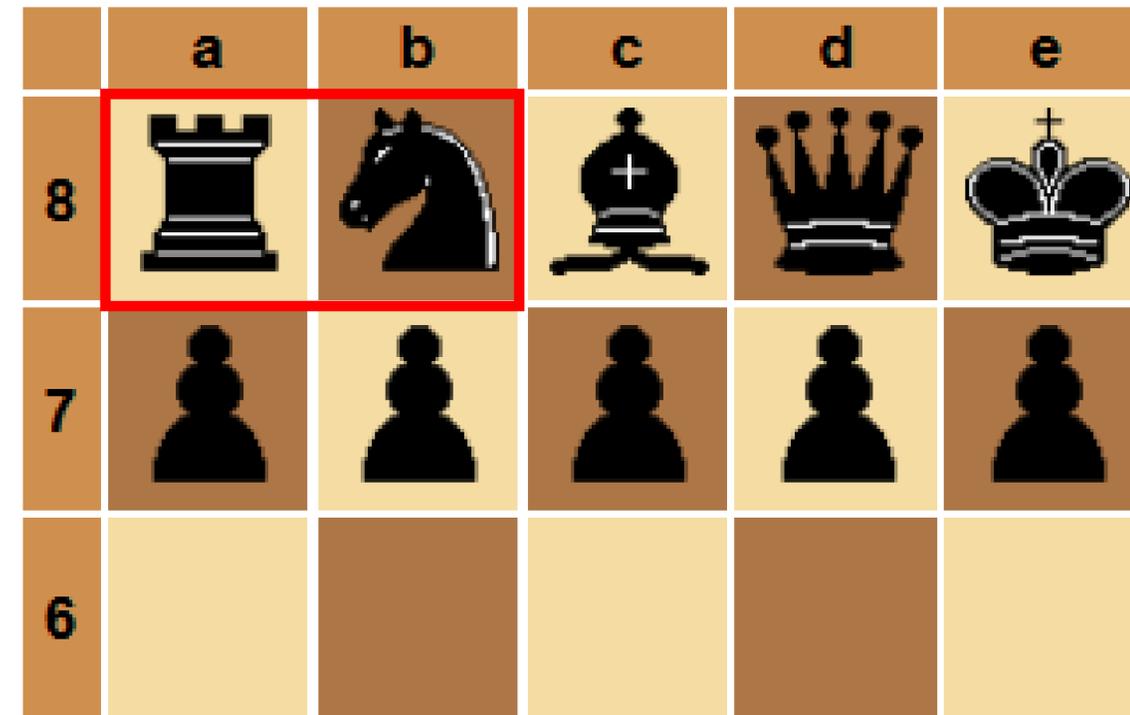
```

var lowdb = require('lowdb'); [...]
function speichern() {
  fs.unlinkSync('spiel.json'); // alte Datei löschen
  var db=lowdb('spiel.json');
  db.set('anzZuege',anzZuege).value(); // globale Parameter des Spiels
  [...]
  for(var j=8;j>=1;j--){ // Brett nach Figuren absuchen...
    for(var i=1;i<=8;i++){
      var figurSpeichern=getFigur(i,j);
      if (figurSpeichern!=null){ // auf dem Feld ist eine Figur...
        // figur-i-j: key, figurSpeichern: value
        db.set('figur-'+i+'-'+j,figurSpeichern).value();
      }
    }
  }
}

```

Ein Schachspiel im JSON-Format: Die LowDB Textdatei

```
{  
  "anzZuege": 0,  
  [...]  
  "figur-1-8": {  
    "typ": "T",  
    "istWeiss": false,  
    "istBewegt": false  
  },  
  "figur-2-8": {  
    "typ": "S",  
    "istWeiss": false,  
    "istBewegt": false  
  },  
  [...]  
}
```



Aufbauendes Wahlfach...

NoSQL-Datenbanken (NOSQL)

Name	NoSQL-Datenbanken (NOSQL)
Kürzel	NOSQL
Semester	6/7
Unterrichtssprache	Deutsch
Häufigkeit	Jedes Semester
Kreditpunkte	5 ECTS
Modulverantwortlich	Prof. Thomas Smits

Studiengänge

- Informatik (Bachelor)
- Medizinische Informatik (Bachelor)
- Unternehmens- und Wirtschaftsinformatik (Bachelor)