
Uni Webdev Backend Summary

Summary for the webdev backend course at HdM
Stuttgart

Felicitas Pojtinger

2023-01-28

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Meta | 3 |
| 1.1 | Contributing | 3 |
| 1.2 | License | 3 |
| 2 | Themen der Vorlesung | 4 |
| 3 | Einführung in Node.js | 4 |
| 3.1 | Warum Node.js | 4 |
| 3.2 | Module | 4 |
| 3.3 | Import & Export mit <code>require/module</code> | 5 |
| 3.4 | Import & Export mit ES6 | 6 |
| 3.5 | Callbacks vs. Promises vs. Async/Await | 7 |
| 3.6 | Statischer Webserver | 7 |
| 3.7 | NPM: Pakete Installieren | 9 |
| 3.8 | NPM: <code>package.json</code> | 9 |
| 3.9 | NPM: Paketauflösung | 9 |
| 4 | RESTful Endpoints mit Express.js | 9 |
| 4.1 | Warum REST? | 9 |
| 4.2 | Was ist REST? | 10 |
| 4.3 | Merkmale einer REST-Architektur | 10 |
| 4.4 | Idempotente Schnittstellen | 11 |
| 4.5 | Einheitliche Schnittstellen | 11 |
| 4.6 | Einheitliche Schnittstellen mit REST | 12 |
| 4.7 | Routenpfade in Express | 14 |
| 4.8 | Middleware in Express | 14 |
| 4.9 | Mehrere Callback-Handler | 15 |
| 4.10 | Chaining Routes | 15 |
| 4.11 | Modularisierung | 16 |
| 4.12 | Weitere Methoden von Express | 16 |
| 4.13 | Fehlerhandling | 17 |
| 4.14 | HTTP-Verben und HTML-Forms | 18 |
| 5 | Die Template-Engine EJS und Express-Sessions | 19 |
| 5.1 | Einführung in EJS | 19 |
| 5.2 | Verwendung von EJS | 19 |
| 5.3 | Schleifen in EJS | 20 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 5.4 | State mit Cookies durch cookie-parser | 21 |
| 5.5 | State mit Cookies durch express-session | 21 |
| 6 | Datenbanken mit MongoDB und Mongoose | 22 |
| 6.1 | Datenbanken in Webanwendungen | 22 |
| 6.2 | Grundlagen zu MongoDB | 22 |
| 6.3 | Verwendung von MongoDB in Express | 23 |
| 6.4 | Queries in MongoDB | 23 |
| 6.5 | Projektionen in MongoDB | 27 |
| 6.6 | Indizes in MongoDB | 29 |
| 6.7 | Bewertung von MongoDB | 30 |
| 6.8 | Grundlagen zu Mongoose | 30 |
| 6.9 | Datenbankverbindung in Mongoose herstellen | 30 |
| 6.10 | Schematas in Mongoose | 30 |
| 6.11 | Queries in Mongoose | 33 |
| 6.12 | Validation in Mongoose | 34 |

1 Meta

1.1 Contributing

These study materials are heavily based on [professor Toenniessen's "Web Development Backend" lecture at HdM Stuttgart](#) and prior work of fellow students.

Found an error or have a suggestion? Please open an issue on GitHub (github.com/pojntfx/uni-webdev-backend-notes):



Abbildung 1: QR code to source repository

If you like the study materials, a GitHub star is always appreciated :)

1.2 License



Abbildung 2: AGPL-3.0 license badge

Uni Webdev Backend Notes (c) 2023 Felicitas Pojtinger and contributors

SPDX-License-Identifier: AGPL-3.0

2 Themen der Vorlesung

1. **Einführung in Node.js** und einfache HTML-Fileserver
2. **RESTful Endpoints** mit Express.js
3. Die Template-Engine **EJS** und **Express-Sessions**
4. Datenbanken mit **MongoDB und Mongoose**

3 Einführung in Node.js

3.1 Warum Node.js

- Node.js kann **auf dem Server** verwendet werden, im Gegensatz zum Browser
- JavaScript ist die am **häufigsten verwendete Sprache** im Web und durch die Arbeit im Front-end bekannt
- JavaScript eignet sich durch seinen **Event-Loop** besonders gut für HTTP-Server
- Non-Blocking IO ermöglicht es, viele **parallele Anfragen** zu verarbeiten
- Node.js ist **sehr schnell**
- **Einfach zu erlernen**, da das populäre Backend-Framework Express.js auf Node.js aufbaut.
- Aktuelle Version von Node.js ist **16.17.1 LTS (Long Term Support)**
- Bedeutende Anwender sind unter anderem **Microsoft, Yahoo, SAP, PayPal** und viele andere große Unternehmen verwenden Node.js irgendwo.
- Weitere Pakete können über den **Node Package Manager (npm)** hinzugefügt werden

Vorteile:

Sehr einfache APIs, **schnell zu lernen**

Nachteile:

- Etwas **kompliziertes Programmiermodell** (Event-basiert), typisch für JavaScript
- **Multithreading** in Node.js nur über Worker-Threads möglich

3.2 Module

Node.js hat ein Modul-Konzept, das es ermöglicht, Funktionen und Variablen **in eigene Dateien auszulagern** und sie in anderen Dateien zu importieren.

Ein Beispiel dafür ist die Funktion `add(x, y)`, die in eine **separate Datei** namens `01d_Export.js` ausgelagert wird:

```
1 module.exports = function add(x, y) {  
2   return x + y;  
3 };
```

In einer anderen Datei, z.B. 01d_AddiererFctModule.js, wird das Modul importiert und verwendet:

```
1 const add = require("./01d_Export");  
2 const a = 5,  
3   b = 7;  
4 const s = add(a, b);  
5 console.log(`${a} + ${b} = ${s}`);
```

- Mit Modulen kann der Code bei größeren Programmen übersichtlicher gestaltet werden und es ist **weniger fehleranfällig bei Änderungen** oder in der Wartung.
- Durch die Trennung des Codes in Module, **erhöht sich die Übersichtlichkeit** innerhalb des jeweiligen Moduls
- Einzelne Module können für sich finalisiert oder refaktoriert werden, **ohne dass es Auswirkungen auf den Rest des Codes** hat.
- Durch die Aufteilung des Codes in Module, wird es einfacher, die Arbeit unter Teammitgliedern aufzuteilen, was wiederum zu **weniger Merge-Konflikten** führt.

3.3 Import & Export mit require/module

Export-Varianten:

a) Einzelne Methode oder Variable:

```
1 module.exports = function add(x, y) {  
2   return x + y;  
3 };
```

b) Mehrere Methoden oder Variablen über ein Objekt:

```
1 module.exports = {  
2   add: (a, b) => a + b,  
3   subtract: (a, b) => a - b,  
4 };
```

c) Mehrere einzelne Exports (mit der Convenience-Variable exports):

```
1 exports.add = (a, b) => a + b;  
2 exports.subtract = (a, b) => a - b;
```

Wenn Sie jedoch **module.exports** direkt zuweisen, werden alle vorherigen Exporte überschrieben.

Import-Varianten:

a) Gesamtes Modul importieren:

```
1 const fs = require("fs");
2 fs.readFile();
3
4 const readFile = require("fs").readFile;
5 readFile();
```

b) Destrukturierende Zuweisung:

```
1 const { readFile } = require("fs");
2 readFile();
3
4 const { readFile, ...fs } = require("fs");
5 readFile();
6 fs.writeFile();
```

3.4 Import & Export mit ES6

Export:

```
1 export function add(x, y) {
2   return x + y;
3 }
4
5 export function subtract(x, y) {
6   return x - y;
7 }
```

Default-Export:

```
1 export default (x, y) {
2   return x - y;
3 }
```

Import eines gesamten Moduls:

```
1 import * as math from "./math.js";
2
3 console.log(math.add(5, 2)); // Ausgabe: 7
4 console.log(math.subtract(5, 2)); // Ausgabe: 3
```

Import mit destrukturierenden Zuweisung:

```
1 import { add as addition, subtract } from "./math.js";
2
3 console.log(addition(5, 2)); // Ausgabe: 7
4 console.log(subtract(5, 2)); // Ausgabe: 3
```

3.5 Callbacks vs. Promises vs. Async/Await

Callbacks:

```
1 const fs = require("fs");
2
3 fs.readFile("file.txt", function (err, data) {
4   if (err) throw err;
5   console.log(data);
6 });
```

Promises:

```
1 const fs = require("fs").promises;
2
3 fs.readFile("file.txt")
4   .then((data) => console.log(data))
5   .catch((err) => console.error(err));
```

async/await:

```
1 const fs = require("fs").promises;
2
3 async function readFileExample() {
4   try {
5     const data = await fs.readFile("file.txt");
6     console.log(data);
7   } catch (err) {
8     console.error(err);
9   }
10 }
11
12 readFileExample();
```

3.6 Statischer Webserver

Mit Support für ein paar wenige MIME-Types:

```
1 const http = require("http");
2 const fs = require("fs");
3 const { extname } = require("path");
```



```
4
5 const app = http.createServer((request, response) => {
6   fs.readFile(__dirname + request.url, (err, data) => {
7     const status = err ? 400 : 200;
8
9     if (extname(request.url) == ".html")
10      response.writeHead(200, { status, "Content-Type": "text/html" });
11    if (extname(request.url) == ".js")
12      response.writeHead(200, { status, "Content-Type": "text/
13        javascript" });
14    if (extname(request.url) == ".css")
15      response.writeHead(200, { status, "Content-Type": "text/css" });
16
17    response.write(data);
18    response.end();
19  });
20 });
21 app.listen(3000);
22
23 console.log("Listening on :3000");
```

Mit Support für ein alle MIME-Types:

```
1 $ npm install node-static
```

```
1 const http = require("http");
2 const fileserver = new (require("node-static").Server)();
3
4 const app = http.createServer((request, response) => {
5   fileserver.serve(request, response);
6 });
7
8 app.listen(3000);
9
10 console.log("Listening on :3000");
```

Mit Support für ein alle MIME-Types & Express:

```
1 $ npm install express
```

```
1 const express = require("express");
2 const app = express();
3
4 app.use("/WDBackend", express.static(__dirname + "/public"));
5 app.listen(3000);
6
7 console.log("Listening on :3000");
```

3.7 NPM: Pakete Installieren

- npm ist ein **Paketmanager** für Node.js (wie Maven bei Java oder pip bei Python)
- Mit npm können **Thirdy-Party-Libraries installiert** werden, die auf <https://www.npmjs.com> gesucht werden können.
- Installierte Pakete können **über `require` importiert** werden, ohne dass ein relativer Pfad angegeben werden muss.
- **Projektspezifische Installation:** `npm install paket-name` oder `npm i paket-name`
- **Globale Installation:** `npm i -g paket-name`
- **Installation von Entwicklungspaketen:** `npm i -D paket-name`
- `package-lock.json` enthält die **exakten Versionen** aller installierten Abhängigkeiten.
- Der `node_modules` Ordner enthält die **Dateien aller installierten Pakete**.
- Der `node_modules` Ordner sollte immer von **Git-Commits ausgeschlossen werden**
- Die `package-lock.json` sollte hingegen **immer committed** werden.

3.8 NPM: package.json

- Kann mit `npm init` erstellt werden
- Unter `scripts` in der `package.json` Datei können Command-Line Befehle gespeichert werden, die später ausgeführt werden können, indem man sie in der Kommandozeile aufruft, z.B. `npm run start` oder `npm run test`.

3.9 NPM: Paketauflösung

1. In einem **relativen Pfad** zur Datei, bis eine “package.json” Datei gefunden wird (npm Projekt Definition) und dort im “node_modules” Ordner
2. In den **global** installierten Paketen

Best Practice: Pakete sollten immer im Projekt installiert werden, damit dort alle Abhängigkeiten definiert sind. CLI-Tools können auch global, z.B. zur Projektinitialisierung, installiert werden.

4 RESTful Endpoints mit Express.js

4.1 Warum REST?

Jahr 2000: Überlastung der Web-Backends (Server)

- **Client:** Wenig JavaScript

- **Backend:**

- HTML-Seiten (statisch)
- **Rendering von HTML und JSON**
- Zustand aller User-Dialoge
- Datenbank-Zugriffe
- **Komplette Dialogsteuerung** und Kontrolle auf dem Server

Heute: Zustandslose Web-Backends (Server)

- **Client:** Viel mehr JavaScript (Frameworks)
- **Backend:**
 - Datenbankzugriffe mit Rückgabe von **JSON-Objekten**
 - **Keine Zustandsverwaltung** einzelner User mehr

4.2 Was ist REST?

- REST steht für “**Representational State Transfer**”
 - **Repräsentation:** Darstellung einer Ressource (Daten + Metadaten)
 - **State:** Zustand der Anwendung, gegeben durch die Gesamtheit aller Repräsentationen der angezeigten Daten.
 - **Transfer:** Zustandsübergang durch Aufruf einer Ressource.
- **Roy Fielding** hat es in seiner Doktorarbeit im Jahr 2000 vorgestellt.
- REST **ist ein Architekturparadigma** zur Vereinfachung von verteilten Systemen.
- Es betont ...
 - **Skalierbarkeit** der Komponenteninteraktionen
 - Generierung von **Interfaces**
 - **Unabhängige Bereitstellung** von Komponenten
 - Verwendung von **Zwischenkomponenten** um die Interaktionslatenz zu reduzieren, die Sicherheit durchzusetzen und Legacy-Systeme zu encapsulieren.
- REST hat **ursprünglich keine Beziehung zu HTTP** oder speziell gestalteten URLs.

4.3 Merkmale einer REST-Architektur

- Client-Server-Modell. Zustandslos: Jeder Request enthält alle Informationen zur Ausführung
- Einheitliche Schnittstelle für die Erstellung, Abfrage, Aktualisierung und Löschung von Ressourcen:

- **POST**: Erstellen
- **GET**: Abfragen
- **PUT**: Aktualisieren
- **DELETE**: Löschen
- **Ressourcen** sind das zentrale Konzept in REST:
 - Datensätze aus einer Datenbank
 - Textdateien
 - Grafiken
 - Videos
 - Audio-Clips
 - PDF-Dokumente
 - HTML-, CSS- und JS-Dateien von einer Web-Anwendung
 - Services einer SOA
- Jede Ressource hat eine **eindeutige URI/URL**
- Jede Ressource trägt **Caching-Informationen**

4.4 Idempotente Schnittstellen

Sichere und idempotente Schnittstellen:

- **GET**: Read auf eine Ressource
- **PATCH/PUT**: Update auf die Ressource
- **DELETE**: Delete einer Ressource
- **HEAD**: Austausch von Request- und Response-Headern als Zusatzinformation für die übermittelten Daten/Ressourcen (content-size, last-modified, content-type etc.)
- **OPTIONS**: Was kann mit einer Ressource gemacht werden? (Meta-information über mögliche HTTP-Verben.)

Unsichere und nicht-idempotente Schnittstelle: **POST** (Create auf eine Ressource). Im Gegensatz zu DELETE können hier nach einem erneuten Anruf ohne Checks weitere Objekte erstellt werden.

4.5 Einheitliche Schnittstellen

- Der **Pfad** einer URL kann statisch sein, z.B. /users, oder Plural.
- **URL-Parameter** sind variabel und werden in der Regel verwendet, um eine eindeutige Identifizierung der Ressource zu ermöglichen.

- **Query-Parameter** sind optionale Key-Value Paare, die in der Regel nur bei GET-Anfragen verwendet werden. Sie ermöglichen z.B. das sortieren von Ressourcen nach bestimmten Kriterien.
- Der **HTTP-Body** wird in der Regel verwendet, um JSON-Daten bei Anfragen wie PUT, POST, PATCH oder DELETE zu übertragen.

4.6 Einheitliche Schnittstellen mit REST

Pfad:

```
1 http://127.0.0.1:3000/fruits
```

```
1 const DATA = [  
2   { id: 1, name: "Apfel", color: "gelb,rot" },  
3   { id: 2, name: "Birne", color: "gelb,grün" },  
4   { id: 3, name: "Banane", color: "gelb" },  
5 ];  
6  
7 app.get("/fruits", (req, res) => {  
8   res.send(DATA);  
9 });
```

URL-Parameter:

```
1 http://127.0.0.1:3000/fruits/2
```

```
1 const DATA = [  
2   { id: 1, name: "Apfel", color: "gelb,rot" },  
3   { id: 2, name: "Birne", color: "gelb,grün" },  
4   { id: 3, name: "Banane", color: "gelb" },  
5 ];  
6  
7 app.get("/fruits/:id", (req, res) => {  
8   const id = parseInt(req.params.id);  
9  
10  const item = DATA.find((o) => o.id === id);  
11  
12  res.send(item);  
13 });
```

Query-Parameter:

```
1 http://127.0.0.1:3000/fruits/2
```

```
1 const DATA = [  
2   { id: 1, name: "Apfel", color: "gelb,rot" },  
3   { id: 2, name: "Birne", color: "gelb,grün" },  
4   { id: 3, name: "Banane", color: "gelb" },
```

```
5 ];
6
7 app.get("/fruits", (req, res) => {
8   const id = parseInt(req.query.id);
9
10  const item = DATA.find((o) => o.id === id);
11
12  res.send(item);
13 });
```

HTTP-Body (URL-Encoded)

Nutze `express.urlencoded`

```
1 app.use(express.urlencoded({ extended: true }));
2
3 const DATA = [{ id: 1, name: "Apfel", color: "gelb,rot" }];
4
5 app.post("/fruits", (req, res) => {
6   const { name, color } = req.body;
7
8   if (DATA.find((o) => o.name === name)) {
9     res.send("Duplicate name");
10  } else {
11    const id = Math.max(...DATA.map((o) => o.id)) + 1;
12    const fruit = { id, name, color };
13    DATA.push(fruit);
14    res.send(fruit);
15  }
16 });
```

HTTP-Body (JSON)

Nutze `express.json`

```
1 app.use(express.json());
2
3 const DATA = [{ id: 1, name: "Apfel", color: "gelb,rot" }];
4
5 app.post("/fruits", (req, res) => {
6   const { name, color } = req.body;
7
8   if (DATA.find((o) => o.name === name)) {
9     res.send("Duplicate name");
10  } else {
11    const id = Math.max(...DATA.map((o) => o.id)) + 1;
12    const fruit = { id, name, color };
13    DATA.push(fruit);
14    res.send(fruit);
15  }
```

```
16 });
```

4.7 Routenpfade in Express

```
1 app.get("/ab?cd", function (req, res) {
2   res.send("ab?cd");
3 }); // acdabcd
4
5 app.get("/ab+cd", function (req, res) {
6   res.send("ab+cd");
7 }); // abcdabbbbcd
8
9 app.get("/ab.*cd", function (req, res) {
10  res.send("ab.*cd");
11 }); // abcdabxcd
12
13 app.get("/ab(cd)?e", function (req, res) {
14  res.send("ab(cd)?e");
15 }); // /abe und /abcde
16
17 app.get(/a/, function (req, res) {
18  res.send("/a/");
19 }); // alles mit 'a' drin
20
21 app.get(/.*fly$/, function (req, res) {
22  res.send("/.*fly$/");
23 });
```

4.8 Middleware in Express

Wildcard-Route:

```
1 app.all(/.*/, (req, res, next) => {
2   console.log(`wildcard-route: ${req.method} ${req.url}`);
3   next();
4 });
```

Middleware (empfohlen):

```
1 app.use((req, res, next) => {
2   console.log(`middleware: ${req.method} ${req.url}`);
3   next();
4 });
```

Die `next()`-Methode führt immer den nächsten passenden Routen-Handler aus.

4.9 Mehrere Callback-Handler

```
1 let cb0 = function (req, res, next) {
2   console.log("CB0");
3   next();
4 };
5
6 let cb1 = function (req, res, next) {
7   console.log("CB1");
8   next();
9 };
10
11 let cb2 = function (req, res) {
12   res.send("Hello from CB2!");
13 };
14
15 app.get("/example/c", [cb0, cb1, cb2]);
```

Wichtig: `next` nicht vergessen!

4.10 Chaining Routes

Mehrere HTTP-Verben für eine Route können mithilfe von Chaining Routes zusammengefasst werden.

```
1 app
2   .route("/books")
3   .get(function (req, res) {
4     res.send("Get all books");
5   })
6   .post(function (req, res) {
7     res.send("Add a book");
8   });
9
10 app
11   .route("/books/:id")
12   .put(function (req, res) {
13     res.send("Update the book");
14   })
15   .delete(function (req, res) {
16     res.send("Delete the book");
17   });
```

Vorteile: weniger fehleranfällig, leichter zu pflegen (da man die Route nur einmal schreibt)

4.11 Modularisierung

Modularisierung von Routen in Express kann mithilfe von `express.Router` erreicht werden.

Erstellung einer Router-Datei `birds.js`:

```
1 const express = require("express");
2 const router = express.Router();
3
4 // Middleware
5 router.use(function timeLog(req, res, next) {
6   console.log("Time: ", Date.now());
7   next();
8 });
9
10 // Routen
11 router.get("/", function (req, res) {
12   res.send("Birds home page");
13 });
14
15 router.get("/about", function (req, res) {
16   res.send("About birds");
17 });
18
19 module.exports = router;
```

Einbindung des Routers in die Anwendung `app.js`:

```
1 const express = require("express");
2 const app = express();
3 const birds = require("./birds");
4
5 app.use("/birds", birds);
6
7 app.listen(3000);
8
9 console.log("Listening on :3000");
```

4.12 Weitere Methoden von Express

Result:

- `res.status(code)`: Setzt den HTTP-Statuscode der Antwort (z.B. 200 für erfolgreiche Anfrage, 404 für nicht gefunden)
- `res.redirect(url)`: Leitet den Request an eine andere URL um
- `res.cookie(key, value, options)`: Setzt ein Cookie im Browser des Users, optionale Parameter können angegeben werden wie z.B. die Dauer des Cookies und ob es sicher übertra-

gen werden soll

- `res.attachment(path_to_file)`: Sendet eine Datei als Attachment (z.B. Download)
- `res.download(path_to_file)`: Sendet eine Datei zum Download und zeigt eine entsprechende Benachrichtigung im Browser des Users

Request:

- `req.headers()`: Gibt ein Objekt mit allen HTTP-Request-Headern zurück
- `req.cookies()`: Gibt ein Objekt mit allen Cookies zurück, die im Request enthalten sind (benötigt die Middleware `cookie-parser`)

4.13 Fehlerhandling

404 als JSON zurückgeben:

```
1 app.use("/users", require("./routes/users"));
2 app.use("/products", require("./routes/products"));
3
4 // Middleware nach allen Routes
5 app.use((req, res) => {
6   res.status(404);
7   res.json({ message: "Not found" });
8 });
```

Exceptions:

- Wenn in einem Route-Handler eine Exception geworfen wird, sendet Express **standardmäßig eine HTML-Seite mit der Fehlermeldung und dem Stack-Trace** zurück.
- Das kann ein Sicherheitsproblem darstellen, da sensible Informationen preisgegeben werden können. Eine Lösung wäre, stattdessen eine vernünftige JSON-response zu senden:

```
1 try {
2   throw new Error("Something went wrong");
3 } catch (err) {
4   res.status(500).json({ message: "InternalServerError" });
5 }
```

- Ein größeres Problem entsteht, wenn **eine Exception in einem Promise auftritt**, da es zu einem globalen Fehler `UnhandledPromiseRejection` im Node-Prozess kommt und keine Response gesendet wird.
- In zukünftigen Node-Versionen wird dieser Fehler nicht mehr global abgefangen und stattdessen der Prozess mit einem Fehlercode beendet, was zu einem **Absturz der gesamten Server-Anwendung** führen kann.

- **Lösung:** Route-Handler in try/catch packen, Exceptions der next-Funktion übergeben und eine eigene Error-Middleware einbauen.

```
1 app.get("/", async (req, res, next) => {
2   try {
3     throw new Error("Something went wrong");
4   } catch (err) {
5     next(err);
6   }
7 });
8
9 app.use((err, req, res, next) => {
10   res.status(500);
11   res.json({ message: "InternalServerError" });
12   console.error(err);
13 });
```

4.14 HTTP-Verben und HTML-Forms

- In Express kann man HTTP-Verben wie PATCH, PUT oder DELETE auf Endpoints mappen, die jedoch nur GET und POST verstehen
- Eine Lösung dafür ist die Verwendung einer speziellen Middleware wie method-override:

```
1 const express = require("express");
2 const methodOverride = require("method-override");
3 const app = express();
4
5 app.use(methodOverride("_method"));
```

Jetzt kann man eine PATCH-Route definieren, die dann auch über ein Formular angesprochen werden kann:

```
1 app.patch("/fruits", (req, res) => {
2   // some code ...
3 });
```

In dem Formular muss dann der URL-Parameter `_method=patch` hinzugefügt werden:

```
1 <form action="/fruits?_method=patch" method="post">...</form>
```

Jetzt wird die PATCH-Route aufgerufen, wenn das Formular abgeschickt wird.

5 Die Template-Engine EJS und Express-Sessions

5.1 Einführung in EJS

- EJS ist eine Template-Engine für JavaScript
- Ermöglicht die Generierung von HTML-Seiten oder Snippets im Web-Backend
- Express-Server verwendet vorhandene HTML-Templates, füllt diese mit Daten aus der Datenbank, und generiert damit fertiges HTML (ganze Seiten oder Snippets)

5.2 Verwendung von EJS

Der Code auf dem **Server**, der die EJS-Template-Engine verwendet, sieht wie folgt aus:

```
1  const express = require("express");
2  const app = express();
3
4  app.set("view engine", "ejs");
5
6  app.get("/user", (req, res) => {
7    const user = {
8      name: "John Doe",
9      email: "johndoe@example.com",
10     phone: "555-555-5555",
11   };
12   res.render("user-template", { user });
13 });
```

Das **Template** `template.ejs` im Unterverzeichnis `views`, welcher ein JavaScript-Objekt `{vorname, adresse, telefon}` übergeben wird:

```
1  <html>
2    <body>
3      <h1>User Information</h1>
4      <table>
5        <tr>
6          <td>Name:</td>
7          <td><%= user.name %></td>
8        </tr>
9        <tr>
10         <td>Email:</td>
11         <td><%= user.email %></td>
12       </tr>
13       <tr>
14         <td>Phone:</td>
15         <td><%= user.phone %></td>
16       </tr>
17     </table>
```

```
18 </body>
19 </html>
```

5.3 Schleifen in EJS

Server:

```
1  const express = require("express");
2  const app = express();
3
4  app.set("view engine", "ejs");
5
6  const DATA = [
7    { id: 1, name: "Apfel", color: "gelb,rot" },
8    { id: 2, name: "Birne", color: "gelb,grün" },
9    { id: 3, name: "Banane", color: "gelb" },
10 ];
11
12 app.get("/fruits", (req, res) => {
13   res.render("all", { fruits: DATA }); // all.ejs Template
14 });
15
16 app.get("/fruits/:id", (req, res) => {
17   const id = parseInt(req.params.id);
18   const fruit = DATA.find((o) => o.id === id);
19   res.render("fruit", fruit); // fruit.ejs Template
20 });
21 app.listen(3000);
22
23 console.log("EJS server running on localhost:3000");
```

Template:

```
1 <html>
2   <body>
3     <table>
4       <tr>
5         <th>Name</th>
6         <th>Farbe</th>
7       </tr>
8       <% fruits.forEach( o => { %>
9         <tr>
10          <td><%= o.name %></td>
11          <td><%= o.color %></td>
12        </tr>
13      <% }) %>
14     </table>
15   </body>
16 </html>
```

5.4 State mit Cookies durch cookie-parser

- npm-Package `cookie-parser` ermöglicht zustandsbehaftete Server
- Cookies sind name-value-Paare, gesendet von Server, gespeichert im Browser
- Ermöglichen Identifizierung des Aufrufers bei zukünftigen Requests
- Beispiel: Verwaltung von Warenkorb eines Users auf e-Commerce-Website

So können **Cookies gesetzt** werden:

```
1 const cookieParser = require("cookie-parser");
2
3 app.use(cookieParser());
4
5 response.cookie("userID", "xyz12345"); // Einzelner Cookie
6
7 response
8   .cookie("userID", "xyz12345")
9   .cookie("verein", "VfB Stuttgart", { maxAge: 90000 }); // Mehrere
    Cookies, der zweite mit 90000 milli secs Lebensdauer
```

So können **Cookies ausgelesen** werden:

```
1 const cookieParser = require("cookie-parser");
2
3 app.use(cookieParser());
4
5 const cookies = request.cookies;
6
7 let userID = cookies.userID;
8 let verein = cookies.verein;
```

5.5 State mit Cookies durch express-session

Mit dem npm-Package `express-session` kann man zustandsbehaftete Server bauen:

```
1 const express = require("express");
2 const session = require("express-session");
3
4 const app = express();
5
6 app.use(
7   session({
8     secret: "mykey", // Für Encoding und Decoding des Cookies
9     resave: false, // Nur speichern nach Änderung
10    saveUninitialized: true, // Anfangs immer speichern
11    cookie: { maxAge: 5000 }, // Ablaufzeit in Millisekunden
12  })
13 )
```

```
13 );
14
15 app.get("/", function (req, res) {
16   if (req.session.count) {
17     // Eine Session kann beliebige Attribute bekommen
18     req.session.count++;
19     res.setHeader("Content-Type", "text/html");
20     res.write("<p>count: " + req.session.count + "</p>");
21     res.end();
22   } else {
23     req.session.count = 1;
24     res.end("Willkommen zu der Sitzung. Refresh!");
25   }
26 });
```

6 Datenbanken mit MongoDB und Mongoose

6.1 Datenbanken in Webanwendungen

- **Bisher:** Daten volatil in globalem Array im Backend gespeichert
- **Zukünftig:** Daten persistent in Datenbank im Backend gespeichert
- **Ziel:** Effiziente Verwaltung von Daten, insbesondere bei großen Mengen.

6.2 Grundlagen zu MongoDB

- **MongoDB:** Backend-Datenbanksystem für JS objects (hierarchische Dokumente)
- **Einfaches Datenmodell:** Datenbank enthält Collections, die Documents (JS objects) enthalten
- **Analog zu RDB:** Tabellen enthalten Datensätze
- **Vorteil von MongoDB:** Keine Format-Konvertierung von Node.js notwendig, da es sich um eine NoSQL-Datenbank handelt.
- **Achtung:** Kein fixes Datenbankschema in MongoDB, das heißt, in einer Collection können beliebige Datensätze gespeichert werden (dynamisches Schema).
- Das hat **sowohl Vorteile** (einfach und bequem) **als auch Nachteile** (hohe Disziplin der Entwickler erforderlich)
- **Empfehlung: Validierung** der Daten beim Lesen und Speichern **auf Applikationsebene** durchführen
- Beobachtung: **Ähnlichkeit zum OO-Datenbankmodell**, da Objekt-Beziehungen direkt gespeichert werden, anstatt über mehrere Tabellen mit Fremdschlüsseln.

6.3 Verwendung von MongoDB in Express

Zuerst **mongodb** installieren: `npm i -s mongodb`

Dann **mit DB verbinden**:

```
1 let db = null;
2 const url = `mongodb://localhost:27017`;
3
4 MongoClient.connect(url, {
5   useNewUrlParser: true,
6   useUnifiedTopology: true,
7 }).then((connection) => {
8   db = connection.db("food");
9   console.log("connected to database food ...");
10 });
```

6.4 Queries in MongoDB

Erstellen einer Collection:

```
1 app.post("/example-create-collection-fruits", async (req, res) => {
2   await db.createCollection("fruits");
3
4   res.send("Collection fruits created ...");
5 });
```

Löschen einer Datenbank:

```
1 app.post("/example-drop-db-food", async (req, res) => {
2   await db.dropDatabase("food");
3   res.send("Database food dropped!");
4 });
```

`db.dropCollection` für das **Löschen einer Collection**

Importieren von Dokumenten:

```
1 $ mongoimport --db tools-test --collection restaurants --file
   restaurants.json
```

Exportieren von Dokumenten:

```
1 $ mongoexport --db tools-test --collection restaurants --out new-
   restaurants.json
```

Einfügen eines Dokument:


```
1 app.post("/example-create/fruits", async (req, res) => {
2   const { name, color } = req.body;
3   const fruit = { name, color };
4
5   await db.collection("fruits").insertOne(fruit);
6
7   res.send(`${name} inserted ...`);
8 });
```

Auslesen eines Dokuments:

```
1 app.get("/example-find-one/fruits/:name", async (req, res) => {
2   const { name } = req.params;
3
4   const fruit = await db.collection("fruits").findOne({ name });
5
6   if (fruit) {
7     res.send(fruit);
8   } else {
9     res.status(400).send("not found ...");
10  }
11 });
```

Einfügen mehrerer Dokumente:

```
1 app.post("/example-insert-many/fruits", async (req, res) => {
2   const fruits = [
3     { name: "Apfel", color: "gelb,rot" },
4     { name: "Birne", color: "gelb,grün" },
5     { name: "Kiwi", color: "grün" },
6     { name: "Banane", color: "gelb" },
7     { name: "Pfirsich", color: "gelb,rot" },
8   ];
9
10  await db.collection("fruits").insertMany(fruits);
11
12  res.send("Fruits inserted");
13 });
```

Auslesen aller Dokumente:

```
1 app.get("/example-list/fruits", async (req, res) => {
2   const fruits = await db.collection("fruits").find().toArray();
3
4   res.send(fruits);
5 });
```

Löschen eines Dokuments:

```
1 app.delete("/example-delete/fruits/:name", async (req, res) => {
```

```
2   const { name } = req.params;
3
4   const result = await db.collection("fruits").deleteOne({ name });
5
6   if (result.deletedCount > 0) {
7     res.send(` ${name} deleted ...`);
8   } else {
9     res.status(400).send("fruit not found, nothing to delete ...");
10  }
11  });
```

Löschen mehrerer Dokumente:

```
1 db.collection("fruits").deleteMany({ name: { $regex: name } });
```

Aktualisierung von Dokumenten:

```
1 app.patch("/example-update-cuisine/:name", async (req, res) => {
2   const { name } = req.params;
3   const { cuisine } = req.body;
4
5   const result = await db.collection("restaurants").updateOne(
6     { name },
7     {
8       $set: { cuisine },
9       $currentDate: { lastModified: true }, // Änderungsdatum
10    }
11  );
12
13  res.send(result);
14  });
```

Hinzufügen von Arrayelementen in Dokumenten:

```
1 app.post("/example-push-grade-score/restaurants/:name", async (req, res) => {
2   const { name } = req.params;
3   const { grade, score } = req.body;
4   const newGrade = { date: new Date(), grade, score };
5
6   const result = await db.collection("restaurants").updateOne(
7     { name },
8     (update = {
9       $push: { grades: newGrade },
10      $currentDate: { lastModified: true },
11    })
12  );
13
14  res.send(result);
15  });
```

Löschen von Arrayelementen in Dokumenten:

```
1 app.post("/example-pop-grade-score/restaurants/:name", async (req, res) => {
2   const { name } = req.params;
3   const query = { name };
4
5   const result = await db.collection("restaurants").updateOne(query, {
6     $pop: { grades: 1 },
7     $currentDate: { lastModified: true },
8   });
9
10  res.send(result);
11 });
```

- `$pop {<array>: 1}` entfernt das letzte Element,
- `$pop {<array>: -1}` entfernt das erste Element des Arrays.

Tiefe Queries:

```
1 app.get("/example-zip/restaurants", async (req, res) => {
2   const { cuisine, zip } = req.query;
3
4   const restaurants = await db
5     .collection("restaurants")
6     .find({ "address.zipcode": zip, cuisine })
7     .toArray();
8
9   res.send(restaurants.map((o) => ({ name: o.name, zip: o.address.
10     zipcode })));
11 });
```

BSON für Vergleichsoperatoren:

```
1 app.get("/example-zip-range/restaurants", async (req, res) => {
2   const { zipMin, zipMax, cuisine } = req.query;
3
4   const restaurants = await db
5     .collection("restaurants")
6     .find({
7       cuisine,
8       "address.zipcode": { $gte: zipMin, $lt: zipMax }, // es gibt auch
9       $eq, $in, $neq, $nin ...
10     })
11     .toArray();
12
13   res.send(restaurants.map((o) => ({ name: o.name, zip: o.address.
14     zipcode })));
15 });
```

BSON für Oder-Verknüpfung:

```
1 app.get("/example-zip-or-cuisine/restaurants", async (req, res) => {
2   const { zip, cuisine } = req.query;
3
4   const restaurants = await db
5     .collection("restaurants")
6     .find(
7       { $or: [{ "address.zipcode": zip }, { cuisine } ] } // es gibt
8         auch noch $and, $not und $nor
9     )
10    .toArray();
11  res.send(
12    restaurants.map((o) => ({
13      name: o.name,
14      cuisine: o.cuisine,
15      zip: o.address.zipcode,
16    }))
17  );
18 });
```

6.5 Projektionen in MongoDB

- **Bisher: Formatierung der Abfrage-Ergebnisse in der Anwendung** durch den Aufruf von `result.map` auf JavaScript-Arrays
- **Ineffizient**, wenn der Endpoint nur einen kleinen Ausschnitt der Objekte liefern soll
- **Lösung:** Verwendung von Projektionen, um Abfrage-Ergebnisse **bereits in der Datenbank** zu **formatieren**, reduziert Traffic zwischen Festplatte und Hauptspeicher.

Ein/Ausschluss von Attributen:

```
1 app.get("/example-fields/restaurants", async (req, res) => {
2   const { borough, cuisine } = req.query;
3
4   const restaurants = await db
5     .collection("restaurants")
6     .find(
7       { borough, cuisine },
8       { projection: { name: 1, address: 1, _id: 0 } } // 1 bedeutet
9         Einschluss eines Attributs, 0 den Ausschluss
10    )
11    .toArray();
12  res.send(restaurants);
13 });
```

Sortieren:

```
1 app.get("/example-sort/restaurants", async (req, res) => {
2   const { borough, cuisine } = req.query;
3
4   const restaurants = await db
5     .collection("restaurants")
6     .find({ borough, cuisine }, { projection: { name: 1, address: 1,
7       _id: 0 } })
8     .sort({ name: 1 }) // Mit 1 wird aufsteigend sortiert, mit 0
7     absteigend.
8     .toArray();
9   res.send(restaurants);
10 });
```

Aggregation:

```
1 app.get("/example-avg-score/restaurants", async (req, res) => {
2   const { borough, cuisine } = req.query;
3
4   const restaurants = await db
5     .collection("restaurants")
6     .aggregate([
7     {
8       // Wie `WHERE` in SQL
9       $match: { borough, cuisine },
10    },
11    {
12      // Wie `SELECT` in SQL
13      $project: {
14        name: "$name", // auch name: 1 möglich
15        avg_score: { $avg: "$grades.score" },
16      }, // auch $min, $max, $sum
17    },
18    { $sort: { name: 1 } },
19  ])
20   .toArray();
21
22   res.send(restaurants);
23 });
```

Gruppierung:

```
1 app.get("/example-group/restaurants", async (req, res) => {
2   const { borough, cuisine } = req.query;
3
4   const restaurants = await db
5     .collection("restaurants")
6     .aggregate([
7     {
8       $match: { borough, cuisine },
9     },
```

```
10     {
11         // Wie `GROUP BY` in SQL
12         $group: {
13             _id: "$address.zipcode",
14             count: { $sum: 1 }, // auch $min, $max, $avg
15         },
16     },
17     { $sort: { _id: 1 } },
18 ]
19 .toArray();
20
21 res.send(restaurants);
22 });
```

6.6 Indizes in MongoDB

Datenbank-Indizes **beschleunigen die Zugriffe für Queries und Updates**, wenn nicht konkret mit der `_id` gesucht wird.

Anlegen eines Index:

```
1 await db.collection("restaurants").createIndex({ cuisine: 1 }); // 1:
    Aufsteigend, -1: Absteigend
```

Form: {name: 'cuisine_1'}

Anlegen eines kombinierten Index:

```
1 await db
2   .collection("restaurants")
3   .createIndex({ cuisine: 1, "address.zipcode": -1 });
```

Form: {name: 'cuisine_1_address.zipcode_-1'}

Abfragen aller Indizes:

```
1 const indexes = await db.collection("restaurants").getIndexes();
```

Löschen eines Index:

```
1 const result = await db.collection("restaurants").dropIndex("cuisine_1"
    ); // 0: not ok, 1: success
```

Löschen aller Indizes:

```
1 const result = await db.collection("restaurants").dropIndexes();
```

6.7 Bewertung von MongoDB

Vorteile:

- Einfache Schnittstelle
- Mächtige Query-Möglichkeiten
- Gut skalierbar (Mongo-Instanzen, Replica Sets)
- Nahtlose Integration mit JavaScript (JS objects/BSON-Dokumente)

Nachteile:

- Umständliche Schnittstelle
- Fehlendes Datenbank-Schema → Chaos möglich
- Keine semantische Datenmodellierung
- Validierung muss von Anwendung gemacht werden

6.8 Grundlagen zu Mongoose

- Mongoose: Eine komfortable Bibliothek über npm-Package `mongoose` in Node.js
- API sehr ähnlich zum MongoDB-API mit **geringem Lernaufwand** und **ES6-Klassen**
- Ermöglicht Datenbank-Schemata, **semantische Datenmodellierung mit Validierung** der Daten
- Vereinfachte und **einheitliche** Query-Schnittstelle
- Sehr **mächtig**

6.9 Datenbankverbindung in Mongoose herstellen

Ist sehr ähnlich zu MongoDB:

```
1 const url = "mongodb://localhost:27017/food_mongoose";
2
3 mongoose
4   .connect(url, { useNewUrlParser: true, useUnifiedTopology: true })
5   .then(() => {
6     console.log("connected to database food_mongoose ...");
7   });
```

6.10 Schematas in Mongoose

Definition von Schemata:

```
1 const mongoose = require("mongoose");
2
3 const fruitSchema = new mongoose.Schema({
4   name: { type: String, required: true },
5   color: { type: String, required: true },
6   img: { data: Buffer, contentType: String },
7 });
8
9 const Fruit = mongoose.model("Fruit", fruitSchema); // `Fruit` maps to
   a collection `fruits`
```

Schema Types aus ES6:

```
1 const schemaExample = new mongoose.Schema({
2   bool: Boolean,
3   updated: Date,
4   age: Number,
5   array: [],
6   arrayOfString: [String],
7   arrayOfArrays: [[]],
8   arrayOfArrayOfNumbers: [[Number]],
9   map: Map,
10  mapOfString: { type: Map, of: String },
11 });
```

Weitere Schema Types aus MongoDB:

```
1 const schemaExample = new mongoose.Schema({
2   mixed: mongoose.Mixed, // Kann alles sein (`any`)
3   _someId: mongoose.ObjectId, // Explizite MongoDB-Id
4   decimal: mongoose.Decimal128, // 128-bit Floating-Point; `mongoose.
   Types.Decimal128.fromString('3.1415')`
5 });
```

Indizes in Schemas:

```
1 const schemaExample = new mongoose.Schema({
2   name: {
3     type: String,
4     required: true, // Feld zwingend notwendig
5     index: true, // Index wird automatisch angelegt
6   },
7 });
```

Options-Objekt:

```
1 const schemaExample = new mongoose.Schema(
2   {
3     name: String,
4     age: Number,
```



```
5   },
6   {
7     // Das Options-Objekt
8     timestamps: true, // Automatisch `createdAt` und `modifiedAt`
                        // verwalten
9   }
10 );
```

Verschachtelte Schemata mit Kopien:

```
1  const ratingSchema = new mongoose.Schema({
2    grade: {
3      type: Number,
4      min: 1,
5      max: 6,
6    },
7    comment: String,
8    date: Date,
9  });
10
11 const productSchema = new mongoose.Schema({
12   name: { type: String, required: true },
13   price: { type: String, required: true },
14   ratings: [ratingSchema],
15 });
16
17 const Rating = mongoose.model("Rating", ratingSchema);
18 const Product = mongoose.model("Product", productSchema);
```

Verschachtelte Schemata mit Referenzen:

```
1  const productSchema = new mongoose.Schema({
2    name: String,
3    category: {
4      // 1:1-Beziehung
5      type: mongoose.ObjectId,
6      ref: "Category",
7    },
8  });
9
10 const Product = mongoose.model("Product", productSchema);
11
12 const categorySchema = new mongoose.Schema({
13   name: String,
14   products: [
15     // 1:n-Beziehung
16     {
17       type: mongoose.ObjectId,
18       ref: "Product",
19     },
20   ],
21 });
```

```
21 });  
22  
23 const Category = mongoose.model("Category", categorySchema);
```

Auslesen von Referenzen mit `populate` (wie SQL JOIN): `await Product.find().populate("category")`

6.11 Queries in Mongoose

Auslesen aller Dokumente:

- Queries liefern nicht nur einfache JS-Objekte, sondern **intelligente mongoose-Dokumente**
- Diese Dokumente **haben zusätzliche Methoden und Attribute** im Vergleich zu JS-Objekten
- `Fruit.find().lean()` liefert nur einfache JS-Objekte für bessere Performance

```
1 app.get("/example-list/fruits", async (req, res) => {  
2   const fruits = await Fruit.find();  
3  
4   res.send(fruits);  
5 });
```

Hinzufügen eines Dokuments:

```
1 app.post("/example-create/fruits", async (req, res) => {  
2   const { name, color } = req.body;  
3   const doc = await Fruit.findOne({ name });  
4   if (doc) {  
5     res.status(400).send("fruit found, delete first ...");  
6  
7     return;  
8   }  
9  
10  const fruit = new Fruit({ name, color });  
11  
12  const imgPath = path.join(IMAGE_PATH, `${name}.png`);  
13  try {  
14    fruit.img.data = await fs.readFile(imgPath);  
15    fruit.img.contentType = "image/png";  
16  } catch (err) {  
17    console.log(`No image for ${name} found.`);  
18  }  
19  
20  await fruit.save();  
21  
22  res.send(`${name} inserted ...`);  
23 });
```

Umwandlung von MongoDB-Queries in Mongoose-Queries:

```
1 app.get("/example-group-by-color/fruits/:color", async (req, res) => {
2   const { color } = req.params;
3   const result = await Fruit.aggregate([
4     {
5       $match: { color: { $regex: color } },
6     },
7     {
8       $group: {
9         _id: "$color",
10        count: { $sum: 1 },
11      },
12    },
13    { $sort: { _id: 1 } },
14  ]);
15  res.send(result);
16 });
```

Ersetze `db.collection("fruits")` durch `Fruit`

6.12 Validation in Mongoose

Eingebaute Validatoren:

```
1 const breakfastSchema = new Schema({
2   eggs: {
3     type: Number,
4     min: [6, "Too few eggs"],
5     max: 12,
6   },
7   bacon: {
8     type: Number,
9     required: [true, "Why no bacon?"],
10  },
11  drink: {
12    type: String,
13    enum: ["Coffee", "Tea"],
14    required: function () {
15      return this.bacon > 3;
16    },
17  },
18 });
```

Eigene Validatoren:

```
1 function myValidator(val) {
2   return val === "something";
3 }
4
```

```
5 new mongoose.Schema({ name: { type: String, validate: myValidator } });
6
7 // Hinzufügen einer Error-Message, {PATH} ist der fehlerhafte Pfad im
  Schema:
8 const customValidator = [
9   myValidator,
10  'Ups, {PATH} does not equal "something."',
11 ];
12
13 new mongoose.Schema({ name: { type: String, validate: customValidator }
    });
```