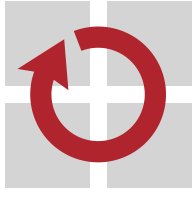
Web-basierte Systeme – Übung

01: Einführung in JavaScript, Teil 1

Wintersemester 2023

Arne Vogel, Maxim Ritter von Onciul



Lehrstuhl für Verteilte Systeme
und Betriebssysteme

Friedrich-Alexander-Universität
Technische Fakultät

Übersicht

JavaScript Überblick

Übersicht

JavaScript: Kurzbeschreibung

- **Interpretierte Skriptsprache**
  - Ursprünglich für kleinere Programme und Prototyping gedacht
- **Objektorientiert**
  - Alles ist ein Objekt!
- **Funktional**
  - Funktionen ohne Seiteneffekte (pure functions)
  - Funktionen können Parameter oder Rückgabewerte sein
- **Imperativ**
  - Schrittweise Abarbeitung von Befehlen
  - Schleifen und Verzweigungen
- **Typisierung:** schwach, dynamisch, duck
  - **Schwach:** Keine Unterscheidung von Datentypen
  - **Dynamisch:** Datentypen werden erst zur Laufzeit festgelegt
  - **Duck:** Vorhandensein bestimmter Methoden oder Attribute bestimmt Typ eines Objekts

JavaScript: Typische Anwendungsgebiete

- Ursprünglich für Einsatz in **Webbrowsern** entwickelt, neu:
  - Node.js
  - IoT
- Manipulation von Webseiten über DOM (Document Object Model)
- Validierung von Benutzereingaben (Syntax von E-Mail korrekt?)
- Asynchrone Datenübertragung ohne Seite neu zu laden (AJAX)
- Mit Node.js **beliebige Serveranwendungen**

Historischer Rückblick

1995 Brendan Eich entwickelt eine **Skriptsprache** für den Netscape Navigator. Name: erst Mocha, dann LiveScript, später JavaScript

1997 Standardisierung von JavaScript 1.1 der ECMA $\rightarrow$ **ECMAScript**

1998 Standardisierung des **DOM** durch das W3C

2005 Aufsatz *Ajax: A New Approach to Web Applications*

2009 Einsatz von JavaScript auf Serverseite mit **NodeJS**

2011 Browser-zu-Browser Kommunikation in Echtzeit mit **WebRTC**

2014 Einführung von **HTML5**, neue APIs für JavaScript

2017 **WebAssembly** als Ergänzung zu JavaScript

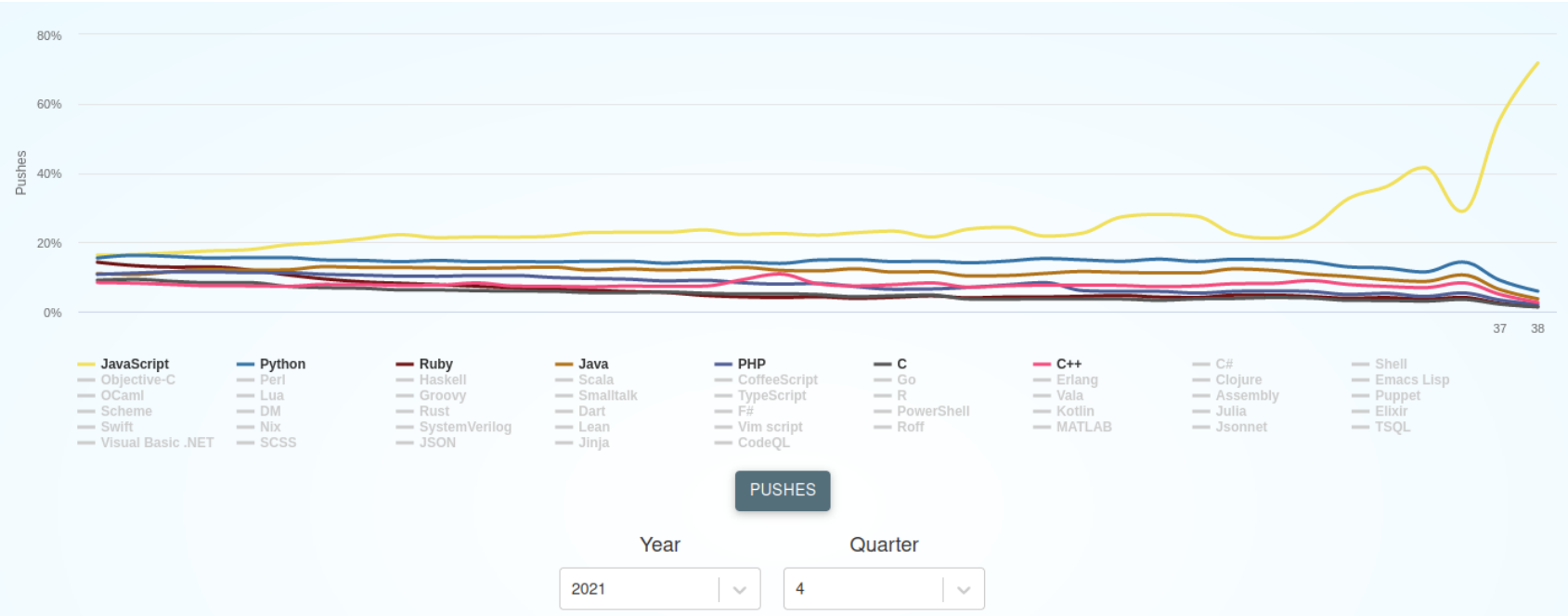
JavaScript Implementierungen

- **ECMAScript-262**: 1997 Version 1, 2017 Version 8, 2019 Version 9
- `caniuse.com`
- Implementiert von **JavaScript engines**:
  - V8 (Google)
  - NodeJS (V8 + Event Loop + I/O API)
  - SpiderMonkey (Mozilla)
  - Chakra (Microsoft)
  - JavaScriptCore/Nitro (Apple)
  - Carakan (Opera)
  - Nashorn (Oracle)
  - Tamarin (Adobe)
  - kleinere Engines: Duktape, MuJS, ...

JavaScript: eine interpretierte Sprache

- Quellcode von **kompilierten Sprachen** wird von Compilern übersetzt
  - Kompilat direkt von CPU ausführbar
  - Fehler zur Kompilier- und Laufzeit möglich
  - Beispiele: C, C++
- Quellcode von **interpretierten Sprachen** wird von **Interpretern** analysiert und ausgeführt
  - Code wird zeilenweise eingelesen und ausgeführt
  - Instruktionen bereits in Interpreter enthalten
  - Fehler erst zur Laufzeit erkennbar
  - Beispiele: Python, **JavaScript**
- **Java** ist sowohl eine kompilierte als auch ein interpretierte Sprache
  - Kompilierung zu Bytecode
  - Bytecode kann von JVM interpretiert oder kompiliert werden (JIT)
  - Auch moderne **JavaScript engines** unterstützen JIT!

JavaScript Trends



Quelle: `https://madnight.github.io/githut/#/pushes/2021/4`

JavaScript Programmierung

Übersicht

Syntax von JavaScript

- Ähnliche Schreibweise wie die Sprachen aus der **C-Familie** (C, C++, Java, Perl, PHP)
- Anweisungen sollten mit **Semikolons** getrennt werden
  - Syntax schreibt das nicht vor
  - verhindern aber Programmierfehler
- Blöcke werden mit **geschwungenen Klammern** gebildet

```
1  // document.location speichert die aktuelle URL
2  document.location = "https://sys.cs.fau.de";
3
4  // die Methode write (über)schreibt die webseite
5  document.write("hi");
```

Variablen

- Deklaration mit den Keywords **let** und **const**
- `let` definiert eine überschreibbare Variable
- `const` definiert unveränderbare Konstanten

```
1  let a = "Hallo";
2  a = "Salut";
3  a = 1234;  // Auch der Typ von a ist veränderbar
4  a = [1, 2, 3, 4];
5
6  const b = 1;
7  let b = 2; // SyntaxError: Identifier 'b' has already been declare
8  b = 3;     // TypeError: Assignment to constant variable
9  const c;   // SyntaxError: Missing initializer in const declaratio
```

- Es gibt noch **var**, aber das ist stark veraltet und sollte heutzutage nicht mehr benutzt werden!
  - Siehe: `https://stackoverflow.com/a/11444416`

Sonderfälle: const

- `const` funktioniert anders für Arrays und Objekte
- Beide können verändert werden
- Nur die Referenz darf nicht verändert werden

```
1  const numbers = [1, 2];
2  numbers.push(3);  // [1, 2, 3]
3  numbers.pop();    // [1, 2]
4  // gibt: TypeError: Assignment to constant variable.
5  numbers = [1, 2, 3, 4];
6
7  const car = { color: "red", speed: "zoom", brand: "VW" };
8  car.model = "Polo";
9  // gibt selben TypeError
10 car = { color: "pink", model: "Multipla", brand: "Fiat" };
11
```

Datentypen

- Es gibt Zahlen, Strings, Booleans, Arrays, Objekte, Funktionen
- Speziellere Typen: Null, Undefined

```
1  let a;
2  a = 10;              // typeof(a) === "number"
3  a = 3.141;           // typeof(a) === "number"
4  a = "ein text";      // typeof(a) === "string"
5  a = true;            // typeof(a) === "boolean"
6  a = undefined;       // typeof(a) === "undefined"
7  a = {};              // typeof(a) === "object"
8  a = function() {};   // typeof(a) === "function"
```

www.tutorialrepublic.com/javascript-tutorial/javascript-data-types.php

Strings

- Drei Arten Strings zu schreiben:

```
let a, b, c;
a = "Hello World!";
b = 'Tom';
// Template Literal
c = `Hallo ${b}, der brutto Preis ist ${100 * 1.5}`;
```

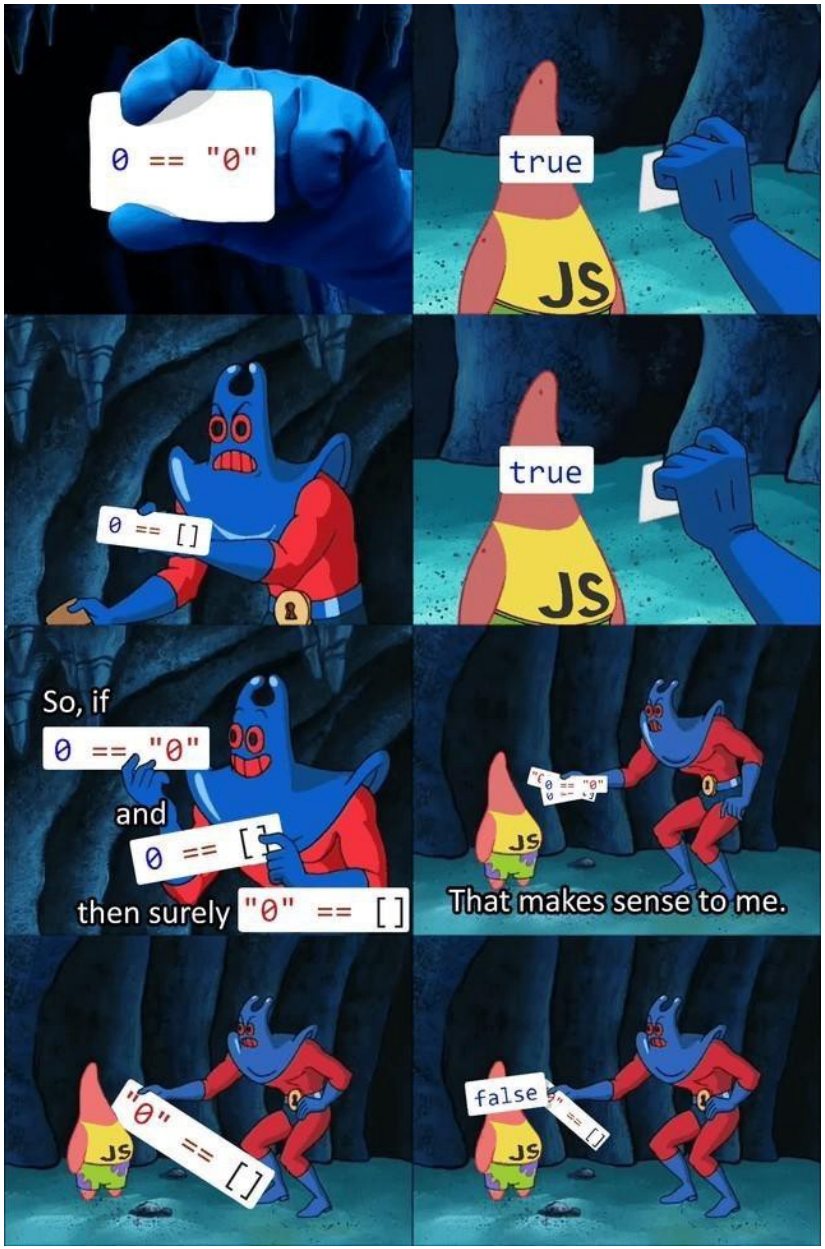
- **Template literals** erlauben das einbinden von Variablen und das Auswerten von Javascript-Expressions innerhalb von Strings.

Truthy & Falsy

- nicht boolesche Werte können auch true/false sein
- vieles macht intuitiv Sinn, anderes nicht so...

```
1  // binäre Representation von true/false
2  0 => false
3  1 => true
4
5  "" => false
6  "noneEmptyStrings" => true
7
8  2, 12.2, -42 => true
9  null, undefined => false
10
11 // just accept it..
12 [], {} => true
13 function () {} => true
```

Truthy & Falsy



Vergleichsoperator

- Auch JS benutzt das Gleichheitszeichen für Vergleiche
- Jedoch gibt es 2 Versionen!

```
1  a == b     // bzw: a != b
2  a === b    // bzw: a !== b
```

- Das doppelte Gleichheitszeichen prüft ob der Wert derselbe ist
- Das dreifache prüft außerdem auf die Gleichheit des Datentypen!

```
1  12 == "12"    // ergibt true
2  12 === "12"   // ergibt false
3
```

- Es gilt als gute Praxis das dreifache zu benutzen

Funktionen

- Erstellung von Funktionen mit dem `function` Keyword
- 3 Arten eine Funktion zu definieren

```
function a(x, y) { ... }
const b = function(x, y) { ... }    // anonyme Funktion
const c = (x, y) => { ... }         // Arrow-Funktion
```

- Funktionsaufruf immer gleich: a(1,2)
- Funktionen müssen keinen Rückgabewert haben
  - Dann returned die Funktion `undefined`

```
function a() { /* does nothing */ }
// Das loggt "undefined"
console.log(a());
// Das auch, weil console.log an sich kein return Wert hat!
console.log(console.log())
```

Arrow-Funktionen

- Weitere Schreibweise für anonyme Funktionen

- Erlauben für kürzere Funktionssyntax, insbesondere Einzeiler

```
1  let a;
2  a = () => { return "arrow functions are awesome" };
3  // Die {}-Klammern sind bei Einzeilern optional
4  // Dann entfällt aber auch das return Statement!
5  a = (a, b) => a + b;
6  // Die ()-Klammern sind bei einem Parameter optional
7  a = text => console.log(text);
```

Arrays

- Für das Erzeugen eines Arrays gibt es zwei Schreibweisen:

```
let a;
a = ["eins", 2, 3.141, true];            // JSON-Schreibweise
a = new Array("eins", 2, 3.141, true);   // Objekt-Schreibweise
```

- Ein Array kann **verschiedene Datentypen** beinhalten

- Zugriff auf Arraywerte mittels Index

```
const colors = ["red", "green", "grey"];
const green = colors[1];
```

Arrays: Iteration

- Länge von Arrays **nicht beschränkt** und wird **automatisch erweitert**
- Länge von Arrays mit der Eigenschaft `.length` auslesbar

```
1  const numbers = [1, 2, 3, 4];
2
3  for(let number of numbers) {
4    console.log(number);
5  }
6
7  for(let index in numbers) {
8    console.log(numbers[index]);
9  }
10
11 for(let i = 0; i < numbers.length; i++) {
12   console.log(numbers[i]);
13 }
```

Arrays: Methoden

- Vereinfachen die Arbeit mit Arrays
- Man gibt eine Funktion (genannt Callback) an, welche auf die Elemente des Arrays angewandt wird.
- Die meisten geben ein neues Array zurück
- Es gibt: `forEach`, `filter`, `map`, `reduce`, ...

```
1  const numbers = [1, 2, 3, 4];
2  //wie ein for-Loop
3  numbers.forEach(number => console.log(number));
4  // filtert alle ungeraden Zahlen heraus
5  oddNumbers = numbers.filter(number => number % 2);
6  // quadriert alle Zahlen
7  squaredNumbers = numbers.map(number => number ** 2);
8  // summiert alle Zahlen, sprich return Wert ist eine Zahl
9  sum = numbers.reduce((a, v) => a + v);
```

Objekte

- werden mit { }-Klammern erzeugt
- bestehen aus Key-Value Pairs mit beliebigen Datentypen
- kann man beliebig verschachteln

```
1  const object = { key: "value" };
2
3  const tom = {
4    name: "Tom Holland",
5    age: 25,
6    phoneNumbers: {
7      mobile: [0123456789, 9876543210],
8      landline: [6574839201]
9    };
10 };
```

Zugriff auf Objekteigenschaften

Zugriff auf Eigenschaften von Objekten mittels

- Punkt-Schreibweise
- eckige Klammern

```
1  const tshirt = { color: "yellow", size: 12 };
2  console.log(`Das Shirt ist ${tshirt.color}`);
3  console.log(`Das Shirt ist ${tshirt["color"]}`);
```

- String in eckigen Klammern kann in einer Variable gespeichert sein:

```
1  keyName = "size";
2  console.log(`Es kostet ${tshirt[keyName]}`);
```

Syntactic Sugar für Objekte

- JSON Schreibweise kann verkürzt werden
- wenn Variablen und Eigenschaften gleichen Namen haben

```
1  const id = 1, color = "yellow", tshirtSize = 12;
2
3  // lang
4  const tshirt1 = { id: id, color: color, size: tshirtSize };
5
6  // kurz
7  const tshirt2 = { id, color, size: tshirtSize };
```

Zuweisung mit Destructuring

- Auf der linken Seite einer Zuweisung kann die Array- oder Objekt-Schreibweise von JSON verwendet werden um mehrere Variablen auf einmal zuzuweisen

```
1  let [x] = [1, 2, 3];    // x === 1
2  let [x,y] = [1, 2, 3];  // x === 1 & y === 2
3  let person = { name: "Tom", bday: "19.08", age: 22, addresses: [...] };
4  let { name, addresses } = person;
5
6  // besonders praktisch für imports!
7  const { whatINeedFromMyModule } = require('myModule');
8  import { whatINeedFromMyModule } from 'myModule';
```

Blöcke

- let & const benutzen einen sog. Block Scope
- Ein Block kann mittels { }-Klammern erstellt werden

```
1  { /* ich bin ein neuer Block */ }
2  function a() {
3    // ich bin auch ein neuer Block
4  }
```

- Variablen die innerhalb eines Blocks definiert werden, können nicht von außerhalb zugegriffen werden

```
1  function a() {
2    const b = "scopedVariable";
3  }
4  // ReferenceError: b is not defined
5  console.log(b)
```

Keyword `this`

- `this` ist ein reserviertes Keyword
- Äquivalent zu `this` in Java und `self` in Python
- In der Konsole im Browser zeigt es auf das `window` Objekt:

```
1 console.log(`this = ${this}`);
2 // this = [object Window]
```

Keyword `this`

- In Funktionen eines Objekts verweist `this` auf das zugehörige Objekt
- Gleich mit Klassen

```
1  const tom = {
2    name : "Tom",
3    surname : "Holland",
4    fullName : function () {
5      return `${this.name} ${this.surname}`
6    };
7  };
8
9  tom.fullName();   // returns Tom Holland
```

- Achtung Sonderfall:
  - In **Event Handlern** zeigt `this` auf das Event-auslösende Element

```
1  const tom = { name: "Tom", getName: () => this.name };
2  // ! this.name === window.name
```

Objekterzeugung mittels Funktion

- Funktionen können auch Objekte zurückgeben!

```
1
2  function Person(name, surname) {
3    return {
4      name,
5      surname,
6      fullName: function() { return `${this.name} ${this.surname}` }
7    };
8  };
9
10 const tom = Person("Tom", "Holland");
11 // returns Tom Holland
12 tom.fullName();
```

Objekterzeugung mittels Klasse

- JS bietet auch ein `class` Keyword an, um Objekte zu erzeugen
- Eine eigene Klasse macht syntaktisch Sinn, wenn das Objekt viele Funktionen hat

```
1  class Person {
2    constructor(name, surname) {
3      this.name = name
4      this.surname = surname
5    };
6    fullName() {
7      return `${this.name} ${this.surname}`
8    };
9  };
10
11 const tom = new Person("Tom", "Holland");
12 // returns Tom Holland... surprise
13 tom.fullName();
```

Vererbung

```
1  class Pet {
2    constructor() {
3      this.status = "sleeping";
4    };
5  };
6
7  class Mammal extends Pet {
8    constructor() {
9      super();
10     this.legs = 4;
11   };
12 };
13
14 class Dog extends Mammal {
15   constructor(breed) {
16     super();
17     this.breed = breed;
18     this.isGoodBoy = true;
19   };
20   sit() {
21     this.status = "sitting";
22   };
23 };
```

Instantiierung und Benutzung der Klasse Dog:

```
1  const beagle = new Dog("beagle");
2  beagle.legs;      // 4
3  beagle.sit();
4  beagle.status;    // sitting
```

Einbindung von JavaScript in HTML

- JavaScript wurde als Sprache für dynamische/aktive Elemente in Webseiten entwickelt
- „Dynamisches HTML“ / DHTML
- Verbindung von JavaScript und HTML nötig
- HTML bietet bestimmte **Tags** dazu an

Einbindung von JavaScript in HTML

```
1  <head>
2  <body>
3  <h1>Farbwahl</h1>
4  <form>
5    <input type="button" value="Rot"  onclick="setcolor('red')">
6    <input type="button" value="Grün" onclick="setcolor('#0F0')">
7    <input type="button" value="Blau" onclick="setcolor('blue')">
8  </form>
9  <script>
10 function setcolor(color) {
11   const body = document.body;
12   body.style.backgroundColor = color;
13 }
14 </script>
15 </body>
```

Einbindung von JavaScript in HTML

- **lokale** externe Javascript-Datei

```
<script src="jquery.js"></script>
```

- **entfernte** externe Javascript-Datei (CDN)

```
<script src="https://ajax.googleapis.com/[..]/jquery.min.js"></scr
```

- mit `<script>`-Tag

```
<script>alert("Hello World!");</script>
```

- onevent-Attribute, Beispiele:

```
<body onload="...">
<a href="..." onmouseover="...">
<input type="button" onclick="...">
<form onsubmit="...">
```

```
<a href="..." onclick="...">
<input onchange="...">
<div ontouchstart="..." ontouchend="..." ontouchmove="....">
<body onoffline="..." ononline="...">
```

JavaScript ausprobieren

- Node.js ist auf allen Rechnern im WinCIP installiert
- Pakete für alle Distributionen und Installer für Windows + macOS
- **Bitte installiert die LTS Version!**
- `nodejs` auf der Konsole eingeben
  - JavaScript Konsole, gut für Minimalbeispiele
  - Frage: Warum wird `undefined` ausgegeben?

```
goltzsch@iz01:~ % nodejs
> var x = 5;
undefined
> console.log(x);
5
undefined
>
```

- Mit dem Aufruf von `nodejs datei.js` können JavaScript Dateien ausgeführt werden

Ausblick

Übersicht

Nächste Woche

- Asynchrone Programmierung mit JavaScript
- Browser Entwicklertools
- Ausgabe von Aufgabe 1

Quellen

- https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript
- https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_ECMAScript_engines
- https://web-development.github.io/ CC BY-NC-SA von Brigitte Jellinek
- https://developer.mozilla.org/docs/Web/JavaScript
- https://developer.mozilla.org/en/docs/Web/JavaScript/Guide/Using_promises
- https://medium.com/codebuddies/17e0673281ee