

# DOM

Prof. Dr.-Ing. Andreas Heil

 Licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International license. Icons by The Noun Project.

v1.1.0

# Lernziele

Grundlagen des Document Object Models kennen lernen

# DOM - Document Object Model

- Das Document Object Model (DOM) ist eine API, die den programmatischen Zugriff auf HTML (und XML) Dokumente ermöglicht
- JavaScript und DOM waren ursprünglich stark gekoppelt
- Damalige Browser (Netscape oder Internet Explorer) wiesen eine eigene DOM Implementierung auf
- Inzwischen (seit 2001) ist DOM ein eigener W3C Standard<sup>[1](#)</sup>

# Geschichte

- Einfaches DOM bereits in Netscape 2.0
- Ab Netscape 4.0 und IE 4.0 divergierten die DOMs der Browser sehr stark
- W3C DOM Level 1 wurde bereit im Oktober 1998
- Durch die Standardisierung nun nicht mehr nur via JavaScript adressierbar (auch Java, WebAssembly etc.)

# DOM Struktur

- Hierarchische Struktur
- Windows als Übergeordnetes Element einer Web-Seite
- Document ist Kind mit den zu manipulierenden Elementen

```
window
├── location
├── frames
├── ...
└── document
    ├── links
    ├── anchors
    ├── images
    ├── ...
    ├── stylesheets
    └── body
```

# Adressierung von Objekten im DOM

- Über Ihre ID oder über Ihren Namen adressiert werden (muss eindeutig in der gesamten Baumstruktur sein)
- Über den Index in der Hierarchie (Position im Array)
- Über die Beziehung zum Eltern-, Kind- oder Geschwisterelement ( `parentNode` , `previousSibling` , `nextSibling` , `firstChild` , `lastChild` , `childNodes` -Array)

# DOM Beispiel

- Das erste `div`-Element besitzt die ID `*firstName`
- Es enthält ein Textelement, dass über `childNodes[0]` adressiert werden kann
- D.h. der Text ist kein Wert des `div`-Elements sondern der Wert des ersten Kindelements des `div`-Elements

```
<div id="firstName">
Andreas
</div>
<div id="lastName">
Heil
</div>
```

► Beispiel: [mouseover.html](#)

# Event Handler

- Wenn ein Event (dt. Ereignis) auftritt, wird ein sog. *Event Handler*<sup>2</sup> ausgeführt
- Beispiele hierfür:
  - `mouseover` oder `mouseout`



# Event Handler Beispiel

```
<!DOCTYPE html>

<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
<head>
  <title>mouseover Example</title>
  <meta http-equiv="Content-Script-Type" content="text/javascript"></meta>
</head>
<body>
  <div id="firstName"
    onmouseover="document.getElementById('firstName').childNodes[0].textContent = 'Andreas'"
    onmouseout="document.getElementById('firstName').childNodes[0].textContent = 'A.'">
    A.
  </div>
  <div id="lastName">Heil</div>
</body>
</html>
```

# Hinweise

- Standardsprache für Skripte, die in Attributen wie im Beispiel
- DOM Elemente können via Skript modifiziert werden

```
<head>  
  ...  
  <meta http-equiv="Content-Script-Type" content="text/javascript"></script>  
  ...  
</head>
```

# DOM Aufbau

```
├ DOCTYPE: html
├ HTML xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml"
│   ├── HEAD
│   │   ├── #text:
│   │   ├── TITLE
│   │   │   └ #text: mouseover Example
│   │   └ #text:
│   ├── #text:
│   └ BODY
│       ├── #text:
│       ├── DIV id="firstName"
│       │   ├── onmouseover="document.getElementById('firstName').childNodes[0].textContent = 'Andreas'"
│       │   ├── onmouseout="document.getElementById('firstName').childNodes[0].textContent = 'A.'"
│       │   └ #text: A.
│       ├── #text:
│       ├── DIV id="lastName"
│       │   └ #text: Heil
│       └ #text:
```

# Document Tree (1)

```
<body>
  <div id="content">
    <h1>Prof. Dr.-Ing. Andreas Heil</h1>
    <p>Methoden des Software Engineerings</p>
    <p>Unterrichtet <em>hot s**t</em> Fächer.</p>
    <hr>
  </div>

  <div id="nav">
    <ul>
      <li>Web Application Development</li>
      <li>DevOps</li>
      <li>Cloud Computing</li>
    </ul>
  </div>
</body>
```

## Document Tree (2)

```
...
|
body
├── div
│   ├── h1
│   ├── p
│   ├── p
│   │   └── em
│   └── hr
└── div
    └── ul
        ├── li
        ├── li
        └── li
```

# Document Tree and Nodes

- Jedes HTML-Dokument kann als Baum verstanden werden
- Die Dokumenten-Struktur ist relevant, z.B. für CSS-Selektoren
- Jedes Element verfügt über Eigenschaften, die durch das Node-Objekt vorgegeben

# Nodes - Properties (1)

Property	Beschreibung
<i>nodeType</i>	Nummer, die den Typ des Nodes beschreibt (s. <a href="#">treeOutline.html</a> )
<i>nodeName</i>	Name des Node,s abhängig vom Typ
<i>parentNode</i>	Referenz zum übergeordneten Node
<i>childNodes</i>	Nur-lese Array mit den Kind-Nodes, Länge 0 wenn keine vorhanden

## Nodes - Properties(2)

Property	Beschreibung
<i>{previous next}Sibling</i>	Vorheriges bzw. nächstes Element, <i>null</i> wenn kein Element existiert
<i>attributes</i>	Nur-Lese Array, das <i>Attr</i> -Instanzen als Attribute des Nodes enthält



# Nodes - Methoden (1)

Methoden	Beschreibung
<i>hasAttributes()</i>	Liefert wahr falls der Node Attribute besitzt
<i>hasChildNodes()</i>	Liefert wahr, falls der Node untergeordnete Elemente besitzt
<i>appendChild(Node)</i>	Fügt den spezifizierten Node an an das Ende der untergeordneten Elemente hinzu
<i>insertBefore(Node1, Node2)</i>	Fügt Node1 direkt vor Node2 in die Liste der untergeordneten Elemente hinzu,

## Nodes - Methoden (2)

Methode	Beschreibung
<i>removeChildNode(Node)</i>	Entfernt den spezifizierten Node aus den untergeordneten Elementen
<i>replaceChild(Node1, Node2)</i>	Ersetzt Node2 durch Node1 in der Liste der untergeordneten Elemente

# Traversieren des DOM

- HTML-Element über  
`document.documentElement`

```
function treeOutline() {  
    return subtree(document.documentElement, 0);  
}
```

```
function subtree(node, level) {  
    var retVal = "";  
    var elementType = window.Node ? Node.ELEMENT_NODE : 1;  
    if (node.nodeType == elementType) {  
        retVal += printName(level, node.nodeName);  
        var children = node.childNodes;  
        for (var i = 0; i < children.length; i++) {  
            retVal += subtree(children[i], level + 1);  
        }  
    }  
    return retVal;  
}
```

► Beispiel: [treeOutline.html](#)



# JavaScript - Grundlagen

# Was ist JavaScript?

## Wikipedia<sup>3</sup> sagt...

- ... dynamisch typisierte, objektorientierte, aber klassenlose Skriptsprache
- ... unter anderem auf der Basis von Prototypen
- ... lässt sich je nach Bedarf objektorientiert, prozedural oder funktional programmieren

► Skriptsprache bedeutet interpretiert, wenig bis keine Deklarationen

# Woher kommt JavaScript?

- Hieß ursprünglich *LiveScript*
- Wurde zum Einbetten von Java-Applets genutzt
- Basiert auf dem standardisieren ECMAScript

► Ähnelt C mehr als Java

# C vs. JavaScript

```
i = 42;  
i = i * 10 + (i / 42);  
  
while(i >= 0) {  
    sum += i*i; // Kommentar  
}  
  
for (i = 0; i < 100; i++) {  
    /* Kommentar */  
}  
  
if (i < 3) {  
    i = foo(i);  
} else {  
    i *= .01;  
}
```

# Sprachkonstrukte

Die meisten Operatoren aus C existieren in JavaScript

```
* / % + - ! >= <= > < > && || ?:
```

## Funktionen

```
function foo(i)
{
  return i;
}
```

## Schleifenkonstrukte

```
continue / break / return
```



# Dynamische Typisierung

```
var i;           // kein Typ
typeof i == 'undefined'
i = 32;          // Jetzt typeof i == typeof 32 == 'number'
i = 'foobar'     // Jetzt typeof i == typeof 'foobar' == 'string'
i = 'true'       // Jetzt typeof i == `boolean`
```

- `use strict` *strict*-Mode erfordert das deklarieren von Variablen (ab ECMAScript 5)<sup>4</sup>
- Variablen haben immer den Typ der letzten Zuweisung
- Primitive Typen in JS: undefined, number, string, boolean, function, object

# Gültigkeitsbereiche von Variablen

Zwei Gültigkeitsbereiche (engl. Scopes): *global* und *function local*

```
var globaleVariable;

function foobar() {
  var lokaleVariable; // lokaleVariable2 gibt es hier schon mit Typ 'undefined'
  if (globaleVariable > 0) {
    var lokaleVariable2 = 2;
  }
  // lokaleVariable2 hat hier noch Gültigkeit 🙌
}
```

# Hoisting

Spezielles Verhalten von JavaScript-Interpretern bei der Deklaration von Variablen

- Beim Aufruf einer Funktion sucht der Interpreter **alle** lokal definierten Variablen in der Funktion
- Deklaration findet somit sofort bei Eintritt in Funktion statt
- Initialisierung bzw. Zuweisung findet erst bei der Nutzung der Variable statt

# Hoisting (Forts.)

```
var foo = 42;
function foobar() {
  if (globaleVariable > 0) {
    var foo = 2 ;
  }
}
```

Sieht im Interpreter ungefähr so aus:

```
var foo = 42;
function foobar() {
  var foo;          // undefined, überlagert globales foo
  if (globaleVariable > 0) {
    var foo = 2;    // Zuweisung erst hier
  }
}
```

# Hoisting bei Funktionen

Hoisting findet auch bei Funktionen-Deklarationen statt

- Funktionen können vor der Deklaration aufgerufen werden (vgl. C Prototypen, Single-Pass Compiler vs. Multi-Pass Compiler)
- Gilt nicht für anonyme Methoden

```
document.write(typeof foo); // liefert function
foo();                      // wird ausgeführt
document.write(typeof bar); // liefert undefined
bar();                      // liefert fehler
function foo() {};          // Hoisting von Deklaration und Implementierung
var bar = function () {};   // Nur Hoisting der Deklaration
```

# Funktions-Deklarationen gemäß ECMAScript (1/5)

## Deklaration

Deklaration

```
function sum(a, b) {  
    return a + b;  
}
```

Aufruf

```
document.write(sum(40, 2));  
  
function sum(a, b) {  
    return a + b;  
}
```

# Funktions-Deklarationen gemäß ECMAScript (2/5)

## Anonyme Funktion / Funktions-Ausdruck

### Deklaration

```
// anonyme Funktion / Funktions-Ausdruck
let sum = function(a, b) {
  return a + b;
}
```

### Aufruf

```
let sum = function(a, b) {
  return a + b;
}

document.write(sum(40, 2));
```

# Funktions-Deklarationen gemäß ECMAScript (3/5)

## Anonyme Funktion / Funktions-Ausdruck

Deklaration

```
(function(a, b) {  
    return a + b;  
})();
```

Aufruf

```
document.write((function(a, b) {  
    return a + b;  
}))(40, 2));
```



# Funktions-Deklarationen gemäß ECMAScript (4/5)

## Konstruktor-Methode

```
let sum = new Function('a', 'b', 'return a + b');
```

### Aufruf

```
let sum = new Function('a', 'b', 'return a + b');  
document.write(sum(40, 2));
```

# Funktions-Deklarationen gemäß ECMAScript (5/5)

## Arrow Function (Lambda Äquivalent)

Deklaration

```
var sum = (a, b) => {  
  return a + b;  
}
```

Aufruf

```
var sum = (a, b) => {  
  return a + b;  
}  
  
document.write(sum(40, 2));
```

# Vorteile bei Arrow-Funktionen


- Nicht "überschreibbar", wenn `const` genutzt
- Scope der *this*-Referenz bezieht sich auf die Umgebende Funktion!

```
const sum = (a, b) => {  
  return a+b;  
}  
  
sum = (a, b) => {  
  return a*b;  
}  
  
document.write(sum(40, 2));
```

# Probleme bei Gültigkeitsbereichen

- Globale Variablen in Browsern können Konflikte mit anderen Modulen Verursachen (gleiche global Variable)
- Hoisting durch überlagern globaler Variablen vor der Initialisierung
- Hoisting bei Funktionen nur bei Funktions-Deklarationen
- Manche JavaScript Guidelines empfehlen alle `var`-Deklaration am Funktionsanfang
- ECMAScript 6 führte Non-Hoisting, 'let' mit Gültigkeitsbereichen, 'const' mit expliziten Gültigkeitsbereichen ein
- Manche Entwicklungsumgebungen lassen zwar kein `var` aber dafür aber `let` und `const` zu

# Type: number

- Es gibt nur ein Typ für Zahlen: *number*
- *number*-Variablen werden immer als 64-bit Floating Point gespeichert
- `NaN`, `Infinity` sind ebenfalls vom Typ *number*
- `1/0 == Infinity` ☐
- `Math.sqrt(-1) == NaN` ☐
- `(0,1 + 0.2) == 0.3`  Fließkommaarithmetik
- Bitweise Operatoren (`~`, `&`, `|`, `^`, `>>`, `<<`, `>>>`) sind 32Bit-Operationen!

# Type: string

- Variable Länge
- `+` ist Operator für Konkatination
- Zahlreiche hilfreiche Funktionen
  - `indexOf()`, `charAt()`, `match()`, `search()`, `replace()`, `toUpperCase()`, `toLowerCase()`, `slice()`, `substr()` etc.
  - `'foo'.toUpperCase() // F00`

# Type: boolean

- Entweder *true* oder *false*
- Werte werden entweder als wahr oder falsch interpretiert
- Falsch
  - `false`, `0`, `null`, `undefined`, `NaN`  
`Wahr
  - Alles was nicht falsch ist, alle Objekte, Nichtleere Strings, Zahlen ungleich Null (0), Funktionen etc.)

# Type: undefined und null

- `undefined` - kein Wert zugewiesen
- `null` - Gemäß ECMAScript Spezifikation: "null is a primitive value that represents the intentional absence of any object value."<sup>5</sup>
  - `typeof null // object`
  - `null` ist "falsch"
  - Beim Zugriff auf Null wird ein `TypeError` geworfen



# Type: function

- Hoisting bei "normalen" Deklarationen, können also vor Deklaration genutzt werden
- Können mit mehr oder weniger Argumenten als in der Deklaration aufgerufen werden
- Nicht spezifizierte Argumente haben den Wert *undefined*
- Liefern immer einen Wert zurück (*undefined*)

```
var foobar = function foobar(x) {  
    if (x <= 1) {  
        return 1;  
    }  
    return x * foobar(x-1);  
}  
document.write(typeof foobar == 'function'); // true  
document.write(foobar.name == 'foobar'); // true  
name == 'foobar';
```

# Type: object

- Ungeordnete Paare von Werte-Paaren (engl. name value pair): *Properties*
- `var foo = {}`
- `var bar = {name: "Heil", age: NaN, department: "Computer Science"};`
- `Zugriff über Property oder wie in einer Hash-Table
  - `bar.name` oder `bar["name"]`
  - `foo.name` ist *undefined*

# Properties können hinzugefügt und entfernt werden

Hinzufügen:

```
var foo = {};  
foo.Name = "Andreas"; // foo.Name liefert "Andreas"
```

Entfernen:

```
var foo = {name: "Andreas"};  
delete foo.Name; // foo hat nun keine Properties mehr
```

Enumerationen (via Object.keys):

```
Object.keys({name: "Andreas", age: NaN}) = ["name", "age"]
```

# Arrays

- `var arr = [1,2,3,4];`
- `typeof arr == 'object'`
- Können lückenhaft und polymorph sein
  - `arr[5] = "A. Heil"`
  - `[1, 2, 3, 4, , "A. Heil"]`
- Analog zu string eine Vielzahl an Methoden:
  - `push` , `pop` , `shift` , `unshift` , `sort` , `reverse` , `splice` etc.
- Kann Properties enthalten
  - `arr.Name = "Mein Array"` - Speichern von Werten in Properties
  - `arr.length = 0;` - Ups, was passiert da wohl?

# Date

- `var date = new Date();`
- Vom Typ *object*
- Speichert kein Datum, sondern Anzahl der Millisekunden seit Mitternacht 1. Januar, 1970 UTC
- Muss Zeitzonen in Betracht ziehen
- Keine gute Idee für feste Daten (z.B. Geburtstag)
- Zahlreiche Methoden zur Manipulation
  - ``date.valueOf() > 123459316314``
  - ``date.toISOString() > '2021-03-21T09:45:00.123Z'``
  - ``date.toLocaleString() > '21/3/2021, 09:45:00 AM'``

# RegEx

- `let re = /ab+c/i;` als Literal
- `let re = new RegExp('ab+c', 'i')` Konstruktor mit String-Pattern als erstes Argument
- `let re = new RegExp(/ab+c/, 'i')` Konstruktor Mit RegEx Literal als erstes Argument (ab ECMAScript 6)
- `exec()` und `test()`

# Exceptions

- Wird oft genutzt um Fehler im Programm zu behandeln
- Stoppt die Programmausführung mit einem Fehler
- Exceptions wandern den Stack hinauf, können mit `try/catch` behandelt werden

```
try {  
    funktionExistiertNicht();  
} catch (err) {  
    console.log("Fehler: Funktion existiert nicht", err.name, err.message);  
}
```

# Finally

- Exceptions könne mit `throw` geworfen werden

```
try {  
    throw "Fehler";  
} catch (errstr) { // err === "Fehler"  
    console.log('Exception: ', errstr)  
} finally {  
    // wird nach try/catch ausgeführt  
}
```



# JavaScript in HTML-Seiten einbetten

- Einbinden über dedizierte Datei:

```
<script type="text/javascript" src="foobar.js"></script>
```

- Inline

```
<head>  
<script>  
function foobar() {  
  ..  
}  
</script>  
</head>
```

# Selbstausführende Funktionen (1)

Bereits kennen gelernte Probleme:

- Globaler Scope für Variablen
- Herkömmliche Strukturen wie unten in großen Anwendungen irgendwann unübersichtlich

```
var foo = 'Hello';  
var bar = 'World!';  
  
function baz(){  
    return foo + ' ' + bar;  
}  
  
alert(baz());
```

# Selbstausführende Funktionen (2)

- Anonyme Funktion
- Scope von darin deklarierten Variablen ausschließlich innerhalb der anonymen Funktion

```
(function(){  
    // Scope innerhalb der anonym. Funktion  
})
```

# Selbstaufführende Funktionen (3)

Funktion wird durch `()` direkt ausgeführt

```
(function(){  
    // Scope innerhalb der anonym. Funktion  
})();
```

Kurzform

```
!function(){  
    // Code  
}
```

# Selbstausführende Funktionen (4)

Die letzten drei Zeilen liefern Exceptions, da nichts außerhalb der anonymen Funktion zugänglich ist.

```
(function(){  
    var foo = 'Hello';  
    var bar = 'World!'  
  
    function baz(){  
        return foo + ' ' + bar;  
    }  
})();  
  
console.log(foo);  
console.log(bar);  
console.log(baz());
```

# Referenzen