Web-basierte Systeme

05: Browser Schnittstellen

Wintersemester 2024

Rüdiger Kapitza

Lehrstuhl für Informatik 4
Systemsoftware

Friedrich-Alexander-Universität
Technische Fakultät

Browser Schnittstellen

Vorläufiger Vorlesungsplan

16. Oktober	Einführung und Darstellung von Webseiten
23. Oktober	HTML und CSS
30. Oktober	Hypertext Transfer Protocol
6. November	**Browser Schnittstellen**
13. November	Kommunikationsschnittstellen im Browser
20. November	WebAssembly
27. November	Architektur moderner Browser
4. Dezember	Clientseitige Architekturmuster und serverseitige Implementierung von Web-basierten Systemen
11. Dezember	Vorbereitung Papieranalyse
8. Januar	Papieranalyse
15. Januar	Lastverteilung durch Zwischenspeicher
22. Januar	Web3
29. Januar	Aspekte von Web Sicherheit
5. Februar	Zusammenfassung und Ausblick

Browser Schnittstellen

Zielsetzung der Lerneinheit

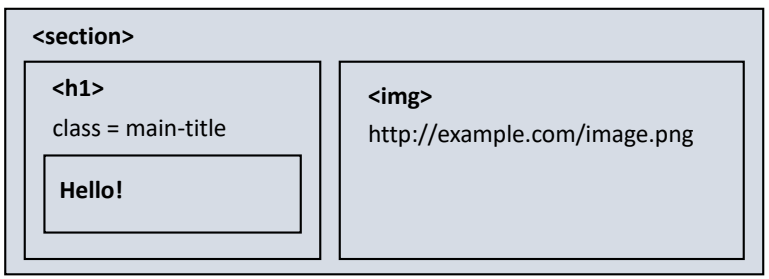
- Verständnis dafür wie innerhalb eines Browsers eine Webseite dynamische erzeugt und modifiziert werden kann
- Basiswissen Cookies und anderen Mechanismen zur Datenablage auf Seite des Browsers
- Grundlagen wie Webanwendungen zwischen Browser und Server kommunizieren können

Document Object Model

Document Object Model

JavaScript-Schnittstelle zur Manipulation von HTML-Dokumenten

- HTML-Seiten werden als baumartige Struktur aus JavaScript-Objekten repräsentiert
  - Document Object Model (DOM)
- Mittels JavaScript kann man in HTML-Dokumenten suchen und sie modifizieren
- Zugriff erfolgt über das global verfügbare `window.document`



Document Object Model

Dokument Struktur

- Die DOM-Struktur folgt dem Aufbau eines HTML-Dokuments
  - `window.document.head`
  - `window.document.body`
- DOM-Objekte haben eine Vielzahl von Eigenschaften (~250)
- Diese Objekte/DOM-Knoten haben eine gemeinsame Menge von Eigenschaften und Funktionen

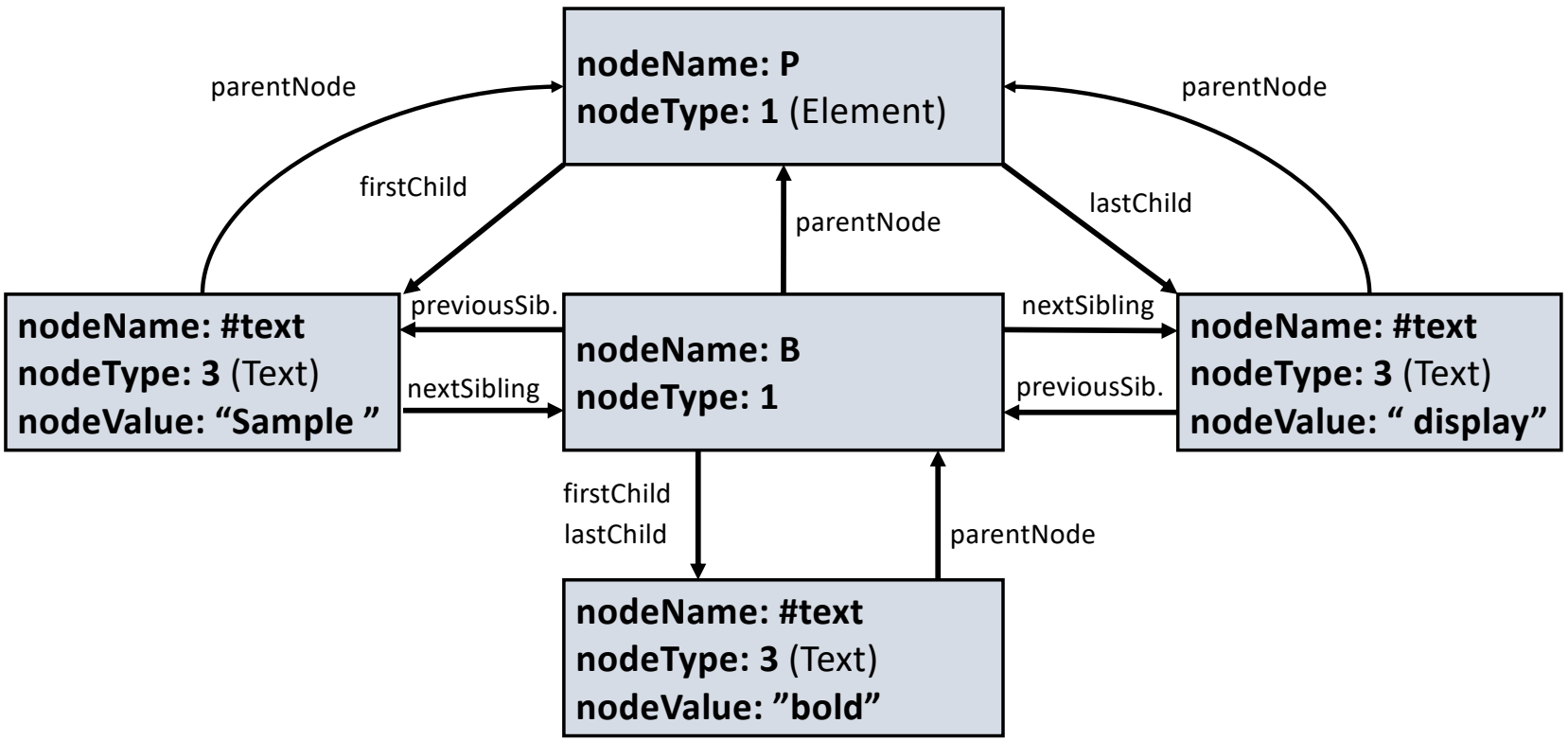
Document Object Model

Dokument Struktur

- Identifikation von Elementen
  - `nodeName` – Attribut bestimmt den Typ z.B. `P`, `DIV` oder `#text`
- Es gibt Hilfen zur Navigation
  - Bspw.: `parentNode`, `nextSibling`, `perviousSibling`, `firstChild` und `lastChild`
- Methoden um Attribute zu lesen und zu modifizieren
  - Z.B.: `getAttribute` und `setAttribute` usw.

Navigation im DOM

```
1  <p>Sample <b>bold</b> display</p>
```



Document Object Model

Navigation im DOM

- Man kann durch den DOM Schritt für Schritt navigieren:

```
element =
    document.body.firstChild.nextSibling.firstChild;
    element.setAttribute(...
```

- Besser ist aber ein direkter Zugriff bspw. über ids:
  - HTML: `<div id=div42>...</div>`

```
element = document.getElementById("div42");
    element.setAttribute(...
```

- Oder mittels `getElementsByClassName()` für CCS Klassen, `getElementsByTagName()`, usw.

```
  document.body.firstChild.querySelectorAll("p")
```

Document Object Model

Weitere Standardmethoden des DOM

- `textContent` - Text eines Knotens und der Untergeordneten
  - Für das P-Tag wäre dies: `"Sample bold display"`
- `innerHTML` - HTML der untergeordneten Konten
  - `"Sample <b>bold</b> display"`
- `outerHTML` - HTML der unterge. Konten, sowie das aktuelle Element
  - `"<p>Sample <b>bold</b> display</p>"`
- `getAttribute()/setAttribute()` - Lesen und setzen eines Attributes

Document Object Model

Veränderungen am DOM

- Ändern des Inhalts eines Elements
  - `element.innerHTML = "This text is <i>important</i>";`
  - Verändert den Inhalt des Tags aber erhält die Attribute
- Ändern des Textinhalts eines Elements
  - `element.textContent = "This text is important";`
  - Verändert den Inhalt des Tags aber nur als Text
- Verändern eines Attributes z.B. `src` eines `img`-Tag:
  - `img.src="newImage.jpg";`

Document Object Model

Zusammenspiel zwischen DOM und CSS

- Man kann bspw. die CSS class eines Elements verändern
  - `element.className = "active";`
- Veränderung der Sichtbarkeit von Elementen
  - Unsichtbar: `element.style.display = "none";`
  - Sichtbar: `element.style.display = "";`

  Effektiver als Elemente zu entfernen & wieder einzufügen.
- Auch direkte Veränderungen von Style-Anweisungen sind möglich (wenn man das *wirklich* will ;-)
  - element.style.backgroundColor = "#ffoooo ";
- Auch Anfragen an den DOM mittels CSS-Selektoren sind unterstützt
  - `document.querySelector()` (depth-first) und `document.querySelectorAll()`

```
1  var matches = document.querySelectorAll("p");
```

Document Object Model

Verändern des DOM durch neue Knoten

- Erzeugen eines neuen Knotens
  - `element = document.createElement("P");`
  - `element = document.createTextNode("My Text");`
- Hinzufügen eines Knotens
  - `parent.appendChild(element);`
  - `parent.insertBefore(element, sibling);`
- Alternative: Klonen eines Knotens via `cloneNode()`
- Entfernen eines Knotens: `node.removeChild(oldNode);`
- Ersetzen von Inhalten mittels überschreiben von `innerHTML` ist jedoch oft einfacher und effizienter

Document Object Model

Weitere Funktionen

- Umleitung auf eine neue Seite
  - `window.location.href ="newPage.html";`
  - Kann zum unmittelbaren Wechsel & Abbruch des Skripts führen

- Einfache Wege um aus einem Skript heraus mit dem Benutzer zu interagieren:
  - `console.log("Reached point A");`
  - `alert("Wow!"); confirm("OK?"); // Popup dialog`

Ereignisbehandlung

Ereignisbehandlung

Interaktion zwischen DOM und JavaScript mittels Ereignissen

- Mausbewegung, Click, Betreten und Verlassen eines HTML-Elements
- Tastaturbezogene Ereignisse (drücken, halten und loslassen)
- Änderungen an Eingabefeldern & das Absenden eines Formulars
- Zeitbezogene Ereignisse
- Weitere Ereignisse
  - Inhalt eines Elements hat sich verändert
  - Seite oder Bilder sind erfolgreich geladen
  - Ausnahmefehler
- Hintergrundaktivitäten

Ereignisbehandlung

Behandlung von Ereignissen

- Im Prinzip muss eine Behandlungsroutine drei Dinge ermitteln:
  1. Um welches Ereignis handelt es sich?
  2. Wo ist das Ereignis aufgetreten?
  3. Was ist nun zu tun?

- Variante 1: Direkt im Dokument

```
1  <div onclick="gotMouseClick('id42'); gotMouse=true;">
       ...</div>
```

- Variante 2: Über ein Skript verankert im DOM

```
1  element.onclick = mouseClick;
2  // or
3  element.addEventListener("click", mouseClick);
```

Ereignisbehandlung

Behandlung von Ereignissen

- Ereignisbehandlungsroutinen erhalten ein `Event`-Objekt
  - Typischerweise abgeleitet – bspw. `MouseEvent` oder `KeyboardEvent`
- Basiseigenschaften eines Ereignisses:
  - `type` - Name des Ereignis
    - Bspw.: `'click'`, `'mouseDown'` und `'keyUP'`
  - `timeStamp` - Zeitpunkt der Erzeugung des Ereignis
  - `currentTarget` - Element an das die Ereignisbehandlungsroutine gebunden ist
  - `target` - Element welches das Ereignis ausgelöst hat

Ereignisbehandlung

Behandlung von Ereignissen

- Das Ereignis wird als erster Parameter übergeben

```
1  function mouseClick(event){
2    console.log(event.timeStamp);
3  }
4  document.getElementById("mybutton").onclick=mouseClick;
```

Ereignisbehandlung

Maus- und Tastaturereignisse

- `MouseEvent`
  - `button` - Maustastendruck
  - `pageX` und `pageY` - Position der Maus relativ zur oberen linken Ecke des Dokuments
  - `screenX` und `screenY` - Position der Maus relativ zur oberen linken Ecke des Bildschirms

- `KeyboardEvent`
  - `key` - Unicode der gedrückten Taste

Ereignisbehandlung

Aufrufabfolge von Ereignisbehandlungsroutinen

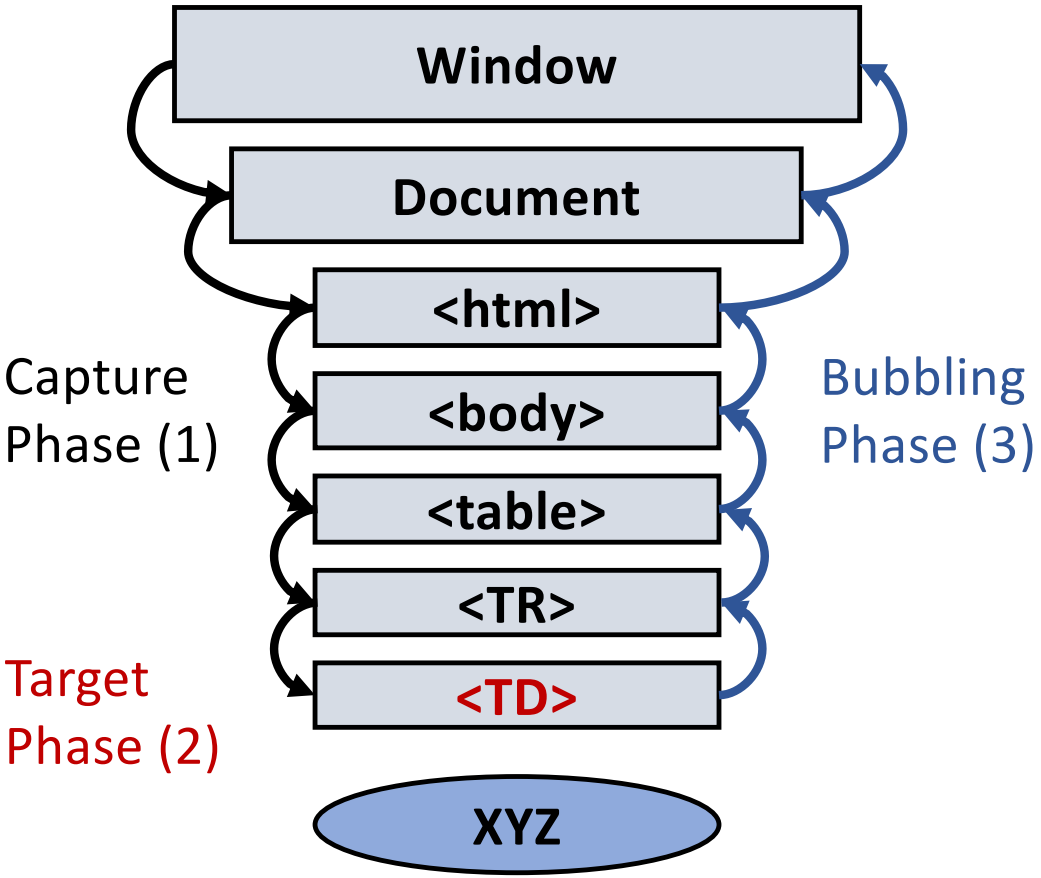
- Es gibt Situationen in denen Elemente überlappen
- Angenommen ein Benutzer klicket auf das "xyz "

```
1 <body>
2  <table>
3    <tr>
4      <td>xyz</td>
5    </tr>
6  </table>
7 </body>
```

- Wenn Ereignisbehandlungsroutinen für `td`, `tr`, `table` und `body` registriert sind, welche werden aufgerufen?
  - Manchmal soll nur das innerste Element den Aufruf annehmen...
  - ... machmal wäre aber das Gegenteil sinnvoll.

Ereignisbehandlung

Verarbeitungsablauf



Ereignisbehandlung

Verarbeitungsablauf

- **Capture** Phase
  - Es wird von dem obersten Element abgestiegen, bis zum Auslöser
  - Zur Registrierung:

```
1 element.addEventListener(eventType,handler,true);
```

- **Target** Phase
- **Bubbling** Phase
  - Es wird von unten nach oben aufgestiegen
  - Zur Registrierung:

```
1 element.addEventListener(eventType,handler,false);
```

- Jede Ereignisbehandlungsroutine kann auf dem Weg die weitere Behandlung unterbrechen: `event.stopPropagation();`
- Die meisten Ereignisbehandlungsroutinen werden in aufsteigender Reihenfolge aufgerufen

Ereignisbehandlung

Timer – nützlich für Animationen und regelmäßiges Aktualisieren

- Zeitverzögerter Aufruf einer Funktion (5s)

```
1  token = setTimeout(myFunc, 5*1000);
```

- Periodischer Aufruf

```
1  token = setInterval(myfunc, 50);
```

- Abbrechen eines Timers: `clearInterval(token);`

Ereignisbehandlung

Nebenläufigkeit

- Ereignisse werden sequentiell verarbeitet
- Ereignisse konkurrieren nicht mit anderen Skripten
  - *Run to completion*-Semantik und kein multi-threading!
- Relativ einfaches Model
- Hintergrundaktivitäten schwieriger zu realisieren
  - Lösung: Web workers

Ereignisbehandlung

Web workers

- Entspricht einem im Hintergrund ausgeführten Skript
- Im Vordergrund können weiterhin Ereignisse bearbeitet werden
- Code welcher per Web worker ausgeführt werden soll wird in einer separaten Datei abgelegt.
- Beispiel (`demo_workers.js`):

```
1  var i = 0;
2  function timedCount() {
3      i = i + 1;
4      postMessage(i);
5      setTimeout("timedCount()",500);
6  }
7  timedCount();
```

Ereignisbehandlung

Web workers

- `postMessage()` wird verwendet, um Informationen zurück in die Webseite zu schicken

```
1    w = new Worker("demo_workers.js");
2    w.onmessage = function(event){
3    document.getElementById("result").innerHTML =
         event.data;
4    };
```

- Web workers werden separat ausgeführt und haben keinen Zugriff auf Objekte wie `window`, `document` oder das `parent`-Objekt
- `w.terminate()` zum beenden eines workers

Ereignisbehandlung

Eigenheiten der Ereignisbasierten-Programmierung

- Code wird nur durch Ereignisse aufgerufen
- Behandlungsroutinen dürfen nicht lange laufen, da die Applikation währenddessen blockiert
- Feingranulare Programmierung durch viele kurze Behandlungsroutinen
- Als Ergänzung verwenden von Timern und Web workers
- Zusätzlich gibt es noch Service Worker welche als lokaler Proxy eingesetzt werden können
  - Beispielsweise für die intelligente Zwischenlagerung von Daten

Datenhaltung im Browser

Ablegen von Daten im Browser

- Ursprünglich nur *Cookies* als Mechanismus verfügbar
  - Primärer Zweck ist die Wiedererkennung von Nutzern bzw. etablieren einer Sitzung
- Mittlerweile gibt es Alternativen zum Verwalten von Daten
  - *Web Storage* und seine Ausprägungen: *Local* und *Session Storage*
  - *Cache Storage*
    - Fokus auf Offline-Anwendungen und bisher noch eher experimentell im Kontext der *Service Worker*-Schnittstelle
  - *IndexedDB*[1]
    - Transaktionale Datenbank – verwaltet JavaScript-basierte Objekte
    - Flexibler und schneller Zugriff auf Größere Datenmengen

[1] `https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/IndexedDB_API`

Datenhaltung im Browser

Wiedererkennung von Nutzern

- HTTP-Anfragen beinhalten in Reinform kaum Informationen zur eindeutigen Identifikation eines Nutzer
  - Nutzer müssen aber im Rahmen von Sitzungen wiedererkannt werden
- Lösung zusätzliche Informationen die den Benutzer identifizieren
  - Information muss schwierig zu raten bzw. schwer fälschbar sein
- *Frühe* Lösung: Cookies
  - Information die von Webserver gesetzt wird und dann in jeder Anfrage des Nutzers enthalten ist

Weiter Verwendungszwecke von Cookies

- Personalisierung und Tracking (!)

Datenhaltung im Browser

Verwendung von Cookies

- Webserver können Cookies in ihre HTTP Antwort einfügen

```
1 HTTP/1.0 200 OK
2 Content-type: text/html
3 Set-Cookie: yummy_cookie=choco
4 Set-Cookie: tasty_cookie=strawberry
5
6 [page content]
```

- Diese Information wird nun in allen folgenden Anfragen des Nutzers mittels des `Cookie`-Header übernommen

```
1 GET /sample_page.html HTTP/1.1
2 Host: www.example.org
3 Cookie: yummy_cookie=choco; tasty_cookie=strawberry
```

Datenhaltung im Browser

Rahmenbedingungen von Cookies

- Cookies werden nur innerhalb der erzeugenden Domäne vermittelt
  - Rechner, Portnummer und evtl. URL-Anteil
- Cookies haben ein typischerweise ein Verfallsdatum und können durch den Browser gelöscht werden
- Weitere Limitationen
  - Cookies können meist nicht größer werden als 4KB
  - Anzahl der zulässigen Cookies ist beschränkt (bspw. max. 50)

Datenhaltung im Browser

Cookies als browser-seitiger Speicher?

- Eher kritisch zu sehen!
- Benutzer haben volle Kontrolle über Cookies
  - D.h. modifizieren, löschen, erzeugen und verlieren von Cookies
- Nutzer sind auch eher skeptisch gegenüber Cookies eingestellt
  - Vielfache Verwendung von Cookies zum Tracking
  - *Do Not Track* header und entsprechende Hinweise auf Datenschutzrichtlinien sollen die Situation verbessern
- Fazit: Als Speicher für Daten auf Browserseite mittelmäßig geeignet aber sinnvoll/notwendig zur Etablierung von Sitzungen

Datenhaltung im Browser

Verwendung von Cookies zur Sitzungsverwaltung

- Frühe Rahmenwerke stellten eine einfache Schnittstelle bereit, um Sitzungsdaten als Cookies zu übermitteln
  - Bsp. auf Server-Seite: `session[:user_id] = "mendel"`
  - Abgelegt Information wird automatisch in alle folgenden Antworten/Anfragen eingefügt
  - Eingefügte Daten werden auf Server-Seite automatisch genutzt um Sitzungsdaten zu ermitteln
  - Falls kein Cookie gefunden wird – einfach neuen anlegen – entspricht einer neuen Sitzung
- Nach Abarbeitung einer Anfrage müssen jedoch die Sitzungsdaten abgelegt werden. (Wo?)

Datenhaltung im Browser

Sicherheit von Cookies

- Da Cookies in jeglicher Form auf Benutzerseite modifiziert werden können ist Vorsicht angebracht!
- Bspw. verschlüsseln der Daten
  - Vertraulichkeit und Integrität werden geschützt
  - Löschen immer noch möglich!
- Alternative nur eine Referenz als Cookie
  - `Set-Cookie: session=0x4127fd6a; Expires=Mon, 07 May 2018 11:18:14 GMT`
  - Weniger Transfer aber dennoch kryptographische Prüfsumme oder Ähnliches nötig

Datenhaltung im Browser

Sicherheit von Cookies

- Im Prinzip können Cookies auch im Browser durch Skripte erzeugt und modifiziert werden via `Document.cookie`

```
1  document.cookie = "yummy_cookie=choco";
2  document.cookie = "tasty_cookie=strawberry";
```

- Nicht alle Cookies sind in Skripten zugänglich
  - Durch `HttpOnly` kann der Zugriff verwehrt werden
- Über `Secure` kann man erzwingen das Cookies nur über eine verschlüsselte Verbindung übertragen werden
- Cookies hatten und haben viele Probleme (Cross-site scripting (XSS) und Cross-site request forgery (CSRF))
- Tracking vor allem über *third-party cookies*

Datenhaltung im Browser

Web Storage

- `sessionStorage` – Sitzungsspeicher gekoppelt an die Laufzeit eines Fensters/Tabs
- `localStorage` – Langzeitspeicher per Domäne
  - Lagerung über Sitzungen hinweg
- Zugriff über `window.sessionStorage` bzw. `window.localStorage`
- Modifikation erfolgt über eine key/value Schnittstelle

```
1 localStorage.colorSetting = a4509b;
2 localStorage['colorSetting'] = '#a4509b';
3 localStorage.setItem('colorSetting', '#a4509b');
```

- Über Änderungen am Speicher kann man sich via `StorageEvent` informieren lassen
- Speicherplatz ist typischerweise limitiert auf 10MB

Zusammenfassung

- Mittels des DOM können Webseiten vielfältig verändert werden
- Ereignisbasierte Programmierung erfordert die feingranulare Aufteilung in einzelne Teilaufgaben bzw. Skripten
- Ereignisse werden sequentiell abgearbeitet
  - Vorteil: Einfach zu programmieren
  - Nachteil: Geringe Nebenläufigkeit
  - Alternative für rechenintensive Aufgaben: Web worker
- Daten können auf Browserseite abgelegt werden
  - Cookies bisherige Standardlösung mit verschiedenen Nachteilen
  - Mit Web storage und anderen Lösungen neue Möglichkeiten und sukzessive Ausrichtung auf komplexe Anwendungen
    - Auch wichtig für Offline-Anwendungen