

## Vorlesung



University of Applied Sciences

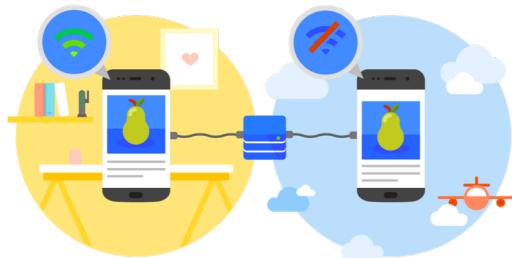


Image: © Google

# Web-Technologien

Progressive Web Apps (PWA)

Client-seitiger Zustand (Web Storage)

Asynchrone Programmierung und Unittesting für HTML

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

1



University of Applied Sciences



### Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke

Praktische Informatik und  
betriebliche Informationssysteme

- Raum: 17-0-10
- Tel.: 0451 300 5549
- Email: [nane.kratzke@fh-luebeck.de](mailto:nane.kratzke@fh-luebeck.de)
- Sprechzeiten: Mi. 14:00 bis 16:00  
(nach Mail-Voranmeldung, oder jederzeit mit Termin)

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

2

## Bei Ihnen entstand(en) folgende Frage(n)



University of Applied Sciences

„Und zwar geht es darum, welche Möglichkeiten es gibt [...] **Daten** (z.B. Spielstände) **lokal zu speichern** – am besten auch über einen Browserneustart hinweg – und andererseits die **ganze Webapplikation im Cache zu speichern, so dass sie auch offline verfügbar ist.**“

1. Wie kann mit Dart **asynchrone** Programmierung realisiert werden ?
2. Wie kann in Dart die **GUI getestet** werden?

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

3

## Bei Ihnen entstand(en) folgende Frage(n)

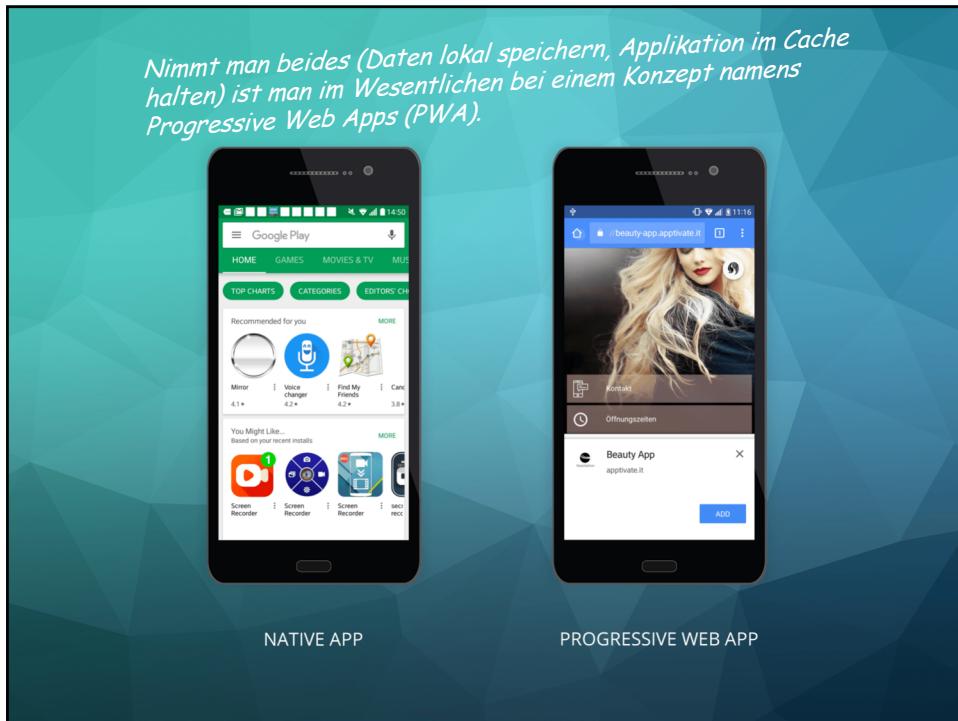


University of Applied Sciences

„Und zwar geht es darum, welche Möglichkeiten es gibt [...] **Daten** (z.B. Spielstände) **lokal zu speichern** – am besten auch über einen Browserneustart hinweg – und andererseits die **ganze Webapplikation im Cache zu speichern, so dass sie auch offline verfügbar ist.**“

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

4



## Progressive Web Apps (PWA)



University of Applied Sciences

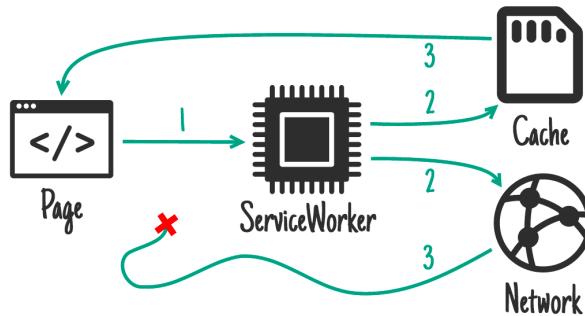
Eine der  
bekannteren  
PWA dürfte  
der Telegram  
Messenger  
sein.



PWA sind Plattform-unabhängige Web Applikationen, die eine vergleichbare User Experience wie native Applikationen bieten (sollen).

- **Discoverable** PWA werden im WWW bereitgestellt und sind damit für Suchmaschinen zugänglich.
- **Installable** PWA können wie andere Applikationen mittels Homescreen Icons versehen und „installiert“ werden.
- **Linkable** PWA können wie Webseiten verlinkt werden.
- **Network independent** PWA benötigen keine (permanente) Netzwerkverbindung.
- **Progressive** PWA sollten sich auf modernen Browsern wie native Applikationen anfüllen, aber auf älteren Browsern wie Webseiten zu bedienen sein.
- **Re-engageable** Native Plattformen ermöglichen es Nutzer mittels Updates oder Nachrichten zu „aktivieren“. Web Notifications und Push APIs ermöglichen ein vergleichbares Erlebnis für PWA.
- **Responsive** PWA unterstützen Desktop, Mobile, Tablet, und mehr.
- **Safe** Die Web Infrastruktur bietet sichere Bereitstellungs- und Updatemöglichkeiten (HTTPS).

## Client-seitiges Web Caching



Idee: Bei wiederholter Benutzung einer Seite wird diese aus dem lokalen Cache geladen und ist daher viel schneller geladen.

## Möglichkeiten State Client-seitig zu speichern

*Key-Value bis ca. 5 MB*

*Quelle: https://developers.google.com/web/fundamentals/instant-and-offline/web-storage/*

*http://caniuse.com 18.05.2018*

API	Data Model	Persistence	Browser Support	Transactions	Sync/Async
File system	Byte stream	device	52%	No	Async
Local Storage	key/value	device	93%	No	Sync
Session Storage	key/value	session	93%	No	Sync
Cookies	structured	device	100%	No	Sync
WebSQL	structured	device	77%	Yes	Async
Cache	key/value	device	60%	No	Async
IndexedDB	hybrid	device	83%	Yes	Async

*Text bis ca. 4KB*

*Relationale DB (beliebige Größe)*

*Key-Value-Store (beliebige Größe)*

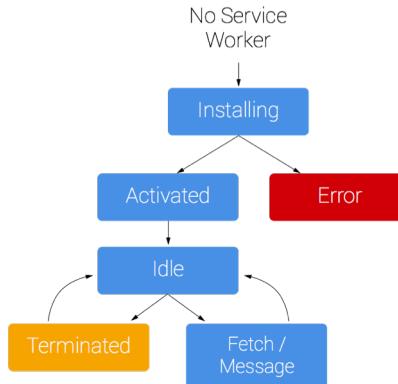
*Service Worker, PWA*

## Service Workers in a Nutshell



University of Applied Sciences

- Die Service Worker API dient zum Client-seitigen Cachen von statischen Assets (CSS, HTML, JavaScript, etc.) einer Seite.
- Seiten können mittels eines Service Workers Caching-Strategien definieren (und nicht zentral der Browser) und auf den Anwendungsfall der Seite abstimmen.
- Wenn alle registrierten Assets gecacht werden konnten, wird die Installation erfolgreich beendet.
- Wenn ein Asset nicht gecacht werden konnte (z.B. wegen Netzwerkproblemen) scheitert die Installation (wird aber beim nächsten Ladeversuch wiederholt).
- Installierte Service Worker überwachen alle Zugriffe und versuchen Zugriffe auf gecachte Assets aus dem Cache bereitzustellen und so zeitintensive Netzzugriffe zu vermeiden.
- Interessanter Nebeneffekt:** Werden alle Assets einer Seite „gecached“ kann die Seite sogar offline genutzt werden (da keine Netzzugriffe erforderlich werden).

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

9

## Client-seitiges Web Caching



University of Applied Sciences

„Cache bezeichnet [...] einen schnellen Puffer-Speicher, der Zugriffe auf ein langsames Hintergrundmedium [...] reduziert. Daten, die bereits geladen wurden, verbleiben im Cache, so dass sie bei späterem Bedarf schneller [...] abgerufen werden können. Auch Daten, die vermutlich bald benötigt werden, können vorab vom Hintergrundmedium abgerufen und im Cache bereitgestellt werden (read-ahead).“

*Wikipedia: <https://de.wikipedia.org/wiki/Cache>*

„There are only two hard things in computer science: cache invalidation, naming things, and off-by-one errors.“

*Phil Karlton, Netscape (nach Martin Fowler)*

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

10

## Caching Strategien für Service Worker

Aus dem „Offline Cookbook“

FACH HOCHSCHULE LÜBECK  
University of Applied Sciences

**On network response pattern**

```

graph LR
    Page[Page] -- 1 --> SW[ServiceWorker]
    SW -- 2 --> Network((Network))
    Network -- 3 --> SW
    SW --> Page
  
```

**Stale-while-revalidate pattern**

```

graph LR
    Page[Page] -- 1 --> SW[ServiceWorker]
    SW -- 2 --> Cache[Cache]
    Cache -- 3 --> Page
    SW -- 4 --> Network((Network))
    Network --> SW
  
```

**Cache-only pattern**

```

graph LR
    Page[Page] -- 1 --> SW[ServiceWorker]
    SW -- 2 --> Cache[Cache]
    Cache -- 3 --> Page
  
```

**Cache-then-network pattern**

```

graph LR
    Page[Page] -- 1 --> SW[ServiceWorker]
    SW -- 2 --> Cache[Cache]
    Cache -- 3 --> SW
    SW -- 4 --> Network((Network))
    Network --> SW
    SW --> Page
  
```

Und viele mehr ... (insgesamt können sie jeweils 8 Store and Serving Pattern kombinieren, ergibt also insgesamt 64 Caching Strategien).

Siehe: <https://developers.google.com/web/fundamentals/instant-and-offline/offline-cookbook/>

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

## Progressive Web Apps

Mit Dart

Die Bibliothek PWA kann hier Entscheidungen für sie abnehmen, die für viele Anwendungsfälle funktionieren.

### Progressive Web Apps

- **Bestimmen** der zu cachenden **statischen Assets**, die für die Offline Benutzung erforderlich sind.
- **Erstellen** und **Registrieren** eines Service Workers, der diesen Cache aufbaut (**pre-population**).
- Sicherstellen, dass der Service Worker **Änderungen** (Updates) an den statischen Assets erkennt und neue Versionen im Cache platziert (**updating**).

Nutzen der Bibliothek PWA. Ergänzen Sie die Bibliothek einfach in ihrer pubspec.yaml.

```
dependencies:
  pwa: ">=0.1.0 <0.2.0"
```

Importieren der Bibliothek PWA und anlegen des Service Workers, weitere Details hier:  
<https://pub.dartlang.org/packages/pwa>

```
import 'package:pwa/client.dart' as pwa;
main() {
  new pwa.Client();
}
```

Mittels dieses Befehls (Kommandozeile) scannt PWA das Repository nach zu cachenden Assets für eine Offline Benutzung. Ändert sich die Menge dieser Assets, muss dieser Befehl erneut aufgerufen werden!

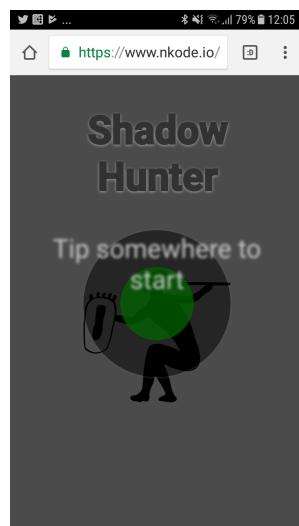
```
> pub run pwa
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

## Den Effekt sehen Sie hier:



University of Applied Sciences



1. Laden Sie das Spiel ganz gewöhnlich in ihren Mobile-Browser (Chrome for Android, iOS)
2. Schalten Sie den Flugmodus in ihrem Smartphone an.
3. Laden Sie das Spiel erneut in Ihrem Mobile-Browser (das Spiel sollte nun laufen und der Browser sie nicht auf eine fehlende Internet-Verbindung hinweisen)



<https://github.com/nkratzke/dartmotion>

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

13

## Einschränkungen:



University of Applied Sciences

- Service Worker funktionieren nur mit **HTTPS**
  - Um sicherzustellen, dass die statischen Assets auch (unverändert durch Dritte) von der Quelle stammen von der sie abgerufen werden.
  - In Github Pages können Sie sehr einfach HTTPS aktivieren.
- Service Worker funktionieren nicht mit den Inkognito Modes von Browsern
  - aus offensichtlichen Gründen
  - Der Cacheinhalt würde ja (Teile) des Browserverlaufs offenlegen
  - *Das gilt auch für die folgenden Möglichkeiten Storage client-seitig zu speichern.*



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

14

Bei Ihnen entstand(en) folgende Frage(n)



FACH  
HOCHSCHULE  
LÜBECK

University of Applied Sciences

„Und zwar geht es darum, welche Möglichkeiten es gibt [...] Daten (z.B. Spielstände) lokal zu speichern – am besten auch über einen Browserneustart hinweg – und andererseits die ganze Webapplikation im Cache zu speichern, so dass sie auch offline verfügbar ist.“

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

15

Web Storage API



FACH  
HOCHSCHULE  
LÜBECK

University of Applied Sciences

- Local Storage ist ein Konzept vergleichbar mit dem „betagten“ Konzept der Cookies.
- Jedoch werden lokal (d.h. client-seitig) nicht einfach nur Zeichenketten gespeichert sondern Key-Value-Paare (String -> String).
- Ferner wird der Local Storage nicht an Server übermittelt (anders als Cookies).
- Zwei Ausprägungsarten:
  - **localStorage:** Daten werden dauerhaft persistent gehalten. Sie überdauern damit auch das Schließen eines Browser Windows/Tabs.
  - **sessionStorage:** Daten werden für die Dauer einer Session (d.h. solange das Browser Window/Tab geöffnet ist) gespeichert.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

16

## Web Storage mit Dart



University of Applied Sciences

```
// Web storage
// - window.localStorage (data will never be deleted and stored "forever")
// - window.sessionStorage (data will be deleted when the page is closed)
// - Both kinds of storage are simply a key value map Map<String, String>
//
Storage local = window.localStorage;
Storage session = window.sessionStorage;
```

Sowohl session als auch local sind Maps des Typs Map<String, String> und können wie folgt lesend und schreibend genutzt werden.

```
Element output = querySelector('#output');
Storage storage = window.localStorage;

storage['highscore'] = '2048'; // Achtung nur Zeichenketten !!

output.append(
    new Element.div()..innerHTML = "Highscore: ${storage['highscore']}"
);
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

17

## Web Storage mit Dart und JSON Encoding und Decoding



University of Applied Sciences

Da es „lästig“ ist, komplexere Zustandsstrukturen immer als einzelne Key-Value-Paare zu speichern und String encodings und decodings vorzunehmen, kann man einen State auch als komplexere Key-Value-Map halten und sich des JSON Encodings und Decodings bedienen.

```
import 'dart:convert';

Element output = querySelector('#output');
Storage storage = window.localStorage;

storage['game'] = JSON.encode({
  'name': 'Max Mustermann',
  'scores': [2048, 64, 128, 512, 32, 16, 4096, 64]
});

final state = JSON.decode(storage['game']);

state['scores'].add(32716); // Yeah, new highscore !!!
state['scores'].sort();

final welcome = new Element.div()..innerHTML = "Welcome: ${state['name']}";
final score = new Element.div()..innerHTML = "Highscore: ${state['scores'].last}";

output.append(welcome);
output.append(score);
```

Diese Strukturen können beliebig komplex und tief geschachtelt sein. Alle Schlüssel müssen Strings sein, alle Werte müssen JSON encodable sein (selbst geschriebene Klassen müssen die toJson() Methode implementieren).

Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

18

### Bei Ihnen entstand(en) folgende Frage(n)



University of Applied Sciences

1. *Wie kann mit Dart asynchrone Programmierung realisiert werden ?*
2. *Wie kann in Dart die GUI getestet werden?*

**Antwort:** Vermutlich programmieren sie bereits asynchron. Dart ist (client-seitig) per se schon asynchron in weiten Teilen realisiert.

**Beispiel:** Alle DOM-Tree Events werden zum Beispiel in Form von Streams asynchron verarbeitet (ohne dass sie sich darüber bislang explizit Gedanken gemacht haben).

I/O Funktionen (z.B. `http.get()`) sind meist auch **asynchron** definiert (lange Ladezeiten).

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

19

### Asynchron programmieren



University of Applied Sciences

Dart führt (wie jede andere imperative Programmiersprache auch) Anweisungen sequentiell aus. Die sequentielle Ausführung lassen sich mit Kontrollstrukturen (Schleifen, Bedingte Anweisungen, etc.) „umlenken“, jedoch werden immer zwei Anweisungen hintereinander ausgeführt und grundsätzlich existiert nur ein Ausführungsthread.

Insbesondere in der Webprogrammierung bedeutet sequentielle Ausführung von Anweisungen häufig „stockende Reaktionen“ auf Benutzerinteraktionen, da der Ausführungsthread gerade „anderes zu tun hat“.

Asynchrone Programmierung bedeutet diese sequentielle Anweisungsabfolge zu durchbrechen und Anweisungen bspw. nur dann auszuführen, wenn Ereignisse eingetreten sind.

Dart sieht hierzu u.a. folgende Konzepte vor:

#### Streams



Alle DOM-Tree Events sind nichts weitere als Streams.

#### Futures



async / await

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

20

## Futures

„Eine Future [...] bezeichnet in der Programmierung einen Platzhalter [...] für ein Ergebnis, das noch nicht bekannt ist, meist weil seine Berechnung noch nicht abgeschlossen ist.“

Eine Future ist meist das Ergebnis eines asynchronen Aufrufs einer Funktion oder einer Methode und kann verwendet werden, um auf das Ergebnis zuzugreifen, sobald es verfügbar ist. [...] Das Konzept der Futures wurde 1977 [...] von Henry G. Baker und Carl Hewitt vorgestellt.“

**Quelle:** Wikipedia, Future (Programmierung)



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

21

## await / async seit Dart 1.9 (Teil I)

Seit Dart 1.9 sind die Schlüsselworte **async** und **await** hinzugekommen. Diese vereinfachen es Methoden mit langer Laufzeit asynchron zu definieren und auf Methodenergebnisse asynchroner Methoden zu warten.

```
// Eine klassische synchrone Methode.
num fibo(num n) {
    if (n == 0) return 0;
    if (n == 1) return 1;
    return fibo(n-1) + fibo(n-2);
}
```

```
// Asynchrone Variante (async/await)
Future<num> fib (num n) async {
    if (n == 0) return 0;
    if (n == 1) return 1;
    return await fib(n-1) + await fib(n-2);
}
```

```
// Klassischer synchroner Aufruf
int n = fibo(10);
```

Es bleibt damit manchmal das Problem auf in der Zukunft liegende Ereignisse (z.B. das Lesen einer Datei von einem Server) warten zu müssen. Hierfür sieht Dart die Schlüsselwörter **await** vor. Asynchrone Methoden können mittels **async** deklariert werden. Sie liefern ein Future auf einen Wert zurück.

```
// Klassischer Aufruf (vor 1.9)
fib (10).then((result) {
```

```
    int n = result;
});
```

```
// Neuer Aufruf (mit await, seit Dart 1.9)
int n = await fib(10);
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

22

## await / async seit Dart 1.9 (Teil II)



University of Applied Sciences

Mit den Schlüsselworten `async` und `await` kann auch auf mehrere Futures gewartet werden. Hierzu kombiniert man einfach das bereits bekannte `Future.wait` mit `await`.

```
// Asynchrone Variante (async/await)
Future<num> fibAsync(num n) async {
    if (n == 0) return 0;
    if (n == 1) return 1;
    return await fib(n-1) + await fib(n-2);
}

// Alles asynchrone Aufrufe!
final f1 = fibAsync(1);
final f2 = fibAsync(2);
final f4 = fibAsync(4);
final f8 = fibAsync(8);

// Warten auf deren Ergebnisse
List<num> results = await Future.wait([f1, f2, f4, f8]);
print("Summe: ${results.reduce((a, b) => a + b)}");
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

23

## Mehr Details finden sich im Moodle Kurs



University of Applied Sciences

- Unit 3: Dart Teil II (dart:async)

1. Wie kann mit Dart asynchrone Programmierung realisiert werden ?
2. Wie kann in Dart die GUI getestet werden?

Denken Sie outside the box ;-)

Ihre GUI ist eine HTML Seite. Dafür gibt es jede Menge Tools ...

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

24

## GUI == Oberfläche



University of Applied Sciences

- Es gibt in Dart Unit-Tests wie z.B. das test package (vglb. JUnit).
- Das kann man nutzen, das eignet sich aber ggf. besser um ihr Model und die Spiellogik zu testen.
- Wieso nutzen sie keine Frameworks, die sich auf HTML spezialisiert haben (allerdings nicht zum Dart Universum gehören)?
- HTMLUnit zum Beispiel ist eine Library mit der Sie in Java HTML Unitests schreiben können.

**HtmlUnit**

<http://htmlunit.sourceforge.net/>

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

25

## HTMLUnit Beispiele



University of Applied Sciences

### Automatisierung von Tests in Java:

```
@Test
public void homepage() throws Exception {
    try (final WebClient webClient = new WebClient()) {
        final HtmlPage page = webClient.getPage("http://htmlunit.sourceforge.net");
        Assert.assertEquals("HtmlUnit - Welcome to HtmlUnit", page.getTitleText());

        final String pageAsXml = page.asXml();
        Assert.assertTrue(pageAsXml.contains("<body class=\"composite\">"));

        final String pageAsText = page.asText();
        Assert.assertTrue(pageAsText.contains("Support for the HTTP and HTTPS protocols"));
    }
}
```

### Browser-spezifische Tests:

```
@Test
public void homepage_Firefox() throws Exception {
    try (final WebClient webClient = new WebClient(BrowserVersion.FIREFOX_52)) {
        final HtmlPage page = webClient.getPage("http://htmlunit.sourceforge.net");
        Assert.assertEquals("HtmlUnit - Welcome to HtmlUnit", page.getTitleText());
    }
}
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

26

## HTMLUnit Beispiele



University of Applied Sciences

### Selektion von HTML Elementen mittels CSS Selektoren:

```
@Test
public void cssSelector() throws Exception {
    try (final WebClient webClient = new WebClient()) {
        final HtmlPage page = webClient.getPage("http://htmlunit.sourceforge.net");

        //get list of all divs
        final DomNodeList<DomNode> divs = page.querySelectorAll("div");
        for (DomNode div : divs) {
            ...
        }

        //get div which has the id 'breadcrumbs'
        final DomNode div = page.querySelector("div#breadcrumbs");
    }
}
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

27

## HTMLUnit Beispiele



University of Applied Sciences

### Fernsteuern von Events in einem Browser:

Hier am Beispiel eines Formulars und Klicks

```
@Test
public void submittingForm() throws Exception {
    try (final WebClient webClient = new WebClient()) {

        // Get the first page
        final HtmlPage page1 = webClient.getPage("http://some_url");

        // Get the form that we are dealing with and within that form,
        // find the submit button and the field that we want to change.
        final HtmlForm form = page1.getFormByName("myForm");

        final HtmlSubmitInput button = form.getInputByName("submitbutton");
        final HtmlTextInput textField = form.getInputByName("userid");

        // Change the value of the text field
        textField.type("root");

        // Now submit the form by clicking the button and get back the second page.
        final HtmlPage page2 = button.click();
    }
}
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

28

