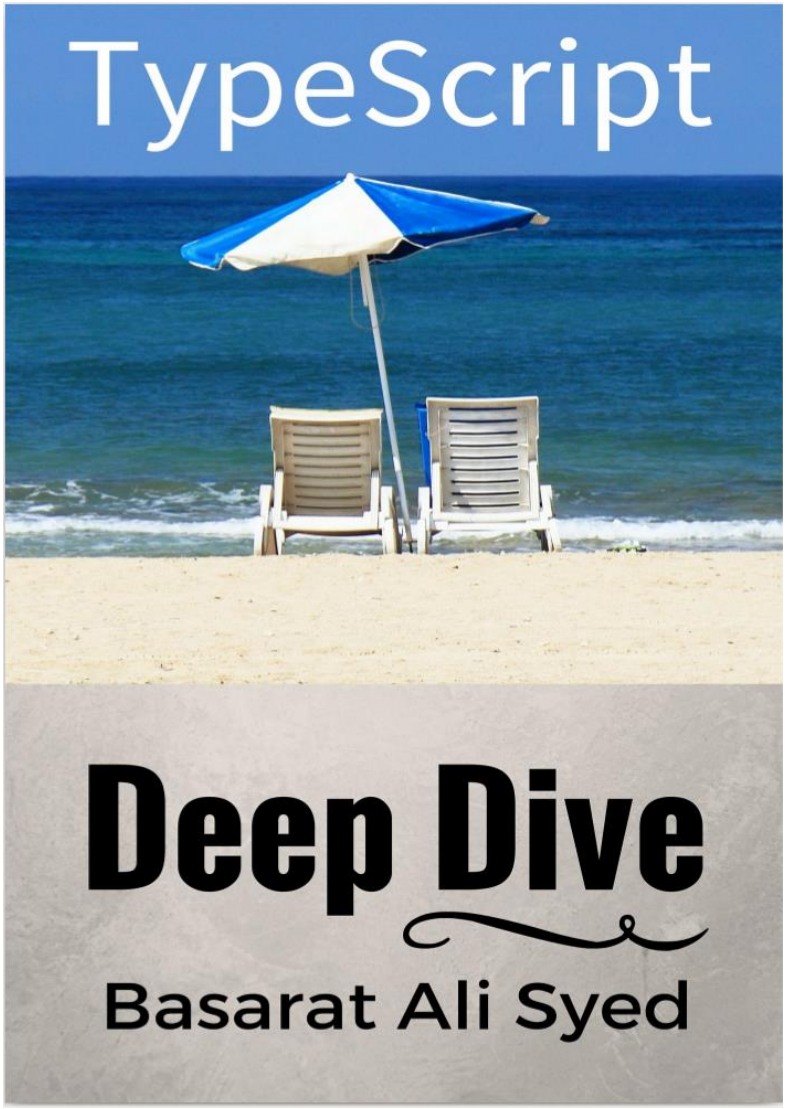
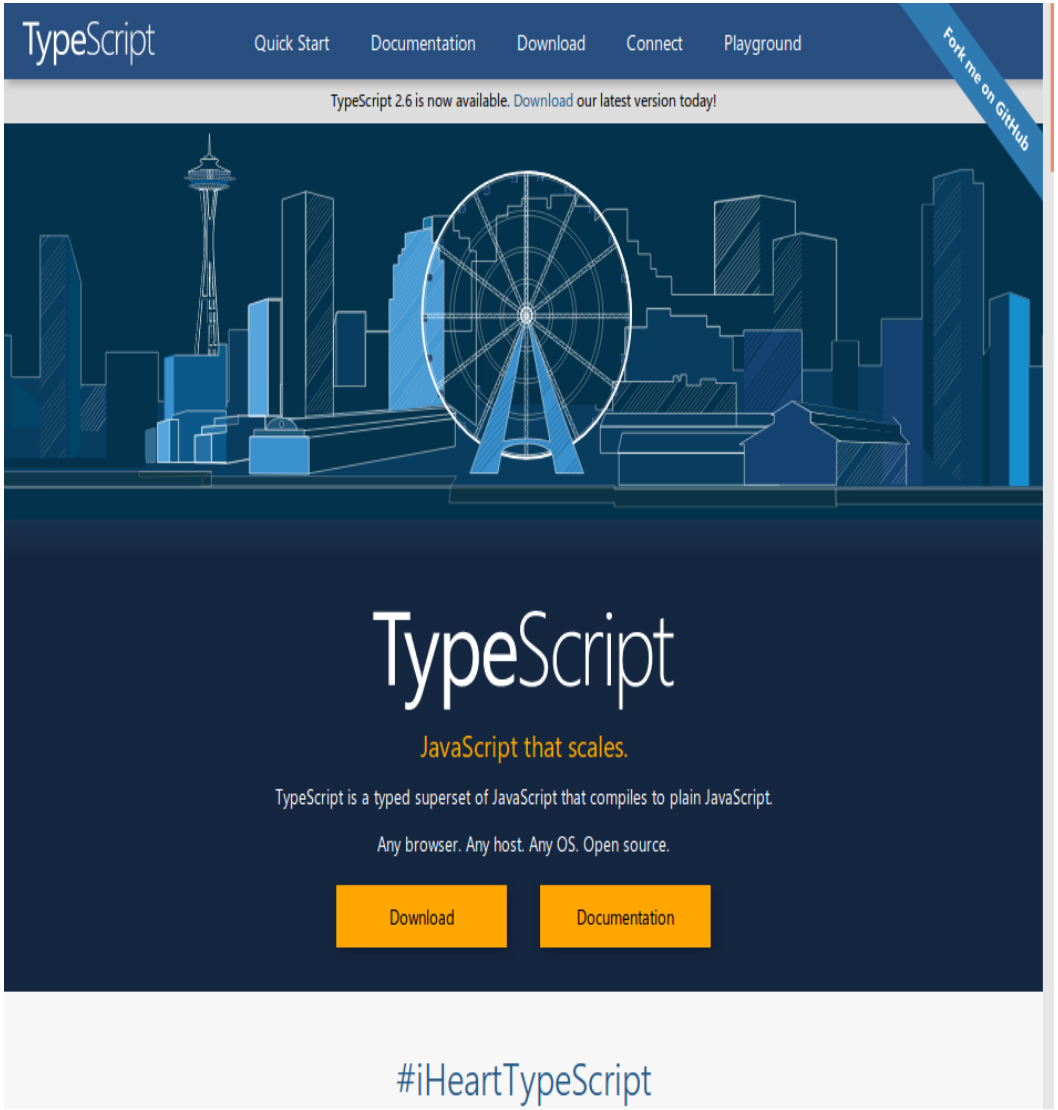
integrata cegos

Typescript

Programmierung

Literatur und Quellen





Einige Hinweise

- Die in diesem Seminar verwendete Werkzeuge und Frameworks sind Open Source
  - LPGL Lizenzmodell
- Dies ist ein Programmier-Seminar
  - Damit werden die Inhalte durch Übungen vertieft und verinnerlicht
  - Musterbeispiele werden zur Verfügung gestellt
  - Diese können am Ende des Seminars als ZIP-Datei kopiert werden
    - USB-Stick oder ähnliches
- Dokumentation und Ressourcen stehen auch im Internet zur Verfügung
- Konventionen
  - Befehle werden in `Courier-Schriftart` dargestellt
  - Dateinamen werden in *`kursiver Courier-Schriftart`* dargestellt
  - Links werden in `unterstrichener Courier-Schriftart` dargestellt

Copyright und Impressum

Javacream

Dr. Rainer Sawitzki

Alois-Gilg-Weg 6
81373 München

Inhalt

1

TYPESCRIPT EINFÜHRUNG

1.1

TYPESCRIPT IM JAVASCRIPT-UMFELD

JavaScript : Softwareentwicklung

- Es gibt kein anerkanntes "JavaScript-Konsortium", das eine allgemeine Spezifikation definiert
- Es existieren viele Bibliotheken und Werkzeuge, die größtenteils von der Open Source-Community vertrieben werden
- Die Einsatzmöglichkeiten von JavaScript sind äußerst vielseitig
  - Im Browser
  - Auf dem Server
  - Als Abfragesprache für NoSQL-Datenbanken
  - Als Skript-Sprache für Produkte
  - In Embedded Systems

JavaScript: Eine untypisierte Sprache

integrata cegos

- JavaScript-Entwicklungsumgebungen bieten im Vergleich zu anderen Sprachen wie Java wenig Komfort
  - Code-Assists
  - Automatische Fehlererkennung
- Notwendig sind deshalb andere, kreative Ansätze
  - Linter
  - Testgetriebene Entwicklung
  - Benutzung von typisierten Sprachen, die JavaScript generieren

JavaScript: Buildprozess

- Der Build-Prozess ist im JavaScript-Umfeld durch die Verbreitung auch relativ kleiner Frameworks und Produkte aufwändig
- Der Build-Prozess muss Abhängigkeiten
  - deklarieren
  - auflösen
  - laden und
  - zum Betrieb ausliefern
- Notwendig ist damit der Aufbau einer Build-Umgebung
  - Packaging Manager
  - Software-Repository
  - Dependency Management

JavaScript: Testen

- Das Testen ist durch die Verstrickung von JavaScript mit HTML, CSS und Browser nicht trivial
  - Unit-Tests, die ausschließlich JavaScript-Sequenzen testen, sind eher selten
  - Standalone JavaScript-Interpreter müssen hierfür benutzt werden
- Browser-Tests sind aufwändig und erschweren die Test-Automatisierung drastisch
  - Unterschiedliche Browser-Implementierungen der verschiedenen Hersteller müssen berücksichtigt werden
  - Tests müssen durch einen Tester mit einem UI-Recorder aufgezeichnet werden
  - Headless Browser ohne User Interface ermöglichen wenigstens eine rudimentäre Testautomatisierung

Alles nicht so einfach…

integrata cegos

1.2

BEGRIFFE UND EINORDNUNG

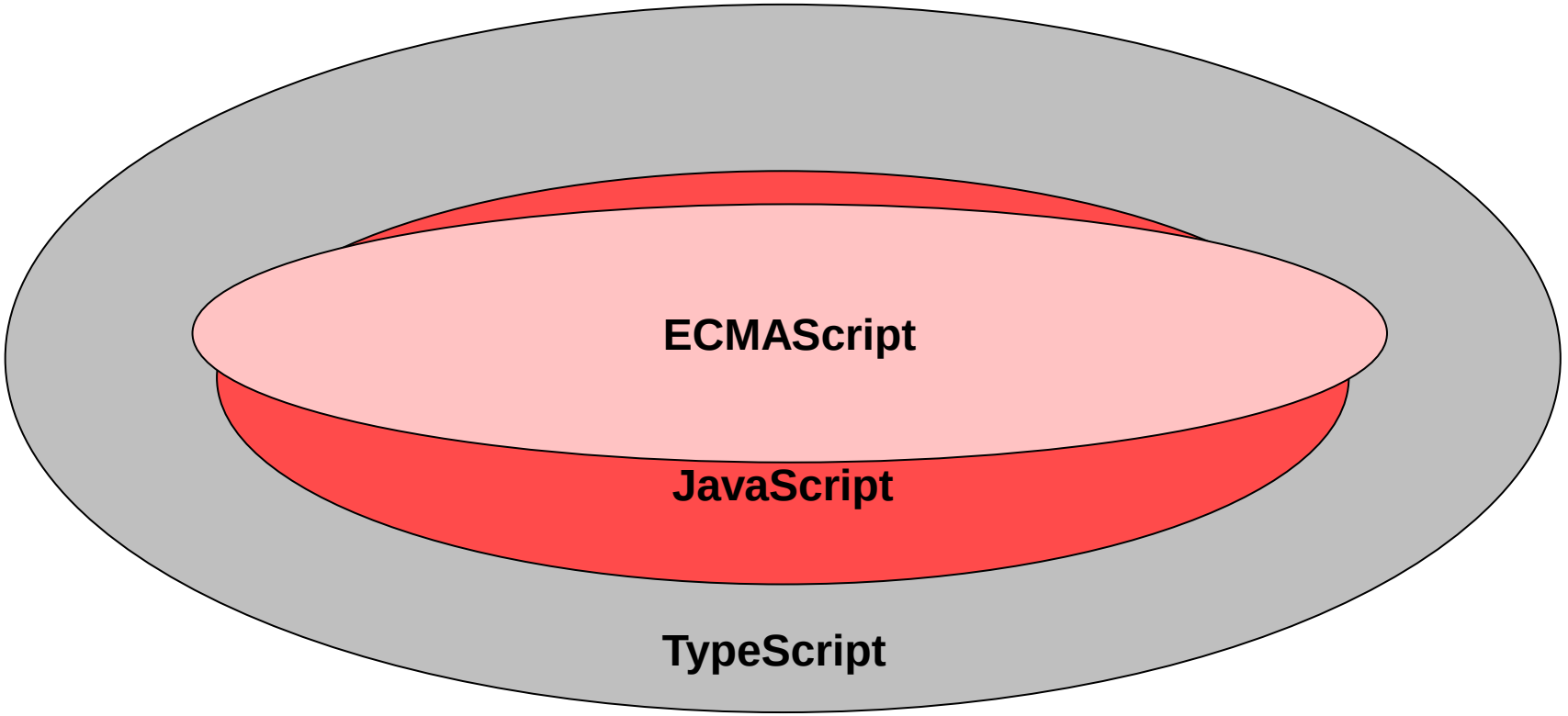
JavaScript Engines

- Alle Browser
- Google Chrome V8
- Node
  - basiert auf V8
- Java-Implementierungen
  - Rhino
  - Nashorn

Programmiersprachen

- ECMAScript
  - Eine von der „European Computer Manufacturers Association“ spezifizierte Script-Sprache
    - Enthält elementare Syntax und Sprachkonstrukte
  - JavaScript ist ein Superset von ECMAScript
    - Vorsicht: Nicht alle JavaScript-Engines unterstützen den neuesten Stand von ECMAScript!
  - Siehe `http://en.wikipedia.org/wiki/ECMAScript`
- TypeScript
  - Eine von Microsoft entwickelte typisierte und Klassen-orientierte Programmiersprache
  - Ein Superset von JavaScript
- Andere Sprachen:
  - Coffescript
  - Go
  - …

Übersicht: Programmiersprachen



Werkzeuge

- Transpiler
  - Erzeugen aus Script-Sprachen andere Scripte
    - TypeScript wird nach JavaScript transpiliert
- Software-Repositories und –Registries
  - Enthalten Produkte, Bibliotheken, …
  - Identifikation über einen eindeutigen Namen sowie eine Versionsnummer
  - Zugriff über Netzwerk, primär Internet
- Dependency Management
  - Jede Software enthält eine Deklaration der von ihr benötigten Abhängigkeiten
  - Transitive Dependencies treten auf, wenn eine Dependency selbst wiederum Dependencies deklariert
- Packaging Manager
  - Lokale Installation von Software aus einem Software-Repository
  - Auflösung aller notwendigen Dependencies
    - auch transitiv

2

AUFSETZEN EINES PROJEKTS

2.1

NPM

Was ist npm?

- Primär ein Packaging Manager
- `npm` ist Bestandteil der `node`-Installation
  - `npm -v`
- Die offizielle npm Registry liegt im Internet
  - https://docs.npmjs.com/misc/registry
  - Im Wesentlichen eine CouchDB
  - Laden der Software durch RESTful Aufrufe
  - Die `npm`-Registry ist aktuell die größte Sammlung von Software
- Unternehmens-interne oder private Registries können angemietet werden

npm Kommandos

- `npm` wird über die Kommandozeile angesprochen
  - eine grafische Oberfläche wird als separates Modul zur Verfügung gestellt
- Hilfesystem
  - `npm -h`
  - `npm <command> -h`
  - https://docs.npmjs.com/

2.2

NODE-MODULES

Node Modules

- Jede via `npm` geladene Bibliothek wird als Node-Module konzipiert
- Jedes Modul besitzt
  - Eine Informationsdatei, die *`package.json`*, die das Projekt zusätzlich beschreibt
  - Abhängige Bibliotheken im Unterverzeichnis *`node_modules`*
    - Diese sind selbst ebenfalls Node-Module
  - Einen Entry-Point, in dem der Module-Entwickler das Fachobjekt seines Moduls erzeugt und exportiert
    - Dazu wird dem `module`-Objekt die Eigenschaft `exports` gesetzt
  - Zur Benutzung eines Moduls innerhalb eines Scripts dient der Node-Befehl `require`
    - Der Rückgabewert von `require` ist das vom Modul erzeugte und exportierte Fachobjekt

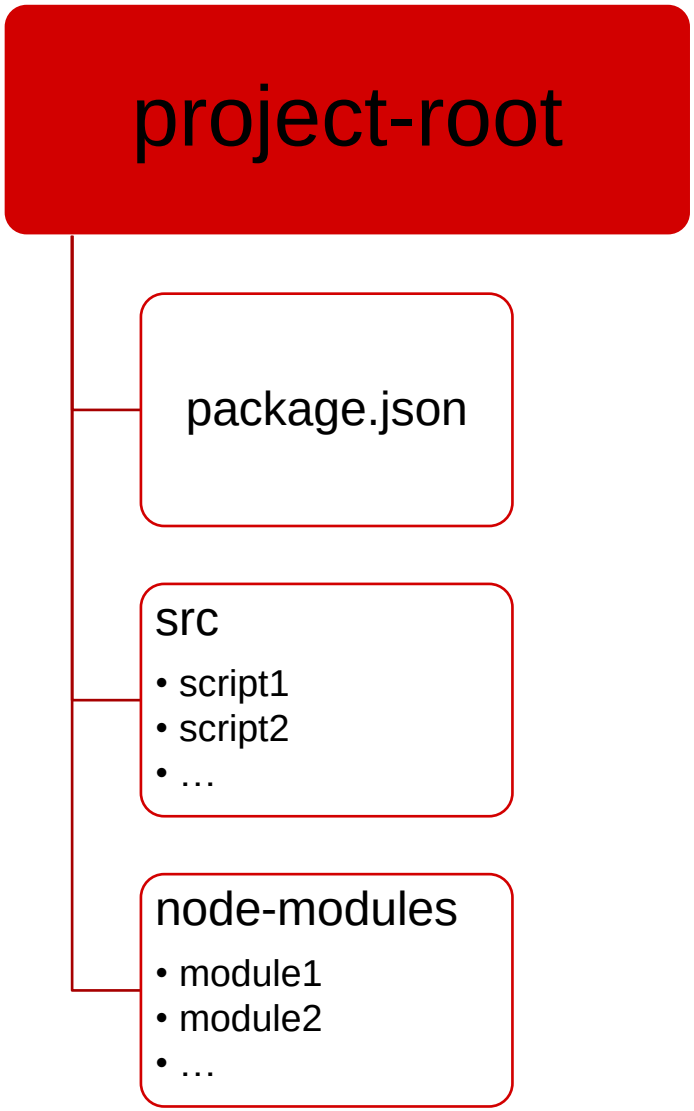
Die package.json

- Enthält die Projektinformation im JSON-Format
- Die Datei enthält
  - Den Projektnamen
  - Die aktuelle Versionsnummer
  - Meta-Informationen wie Autor, Schlüsselwörter, Lizenz
  - Dependencies
  - Ein `scripts`-Objekt mit ausführbaren Befehlen
    - Diese können mit `npm run <script>` ausgeführt werden

Initialisierung eines Projekts

- Jedes `npm`-basierte Projekt ist ein neues Node-Module
- Initialisierung mit `npm init`
  - Dabei werden interaktiv die Informationen abgefragt, die zur Erstellung der initialen *`package.json`* benötigt werden

Projektstruktur



Beispiel: Ein einfaches Projekt

integrata cegos

```
{
  "name": "npm-sample",
  "version": "1.0.0",
  "description": "a simple training project",
  "main": "index.js",
  "scripts": {
    "test": "echo \"Error: no test specified\" && exit 1"
  },
  "keywords": [
    "training"
  ],
  "author": "Javacream",
  "license": "ISC"
}
```

Beispiel: Ein einfaches Node-Module

- Datei *index.js*

```
module.exports = {
     log: function(){
            console.log('Hello')
          }
}
```

- In der REPL

```
var training = require('./index.js')
training.log()
```

Installieren von Abhängigkeiten

integrata cegos

- Abhängigkeiten werden mit `npm install` von einer npm-Registry geladen
  - Ohne weitere Konfiguration wird dazu die Standard-Registry benutzt
    - Damit ist eine Internet-Verbindung notwendig
  - Es können aber auch Unternehmens-interne Repository-Server benutzt werden
    - z.B. Nexus
- Rechner-Registry
  - Die Abhängigkeiten werden auf dem Rechner abgelegt
    - Ab jetzt ist damit keine Internet-Verbindung mehr nötig
  - Orte:
    - lokale Ablage in einem Unterverzeichnis namens *`node-modules`*
      - Empfohlenes Standard-Verfahren zur Installation von Dependencies für eigene Software-Projekte
    - globale Ablage
      - Empfohlenes Standard-Verfahren zur Installation von allgemein verwendbaren Werkzeugen

2.3

EIN TYPESCRIPT-PROJEKT

Benötigte Komponenten

- TypeScript
  - `npm install typescript --save-dev`
- Lite-Server
  - `npm install lite-server --save-dev`
- Parallelisierung von npm-Kommandos
  - `npm install concurrenty --save-dev`

Konfiguration des TypeScript-Compilers

integrata cegos

- Initialisierung mit `tsc --init`
  - Erzeugt die Datei *`tsconfig.json`*
  - Darin werden alle möglichen Konfigurationen angelegt
    - wobei die allermeisten auskommentiert sind
- Für die folgenden Beispiele wird insbesondere der strict-Mode aktiviert

Scripts der package.json

integrata cegos

```
"scripts": {
    "serve": "lite-server",
    "compile": "tsc --outDir ./dist  -p .",
    "compile-watch": "tsc -w --outDir ./dist  -p .",
    "test": "echo \"Error: no test specified\" && exit
1",
    "start": "concurrently \"npm run compile-watch\"
\"npm run serve\""
  }
```

Benutzung

- Starten mit `npm start`
  - Startet den TypeScript-Transpiler
  - Startet den Lite Server mit Browser-Sync
  - Startet den Default-Browser und stellt die *`index.html`*-Seite dar
- Parallelisierung
  - Sämtliche Dateien mit der Endung `.ts` im Ordner *`src`* werden automatisch nach *`dist`* transpiliert
  - Änderungen der `.ts`-Dateien werden automatisch erkannt
  - Der Server aktualisiert den Browser mit den geänderten Informationen

3

GRUNDLAGEN DER PROGRAMMIERUNG

3.1

EINORDNUNG VON TYPESCRIPT

TypeScript ist JavaScript

- Jegliche JavaScript-Anweisung ist valides TypeScript

```
var message = "Hello World!"
function printout(s){
  console.log("Hello World!")
}
printout(message)
```

- Syntaktische Fehler werden jedoch vom TypeScript-Compiler erkannt

TypeScript ist nicht ECMAScript

- Die OOP-Konzepte von ECMAScript sind prinzipiell den Konstrukten in TypeScript sehr ähnlich
  - aber nicht identisch
  - Eine ECMA-Klasse mit Attributen ist keine valide TypeScript-Klasse

3.2

OPERATOREN

Unterstütze Operatoren

- TypeScript unterstützt die aus JavaScript bekannten Operatoren
  - Mathematisch
  - Logisch
- Ebenfalls unterstützt wird der Punkt-Operator zum Zugriff auf Eigenschaften eines Objekts
- Schleifen
  - `for`
  - `while`
- Abfragen
  - `if-else`
  - `switch`

3.3

TYPISIERUNG

Was ist Typisierung?

- Ein Typ definiert einen Satz von Eigenschaften und Funktionen
- Jede Variable hat einen Typen, der sich nach der Deklaration nicht mehr ändern kann
  - Der Compiler prüft dies
    - Statische Typisierung
- Dies Einschränkung ist für Programmierer häufig vorteilhaft
  - Moderne Entwicklungsumgebungen prüfen die Typisierung bereits während der Eingabe
    - Ein Satz typischer Programmierfehler wird damit bereits frühzeitig erkannt
  - Ebenso beschränkt die Typisierung die möglichen Aufrufe auf einer Variablen, so dass die Entwicklungsumgebung Vorschläge unterbreiten kann
    - Code Assists vermindern damit die Tipparbeit gewaltig

Deklaration von Variablen

- `let | const<name>`
  - `const name`
  - `let state`

Basis-Typen in TypeScript

- `boolean`
  - Ein logischer Wert, also `true` oder `false`
- `number`
  - Eine Ganz- oder Kommazahl
- `string`
  - Eine Zeichenkette

Typisierte Deklaration von Variablen

integrata cegos

- Explizite Typisierung

```
let name : string
let state : boolean
```

- Type Inference
  - Hier wird der Typ durch die Zuweisung eines Wertes definiert

```
let name = "Hello"
let state = true
```

- Contextual Type
  - Auch bei Zuweisungen versucht TypeScript, untypisierte Deklarationen zu erkennen

```
window.onmousedown = function(mouseEvent) {
    console.log(mouseEvent.button);  //<- Error,
};
```

Type Assertions

- Umwandlung des `any`-Typen in einen speziellen Typen

```
const value :any
let message:string = <string>value
let message2 : string = value as string
```

Container

- `array`
  - Eine Liste
- `tuple`
  - Eine feste Menge von anderen Basis-Typen
- `enum`
  - Eine feste Menge von Werten

Spezielle Typen

- `null`
  - Eine Eigenschaft ist nicht gesetzt
- `undefined`
  - Eine Eigenschaft oder Funktion ist nicht vorhanden
  - Damit unterschiedlich zu null
- `any`
  - Eine untypisierte Variable, die jeden Wert zugewiesen bekommen kann
  - Damit ist bei Bedarf auch eine untypisierte Programmierung auch in TypeScript möglich
- `void`
  - Eine Funktion, die keinen expliziten `return`-Wert aufweist
- `never`
  - Der Rückgabetyp einer Funktion, die kein implizites oder explizites `return`-Statement aufweist
    - Endlose Ausführung oder garantiertes Werfen einer `Exception`

Namespaces

- Namespaces gruppieren Deklarationen
  - Diese sind nur innerhalb des Namespaces direkt ansprechbar
  - Damit wird die Wahrscheinlichkeit von Namenskollisionen vermieden
- Deklarationen werden mit Hilfe des Schlüsselworts `export` anderen Namespaces zur Verfügung gestellt
- Aus einem anderen Namespace müssen die Variablen mit dem Namespace angesprochen werden
  - "Qualifizierte Namen"

Beispiel: Namespaces

integrata cegos

```
namespace Namespace1{
  export let message = "Hello from namespace1"
}

namespace Namespace2{
  console.log(Namespace1.message);
}
```

Module

- Ein Modul exportiert Deklarationen auf Top-Level-Ebene
- Exportierte Deklarationen können importiert werden
- Zur Unterstützung von Modulen unterstützt der TypeScript-Compiler unterschiedliche Optionen:
  - ES
  - commonjs

4

BENUTZERDEFINIERTE DATENTYPEN

4.1

INTERFACES

Interface: Definition

- Ein TypeScript-Interface definiert eine Signatur bestehend aus Eigenschaften
  - Einfache Attribute
  - Funktionen
- Eigenschaften können Optional sein
  - An den Namen der Eigenschaft wird ein `?` ergänzt
- Unveränderbare Eigenschaften werden mit `readonly` deklariert
- Das Interface wird als Typ benutzt
  - Das hierfür benutzte Objekt muss der Struktur des Interfaces entsprechen
  - Dies prüft der Compiler

Interface: Beispiel

integrata cegos

```
interface Person{
    lastname: string
    readonly firstname: string
    address?: string
    formattedName():string
  }
let p:Person = {
      lastname: "Sawitzki",
      firstname: "Rainer",
      formattedName: function(){
        return this.firstname + " " + this.lastname
      }
}
```

Interfaces: Vererbung

- Interfaces können in einer Vererbungshierarchie benutzt werden
  - Schlüsselwort `extends`
- Das Sub-Interface erbt die Struktur des Super-Interfaces

Interfaces: Beispiel Vererbung

integrata cegos

```
interface Worker extends Person{
    company: string
    work(): string
}
 let worker:Worker = {
    company: "Integrata",
    lastname: "Sawitzki", firstname: "Rainer",
    formattedName: function(){
      return this.firstname + " " + this.lastname
    },
    work: function(){
      return "working at " + this.company
    }
  }
```

4.2

KLASSEN

Klassen: Benutzerdefinierte Datentypen

- Klassen definieren wie Interfaces eine Struktur
  - Die Attribute einer Klasse
- Im Gegensatz zu Interfaces können Klassen aber auch Funktionen implementieren
  - Die Methoden einer Klasse
- Instanzen einer Klasse werden jedoch durch einen Konstruktor-Aufruf erzeugt
  - Dazu dient der `new`-Operator
  - Der Konstruktor selbst ist eine spezielle Methode ohne Rückgabetyp
    - `constructor(params)`

Klassen: Beispiel

integrata cegos

```
class SimplePerson{
  name:string
  height:number
  constructor(name:string, height:number){
    this.name = name
    this.height = height
  }
  sayHello():string{
    return "Hello, my name is " + this.name
  }
}

let simplePerson = new SimplePerson("Mustermann", 188)
console.log(simplePerson.sayHello())
```

Klassen im Detail: Attribute und Methoden

- Methoden können überschrieben werden
  - Eine Subklasse implementiert die selbe Signatur einer Methode wie die Superklasse
  - Die Aufrufe von überschriebenen Methoden werden zur Laufzeit ausgewertet
    - Polymorphie
  - Der Zugriff auf eine Methode der Superklassen-Hierarchie ist mit der Referenz `super` möglich

Klassen im Detail: Kapselung

- TypeScript unterstützt für Attribute und Methoden das Prinzip der Kapselung
  - `public`
  - `protected`
  - `private`

Klassen: readonly

- `readonly`-Attribute sind möglich
- Verkürzter Konstruktor durch "Parameter properties"
  - `constructor(readonly attr:type)` deklariert und setzt ein Attribut

Klassen: getter und setter

- getter- und setter-Methoden
  - Diese definieren ein "Pseudo-Attribut"
  - Beim lesenden oder schreibenden Zugriff werden die korrespondierenden Methoden aufgerufen

Beispiel: getter und setter

integrata cegos

```
class PersonWithGetterAndSetter {
    private _name: string;

    get name(): string {
        console.log("reading name")
        return this._name;
    }

    set name(newName: string) {
      console.log("setting name")
      this._name = newName;
    }
}

let p = new PersonWithGetterAndSetter ();
p.name = "Bob Smith";
console.log(p.name);
```

Klassen: Vererbung

- Auch Klassen unterstützen das Konzept der Vererbung
- Methoden einer Klasse können auch abstrakt sein
  - Analog zu Definition einer Interface-Funktion
  - Eine Klasse, die mit `new` instanziert werden soll darf keine abstrakten Methoden enthalten
- Ein Interface kann von einer Klasse erben
  - Allerdings darf die Klasse keine nicht-abstrakten Methoden enthalten
- Eine Klasse kann eine Schnittstelle implementieren
  - Schlüsselwort `implements`

Statische Elemente

- Mit Hilfe des Schlüsselworts `static` können Attribute und Methoden einer Klasse zugeordnet werden
  - Der Zugriff erfolgt über den Klassennamen

4.3

FUNKTIONEN

Signatur einer Funktion

- `(param: type, param2: type2) => returnType`
- Damit sind Funktionen in das Typsystem von TypeScript integriert

Details zu Parametern

- Optionale Parameter
  - Deklaration eines optionalen Parameters mit `?`
    - `param1:type, param2?:type) => returnType`
- Default-Werte
  - `param1:type, param2:type = defaultValue) => returnType`
- Rest-Parameter
  - `(param: type, ...restParams: type[])`
- Überladene Methoden
  - Die Parameterliste wird bei der Auflösung der Signatur berücksichtigt

4.4

ENUMERATIONEN

Beispiel: enum

```
enum Direction {
    Up = 1,
    Down,
    Left,
    Right,
}
```

5

EIN PAAR DETAILS

5.1

GENERISCHE DATENTYPEN

Beispiel: Generics

```
function identity<T>(arg: T): T {
    return arg;
}
```

5.2

INTERSECTION TYPES

Intersection Types

integrata cegos

- Eine Intersection verbindet zwei Typen

```
function extend<T, U>(first: T, second: U): T & U {
    let result = <T & U>{};
    for (let id in first) {
        (<any>result)[id] = (<any>first)[id];
    }
    for (let id in second) {
        if (!result.hasOwnProperty(id)) {
            (<any>result)[id] = (<any>second)[id];
        }
    }
    return result;
}
```

integrata cegos

5.3

DECLARATION MERGING

Declaration Merging

- Werden Typen mehrfach deklariert, so werden deren Eigenschaften gemerged

```
interface Box {
    height: number;
    width: number;
}

interface Box {
    scale: number;
}

let box: Box = {height: 5, width: 6, scale: 10};
```