TypeScript

Introduction and Basics

Introduction and Overview

> TypeScript is a superset of JavaScript that compiles to clean JavaScript output.
>
> — Microsoft

JavaScript (JS) is a lightweight interpreted or JIT-compiled programming language with first-class functions.

— Mozilla Developer Network

JavaScript is a prototype-based, multi-paradigm, dynamic language, supporting object-oriented, imperative, and declarative styles.

— Mozilla Developer Network

JavaScript

— is a programming language
— code is executed in a Virtual Machine (*VM*)
— runs in *Browsers* and *Node.js*
— is also used in environments like *MongoDB* or *Adobe Reader*

Self	Scheme	Java
Objects	Functions	Primitives
Type System	Scope	Syntax
Inheritance	Closure	Name
VM		VM

Virtual Machines (VM)

Name	Maintainer	Source
V8 [1]	Google	https://chromium.googlesource.com/v8/v8.git
SpiderMonkey [^2]	Mozilla	https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Mozilla/Projects/SpiderMonkey
ChakraCore [^3]	Microsoft	https://github.com/Microsoft/ChakraCore
JavaScriptCore [^4]	Apple	https://developer.apple.com/reference/javascriptcore

[1] V8 is Google's open source JavaScript engine.
[^2]: SpiderMonkey is Mozilla's JavaScript engine written in C/C++. It is used in various Mozilla products, including Firefox, and is available under the MPL2.
[^3]: ChakraCore is the core part of the Chakra Javascript engine that powers Microsoft Edge
[^4]: The JavaScriptCore Framework provides the ability to evaluate JavaScript programs from within Swift, Objective-C, and C-based apps.

ECMAScript

— is an international standard that specifies the characteristics of JavaScript

— has been gradually expanded since 1996 (*ES3*, *ES5*)

— is being expanded annually since 2015 (*ES2015*, *ES2016*, *ES2017*, **ES2018**, *ES2019*)

[5] ECMAScript compatibility table

TypeScript

— is an *extension of JavaScript*

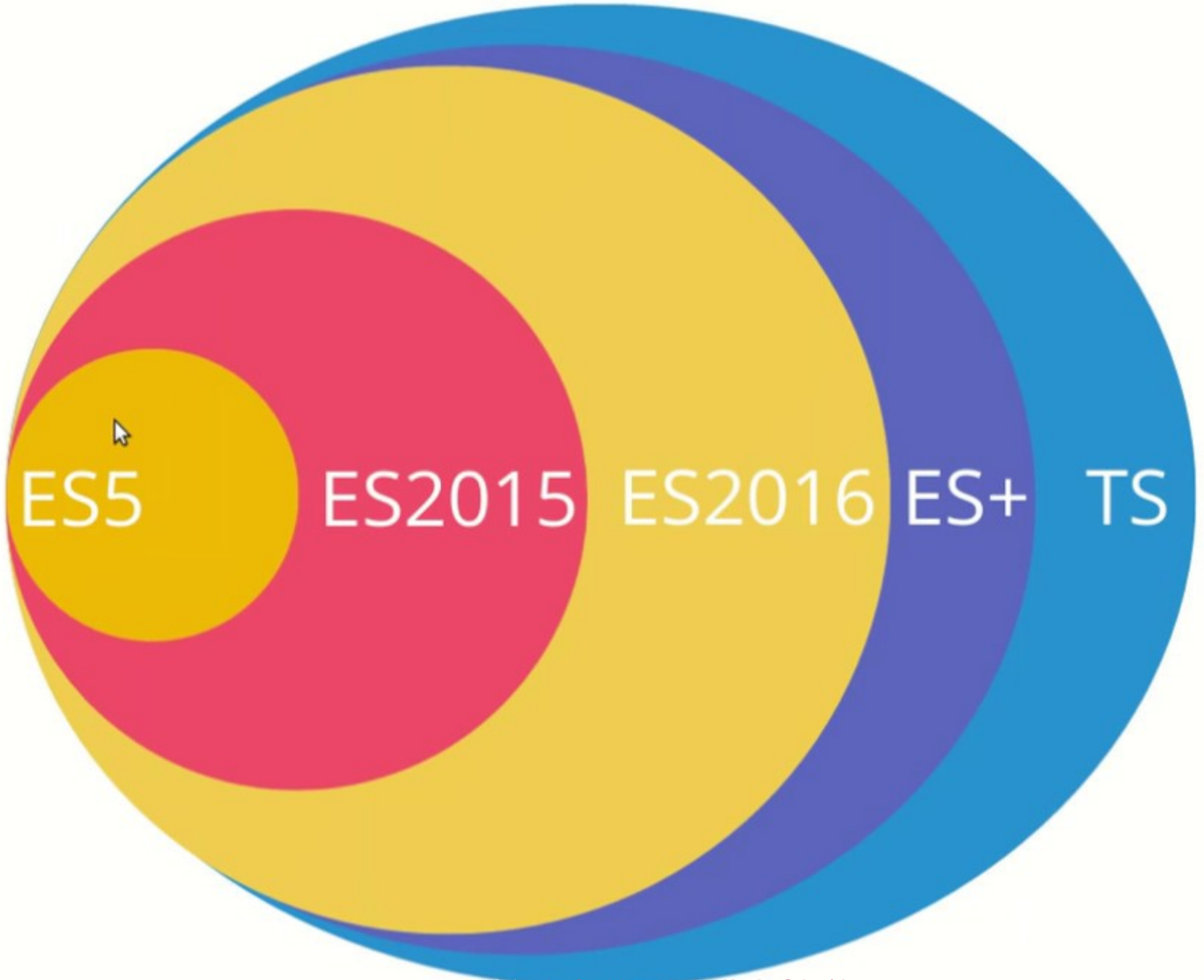
— is a mature and active *Open Source* project lead by Microsoft

— was "invented" by Anders Hejlsberg

— is currently available in version v3.5.2

— is currently one of the "Most Loved Languages"

Each valid **JavaScript** Code automatically is valid **TypeScript** Code


ES5
ES2015
ES2016
ES+
TS

Advantages / Use Cases

- Compile time error recognition
- Make use of - upcomming - ECMAScript Features by compilation to earlier versions of JavaScript
- Improve ease of refactoring
- Generate Documentation easily
- Code for the future without hassle
- Create apps based on Angular

Building blocks (1)

- Compiler (`tsc`)
  - compiles TypeScript to JavaScript
  - prompts errors / warnings in TypeScript code

Building blocks (2)

- Language Server (`tsserver`)
  - used by *IDEs* to display warnings / errors during code development

Building blocks (3)

- AST Parser [6]
  - analyses / transforms TypeScript code
  - used by IDEs, to make refactoring more easy and streamlined

[6] AST Explorer

Tools

IDE(s)

- Visual Studio Code
- WebStorm
- Atom
- Sublime Text
- Eclipse
- etc.

Additional

- TypeScript Playground
- `tsc` an der Kommandozeile
- TypeScript execution environment for node
- TypeSearch
- DevDocs
- Quokka.js
- StackBlitz

Syntax, Keywords

- Die grundlegende Syntax folgt weitgehend dem Stil von *Java* und *C*
- TypeScript erweitert JavaScript
- gültiges JavaScript ist immer gültiges TypeScript

Schlüsselworte (1)

- Typ-Annotationen (z.B.)
  - `: number`
  - `: string[]`
  - `: any`
  - `: object`
  - `: Color`

Schlüsselworte (2)

- Keywords (z.B.)
  - `type`
  - `interface`
  - `enum`
  - `private`, `public`, `protected`
  - `readonly`
  - `Promise<boolean>`

Basics: Typen, Variablen

Typen in JavaScript (dynamische Typisierung)

- Werte in JavaScript haben zur *Laufzeit* (in der VM) **immer** genau einen Datentyp.
- Variablen beinhalten Werte. Der Wert einer Variablen kann geändert werden, so dass sich auch der Datentyp ändern *kann*.
- Diese *dynamische Typisierung* ist gleichzeitig Stärke wie auch Schwäche von JavaScript

typeof Operator

```
typeof 17; // "number"
typeof "red"; // "string"
typeof false; // "boolean"
typeof undefined; // "undefined"
typeof {}; // "object"
typeof []; // "object"
typeof function() {}; // "function";
typeof Symbol(); // "symbol"


let n;

typeof n; // "undefined"
n = 17;
typeof n; // "number"
n = "red";
typeof n; // "string"
```

Variablen

- Variablen müssen *deklariert* werden
- Variablen beinhalten Werte
- Werte von Variablen können zur Laufzeit geändert werden
- Werte von Variablen können in andere Variablen kopiert werden

Deklaration mit `var`, `let`, `const`

```
n = 42; // erlaubt
// Variable existiert im function scope
var n; // Deklaration wird gehoistet

---------------------------------------

m = 17; // nicht erlaubt
// Variable existiert im block scope
let m;
if (true) {
    let m = 17; // Deklaration wird nicht gehoistet
    typeof m; // "number"
}
typeof m; // "undefined"

---------------------------------------

// Variable existiert im block scope
const o = { color: "red" }; // Deklaration und Wertzuweisung müssen ein einem Statement stattfinden

o = 42; // Exception

o.color = "blue"; // erlaubt, das Objekt o ist nicht unveränderbar
```

Grammatik, Deklarationen und Annotationen in TypeScript

Die statische Codeanalyse (*AST Parser*, `tsc`) von TypeScript ermöglicht bereits während der Entwicklungszeit Annahmen über den *Typ* einer *Variablen*.

— Type Inference

Typableitung (1)

```
let m = 17;

m = "red"; // Warnung

----------------------------------------

let things = [17, "red"]; // Tooltip "(string | number)[]"

----------------------------------------

function multiply(a, b) {
    return a * b;
}

const t = typeof multiply(17, 42);

t; // number
```

Typableitung (2)

```
const thing = {
  color: "red"
};

thing.name = "Test"; // Warnung
```

Statische Typisierung (1)

- Während der Entwicklung von TypeScript-Dateien können *optional* Datentypen angegeben werden
- Dies erfolgt als Annotation mit `: Datentyp`
- Zum Beispiel
  1. Bei der Deklaration von *Variablen*
  2. In *Parametern* einer Funktion
  3. Als *Rückgabetyp* einer Funktion

Statische Typisierung (2)

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

const s: string = concat("Hello", "TypeScript");
```

Statische Typisierung (3)

```
type Name = string;
type NameResolver = () => string;
type NameOrResolver = Name | NameResolver;

function getName(n: NameOrResolver): Name {
  if (typeof n === "string") {
    return n;
  } else {
    return n();
  }
}
```

Primitive Datentypen und "any"

Number

- Zahlen werden in JavaScript im Double-precision floating-point format verarbeitet
- Datentyp in TypeScript ist `:number` (mit *kleinem* n)
- In Zukunft wird es weitere numerische Datentyen geben, z.B. BigInt

```
const pins: number = 8;
```

- Strings werden mit ", ' oder ` umschlossen
- ` erlaubt
  1. Multiline-Strings
  2. Template-Strings
  3. Tagged Template-Strings
- Strings sind unveränderlich (*immutable*)
- Datentyp in TypeScript ist `:string` (mit *kleinem* s)

String (2)

```
const headline = `<h1>Display Colors</h1>
<h2>An Angular / TypeScript project</h2>
`;

const thing = {
  color: "red"
};

const message: string = `The color of the thing is ${thing.color}!`;
```

- Boolsche Werte in JavaScript sind `true` und `false`
- JavaScript kennt das Konzept der *truthy* und *falsy* values Falsy | MDN
- Datentyp in TypeScript ist `:boolean` (mit *kleinem* b)

- TypeScript kennt zusätzlich den Datentyp `: any`
- Man kann ihn verwenden
  1. wenn der tatsächliche Datentyp nicht relevant ist (bitte *mit Vorsicht* benutzen)
  2. wenn man explizit auf den Typ prüfen möchte
- siehe auch die Compiler-Option --noImplicitAny
- siehe auch die Dokumentation zu Advanced Types

Objekte

— Objekte in JavaScript

1. sind *key* / *value*-Paare, deren *key* immer ein `string` ist
2. sind *leichtgewichtig* und *dynamisch*
3. sind **nicht** *unveränderbar*
4. erben Eigenschaften *prototypisch* von existierenden Objekten

Objekt Literal

```
let goldenrod = {
  r: 218,
  g: 165,
  b: 32
};

goldenrod.a = 1;
// goldenrod["a"] = 1;
// const prop = "a";
// goldenrod[prop] = 1;

const r = 218;
const g = 165;
const b = 32;
// Verkürzte Form für { r: r, g: g, b: b }
goldenrod = { r, g, b };
```

Destructuring

```
const goldenrod = {
  r: 218,
  g: 165,
  b: 32
};
// Verkürzte Form für const r = goldenrod.r etc.
const { r, g, b } = goldenrod;
console.log(r, g, b);
```

Prototypische Vererbung

```
const goldenrod = {
  r: 218,
  g: 165,
  b: 32,
  toString() {
    return `rgba(${this.r}, ${this.g}, ${this.b}${
      this.a ? ", " + this.a : ""
    })`;
  }
};
// Erzeugt ein neues Objekt auf Basis des existierenden Objekts
const dimmed = Object.create(goldenrod);

dimmed.a = 0.5;

console.log(dimmed.toString(), goldenrod.toString()); // rgba(218, 165, 32, .5) rgba(218, 165, 32);

console.log(goldenrod.isPrototypeOf(dimmed)); // true
```

TypeScript unterstützt zusätzlich Enumerationen.

```
enum LedState {
   OFF,
   BLINKING,
   PERMANENT
}
```

Funktionen

— Funktionen in JavaScript

1. beinhalten ausführbaren Code
2. können 0..n *Argumente* entgegennehmen
3. können 0..1 *Rückgabewerte* haben
4. können Variablen zugewiesen werden
5. sind *First-Class-Objekte*

Eine First-Class-Funktion kann ... als Argument übergeben, ... als Wert zurückgegeben, einer Variablen zugewiesen, in einer Datenstruktur gespeichert und zur Laufzeit erzeugt werden.

— vgl. Wikipedia

`function` declaration

— Verwendung des `function` Keyword

— Name der `function` ist *obligatorisch*

— Deklaration und Zuweisung werden *gehoistet*

```
function getColors() {
  return [
    {
      r: 218,
      g: 165,
      b: 32
    }
  ];
  // ohne explizites return Statement wird immer undefined zurück gegeben
}
```

`function` expression

- Zuweisung zu einer Variablen unter Verwendung der `function` Expression
- Name der `function` ist optional
- Deklaration und Zuweisung werden *nicht gehoistet*

```
const getColors = function() {
  return [
    {
      r: 218,
      g: 165,
      b: 32
    }
  ];
  // ohne explizites return Statement wird immer undefined zurück gegeben
};
```

Parameter-Deklarationen

```
// parameter default value
function getRandomColors(count = 1) {
  console.log(count);
}
getRandomColors(); // 1

// optional parameter
function getRandomColors(count = 1, descending?: boolean) {
  // if (descending) {} else {}
}

// rest parameter
function getColors(alpha: number, ...hexes: string[]) {
  console.log(Array.isArray(hexes));
}
getColors(0.5, "#fff", "#ccc", "#000"); // true
```

Eine Funktion höherer Ordnung (englisch higher-order function) ist in der Informatik eine Funktion, die Funktionen als Argumente erhält oder Funktionen als Ergebnis liefert. Der Begriff wird insbesondere im Lambda-Kalkül verwendet, der theoretischen Grundlage der Funktionalen Programmierung.

— Wikipedia

Eine Funktion als Funktionsargument

```
function getColors(cb) {
  cb(null, [
    {
      r: 218,
      g: 165,
      b: 32
    }
  ]);
}
// Übergabe einer anonymen Funktion
getColors(function(err, res) {
  console.log(err, res);
});
```

Eine Funktionen als Ergebnis

```
function pick(prop) {
  return function(obj) {
    return obj[prop];
  };
}

const pickRed = pick("r");

typeof pickRed; // "function"

const pickBlue = pick("b");

const goldenrod = { r: 218, g: 165, b: 32 };

pickRed(goldenrod); // 218

pickBlue(goldenrod); // 165
```

Eine Closure … beschreibt eine Funktion, die Zugriffe auf ihren Erstellungskontext enthält. Beim Aufruf greift die Funktion dann auf diesen Erstellungskontext zu. Dieser Kontext … ist außerhalb der Funktion nicht referenzierbar, d. h. nicht sichtbar.

— vgl. Wikipedia

- Innerhalb des `function` Body referenziert das Keyword `this` den **Ausführungskontext der Funktion**
- Der tatsächliche Wert von `this` ist also immer *dynamisch* und kann zur Laufzeit geändert werden.

Arrow-Funktionen / Lambda-Expressions (ES2015)

- Funktionen können auch mit dem "fat arrow" => ("Lambda-Expression") geschrieben werden
- Das Verhalten von `function` und => ist z.T. *unterschiedlich*
- Der => orientiert sich am Konzept des Lambda-Kalkül
- TypeScript kompiliert Lambda-Expressions in `function` Expressions

Syntax (1)

```
// implizites return statement
const getColors = () => [{ r: 218, g: 165, b: 32 }];
// exakt 1 parameter, keine () erforderlich
const double = v => v * 2;
// != 1 parameter || typ annotation, () erforderlich
const pick => (prop, obj) => obj[prop];
// explizites return statement || function body, {} erforderlich
const getRandomColors = (count = 1, descending?: boolean) => {
    if (descending) {
        return [].reverse();
    } else {
        return [];
    }
}
```

Syntax (2)

```
// Funktion höherer Ordnung
const pick = (prop: string) => (obj: object) => obj[prop];

const pickRed = pick("r");
typeof pickRed; // "function"

// Funktion höherer Ordnung
const getColors = cb => cb(null, [{ r: 218, g: 165, b: 32 }]);

getColors((err, result: Color[]) => {
  if (err) {
    throw err;
  } else {
    console.log(result);
  }
});
```

Arrow functions have a lexical `this`; its value is determined by the surrounding scope.

— Exploring ES6

Generics

In languages like C# and Java, one of the main tools ... for creating reusable components is ... being able to create a component that can work over a variety of types ...

— vgl. TypeScript Handbook

Beispiel "identity"-Funktion

```
// die identity-Funktion gibt das erste an sie übergebene Argument zurück
function identity1(val) {
  return val;
}
let i1 = identity1("red"); // TypeScript nimmt für i1 den Typ any an
i1 = 42; // keine Warnung

// die typisierte Variante
function identity2(val: string): string {
  return val;
}
let i2 = identity2("blue"); // TypeScript nimmt für i1 den Typ string an
let i3 = identity2(42); // Warnung

// die generische Variante
function identity3<T>(val: T): T {
  return val;
}
let i4 = identity3<string>("blue"); // TypeScript nimmt für i4 den Typ string an
let i5 = identity3<number>(42); // TypeScript nimmt für i4 den Typ number an
```

Beispiel Set / Map

```
// ES2015 kennt zusätzlich zu Arrays auch Sets
const colors1 = new Set();
colors1.add("red");
colors1.add({ r: 218, g: 165, b: 32 }); // keine Warnung

// die generische Variante
const colors2 = new Set<string>();
colors2.add("red");
colors2.add({ r: 218, g: 165, b: 32 }); // Warnung

// ... und Maps
const colors3 = new Map<string, object>();
colors3.set("goldenrod", { r: 218, g: 165, b: 32 });
colors3.set(42, "red"); // Warnung
```

Beispiel "Promise"

```
// ES2015 kennt native Promises
Promise.resolve("red").then(res => console.log(res)); // TypeScript nimmt für res den Typ string an
Promise.resolve(42).then(res => console.log(res)); // TypeScript nimmt für res den Typ number an

// generische Variante 1
Promise.resolve<number>("red").then(res => console.log(res)); // Warnung

// generische Variante 2
type Color = { r: number; g: number; b: number };

function getColor(): Promise<Color> {
  return new Promise<Color>((resolve, reject) => {
    resolve({ r: 218, g: 165, b: 32 });
    // resolve("goldenrod"); // Warnung
  });
}
```

Arrays

- Arrays in JavaScript
  1. sind *sortierte Listen* von Werten beliebiger Datentypen
  2. können mit Schleifen iteriert werden
  3. haben etliche Methoden für funktionale Programmierung
- Datentyp in TypeScript ist `Array<any>` oder `any[]`

Array Literal

```
const colors: { r: number; g: number; b: number }[] = [
  { r: 218, g: 165, b: 32 },
  { r: 255, g: 0, b: 0 },
  { r: 0, g: 255, b: 0 },
  { r: 0, g: 0, b: 255 }
];

// Zugriff über index
console.log(colors.length); // 4
console.log(colors[0]); // { r: 218, g: 165, b: 32 }
```

Schleifen

```
// Klassischer for Loop
// kann mit break unterbrochen werden
for (let i = 0; i < colors.length; i++) {
  console.log(i, colors[i]);
}
// ES2015 for ... of, Iterable / Iterator
for (let color of colors) {
  console.log(color);
}
// Funktionale Iteration
// kann nicht mit break unterbrochen werden
colors.forEach(color => console.log(color));
```

Transformation mit map

```
// map erzeugt ein neues Array aus den Rückgabewerten
let reds: number[];
reds = colors.map(color => {
  return color.r;
});
console.log(reds); // [218, 255, 0, 0]

// mit Funktion höherer Ordnung
const pick = (prop: string) => (obj: object) => obj[prop];
reds = colors.map(pick("r"));
console.log(reds); // [218, 255, 0, 0]
```

Teilmenge mit `filter`

```
// filter erzeugt ein neues Array basierend auf der truthy- / falsyness
let reds: { r: number; g: number; b: number }[];
reds = colors.filter(color => color.r);
console.log(reds); // [{ r: 218, g: 165, b: 32 }, { r: 255, g: 0, b: 0 }]

// mit Funktion höherer Ordnung
const pick = (prop: string) => (obj: object) => obj[prop];
reds = colors.filter(pick("r"));
console.log(reds); // [{ r: 218, g: 165, b: 32 }, { r: 255, g: 0, b: 0 }]
```

Verkettung mit `filter` und `map`

```
// filter und map geben jeweils ein Array zurück
const pick = (prop: string) => (obj: object) => obj[prop];
let reds: number[];

reds = colors.filter(pick("r")).map(pick("r"));

console.log(reds); // [218, 255]
```

Destructuring

```
// Einzelne Variablen können extrahiert werden
const [red, green, blue] = colors;
// red, green, blue sind separate Werte und kein Array
console.log(red, green, blue);
// { r: 255, g: 0, b: 0 }
// { r: 0, g: 255, b: 0 }
// { r: 0, g: 0, b: 255 }
```

Klassen

und

Schnittstellen

Klassen

Klassen definieren

- Klassen sind **eine verkürzte Schreibweise** für prototypische Vererbung ("syntactic sugar")
- Nicht zu verwechseln mit Klassen in *Java*, *C++*, *C#* etc.
- ES2015: `class`, `constructor`, `extends`, `super` und `static` (für *Funktionen*)
- TypeScript: `public`, `private`, `protected`, `readonly`, `abstract` und `static` (für *Properties*)

— Zuweisung der property-Werte in der `constructor`-Funktion

```
class Color {
  constructor(r, g, b, a = 1) {
    this.r = r;
    this.g = g;
    this.b = b;
    this.a = a;
  }
}

const c = new Color(255, 255, 127, 0.5);
```

Deklaration der properties und - *optional* - ihrer Datentypen

TypeScript Klasse (2)

```
class Color {
  r: number;
  g: number;
  b: number;
  a: number;
  constructor(r: number, g: number, b: number, a: number = 1) {
    this.r = r;
    this.g = g;
    this.b = b;
    this.a = a;
  }
}

const c = new Color(255, 255, 127, 0.5);
```

Modifier im Constructor (1)

- Verkürzte Schreibweise erspart die Zuweisung der property-Werte in der `constructor`-Funktion
- Wird außerdem in Angular für *Dependency Injection* genutzt

Modifier im Constructor (2)

```
class Color {
  constructor(
    public r: number,
    public g: number,
    public b: number,
    public a: number = 1
  ) {}
}

const c = new Color(255, 255, 127);
```

Funktionen in Klassen (1)

- a.k.a. *Methoden*
- Verkürzte Schreibweise ohne `function` Keyword
- `this` referenziert auf das Objekt, welches mit `new` erzeugt wurde
- ES5 `get` und `set` werden unterstützt
- TypeScript unterstützt zusätzlich *Typ-Annotationen* und *Zugriffs-Modifier*

Funktionen in Klassen (2)

```
class Color {
  constructor(
    public r: number,
    public g: number,
    public b: number,
    public a: number = 1
  ) {}

  toString() {
    return `rgba(${this.r}, ${this.g}, ${this.b}${
      this.a ? ", " + this.a : ""
    })`;
  }

  get red(): number {
    return this.r;
  }

  set red(value: number) {
    this.r = value;
  }
}

const c = new Color(128, 165, 32);
c.red = 255;
console.log(c.toString(), c.red);
```

`static` und `readonly` in TypeScript

```
class Color {
  static readonly MIN = 0;
  static readonly MAX = 255;

  constructor(
    public r: number,
    public g: number,
    public b: number,
    public a: number = 1
  ) {}

  static create({
    r,
    g,
    b,
    a
  }: {
    r: number;
    g: number;
    b: number;
    a?: number;
  }): Color {
    return new Color(r, g, b, a);
  }
}
```

Nutzung der *factory*-Funktion `create`

```
const goldenrod: Color = Color.create({
  r: 218,
  g: 165,
  b: 32
});

const black: Color = Color.create({
  r: Color.MIN,
  g: Color.MIN,
  b: Color.MIN
});

const white: Color = Color.create({
  r: Color.MAX,
  g: Color.MAX,
  b: Color.MAX
});
```

Datentypen erweitern

Vererbung (1)

- Vererbung ist möglich, sollte aber **sehr flach** gehalten werden
- ES2015 unterstützt `extends` und `super`
- TypeScript unterstützt zusätzlich `public`, `private`, `protected` und `abstract`

Vererbung (2)

```
export class BlinkingColor extends Color {
  constructor(
    r: number,
    g: number,
    b: number,
    a: number,
    private frequency = 1
  ) {
    super(r, g, b, a);
  }

  blink(duration: number) {
    return `${this.toString()} is blinking with ${
      this.frequency
    } Hz for ${duration} ms`;
  }
}
```

Zugriffs-Modifier

- `public`: *auch außerhalb* der Klasse erreichbar
- `private`: *ausschließlich innerhalb* der Klasse erreichbar
- `protected`: nur *innerhalb* der Klasse sowie *innerhalb von erbenden* Klassen erreichbar
- `abstract`: kann nicht mit `new` instantiiert werden

Schnittstellen

Schnittstellen verwenden

- ECMAScript kennt **keine** Schnittstellen
- TypeScript unterstützt *Schnittstellen* für die **Beschreibung** von Objekten und Klassen
- Interfaces * TypeScript

— `interface`: beschreibt eine *Struktur*

— Schnittstellen können beliebig tief *verschachtelt* sein

```
interface IRGB {
  r: number;
  g: number;
  b: number;
}
```

Verschachtelung

```
interface ILed {
  index: number;
  color: {
    r: number;
    g: number;
    b: number;
  };
}
// color: IRGB

const led: ILed = {
  index: 0,
  color: {
    r: 218,
    g: 165,
    b: 32
  }
};
```

— `extends`: Schnittstellen unterstützen *Vererbung*

— `?:` markiert *optionale Properties*

```
interface IRGBA extends IRGB {
  a?: number;
}
```

Funktionen in Schnittstellen (1)

- Schnittstellen können *Properties* beschreiben, die *Funktionen* sind
- Schnittstellen können *Funktionen* beschreiben

Funktionen in Schnittstellen (2)

```
interface IColor {
  toString(): string;
  red: number;
}

interface BlinkFunc {
  (duration: number): string;
}

interface IBlinkingColor extends IColor {
  blink: BlinkFunc;
}
```

Verwendung von Schnittstellen (1)

- Variablen können Schnittstellen als *Datentyp* haben
- `implements`: Klassen können Schnittstellen implementieren
- Schnittstellen können in Signaturen von *Funktionen* verwendet werden

Verwendung von Schnittstellen (2)

```
class Color implements IRGBA, IColor {
  constructor(
    public r: number,
    public g: number,
    public b: number,
    public a: number = 1
  ) {}

  toString() {
    return `rgba(${this.r}, ${this.g}, ${this.b}${
      this.a ? ", " + this.a : ""
    })`;
  }

  get red(): number {
    return this.r;
  }

  set red(value: number) {
    this.r = value;
  }

  static create({ r, g, b, a }: IRGBA): IColor {
    return new Color(r, g, b, a);
  }
}
```

Ambiente Deklarationen und Type Declaration Files

In JavaScript geschriebene Bibliotheken können problemlos in TypeScript benutzt werden

```
npm install tinycolor2 --save
```

```
import * as tinycolor from "tinycolor2";

const goldenrod = tinycolor("goldenrod");

// Hier kennt TypeScript den Datentyp von goldenrod noch nicht
```

Für sehr viele Bibliotheken existieren Definitionen der Datentypen für TypeScript

```
npm install @types/tinycolor2 --save-dev
```

```
console.log(tinycolor("goldenrod").isDark()); // false

// Hier kennt TypeScript alle Eigenschaften und Methoden von goldenrod
```

> This guide is designed to teach you how to write a high-quality TypeScript Declaration File.
>
> — TypeScript Handbook

Fazit

> TypeScript ranks 3rd in the “Most Loved Languages” category — even ahead of Swift, Go, and Python! — and 9th in the “Most Popular Languages” category.
>
> — TypeScript Weekly

Anhang

Hello TypeScript

Voraussetzungen schaffen

1. Node.js installieren
2. Visual Studio Code installieren (oder vergl. Editor)
3. *optional* git installieren
4. *optional* Yarn installieren

1. Neues Verzeichnis anlegen:
   `mkdir my-typescript-project && cd -`
2. Im neuen Verzeichnis Node.js initialisieren:
   `npm init -y` *oder* `yarn init -y`
3. Notwendige Node.js Pakete installieren:
   `npm install --save-dev typescript` *oder*
   `yarn add typescript -D`

1. TypeScript initialisieren:
   `./node_modules/.bin/tsc --init`
2. Compiler konfigurieren in `tsconfig.json`
3. Datei erstellen `hello.ts`
4. Programmieren :-)
5. Compiler ausführen `./node_modules/.bin/tsc`

Unit-Tests konfigurieren

- Jest
- ts-jest