

# TypeScript

Prof. Dr.-Ing. Andreas Heil

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

v1.0.1

# Lernziele

- Grundlagen der Sprache TypeScript **kennen lernen** und
- den Bezug zu JavaScript **verstehen**.

# Playground

**Hinweis Vorweg:** Alle Beispiele aus der Vorlesung werden im typescriptlang.org Playground (<https://www.typescriptlang.org/play>) gezeigt bzw. können dort nachvollzogen werden.

# JavaScript

- Starkes Wachstum des Einsatzes von JavaScript innerhalb der vergangenen Jahre
- Signifikant bessere Engines, z.B. Google V8 (mehr dazu in der Vorlesung Web Assembly)
- Zusammen Mit Web APIs und HTML 5 als UI eine vollständige und umfangreiche Programmierplattform

# Probleme

- Die Entwicklung großer (engl. application scale) JavaScript-Anwendungen ist schwer
- JavaScript wurde nicht entworfen um große Anwendungen zu entwickeln
- JavaScript ist eine Script-Sprache (d.h. wird interpretiert)
- Keine statische Typisierung

# Probleme (Forts.)

- Es fehlen grundsätzliche Möglichkeiten um
  - den Code zu strukturieren und
  - um eine umfangreiche Code-Basis zu verwalten
- Beispiele
  - Klassen
  - Module, Pakete o.ä.
  - Schnittstellen (engl. interface)

# Konsequenz

- Entwickler haben z.B.
  - Google GWT<sup>1</sup> (Google Web Toolkit) für Java verwendet
  - ScriptSharp<sup>2</sup> (Script#) genutzt um aus C# um JavaScript zu generieren
- Nutzen andere Frameworks oder andere Tools um Entwicklungsumgebungen wie Eclipse zur Entwicklung umfangreicher Anwendungen zu nutzen

Konsequenz: Die Anwendung wurde nicht in JavaScript entwickelt

# Ziel von TypeScript

TypeScript is a language for application scale JavaScript development.

TypeScript is a typed superset of JavaScript that compiles to plain JavaScript. - A. Hejlsberg, 2017



# TypeScript

- Kompilierter JavaScript Code läuft in allen Browsern, allen Betriebssystemen
- Compiler selbst ist OOS
- JavaScript Code *ist* TypeScript Code (d.h. JS kann direkt in TypeScript Code kopiert werden)
- Alle JavaScript Bibliotheken (einschl. Node) funktionieren direkt in TypeScript
- Statische Typen, Klassen, Module (optional, sind zur Laufzeit nicht mehr vorhanden)
- Kompiliert direkt zu JavaScript, d.h. verursachen keine "Kosten" zur Laufzeit

# TypeScript Typsystem

```
function process(x) {  
  x.name = "foo";  
  var v = x + x;  
  alert(v);  
}
```

- x könnte alles sein (Typ *any* in JavaScript)

# TypeScript Typsystem

- Mittels Google Closure könnte ein Typsystem eingeführt werden

```
/**  
 * @param {string}  
 */  
  
function process(x) {  
    x.name = "foo";  
    var v = x + x;  
    alert(v);  
}
```

- Wer erkennt hier Probleme?

# TypeScript Typsystem

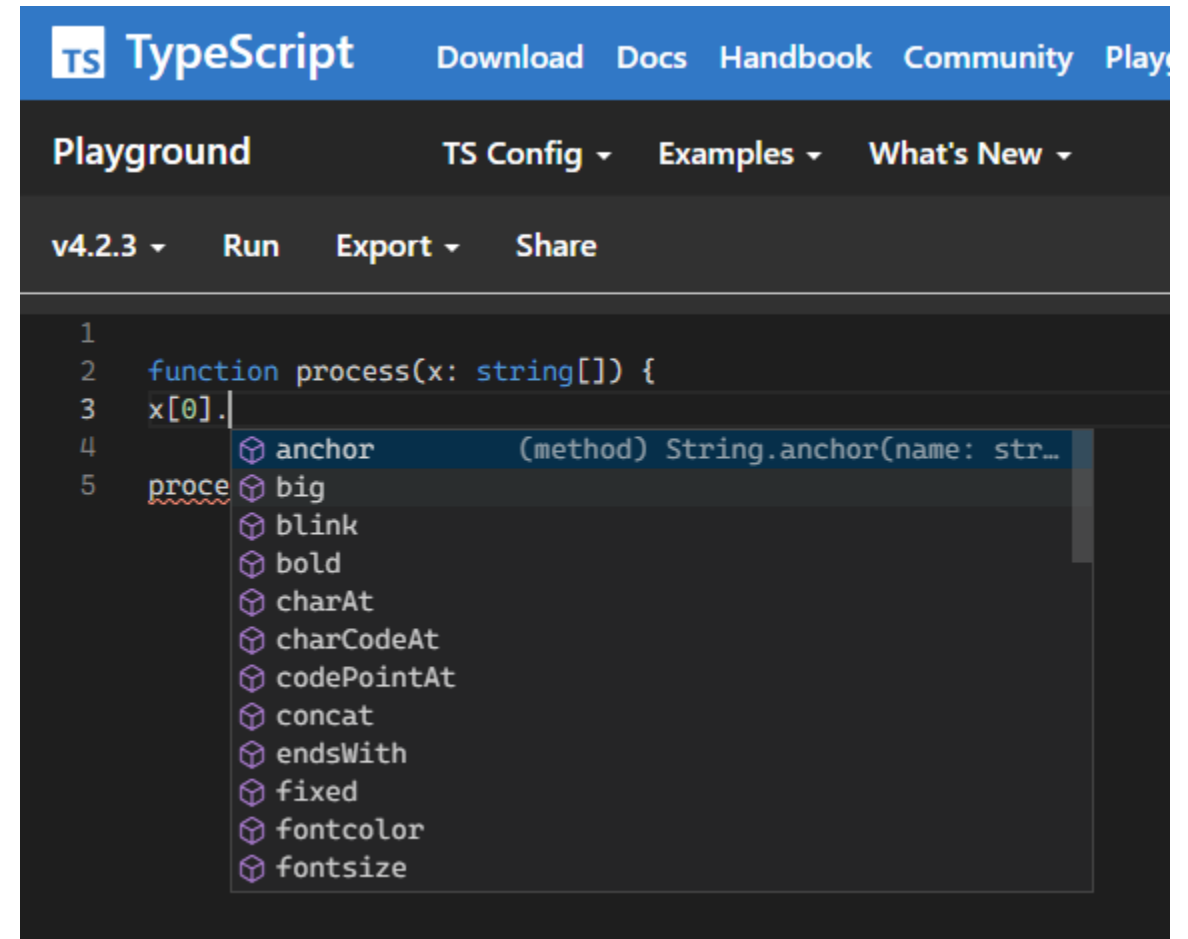
```
function process(x: string) {  
  x.name = "foo"; // Property 'name' does not exist on type 'string'.(2339)  
  var v = x + x;  
  alert(v);  
}
```

# TypeScript Typsystem

```
function process(x: boolean) {  
  x.name = "foo"; // Operator '+' cannot be applied to types 'boolean' and 'boolean'.(2365)  
  var v = x + x;  
  alert(v);  
}
```

# TypeScript Typsystem

- Typ *String Array* wird inferriert
- Compiler (IDE) kann passende Operationen anbieten
- Ungültige Operationen werden erkannt



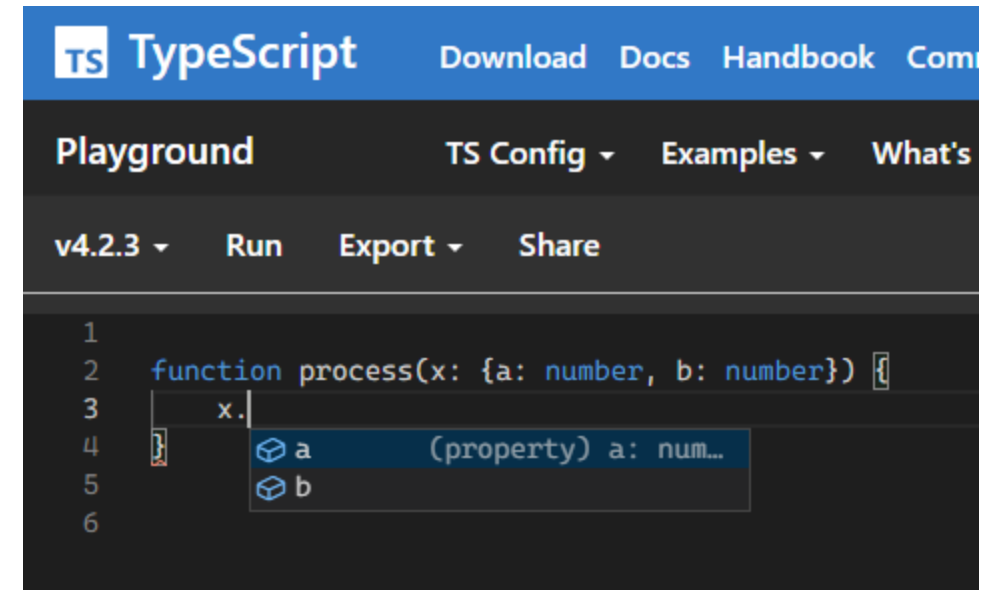
# TypeScript Typsystem

```
function process(x: () => string) {  
    x().toUpperCase();  
    alert(x)  
}
```

- x ist Funktion, die ein String zurück liefert

# TypeScript Typsystem

- *x* hat zwei Properties
  - *a* vom Typ *number*
  - *b* vom Typ *number*

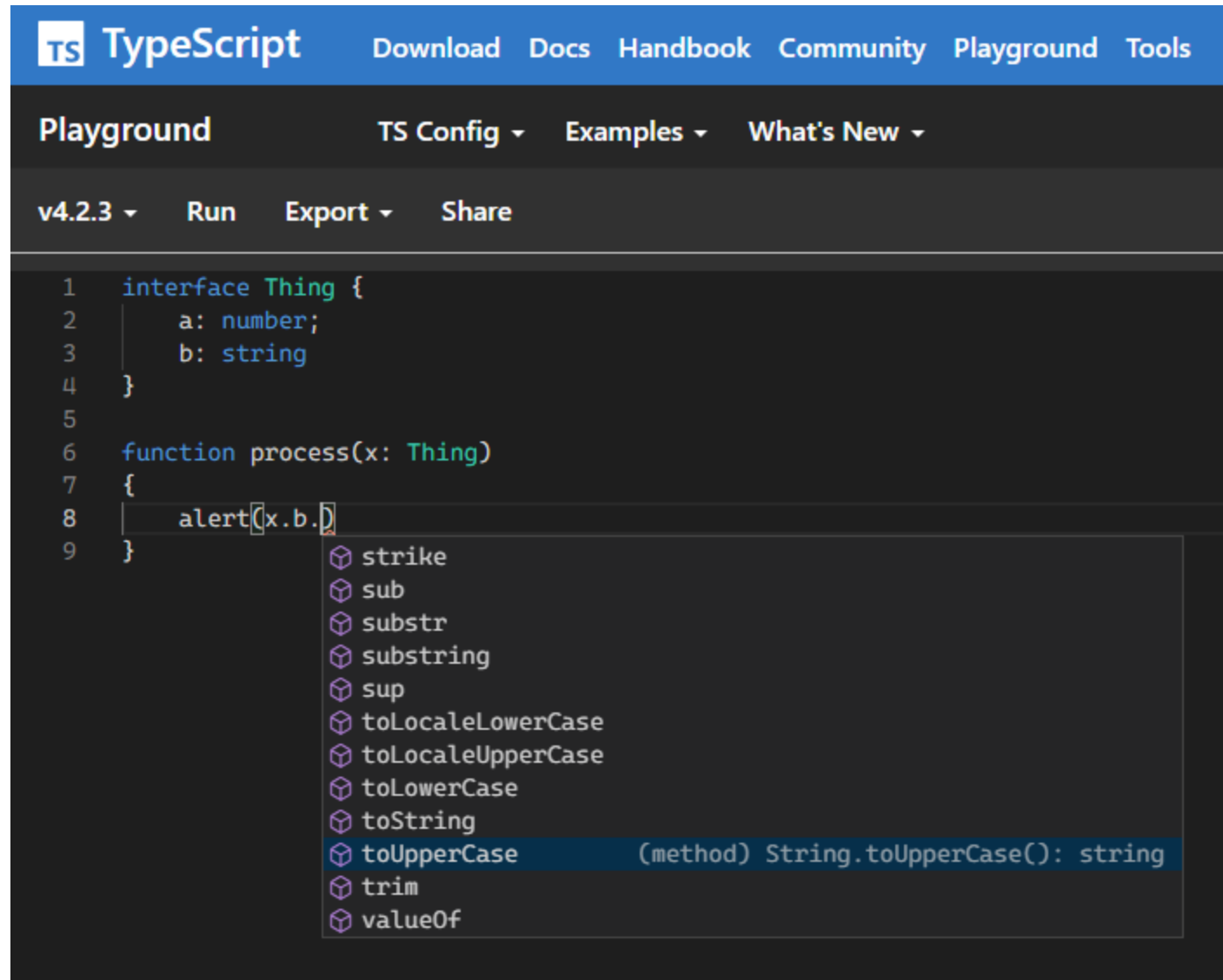




# TypeScript Typsystem - Strukturierte Typen

```
interface Thing {  
    a: number;  
    b: string  
}  
  
function process(x: Thing)  
{  
    alert(x.b)  
}
```

# TypeScript Typsystem - Strukturierte Typen



The screenshot shows the TypeScript Playground interface. At the top, there is a blue header with the TypeScript logo and links for Download, Docs, Handbook, Community, Playground, and Tools. Below this is a dark grey bar with 'Playground', 'TS Config', 'Examples', and 'What's New'. A third bar shows 'v4.2.3', 'Run', 'Export', and 'Share'. The main area contains the following code:

```
1 interface Thing {  
2     a: number;  
3     b: string  
4 }  
5  
6 function process(x: Thing)  
7 {  
8     alert(x.b.)  
9 }
```

An autocomplete dropdown is open for the `x.b.` property access, listing various string methods. The `toUpperCase` method is highlighted, showing its signature: `(method) String.toUpperCase(): string`.

- strike
- sub
- substr
- substring
- sup
- toLocaleLowerCase
- toLocaleUpperCase
- toLowerCase
- toString
- toUpperCase** (method) String.toUpperCase(): string
- trim
- valueOf

# Wie aufrufen?

```
interface Thing {  
  a: number;  
  b: string  
}  
  
function process(x: Thing)  
{  
  alert(x.b)  
}  
  
process({a: 42, b: "Hello World"});
```

# Wie aufrufen? (Forts.)

```
interface Thing {  
    a: number;  
    b: string  
}  
  
function process(x: Thing)  
{  
    return x.a;  
}  
  
process({a: 42, b: "Hello World"});
```

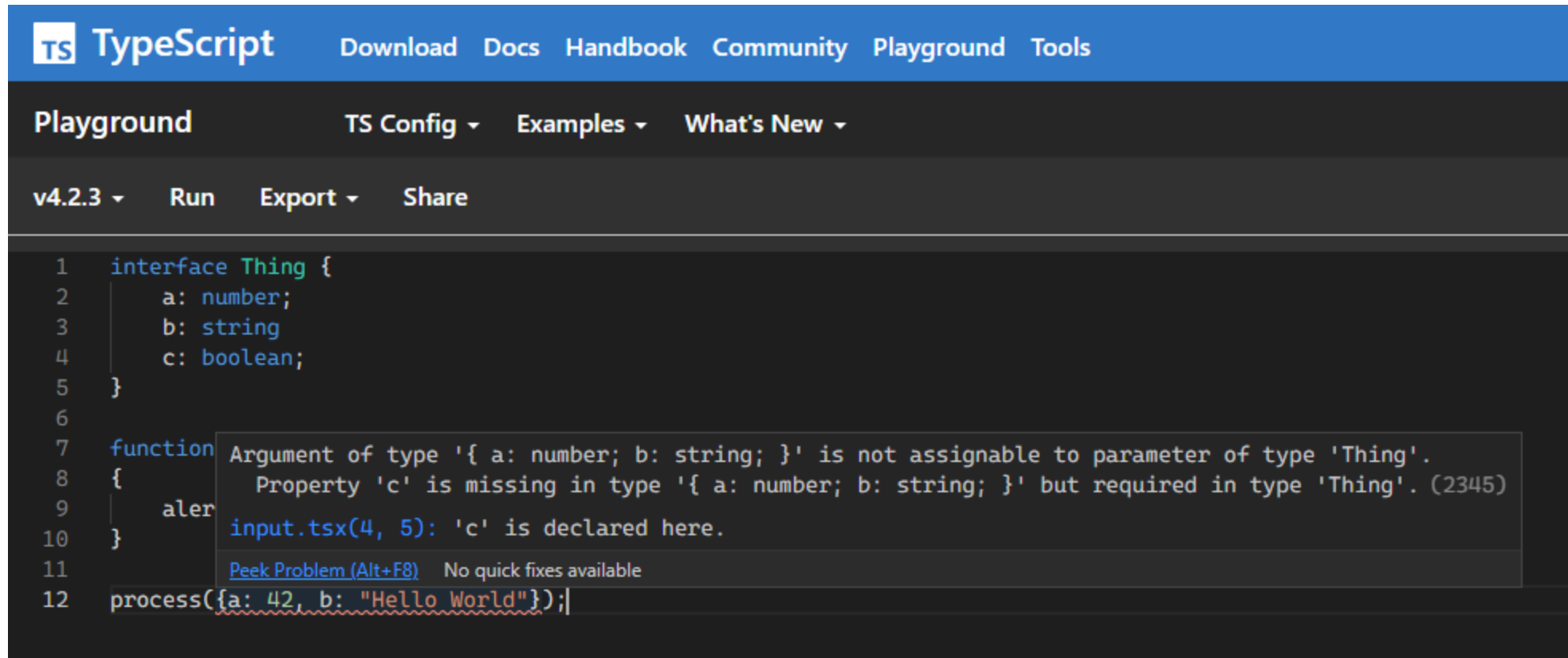
- Für Rückgabewert von *process* wurde kein Typ angegeben
- Compiler inferiert, dass es sich um *number* handelt (Typinferenz)

# Interfaces

```
interface Thing {  
    a: number;  
    b: string;  
    c: boolean;  
}  
  
function process(x: Thing)  
{  
    alert(x.b)  
}  
  
process({a: 42, b: "Hello World"});
```

- Wer sieht den Fehler?

# Interfaces



The screenshot shows the TypeScript Playground interface. At the top is a blue header with the TypeScript logo and links for Download, Docs, Handbook, Community, Playground, and Tools. Below this is a dark grey navigation bar with 'Playground' selected, and links for TS Config, Examples, and What's New. A secondary bar shows the version 'v4.2.3' and buttons for Run, Export, and Share. The main area is a code editor with a dark background. It contains the following code:

```
1 interface Thing {  
2     a: number;  
3     b: string;  
4     c: boolean;  
5 }  
6  
7 function  
8 {  
9     alert  
10 }  
11  
12 process({a: 42, b: "Hello World"});
```

A tooltip is displayed over the function call on line 12, containing the following text:

Argument of type '{ a: number; b: string; }' is not assignable to parameter of type 'Thing'.  
Property 'c' is missing in type '{ a: number; b: string; }' but required in type 'Thing'. (2345)  
input.tsx(4, 5): 'c' is declared here.  
[Peek Problem \(Alt+F8\)](#) No quick fixes available

# Optional Property

```
interface Thing {  
  a: number;  
  b: string  
  c?: boolean;  
}  
  
function process(x: Thing)  
{  
  alert(x.b)  
}  
  
process({a: 42, b: "Hello World"});
```

- Problem gelöst...
- Bei der Verwendung optionaler Properties: Vor Aufruf prüfen ob *undefined*

# Interfaces (Funktionen)

```
interface Thing {  
  a: number;  
  b: string  
  foo(s: string);  
}  
  
function process(x: Thing)  
{  
  alert(x.foo("bar"));  
  alert(x.foo("bar", 42)); // Expected 1 arguments, but got 2.(2554)  
}
```



# Interfaces (Optionale Argumente)

```
interface Thing {  
  a: number;  
  b: string  
  foo(s: string, n?: number);  
}  
  
function process(x: Thing)  
{  
  alert(x.foo("bar"));  
  alert(x.foo("bar", 42));  
}
```

# Interfaces (Überladen v. Funktionen)

```
interface Thing {  
    a: number;  
    b: string  
    foo(s: string): string;  
    foo(n: number): number;  
}  
  
function process(x: Thing)  
{  
    alert(x.foo('bar'));  
    alert(x.foo(42));  
}
```

# Interfaces (Überladen v. Funktionen)

```
interface Thing {  
  a: number;  
  b: string  
  foo: {  
    (s: string): string;  
    (n: number): number;  
  }  
}  
  
function process(x: Thing)  
{  
  alert(x.foo('bar'));  
  alert(x.foo(42));  
}
```

- In Wirklichkeit heißt es, es gibt zwei Signaturen von *foo*

# Alles aus JavaScript ist möglich ...

```
interface Thing {  
  a: number;  
  b: string  
  foo: {  
    (s: string): string;  
    (n: number): number;  
    data: any;  
  };  
  new (s: string): Element;  
  [index: number]: Date;  
}  
  
function process(x: Thing)  
{  
  var e = new x("foo");  
  var d = x[0].toDateString();  
}
```

... auch wenn es kein Sinn ergibt!

# Klassen

```
class Point {  
  x: number;  
  y: number;  
  constructor(x: number, y: number) {  
    this.x = x;  
    this.y = y;  
  }  
}  
  
var p = new Point(10, 20);  
p.x = 4;  
p.y = 2;
```

- Angelehnt an ECMAScript 6

# Klassen in ECMAScript 6

```
"use strict";  
class Point {  
    constructor(x, y) {  
        this.x = x;  
        this.y = y;  
    }  
}  
var p = new Point(5, 10);  
p.x = 10;  
p.y = 20
```

# Klassen "vor" ECMAScript 6

```
var Point = (function() {  
    function Point(x, y) {  
        this.x = x;  
        this.y = y;  
    }  
    return Point;  
})();  
var p = new Point(5, 10);  
p.x = 10;  
p.y = 20;
```

# TypeScript Klassen: Methoden und Properties

```
class Point {  
  x: number;  
  y: number;  
  constructor(x: number, y: number) {  
    this.x = x;  
    this.y = y;  
  }  
  dist1() { return Math.sqrt(this.x * this.x + this.y * this.y)}  
  get dist2() { return Math.sqrt(this.x * this.x + this.y * this.y)}  
}  
  
var p = new Point(10, 20);  
var d1= p.dist1();  
var d2 = p.dist2;
```

- Identisch in ECMAScript 6



# TypeScript static

```
class Point {  
  x: number;  
  y: number;  
  constructor(x: number, y: number) {  
    this.x = x;  
    this.y = y;  
  }  
  dist1() { return Math.sqrt(this.x * this.x + this.y * this.y); }  
  get dist2() { return Math.sqrt(this.x * this.x + this.y * this.y); }  
  static origin = new Point(0,0);  
}  
  
var p = new Point(10, 20);  
var o = Point.origin;
```

# TypeScript static

In JavaScript:

```
"use strict";
class Point {
  constructor(x, y) {
    this.x = x;
    this.y = y;
  }
  dist1() { return Math.sqrt(this.x * this.x + this.y * this.y); }
  ;
  get dist2() { return Math.sqrt(this.x * this.x + this.y * this.y); }
  ;
}
Point.origin = new Point(0, 0);
var p = new Point(10, 20);
var o = Point.origin;
```

# Private Members

```
class Point {  
  x: number;  
  y: number;  
  private color: string;  
  constructor(x: number, y: number) {  
    this.x = x;  
    this.y = y;  
    this.color = 'red';  
  }  
  dist1() { return Math.sqrt(this.x * this.x + this.y * this.y); }  
  get dist2() { return Math.sqrt(this.x * this.x + this.y * this.y); }  
  static origin = new Point(0,0);  
}  
  
var p = new Point(10, 20);  
var o = Point.origin;
```

- In der IDE / Compiler nicht nutzbar ABER

# Private Members (Forts.)

```
"use strict";
class Point {
  constructor(x, y) {
    this.x = x;
    this.y = y;
    this.color = 'red';
  }
  dist1() { return Math.sqrt(this.x * this.x + this.y * this.y); }
  ;
  get dist2() { return Math.sqrt(this.x * this.x + this.y * this.y); }
  ;
}
Point.origin = new Point(0, 0);
var p = new Point(10, 20);
var o = Point.origin;
```

- In JavaScript ein ganz normales Feld und auch so nutzbar!

# Automatisches Initialisieren

```
class Point {  
  x: number;  
  y: number;  
  constructor(x: number, y: number) {  
    this.x = x;  
    this.y = y;  
  }  
}
```

identisch mit

```
class Point {  
  constructor(public x: number, public y: number) {  
  }  
}
```

Nice!

# Automatisches Initialisieren (Forts.)

Mit Default-Werten initialisieren:

```
class Point {  
    constructor(public x: number = 0, public y: number = 0) {  
        ...  
    }  
  
    var p = new Point(); // kein Fehler, wird mit (0,0) initialisiert!
```

# Vererbung

```
class Point3D extends Point { }
```

- Analog zu ECMAScript 6
- Davor ca. 30 Zeilen JavaScript Voodoo

```
class Point3D extends Point {  
    constructor(x: number, y: number: public z: number) {  
        super(x, y); // Hier wird der Parent-Konstruktor aufgerufen  
    }  
    dist() { // Methoden aus der Parent-Klasse können überschrieben werden  
        var d = super.dist();  
        return Math.sqrt(d * d + this.z * this.z);  
    }  
}
```

# Moduls

```
module Math2D{  
    export class Point {  
        constructor(public x: number = 0, public y: number = 0) {  
        }  
    }  
}  
  
var p = new Math2D.Point();
```



# Zusammenfassung

- Formalisiert das dynamische Typsystem von JavaScript
- Erlaubt das Definieren struktureller Typen (Interfaces, Klassen etc.)
- **Achtung:** Nicht typsicher!
- Viele Funktionen inzwischen in ECMAScript 6

# Referenzen

- [1] <http://www.gwtproject.org/>
- [2] <https://github.com/nikhilk/scriptsharp>