

# 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

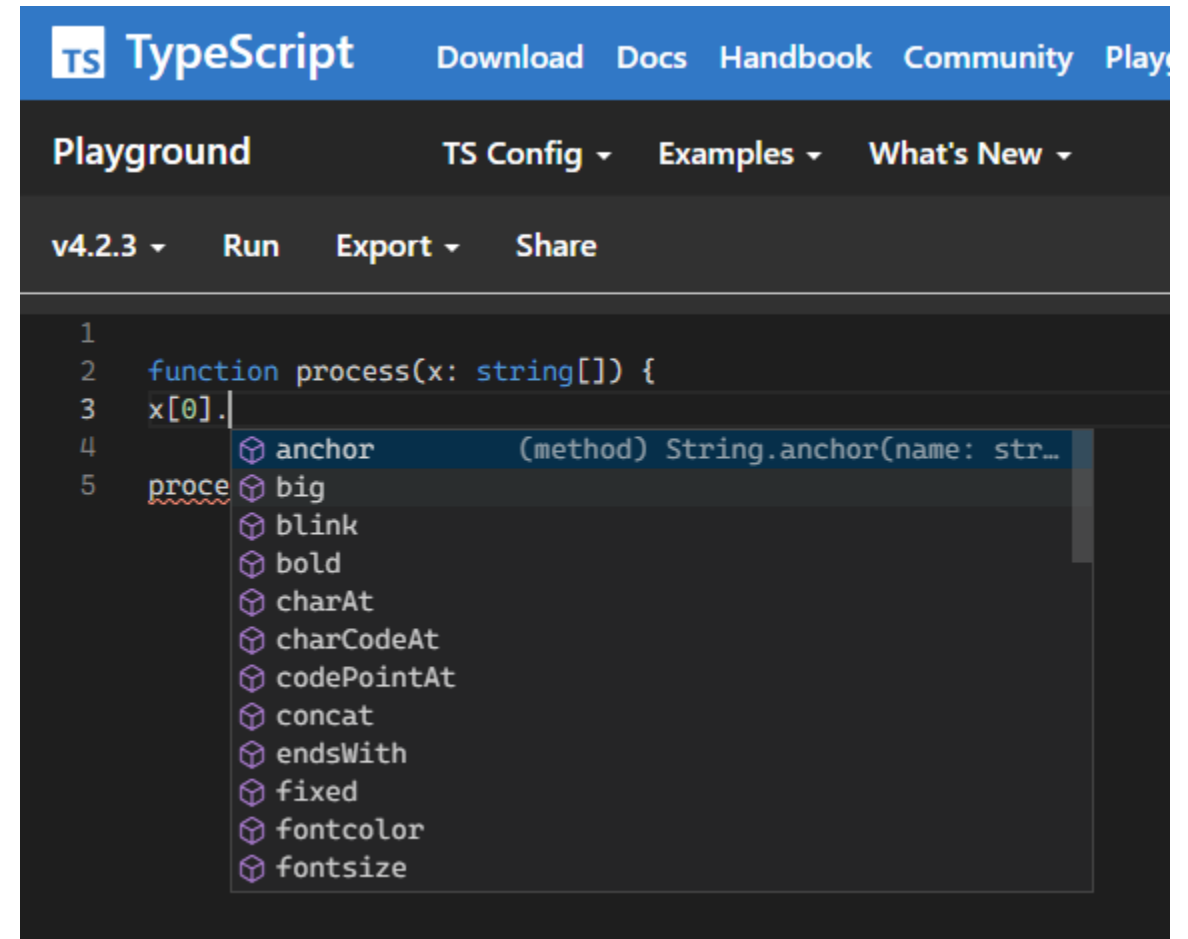
```
function process(x: string) {  
  x.name = "foo"; // Property 'name' does not exist on type 'string'.(2339)  
  var v = x + x;  
  alert(v);  
}
```

# 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



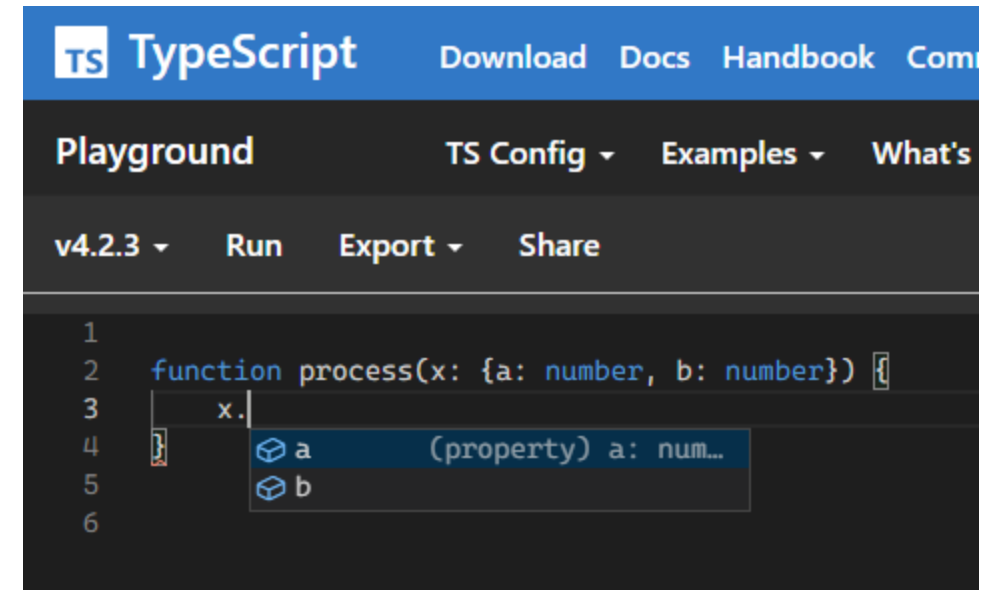
# TypeScript Typsystem

```
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*

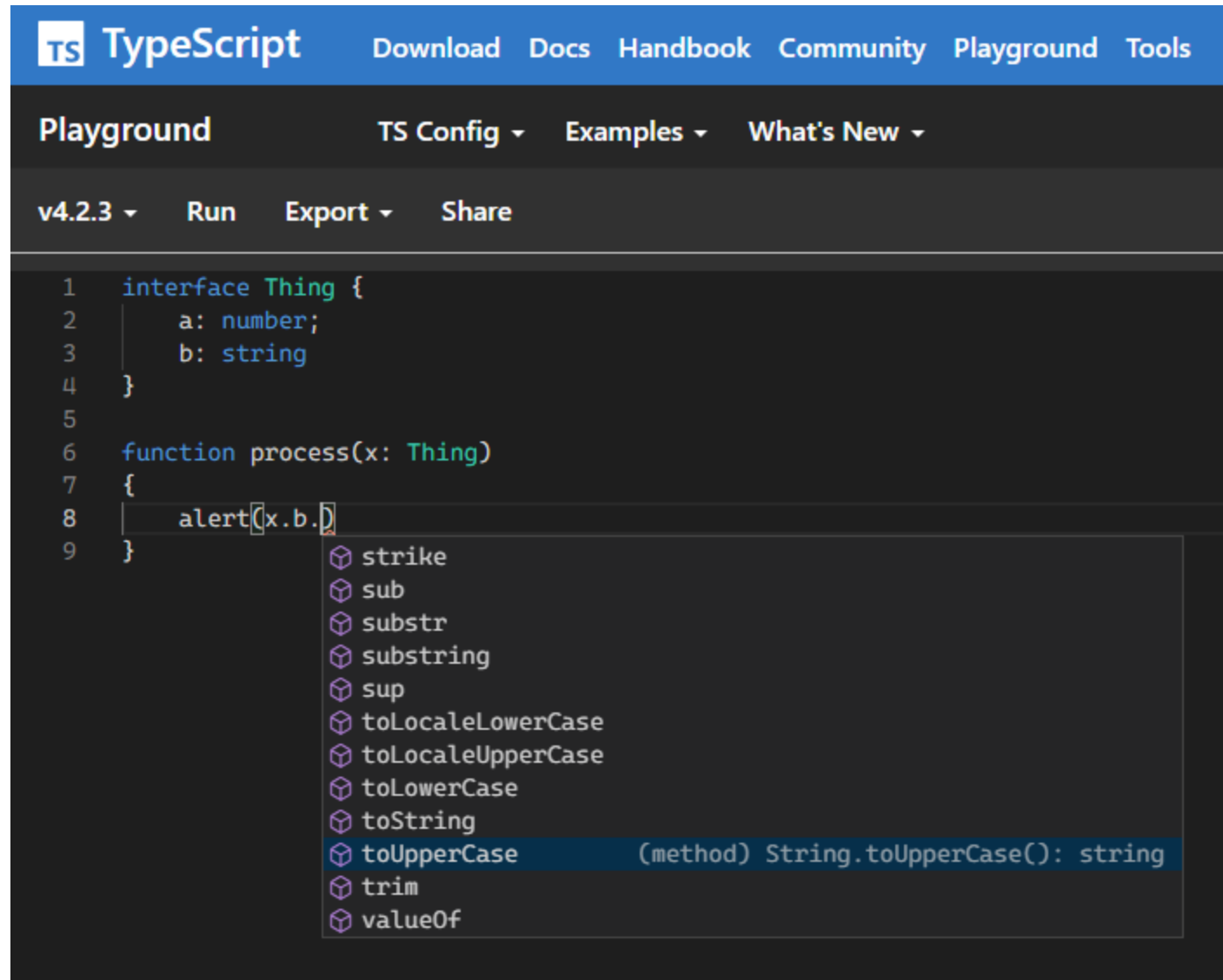




# TypeScript Typsystem - Strukturierte Typen

```
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's 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 }
```

A dropdown menu is open for the `alert(x.b.)` line, showing a list of string methods. The `toUpperCase` method is highlighted, with its signature `(method) String.toUpperCase(): string` displayed to the right.

- 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"});
```

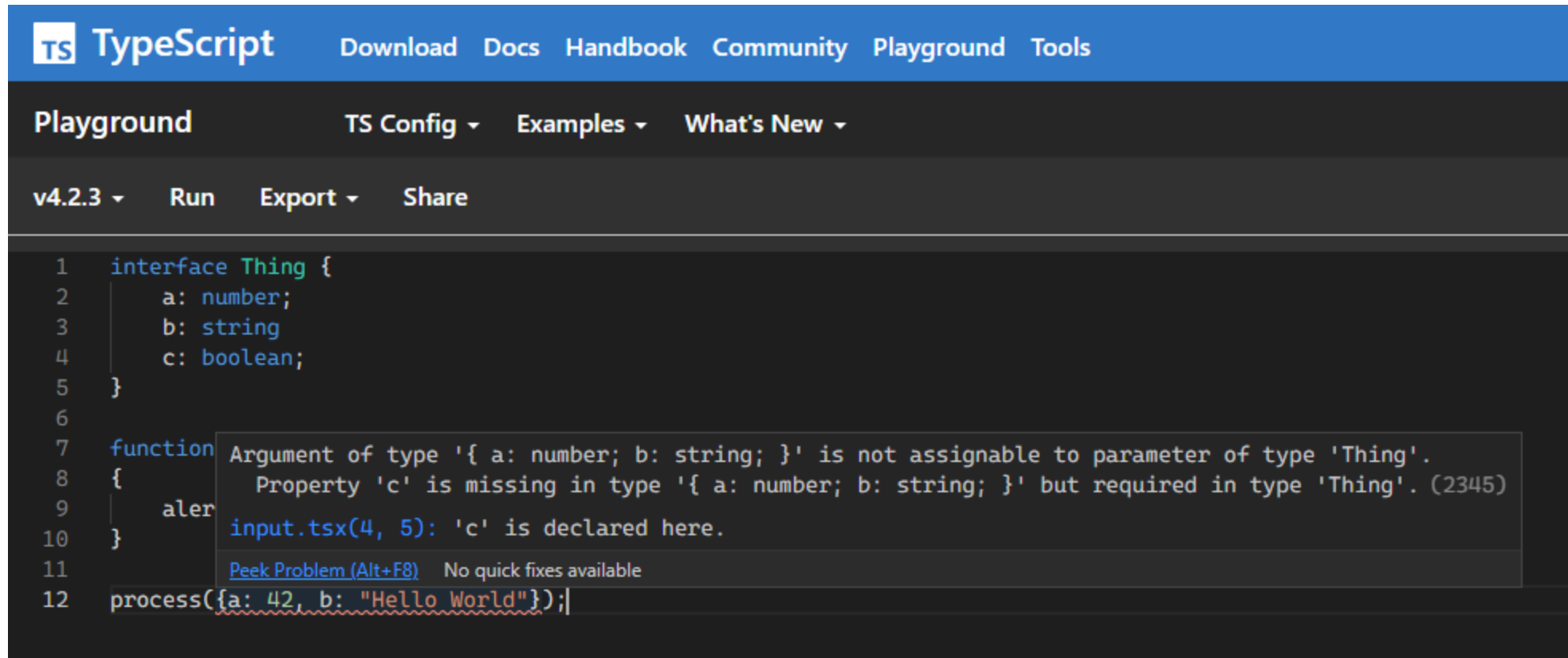
- Für Rückgabewert von *process* wurde kein Typ angegeben
- Compiler inferiert, dass es sich um *number* handelt (Typinferenz)

# 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 website. The top navigation bar includes links for Download, Docs, Handbook, Community, Playground, and Tools. Below this, the Playground section is active, with sub-links for TS Config, Examples, and What's New. The version is set to v4.2.3, and there are buttons for Run, Export, and Share. The code editor contains the following TypeScript 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, showing the following error message:

```
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>