

Le Tour de



University of Applied Sciences



# DART

## Web-Technologien

Client- und Serverseitige Sprachen (Dart Teil I)

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)

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

2

## Dart in a Nutshell ...



University of Applied Sciences



- Eine optional typisierte,
- Multiprogrammierparadigmen (imperativ, non dogmatic objektorientiert, funktional) unterstützende,
- Language VM (Virtual Machine) basierte Programmiersprache (die eine Transcompilation nach Javascript ermöglicht)
- für Scalable Web App Engineering,
- die sowohl In-Browser als auch On-Server (in Dart VM) ausführbar ist.

<https://www.dartlang.org/>

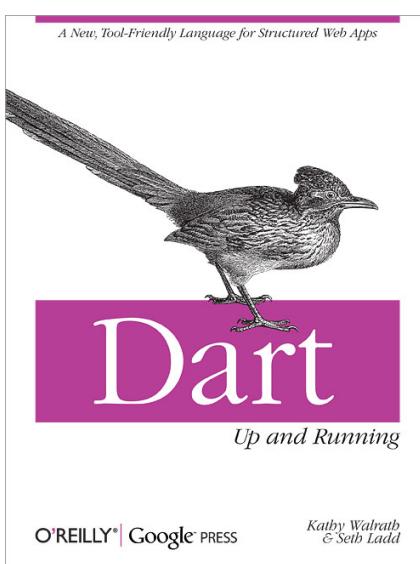
Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

3

## Zum Nachlesen ...



University of Applied Sciences



**Chapter 1:**  
Quick Start

**Chapter 2:**  
A Tour of the Dart Language

**Chapter 3:**  
A Tour of the Dart Libraries

**Chapter 4:**  
Tools

**Chapter 5:**  
Walkthrough: Dart Chat

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

4

## Le Grande Boucle



University of Applied Sciences



### Tour de Dart

- Optional Typed
- Multiparadigm
- Byte Code (JavaScript Cross Compiled)
- In Browser and On Server

### Tour de Dart Libraries

- Library System
- Asynchronous Programming
- Math and Random
- Browser-Based Apps
- I/O
- Decoding and Encoding

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

5

## Tour de Dart



University of Applied Sciences



### Kern-Konzepte

### Variablen

### Built-In Types

### Kontrollfluss

### Funktionen (Methoden) und Typedefs

### Operatoren

### Klassen (OO)

### Generics

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

6

## Tour de Dart



University of Applied Sciences

Kern-Konzepte

Variablen

Built-In Types

Kontrollfluss

Funktionen (Methoden) und Typedefs

Operatoren

Klassen (OO)

Generics



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

7

## Erstens: Dart ist nicht dogmatisch!



University of Applied Sciences

Jedes Dart Programm beginnt (wie Java) in einer main Methode.

Dart kennt top level Funktionen (z.B. die main). Klassen sind nicht erforderlich.

```
main() {  
    print("Hello World");  
}
```

```
var greet = "Hello World";  
main() {  
    print(greet);  
}
```

Dart kennt top level Variablen.

Dart ist dynamisch typisiert.

Dart ist optional typisiert (dies gilt für Methoden, Funktionen wie für Datenfelder und Variable).  
Sie können, müssen aber keine Datentypen bei Deklarationen angeben.

```
String greet = "Hello World";  
void main() {  
    print(greet);  
}
```

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

8

## Runtime Modes

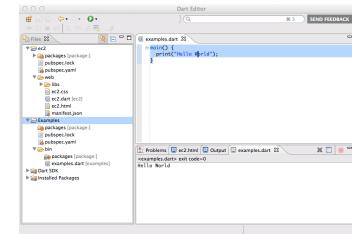
Jedes Dart Programm kann nach JavaScript kompiliert werden und läuft damit in jedem JavaScript fähigem Browser!

Dart Programme können auch in Dart Virtual Machine ausgeführt werden (ähnlich der Java VM, jedoch ist die Dart VM nicht ByteCode sondern Language-basiert). Damit können Dart Programme auf allen Systemen laufen, für die eine Dart VM existiert (z.B. Desktop, Server, Smartphone, etc.). Dart wurde entworfen, um zunehmend komplexere Web Apps entwickeln zu können, aber gleichzeitig soll es einfach zu erlernen sein. Dart macht daher viele Anleihen bei bekannten Sprachen, wie bspw. Java.

Dart wird mit einer Entwicklungsumgebung Dart Editor bereitgestellt.

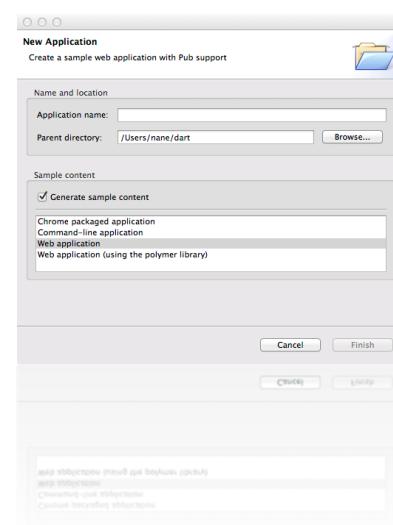
Dart kennt zwei Runtime Modes:

- Im **Production Mode** werden statische Typisierungsfehler ignoriert. Gleichzeitig ist die Ausführungsgeschwindigkeit optimiert (für die Auslieferung).
- Im **Checked Mode** werden statische Typisierungsfehler geprüft und ggf. Exceptions geworfen (für Test- und Entwicklung) sowie Assertions geprüft.



## Install Dart is easy

- Download and Unzip from:
  - <http://www.dartlang.org/downloads.html>
- Start the DartEditor Executable File
- Create an App
  - File -> New Application
  - Command Line Application (for non browser Apps)
  - Web Application (for browser context)



## Hello Darties (I)

```
<!DOCTYPE html>

<html>
  <head>[...]</head>
  <body>
    <h1>Hello ...</h1>
    <p>Static "Hello world" from HTML!</p>

    <div id="hello"></div>

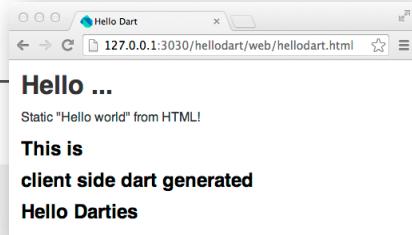
    <script type="application/dart" src="hellobart.dart"></script>
    <script src="packages/browser/dart.js"></script>
  </body>
</html>
```

## Hello Darties (II)

```
import 'dart:html';

main() {
 querySelector("#hello").innerHTML = generateHelloWorld();
}

String generateHelloWorld() {
  final greetings = [
    "This is",
    "client side dart generated",
    "Hello Darties"
  ];
  return greetings.map((g) => "<h2>$g</h2>").join("\n");
}
```



## Tour de Dart



University of Applied Sciences



Kern-Konzepte

Variable

Built-In Types

Kontrollfluss

Funktionen (Methoden) und Typedefs

Operatoren

Klassen (OO)

Generics

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

13

## Variable, Immutables und Konstanten



University of Applied Sciences

In Dart sind alle Variablen Referenzen auf Objekte. D.h. der Defaultwert für jede (Referenz)variable ist null.

Das gilt auch für „primitive Datentypen“.

```
String n;
int a;
bool b;
assert (n == null);
assert (a == null);
assert (b == null);
```

```
const MAENNLICH = "Max Mustermann";
const WEIBLICH = "Maren Musterfrau";

final n = "Tessa Loniki";
assert (n == "Tessa Loniki");

n = MAENNLICH;
// Error: Erneute Wertzuweisung
```

Dart kennt Konstante (const), d.h. Werte, die bereits zur Compilierzeit feststehen.

Dart kennt Immutables (final), d.h. Werte, die einmal festgelegt, im Nachhinein nicht mehr geändert werden können.

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

14

## Alles natürlich optional typisiert



University of Applied Sciences

In Dart können Variablen auch immer ohne Typ definiert werden (Schlüsselwort `var`). Der Defaultwert bleibt logischerweise `null`.

```
var n = 42;
var a = "Hello World";
var b = true;
assert (n == 42);
assert (a == "Hello World");
assert (b == true);
```

```
var n;
var a;
var b;
assert (n == null);
assert (a == null);
assert (b == null);
```

Initialisierung von Variablen ist aber ggf. verständlicher (insbesondere bei untypisiert definierten Variablen).

```
const String MAENNLICH = "Max Mustermann";
const String WEIBLICH = "Maren Musterfrau";

final String n = "Tessa Loniki";
```

Konstante (`const`) und Immutables (`final`) können natürlich auch typisiert definiert werden.

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

15

## Wann nutze ich Immutables? `final` first



University of Applied Sciences

Wie sie noch aus Programmieren II (Multithread Programmierung) wissen, sind die Kriterien für Thread Safeness die

- Unveränderlichkeit bzw.
- Korrekte Synchronisierung
- oder korrekte Kapselung

Grundsätzlich ist es also immer sinnvoll Immutables zu nutzen, um Software auf gute Parallelisierbarkeit und Thread Safeness auszulegen.

Wenn Sie Variablen oder Datenfelder deklarieren, nutzen sie doch immer erst einmal `final` (definieren sie also erst einmal Immutables). Erst wenn sie keine pragmatische Lösung mit `finals` finden, können sie immer noch `var` nutzen.

Je mehr funktionale Programmierkonzepte sie nutzen, desto weniger `var` benötigen sie, desto weniger zustandsbehaftet programmieren sie, desto weniger schwer zu findende Fehler programmieren sie!

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

16

## final first Geht das denn?



University of Applied Sciences

```
final table = [
    [1, 2, 3, 4],
    [5, 6, 7, 8],
    [9, 10, 11, 12],
    [13, 14, 15, 16]
];

print(toHtmlTable(table));
```

```
<table>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3 </td><td>4 </td></tr>
<tr><td>5</td><td>6</td><td>7 </td><td>8 </td></tr>
<tr><td>9</td><td>10</td><td>11 </td><td>12 </td></tr>
<tr><td>13</td><td>14</td><td>15 </td><td>16 </td></tr>
</table>
```

Gegeben ist links stehende Datenstruktur.  
Diese soll mit einer Funktion `toHtmlTable()` in unten stehende HTML Zeichenkette überführt werden.

Aus Programmieren I wissen Sie, dass Sie solche Probleme mit zwei ineinander geschachtelten `for` Schleifen gut realisieren können.

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

17

## final first Geht das denn?

```
final table = [
    [1, 2, 3, 4],
    [5, 6, 7, 8],
    [9, 10, 11, 12],
    [13, 14, 15, 16]
];

print(toHtmlTable(table));
```

```
String toHtmlTable(List<List> rows) {
    var ret = "";
    for (List row in rows) {
        ret += "<tr>";
        for (var col in row) {
            ret += "<td>$col</td>";
        }
        ret += "</tr>\n";
    }
    return "<table>\n$ret</table>";
}
```

Ihre Lösung sieht vermutlich in etwa wie folgt aus.

**Problem:** Die Variable `ret` ist nicht Immutable. Damit ist der Code schlecht parallisierbar, da von einem zentralen und sich ändernden Zustand `ret` abhängig.

```
<table>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3 </td><td>4 </td></tr>
<tr><td>5</td><td>6</td><td>7 </td><td>8 </td></tr>
<tr><td>9</td><td>10</td><td>11 </td><td>12 </td></tr>
<tr><td>13</td><td>14</td><td>15 </td><td>16 </td></tr>
</table>
```

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

18

## **final first Geht das denn?**

```
final table = [
    [1, 2, 3, 4],
    [5, 6, 7, 8],
    [9, 10, 11, 12],
    [13, 14, 15, 16]
];
print(toHtmlTable(table));
```

```
String toHtmlTable(List<List> rows) {
    var ret = "";
    rows.forEach((row) {
        ret += "<tr>";
        row.forEach((col) {
            ret += "<td>$col</td>";
        });
        ret += "</tr>\n";
    });
    return "<table>\n$ret</table>";
}
```

Dart bietet mit der `forEach` Methode eine Möglichkeit an, Listen per Callback zu durchlaufen.

**Problem:** Eine Variable `ret` bleibt weiter erforderlich. Letztlich ist `forEach` nur eine elegantere `for` Schleife.

```
<table>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr>
<tr><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td></tr>
<tr><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td></tr>
<tr><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td></tr>
</table>
```

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

19

## **final first Geht das denn?**

```
final table = [
    [1, 2, 3, 4],
    [5, 6, 7, 8],
    [9, 10, 11, 12],
    [13, 14, 15, 16]
];
print(toHtmlTable(table));
```

```
String toHtmlTable(List<List> rows) {
    final table = rows.map((row) {
        final zeile = row.map((col) {
            return "<td>$col</td>";
        }).join();
        return "<tr>$zeile</tr>\n";
    }).join();
    return "<table>\n$table</table>";
}
```

Dart bietet mit der `map` Methode aber auch eine Möglichkeit an, Listen rein funktional (d.h. zustandslos) zu verarbeiten.

**Vorteil:** Variable sind nicht mehr erforderlich. Der Code wäre damit gut parallelisierbar.

```
<table>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr>
<tr><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td></tr>
<tr><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td></tr>
<tr><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td></tr>
</table>
```

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

20

**final first**  
Geht das denn?



University of Applied Sciences

## Offenbar schon ...

Mehr zu Funktionaler Programmierung mit Dart kommt noch.

```
String toHtmlTable(List<List> rows) {  
    final table = rows.map((row) {  
        final zeile = row.map((col) {  
            return "<td>$col</td>";  
        }).join();  
        return "<tr>$zeile</tr>\n";  
    }).join();  
    return "<table>\n$table</table>";  
}
```

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

21

**final first**  
Geht das denn?



University of Applied Sciences

Wenn sie also in Zukunft eine Variable (Zustand) mittels var definieren wollen, sollte in ihrem Kopf folgender Prozess ablaufen.

```
var zustand = 3 + x + 7 + y + 8 + z;
```

```
var zustand = 3 + x + 7 + y + 8 + z;
```

```
final ausdruck = 3 + x + 7 + y + 8 + z;
```

Meistens definiert man nämlich keinen Zustand, sondern will nur einen komplizierten Ausdruck abkürzen, um ihn an anderer Stelle einzusetzen.

Wieder was für Parallelisierbarkeit getan. Funktionale Programme kennen keinen sich verändernden Zustand (nur Immutables) und sind daher sehr gut parallelisierbar.

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

22

## The Downfall of Imperative Programming



FACH  
HOCHSCHULE  
LÜBECK

University of Applied Sciences

„If programmers were electricians, parallel  
programmers would be bomb disposal experts.  
Both cut wires [...]“

Bartosz Milewski, „The Downfall of Imperative Programming“

Quelle (letzter Zugriff am 22.12.2013):

<https://www.fpcomplete.com/business/blog/the-downfall-of-imperative-programming/>

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

23

## Tour de Dart



FACH  
HOCHSCHULE  
LÜBECK

University of Applied Sciences



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

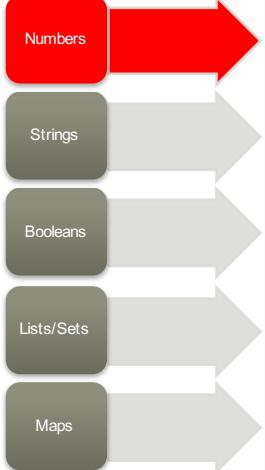
24

## Darts built-in Types

### int, double, num



University of Applied Sciences



```
// Ganzzahlige Werte koennen so definiert werden
// Werte koennen beliebig groß werden
var i1 = 42;
int i2 = 42;
int earthPopulation = 8000000000;
assert (i1 == 42);
assert (i2 == 42);

// Fließkommawerte koennen so definiert werden
// und haben doppelte Genauigkeit
var d1 = 42.0;
double d2 = 42.7;
assert (d1 == 42.0);
assert (d2 == 42.7);
```

num bezeichnet numerische Wertetypen, d.h. double und int.

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

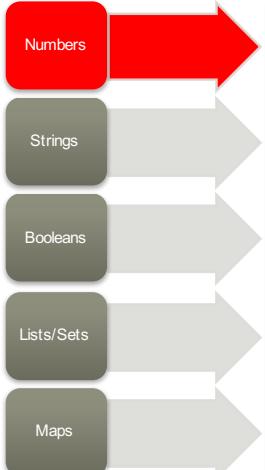
25

## Darts built-in Types

### int, double, num



University of Applied Sciences



```
var i1 = 42;
int i2 = 42;
var d1 = 42.0;
double d2 = 42.7;

// int und double sind in Dart Objekte
// d.h. es gibt hilfreiche Methoden/getter
assert (i1.isEven);
assert (!i2.isOdd);
assert (d1.floor() == 42);
assert (d2.ceil() == 43);
```

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

26

## Darts built-in Types Strings



University of Applied Sciences

Numbers

Strings

Booleans

Lists/Sets

Maps

```
// In Dart können sie Strings single oder
// double quoted definieren.

var singlequote = 'Hello my name is rabbit';
String doublequote = "This is rabbit's home.";

// Dart kennt die üblichen Escapesequenzen \
var escaped = 'This is rabbit\'s home';
assert (escaped == "This is rabbit's home");

// Dart kennt raw Strings (ohne Escape oder
// Interpolation)
var raw = r"This is rabbit\n home";
```

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

27

## Darts built-in Types Strings



University of Applied Sciences

Numbers

Strings

Booleans

Lists/Sets

Maps

```
// Zeichenkettenkonkatenation funktioniert
// (wie in Java) mit dem + Operator
var concat = "Hello" + " " + "World";
assert (concat == "Hello World");

// Oder auch so (Zeichenketten hintereinander)
var anotherConcat = "Hello" " " "World";
assert (anotherConcat == "Hello World");

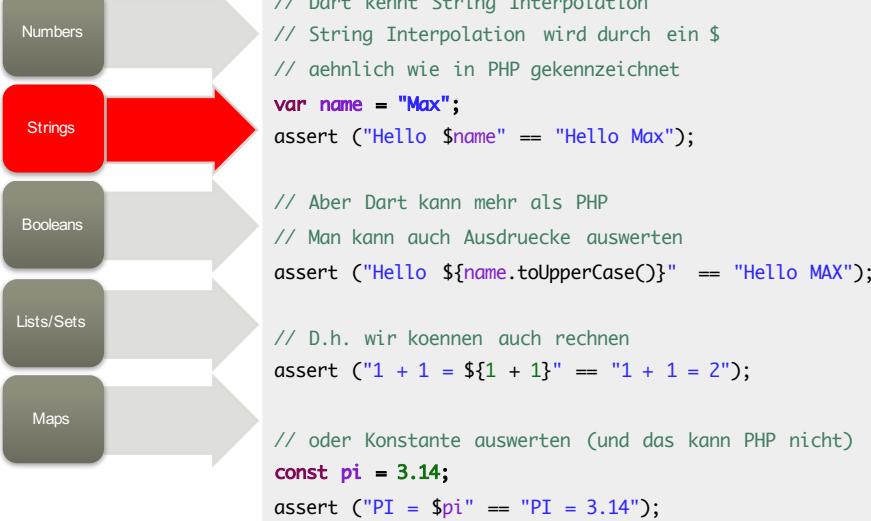
// Das funktioniert natuerl. in der double, single
// oder raw Variante (und Kombinationen)
var crazyConcat = "Hello" ' ' r"World";
assert (crazyConcat == "Hello World");
```

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

28

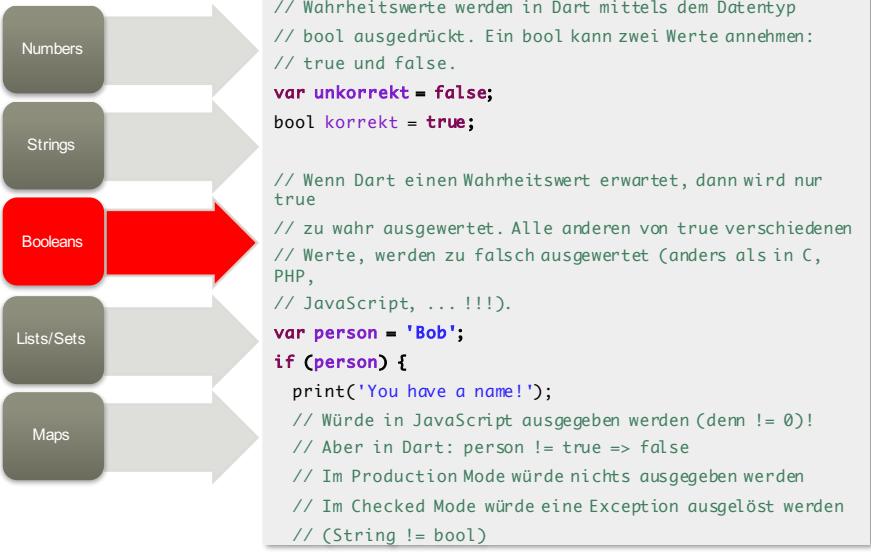
## Darts built-in Types

### Strings



## Darts built-in Types

### bool



## Darts built-in Types (Lists)

[https://api.dartlang.org/docs/channels/stable/latest/dart\\_collection/ListBase.html](https://api.dartlang.org/docs/channels/stable/latest/dart_collection/ListBase.html)

FACH  
HOCHSCHULE  
LÜBECK  
University of Applied Sciences

```

// Lists sind mit Index 0 startende Sequenzen von Werten.
// list.length - 1 bezeichnet den Index des letzten Elements
// einer Liste. Darts Listennotation entspricht
// untypisiert)
// bspw. der von JavaScript.
var list = [1,2,3];
assert(list.length == 3);
assert(list[1] == 2);

// Listen können natürlich auch typisiert angelegt werden.
// Hierzu bedient man sich der Generic Notation, vglb.
// der Java Notation.
List<String> typedList = <String>["1", "2", "3"];
assert(typedList.length == 3);
assert(typedList[0] == "1");
assert(typedList[0] != 1);

// Listen können auch typisiert angelegt, aber untypisiert
// referenziert werden.
var anotherList = <int>[1, 2, 3];

```

Prof. Dr.rer.nat.Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme 31

## Darts built-in Types Lists (forEach, map)

FACH  
HOCHSCHULE  
LÜBECK  
University of Applied Sciences

```

// Listen haben mehrere praktische Methoden zum Durchlaufen
var teas = ["green", "black", "roisboos", "earl grey"];

// Wir können auch Listen mittels einer forEach Methode
// durchlaufen, ähnlich wie mit einer foreach Schleife.
teas.forEach((tea) => print("I drink tea $tea"));

// Dies ist gleichbedeutend mit folgender Kontrollstruktur
for (final tea in teas) {
    print("I drink tea $tea");
}

// Mittels map kann eine Funktion
// auf alle Elemente einer Liste angewendet werden.
// forEach/map? If in doubt use map
final loudTeas = teas.map((tea) => tea.toUpperCase());
print(loudTeas);
// Erzeugt auf Konsole: (GREEN, BLACK, ROISBOOS, EARL GREY)

```

Prof. Dr.rer.nat.Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme 32

## Darts built-in Types

### Lists (any, every)



```

// Mit den Methoden any und every stehen Ihnen ferner
// die aus der Prädikatenlogik bekannten Quantoren
// "es existiert (mindestens ein)" (any)
// und "für alle" (every) zur Verfügung.

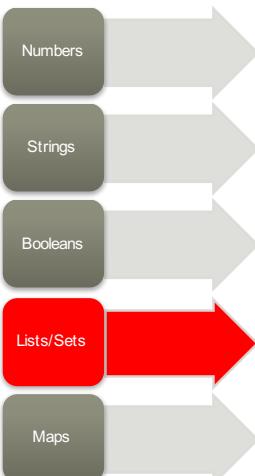
// Sehr praktisch um Vor- und Nachbedingungen für Methoden
// auszudrücken.

// Beispiel
// Bedingungsdefinition für koffeinfreie Teesorten t
// Rotbusch- und Kamillentees sind koffeinfrei (teeinfrei)
caffeineFree(t) => ["rooibos", "chamomile"].contains(t);

var someTeas = ["green", "black", "rooibos", "earl grey"];
assert(someTeas.any(caffeineFree));
// es existieren koffeinfreie Tees
assert(!someTeas.every(caffeineFree));
// aber nicht alle Tees sind koffeinfrei
  
```

## Darts built-in Types

### Lists (where, contains, isEmpty)



```

// Mittels der Methode where können wir aus Listen
// Elemente herausfiltern. Mittels contains prüfen
// ob ein Element Bestandteil einer Liste ist.
// Hier alle koffeinhaltigen Teesorten

coffeeFree(t) => ["rooibos", "chamomile"].contains(t);
var someTeas = ["green", "black", "rooibos", "earl grey"];

print(someTeas.where((t) => !coffeeFree(t)));
// Ergibt auf der Konsole: (green, black, earl grey)

// Und ganz banale Dinge wie prüfen ob eine Liste leer ist
// können wir natürlich auch (isEmpty).
// isEmpty ist dabei als getter implementiert
// (mehr dazu folgt noch)
if (someTeas.where(coffeeFree).isEmpty) {
    print("Verzeihung, keine Koffeinfreien Heißgetränke.");
}
  
```

## Darts built-in Types (Sets)

[https://api.dartlang.org/docs/channels/stable/latest/dart\\_core/Set.html](https://api.dartlang.org/docs/channels/stable/latest/dart_core/Set.html)



University of Applied Sciences

Numbers

Strings

Booleans

Lists/Sets

Maps

```
// Eine Menge ist eine nicht indizierte Liste von Elementen
// ohne Dopplungen.
// Auf Mengenelemente kann daher nicht per Index
// zugegriffen werden. Mengen haben (leider) auch keine
// Sprachliterale, sondern müssen
// mittels Konstruktoren angelegt werden.
```

```
var ingredients = new Set.from(
  ["gold", "titanium", "xenon"]
); // untypisiert

Set<String> nobleGases = new Set<String>.from(
  ["xenon", "argon"]
); // typisiert
assert(ingredients.length == 3);
assert(nobleGases.length == 2);
```

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

35

## Darts built-in Types Sets (intersect, union)



University of Applied Sciences

Numbers

Strings

Booleans

Lists/Sets

Maps

```
// Das hinzufügen von doppelten Elementen zu einer Menge hat
// keine Auswirkungen.
```

```
nobleGases.add("argon");
assert(nobleGases.length == 2);
assert(nobleGases.contains("xenon"));
assert(nobleGases.contains("argon"));
```

```
// Dafür können wir jetzt die Mengenoperationen
```

```
// intersection (Schnittmenge),
// union (Vereinigung)
// und containsAll (Teilmenge von) nutzen.
```

```
var intersect = nobleGases.intersection(ingredients);
assert(intersect.length == 1);
assert(intersect.contains("xenon"));

var allElements = nobleGases.union(ingredients);
assert(allElements.length == 4);
assert(allElements.containsAll(nobleGases));
assert(allElements.containsAll(ingredients));
```

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

36

## Darts built-in Types (Maps)

[https://api.dartlang.org/docs/channels/stable/latest/dart\\_core/Map.html](https://api.dartlang.org/docs/channels/stable/latest/dart_core/Map.html)



```
// Maps sind eine ungeordnete Liste von Key Value Paaren.  
// Maps verknüpfen einen Schlüssel mit einem Wert.  
// Maps können mit folgenden Literalen { : } angelegt werden.  
var hawaiianBeachMap = {  
  "ohau" : ["waiki", "kailua", "waimanalo"],  
  "big island" : ["wailea bay", "pololu beach"],  
  "kauai" : ["hanalei", "poipu"]  
}; // untypisiert  
  
Map<String, List<String>> typedBeachMap = {  
  "ohau" : ["waiki", "kailua", "waimanalo"],  
  "big island" : ["wailea bay", "pololu beach"],  
  "kauai" : ["hanalei", "poipu"]  
}; // typisiert  
  
// Maps können auch über einen Konstruktor angelegt werden  
var searchTerms = new Map();  
// gleich: var searchTerms = {};  
var typedTerms = new Map<String, List<String>>();  
// gleich: Map<String, List<String>> typedTerms = {};
```

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

37

## Darts built-in Types Maps (keys, [])



University of Applied Sciences

```
var hawaiianBeaches = {  
  "ohau" : ["waiki", "kailua", "waimanalo"],  
  "big island" : ["wailea bay", "pololu beach"],  
  "kauai" : ["hanalei", "poipu"]  
};  
  
// Mittels eckiger Klammern kann man über Schlüssel auf  
// Werte  
// einer Map zugreifen.  
assert (hawaiianBeaches["florida"] == null);  
assert (hawaiianBeaches["kauai"].contains("hanalei"));  
  
// Mittels des Properties keys (Iterable) kann man alle  
// Schlüssel einer Map ermitteln  
var keys = hawaiianBeaches.keys;  
assert (keys.length == 3);  
assert (keys.contains("ohau"));  
assert (!keys.contains("florida"));
```

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

38

## Darts built-in Types

### Maps (`containsKeys`, `forEach`)

FACH HOCHSCHULE LÜBECK  
University of Applied Sciences

```

var hawaiianBeaches = {
  "ohau" : ["waiki", "kailua", "waimanalo"],
  "big island" : ["wailea bay", "pololu beach"],
  "kauai" : ["hanalei", "poipu"]
};

// Mittels containsKeys kann geprüft werden, ob ein Key
// vorhanden ist.
assert (hawaiianBeaches.containsKey("ohau"));
assert (!hawaiianBeaches.containsKey("florida"));

// Alle key value Paare einer Map lassen sich wie folgt
// durchlaufen.
for (String i in hawaiianBeaches.keys) {
  print ("Visiting $i to swim at ${hawaiianBeaches[i]}");
}

// Was gleichbedeutend mit dieser forEach Methode ist
hawaiianBeaches.forEach((i, beaches) {
  print ("Visiting $i to swim at $beaches");
});

```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme 39

## Tour de Dart

FACH HOCHSCHULE LÜBECK  
University of Applied Sciences

Kern-Konzepte	Variablen
Built-In Types	Kontrollfluss
Funktionen (Methoden) und Typedefs	Operatoren
Klassen (OO)	Generics

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme 40

## Kontrollfluss

if else

for

while, do while

switch

Exceptions

```
// Bedingte Anweisungen

bool isRaining = false;
bool isSnowing = true;

if (isRaining) {
    you.bringRainCoat();
} else if (isSnowing) {
    you.wearJacket();
} else {
    car.putTopDown();
}

// Wichtig!
// Dart behandelt alle Wert != true als false!
```

## Kontrollfluss

### for, for in, forEach

if else

for

while, do while

switch

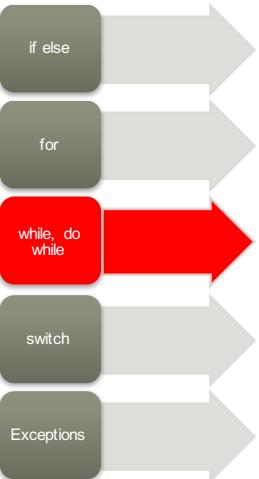
Exceptions

```
// Dart kennt natürlich die klassische Zählschleife.
var candidates = ["Bob", "Eliza", "Mike", "Tara"];
for (int i = 0; i < candidates.length; i++) {
    print ("Interviewing ${candidates[i]}");
}

// Collections lassen sich aber auch mit for in
// durchlaufen
for (String candidate in candidates) {
    print ("Interviewing $candidate");
}

// Oder aber mit einem Closure in einer forEach
// Methode
candidates.forEach((candidate) {
    print ("Interviewing $candidate");
});
```

## Kontrollfluss while, do while



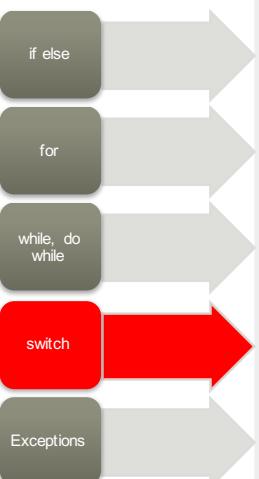
```

// Kaum erstaunlich. Dart kennt abweisende while
var lst = ["A", "B", "C"];
while (lst.isNotEmpty) {
    print (lst.removeLast());
}

// und nicht abweisende do while Schleifen.
var furtherList = [];
var eingabe = "";
do {
    eingabe = stdin.readLineSync();
    if (eingabe != "STOPP") furtherList.add(eingabe);
} while (eingabe != "STOPP");
print ("You entered the following list:")
    $furtherList);
// Wichtig! In Dart sind alle Werte != true, false!

```

## Kontrollfluss switch



```

// Auch Dart hat diese eigenwillige switch
// Anweisung (Mehrfachverzweigung).
// Do not forget the break!
var command = "OPEN";
switch (command) {
    case "OPEN":
        print ("Opening file");
        break;
    case "CLOSE":
        print ("Closing file");
        break;
    case "COPY":
        print ("Copying file");
        break;
    default:
        print ("Not touching the file");
}

```

## Kontrollfluss

Exceptions definieren (implements Exception)



University of Applied Sciences

if else

for

while, do while

switch

Exceptions

Dart definiert diverse Exceptions und Errors. Exceptions sind absehbare und beherrschbare Fehlerzustände (z.B. keine Netzwerkverbindung). Errors sind kaum absehbare und nur schwer beherrschbare Fehlerzustände (bspw. zu wenig Hauptspeicher).

Darüber hinaus lassen sich in Dart (wie in Java) applikationsspezifische Exceptions definieren.

```
class MyException implements Exception {
    final String msg;
    const MyException([this.msg]);
    String toString() => msg == null ? 'MyException' : msg;
}
```

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

45

## Kontrollfluss

Exceptions werfen (throw)



University of Applied Sciences

if else

for

while, do while

switch

Exceptions

Grundsätzlich kann in Dart aber jedes Objekt als Exception geworfen werden.

```
throw new MyException("very silly");
throw "This is an exception too";
```

Da das Werfen einer Exception einen Ausdruck in Dart darstellt (und keine Anweisung) können Exceptions überall dort geworfen werden, wo Ausdrücke erlaubt sind.

Z.B. in gettern.

```
String get prettyVersion =>
    throw const MyException("to be done");
```

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

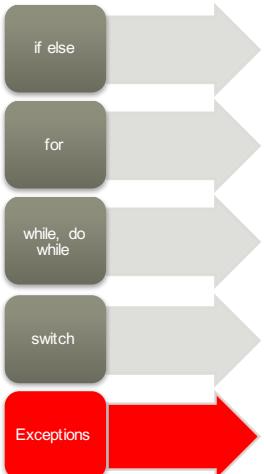
46

## Kontrollfluss

Exceptions behandeln (try, catch, on, finally)



University of Applied Sciences



Das behandeln einer Exception stoppt die Propagierung entlang des Call Stacks.

Wie in Java können Code Bereiche in Dart dazu unter Exception Kontrolle innerhalb einer try Blocks laufen.

Können in einem try Block mehrere Exception Typen auftreten, lassen sich auch mehrere catch Klauseln hierzu definieren.

Ist man nur an dem Typ der Exception interessiert nutzt man on, ist auch das Exception Objekt für die Behandlung von Interesse nutzt man (ergänzend) catch.

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

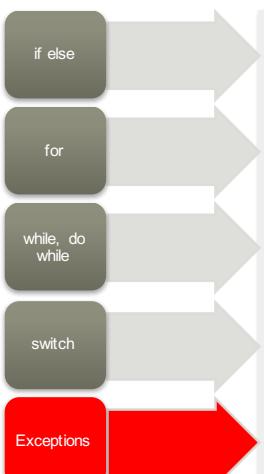
47

## Kontrollfluss

Exceptions behandeln (try, catch, on, finally)



University of Applied Sciences



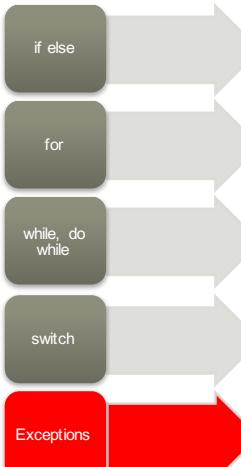
```
try {
    breedMoreLlamas();
} on OutOfLlamasException {
    // Exception mit spezifischem Typ
    // Exception Objekt unnötig
    buyMoreLlamas();
} on Exception catch(e) {
    // Alles andere, Hauptsache Exception
    // Jedoch sind wir am Exception Objekt
    // interessiert
    print('Unknown exception: $e');
} catch(e) {
    // Kein Exceptiontyp angegeben, wird alles fangen
    print('Something really unknown: $e');
}
```

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

48

## Kontrollfluss

Exceptions behandeln (try, catch, on, finally)



Code im finally Block stellt sicher, dass Anweisungen sowohl im Exceptionfall als auch im fehlerfreien Fall ausgeführt werden.

```

try {
  breedMoreLlamas();
} on OutOfLlamasException {
  buyMoreLlamas();
} catch(e) {
  print('Something really unknown: $e');
} finally {
  cleanLlamaStalls();
  // Immer aufräumen (finally wird immer ausgeführt)
  // Auch wenn eine Exception geworfen wurde.
}
  
```

**Hinweis:** Wenn keine catch Klausel auf eine Exception greift (bzw. definiert wurde), wird diese nach Abarbeitung des finally Blocks entlang des Call Stacks propagiert.

## Tour de Dart



## Funktionen

### Funktionsdefinitionen



University of Applied Sciences

```
// Funktionen werden im wesentlichen definiert wie in anderen Sprachen auch.  
// Per Konvention werden Funktionen üblicherweise typisiert definiert.  
String helloXYt(String vn, String nn) {  
    return "Hello $vn $nn";  
}  
  
// Funktionen können aber natürlich auch  
// untypisiert definiert werden. Dies reduziert  
// jedoch häufig die Verständlichkeit.  
helloXY(vn, nn) {  
    return "Hello $vn $nn";  
}  
  
// Enthält eine Funktion nur einen Ausdruck, so kann die Funktion short-hand  
ausgedrückt  
// werden. Üblicherweise wird diese Variante untypisiert eingesetzt.  
helloXYsh(vn, nn) => "Hello $vn $nn";  
  
// Man kann short-hand functions aber natürlich auch typisiert definieren.  
String helloXYsht(String vn, String nn) => "Hello $vn $nn";
```

```
void main() {  
    print(helloXYt("Max", "Mustermann"));  
    print(helloXY("Max", "Mustermann"));  
    print(helloXYsh("Max", "Mustermann"));  
    print(helloXYsht("Max", "Mustermann"));  
}
```

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

51

## Funktionen

### Optional named/positional parameters



University of Applied Sciences

```
// Parameter können optional sein, ggf. default Werte (:) haben und benannt ({})  
// werden.  
helloXYop({vn : "Max", nn : "Mustermann"}) => "Hello $vn $nn";  
  
// Optionale Parameter können aber auch anhand ihrer Position ([])) definiert werden und  
// ebenfalls ggf. default Werte haben (=).  
helloXYopp(String vn, [String nn, String greet = "Hello"]){  
    // Um zu prüfen, ob ein Parameter gesetzt wurde kann dieser gegen null geprüft  
    // werden.  
    return "$greet $vn ${nn != null ? nn : ""}";  
}  
  
// Optionale Parameter (ob benannt oder nicht) folgen immer den required (normalen)  
void main() {  
    assert(helloXYop() == "Hello Max Mustermann");  
    assert(helloXYop(nn: "Musterfrau") == "Hello Max Musterfrau");  
    assert(helloXYopp("Maren") == "Hello Maren ");  
    assert(helloXYopp("Maren", "Musterfrau") == "Hello Maren Musterfrau");  
    assert(helloXYopp("Maren", "Musterfrau", "Hi") == "Hi Maren Musterfrau");  
}
```

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

52

## Funktionen

Funktionen sind first-class Objekte (und ggf. anonym)



University of Applied Sciences

```
void printElement(elem) {  
    print(elem);  
}  
  
// Funktionen können als Parameter anderen Funktionen übergeben werden.  
final list = [1, 2, 3];  
list.forEach(printElement); // Gibt 1 2 3 aus  
  
// Funktionen können auch an Variable/Immutables zugewiesen werden.  
final method = printElement;  
  
// Funktionen können anonym definiert werden (short hand oder klassisch).  
final loudify = (String s) => "!!! ${s.toUpperCase()} !!!";  
assert (loudify("hello world") == "!!! HELLO WORLD !!!");  
  
final calmify = (String s) {  
    return s.toLowerCase();  
};  
assert(calmify("HELLO WORLD") == "hello world");
```

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

53

## Funktionen

Funktionen als closures



University of Applied Sciences

```
// Funktionen können sich Variablen/Immutables des umgebenden Scopes merken.  
// (und diese damit in ihre Implementierung einschließen, daher closure).  
// Folgendes Beispiel definiert eine Methode makeAdder(), die einen Parameter n  
// definiert und auf Basis dessen eine neue anonyme Funktion erzeugt.  
// Die erzeugte anonyme Funktion schließt diesen Parameter in ihre Implementierung  
ein  
// und "erinnert" sich an n wenn sie aufgerufen wird.  
  
// Versuchen sie das nicht mit Java (7) :-)  
  
function makeAdder(num n) { // erzeugt eine anonyme Funktion (Inkrement um n)  
    return (num i) => n + i;  
}  
  
final add2 = makeAdder(2);  
final add4 = makeAdder(4);  
assert (add2(3) == 5);  
assert (add4(5) == 9);
```

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

54

## Funktionen

Damit steht ihnen die Tür zur funktionalen Programmierung weit offen!

```
String toHtmlTable(List<List> rows) {  
    final table = rows.map((row) {  
        final zeile = row.map((col) {  
            return "<td>$col</td>";  
        }).join();  
        return "<tr>$zeile</tr>\n";  
    }).join();  
    return "<table>\n$table</table>";  
}
```

Das geht natürlich noch „dartiger“ ☺

```
String toHtmlTable(List<List> rows) {  
    final td = (elem) => "<td>$elem</td>";  
    final tr = (row) => "<tr>" + row.map(td).join() + "</tr>\n";  
    return "<table>\n" + rows.map(tr).join() + "</table>";  
};
```

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

55

## Funktionen

### TypeDefs (I)

```
// Da in Dart Funktionen ganz normale Parameter sein können, müssen ihre Signaturen  
// als Parametertypen angegeben werden können.  
// Exemplarisch definieren wir erläuternd eine reduce Funktion.  
  
// Untypisiert - wir können nicht ablesen was Rückgabe, vs oder folder sein sollen.  
reduce(vs, folder) {  
    return vs.reduce(folder);  
}  
  
// Typisiert - Rückgabe und Parameter sind ablesbar. Funktionstyp ist "ungewöhnlich".  
num reduceTyped(List<num> vs, num folder(num a, num b)) {  
    return vs.reduce(folder);  
}  
  
// Typisiert - Rückgabe und Parameter sind gut erkennbar  
// Reducer ist als typedef ausgeworfen. Dies macht es übersichtlicher.  
typedef num Reducer(num a, num b);  
num reduceTypeDefined(List<num> vs, Reducer folder) {  
    return vs.reduce(folder);  
}
```

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

56

## Funktionen

### TypeDefs (II)



```
final oneToFive = [1, 2, 3, 4, 5];

// Wir definieren uns nun eine Additionsfunktion (typisiert und untypisiert)
final addTyped = (num a, num b) => a + b;
final addUntyped = (a, b) => a + b;

// Und eine Maximumsfunktion (typisiert)
final maxTyped = (num a, num b) => a > b ? a : b;

// Wenden wir diese "foldr" Funktion nun auf eine Liste von Werten an, erhalten wir das
// "reduzierte" Ergebnis. Der Typcheck erfolgt zur Compilezeit, nicht zur Laufzeit.
assert(reduce(oneToFive, addUntyped) == 15);
assert(reduceTyped(oneToFive, addTyped) == 15);
assert(reduceTypeDefed(oneToFive, addUntyped) == 15);

// Dank funktionaler Definition können wir jetzt auch einfach das Maximum
// einer Liste von Werten bestimmen.
assert(reduce(oneToFive, maxTyped) == 5);
assert(reduceTyped(oneToFive, maxTyped) == 5);
assert(reduceTypeDefed(oneToFive, maxTyped) == 5);
```

Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

57

## Funktionen

### TypeDefs (III)



University of Applied Sciences

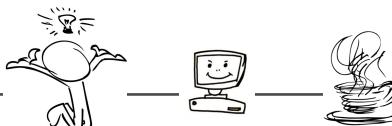
```
// Wenden wir die untypisierten Varianten an, können wir sogar
// mehr machen als nur addieren und Maximum bestimmen.
final strings = ["Finally", " ", "I", " ", "got", " ", "it", "."];
assert(reduce(strings, addUntyped) == "Finally I got it.");

// Typisierung erhöht also die Lesbarkeit und Typsicherheit
// (d.h. die Chance Fehler zur Compilezeit zu finden) aber reduziert die
// Wiederverwendbarkeit. Untypisierter Code ist wiederverwendbarer.
// Fehler finden sich aber häufig erst zur Laufzeit.
// Um Code typsicher und wiederverwendbar zu machen, dazu mehr
// wenn wir zu Generics kommen.
```

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

58

## Miniübung:



[https://api.dartlang.org/docs/channels/stable/latest/dart\\_core>List.html](https://api.dartlang.org/docs/channels/stable/latest/dart_core>List.html)

Beide Methoden reduzieren eine Liste von Werten mittels einer Funktion `combine` auf einen einzelnen Wert.

Bei `reduce` muss dabei der Datentyp erhalten bleiben (bspw. Liste von Zahlen zu einer Zahl verdichten).

Bei `fold` kann der Datentyp der Listenelemente sich vom Ergebnistyp unterscheiden (bspw. Aus einer Liste von Zeichenketten, die Länge der längsten Zeichenkette (`num`) bestimmen.

### abstract E reduce(E combine(E value, E element))

inherited from [Iterable](#)

Reduces a collection to a single value by iteratively combining elements of the collection using the provided function.

Example of calculating the sum of an iterable:

```
iterable.reduce((value, element) => value + element);
```

### abstract dynamic fold(initialValue, combine(previousValue, E element))

inherited from [Iterable](#)

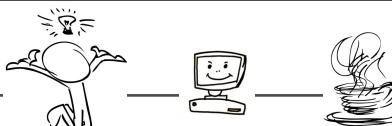
Reduces a collection to a single value by iteratively combining each element of the collection with an existing value using the provided function.

Use `initialValue` as the initial value, and the function `combine` to create a new value from the previous one and an element.

Example of calculating the sum of an iterable:

```
iterable.fold(0, (prev, element) => prev + element);
```

## Miniübung:



Gegeben sei eine Liste von Strings, z.B.

```
final strings = ["Finally", " ", "I", " ", "got", " ", "it", "."];
```

Gegeben sei ferner folgende Funktion:

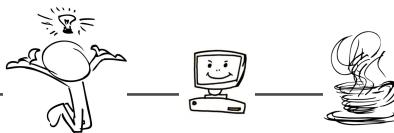
```
num count(List<String> s, num f(String, num)) {  
    return s.fold(0, f);  
}
```

Geben sie bitte eine Funktion `counter` an, so dass der folgende Aufruf

```
assert(count(strings, counter) == 17);
```

die Gesamtlänge aller Zeichenketten bestimmt.

## Miniübung:



Gegeben sei eine Liste von Strings, z.B.

```
final strings = ["Finally", " ", "I", " ", "got", " ", "it", "."];
```

Gegeben sei ferner folgende Funktion:

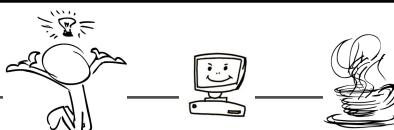
```
foo(s, f) => s.fold(0, f)
```

Geben sie bitte eine Funktion max an, so dass der folgende Aufruf

```
assert(foo(strings, max) == 7);
```

die Länge der längsten Zeichenkette in strings bestimmt.

## Miniübung:



Gegeben sei eine Liste von Strings, z.B.

```
final strings = ["Finally", " ", "I", " ", "got", " ", "it", "."];
```

Gegeben sei ferner folgende Funktion:

```
magic(ls, red) => ls.reduce(red);
```

Bestimmen sie bitte unter Nutzung von magic die längste Zeichenkette in einer Liste von Zeichenketten.

## Tour de Dart



University of Applied Sciences



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

63

## Operatoren



University of Applied Sciences

Dart bietet die üblichen **arithmetischen**, **relationalen**, **zuweisenden** sowie **logischen** Operatoren an. Ebenso wie Operatoren zum **Type Testing** sowie **bitweise** Operatoren.

In Dart lassen sich einige der Operatoren **überladen**, das heißt mit einer anderen Bedeutung versehen.

Dart orientiert sich dabei an der gängigen **Operatorbindung** (siehe rechts, Operatorbindung von oben nach unten abnehmend).

Description	Operator
unary postfix and argument definition test	<code>expr++ expr-- 0 [] .</code>
unary prefix	<code>-expr leexpr ~expr ++expr -expr</code>
multiplicative	<code>* / % ~/</code>
additive	<code>+ -</code>
shift	<code>&lt;&lt; &gt;&gt;</code>
relational and type test	<code>&gt;= &gt; &lt;= &lt; as is is!</code>
equality	<code>== !=</code>
bitwise AND	<code>&amp;</code>
bitwise XOR	<code>^</code>
bitwise OR	<code> </code>
logical AND	<code>&amp;&amp;</code>
logical OR	<code>  </code>
conditional	<code>expr1?expr2:expr3</code>
cascade	<code>..</code>
assignment	<code>= *= /= %= += -= &lt;&lt;= &gt;&gt;= &amp;= ^=  =</code>

Quelle: Walrath and Ladd, Dart Up and Running, O'Reilly, 2012

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

64

## Operatoren

### Arithmetische Operatoren



University of Applied Sciences

#### Arithmetische Operatoren

**Dart Besonderheit:** Es gibt zwei Divisionen.

- / (Ergebnis ggf. Fließkomma)
- ~/ (Ergebnis ganzzahlig)

Operator	Meaning
+	Add
-	Subtract
-expr	Unary minus, also known as negation (reverse the sign of the expression)
*	Multiply
/	Divide
~/	Divide, returning an integer result
%	Get the remainder of an integer division (modulo)

Quelle: Walrath and Ladd, Dart Up and Running, O'Reilly, 2012

#### Inkrement Operatoren

Keine Dart Besonderheiten. Jedoch die üblichen Überraschungen mit Pre- und Post-Inkrementen und - Dekrementen.

Operator	Meaning
++var	var = var + 1 (expression value is var + 1)
var++	var = var + 1 (expression value is var)
--var	var = var - 1 (expression value is var - 1)
var--	var = var - 1 (expression value is var)

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

65

## Operatoren

### Relationale Operatoren



University of Applied Sciences

#### Relationale Operatoren

Dart Besonderheit. Der == Operator (Gleichheitsoperator) funktioniert etwas anders als in anderen Sprachen.

x == y

1. Wenn x oder y null sind, wird nur true zurückgegeben, wenn x und y gleich null sind, ansonsten false.
2. Der == Operator ist in Dart eigentlich eine Methode. x == y ist nur eine Dart Notation für x.==(y) (die Java-Entsprechung wäre x.equals(y)).

Operator	Meaning
==	Equal; see discussion below
!=	Not equal
>	Greater than
<	Less than
>=	Greater than or equal to
<=	Less than or equal to

Quelle: Walrath and Ladd, Dart Up and Running, O'Reilly, 2012

Mehr dazu, wenn es um Operatorüberladung geht.

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

66

## Operatoren Zuweisungsoperatoren



University of Applied Sciences

### Zuweisungsoperatoren

Dart kennt den Zuweisungsoperator = sowie alle Kombinationen mit den arithmetischen und bitweisen Operatoren.

Wie in vielen anderen Sprachen auch, ist eine Zuweisung in Dart auch immer ein Ausdruck.

D.h. wir können bspw. schreiben:

```
num a = 10;
assert("${a ~/= 3}" + "=$a" == "3=3");
```

Dies ermöglicht uns auch Zuweisungen dieser Art zu machen.

```
num a, b, c, d, e;
a = b = c = d = e = 10;
```

=	*=	%=	&=
+=	/=	<=>	^=
-=	~/=	>=>	=

Quelle: Walrath and Ladd, Dart Up and Running, O'Reilly, 2012

Und natürlich gilt die übliche Regel für kombinierte Operatoren für alle oben stehenden Operatoren:

```
num x = 5, y = 5;
assert ((x = x + 3) == (y += 3));
```

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

67

## Operatoren Logische Operatoren



University of Applied Sciences

### Logische Operatoren

Dart kennt die üblichen logischen Operatoren NICHT, UND und ODER, die auf die übliche Art eingesetzt werden.

Logisches ODER und logisches UND sind in der gebräuchlichen short-circuit Variante implementiert.

#### Operator Meaning

!expr	inverts the following expression (changes false to true, and vice versa)
	logical OR
&&	logical AND

Quelle: Walrath and Ladd, Dart Up and Running, O'Reilly, 2012

```
bool sunny = true;
bool rainy = true;

if (sunny || rainy) {
    print("Ok, there is weather outside.");
}

if (sunny && rainy) {
    print("Rainbows likely.");
}

if (!sunny && !rainy) {
    print("Then it might be cloudy or it is night.");
}
```

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

68

## Operatoren

### Bitweise Operatoren



University of Applied Sciences

#### Bitweise Operatoren

Just to be complete.

Dart kennt die gebräuchlichen bitweisen Operatoren.

Haben Sie vermutlich in der C-Programmierung und in der Lehrveranstaltung Betriebssysteme (Low Level Programmierung) kennengelernt.

In dieser Lehrveranstaltung (bzw. der High-Level Programmierung) werden diese eigentlich so gut wie gar nicht benötigt.

#### Operator Meaning

&	AND
	OR
^	XOR
$\sim$ expr	Unary bitwise complement (0s become 1s; 1s become 0s)
<<	Shift left
>>	Shift right

Quelle: Walrath and Ladd, Dart Up and Running, O'Reilly, 2012

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

69

## Operatoren

### Type Test Operatoren



University of Applied Sciences

#### Type Test Operatoren

Dart kennt die folgenden drei Operatoren zum Testen und Casten von Typen zur Laufzeit.

Sie werden wie unten gezeigt eingesetzt.

**Dart Besonderheit:** Der TypeCast Operator ist etwas verbesser als in anderen Sprachen.

#### Operator Meaning

as	Typecast
is	True if the object has the specified type
is!	False if the object has the specified type

Quelle: Walrath and Ladd, Dart Up and Running, O'Reilly, 2012

```
var a = "10";
if (a is String) { // Runtime Type Check
    print ("$a hat die Länge ${a.length}");
}

// Mit einem Type Cast lässt sich dies kürzer ausdrücken
print ("$a hat die Länge ${(a as String).length}"); // Type Cast
```

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

70

## Operatoren

### Weitere Operatoren

#### Weitere Operatoren

Just to be complete.

Dart kennt wie viele anderen Sprachen auch Operatoren die sie wie selbstverständlich nutzen. Bspw. Die Funktionsapplikation (), der Zugriff über einen Index auf ein Listenelement [], natürlich die bedingte Auswertung ?:, der Zugriff auf Datenfelder oder Methoden eines Objekts . (Member Access).

#### Dart Besonderheit:

Dart kennt einen sogenannten Cascade Operator .. der es ermöglicht, den Aufruf mehrerer Methoden hintereinander auf einem Objekt etwas effizienter zu notieren. Mehr dazu im Abschnitt Objektorientierung.

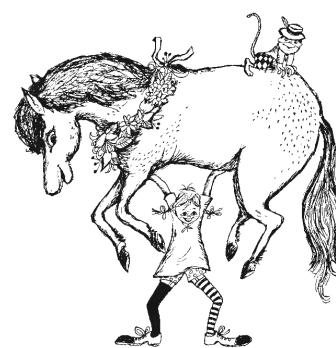
Operator	Name	Meaning
()	Function application	Represents a function call
[]	List access	Refers to the value at the specified index in the list
expr1 ?: expr2 : expr3	Conditional	If <i>expr1</i> is true, executes <i>expr2</i> ; otherwise, executes <i>expr3</i>
.	Member access	Refers to a property of an expression; example: <i>foo.bar</i> selects property <i>bar</i> from expression <i>foo</i>
..	Cascade	Allows you to perform multiple operations on the members of a single object; described in

Quelle: Walrath and Ladd, Dart Up and Running, O'Reilly, 2012

## Operatoren überladen

In Dart kann man den folgenden Operatoren für Klassen eine neue Bedeutung geben.

< + | []  
> / ^ []=  
<= ~/ & ~  
>= \* << ==  
- % >>



Getreu dem Motto: „Ich mach die Welt,  
wie sie mir gefällt.“

## Operatoren

### Beispiel für 2D Vektoren



University of Applied Sciences

Die + und – Operatoren auf Vektoren sind nicht definiert. Wir können sie aber schnell nachrüsten.

```
class Vector {
    final int x;
    final int y;
    const Vector(this.x, this.y);

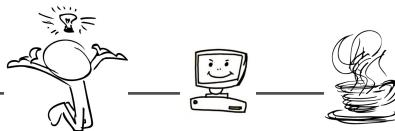
    Vector operator +(Vector v) => new Vector(x + v.x, y + v.y);
    Vector operator -(Vector v) => new Vector(x - v.x, y - v.y);
    String toString() => "($x, $y)";
}

main() {
    final v = new Vector(2,3);
    final w = new Vector(2,2);
    assert(v.x == 2 && v.y == 3);
    assert((v+w).x == 4 && (v+w).y == 5); // v+w == (4,5)
    assert((v-w).x == 0 && (v-w).y == 1); // v-w == (0,1)
    assert("$v" == "(2, 3)");           // toString
}
```

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

73

## Miniübung:



University of Applied Sciences

In Python gehen „krude“ Dinge wie „Hello“ \* 3 == „HelloHelloHello“.

In Dart geht nicht einmal „Hello“ + 4 == „Hello4“ (das kann sogar Java, nun gut Java kennt dafür auch keine Ausdrucksinterpolation in Zeichenketten).

Wir wollen das aber auch können und müssen daher beide Operationen auf BetterStrings definieren.

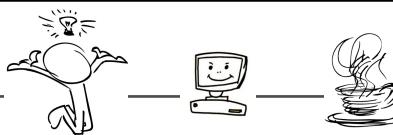
Definieren sie also bitte eine Klasse BetterString die den **Multiplikationsoperator**, den **Additionsoperator** und den **Gleichheitsoperator** definiert. Diese Operatoren sollen die folgenden asserts ermöglichen.

```
main() {
    final s = new BetterString("Hello");
    final v = new Vector(3, 6);           // definiert wie auf Folie vorher
    assert (s + 4 == new BetterString("Hello4"));
    assert (s + " World" == new BetterString("Hello World"));
    assert (s + " Vektor " + v == new BetterString("Hello Vektor (3, 6)"));
    assert (s * 4 == new BetterString("HelloHelloHelloHello"));
}
```

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

74

### Miniübung:



FACH  
HOCHSCHULE  
LÜBECK  
University of Applied Sciences

Das ginge bspw. so:

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

75

### Tour de Dart

FACH  
HOCHSCHULE  
LÜBECK  
University of Applied Sciences

Kern-Konzepte

Variablen

Built-In Types

Kontrollfluss

Funktionen  
(Methoden)  
und Typedefs

Operatoren

Klassen  
(OO)

Generics



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

76

## Klassen



University of Applied Sciences

Dart ist eine klassenbasierte objektorientierte Sprache die single inheritance unterstützt. Folglich kann man Klassen mit Datenfelder und Methoden definieren und aus diesen Klassen Objekte ableiten. Und zwar ziemlich genauso wie in jeder anderen klassenbasierten OO-Sprache auch (natürlich typisiert oder untypisiert).

```
class PersonT {
    String vorname;      // Datenfeld (typisiert)
    String nachname;    // Datenfeld (typisiert)

    // Konstruktor (typisiert).
    PersonT(String this.vorname, String this.nachname);

    // Methode um Hallo zu sagen (typisiert).
    String sayHello() => "Hello $vorname $nachname";
}

void main() {
    var p = new PersonT("Max", "Mustermann");
    PersonT q = new PersonT("Maren", "Musterfrau");

    assert (p.sayHello() == "Hello Max Mustermann");
    assert (q.sayHello() == "Hello Maren Musterfrau");
}
```

```
class PersonUT {
    var vorname;      // Datenfeld (untypisiert)
    var nachname;    // Datenfeld (untypisiert)

    // Konstruktor (untypisiert).
    PersonUT(this.vorname, this.nachname);

    // Methode um Hallo zu sagen (untypisiert).
    sayHello() => "Hello $vorname $nachname";
}

void main() {
    var r = new PersonUT("Max", "Mustermann");
    PersonUT s = new PersonUT("Maren", "Musterfrau");

    assert (r.sayHello() == "Hello Max Mustermann");
    assert (s.sayHello() == "Hello Maren Musterfrau");
}
```

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

77

## Konstruktoren



University of Applied Sciences

Konstruktoren heißen wie ihre Klassen und dienen dazu den Zustand eines Objekts zu initialisieren. Jede Klasse hat einen parameterlosen Default Konstruktor und wie in Java erben Unterklassen keine Konstruktoren von ihrer Vaterklasse.

Dart Besonderheit: Konstruktoren können benannt werden. Und es gibt Syntactic Sugar um langweilige `this.x = x;` Anweisungen in Konstruktoren zu vermeiden.

```
class Person {
    String vorname; String nachname;

    // Konstruktor wie aus Java
    Person(String vn, String nn) { this.vorname = vn; this.nachname = nn; }

    // Kann vereinfacht werden zu (Syntactic Sugar):
    Person(this.vorname, this.nachname);

    // Benannter Konstruktor
    Person.fromMap(Map data) { this.vorname = data['vn']; this.nachname = data['nn']; }

    // Benannter Konstruktor mit Initializer List (Syntactic Sugar)
    Person.fromMap(Map data) : vorname = data['vn'], nachname = data['nn'] {
        // Hier kann dann was komplexeres realisiert werden.
    }
}
```

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

78

## Konstruktoren in Klassenhierarchien `super, this`



University of Applied Sciences

Um den Konstruktor einer Superklasse (`super`) oder als redirecting Konstruktor (`this`) aufzurufen zu können, muss man in Dart eine recht eigenwillige Syntax bemühen (dieser erfolgt nämlich in der Initializer List).

Das Aufrufen von Methoden der Vaterklasse aus einer Unterklasse erfolgt hingegen wie man es erwarten kann.

```
class Student extends Person {
    int matrNr;

    // Ein Superkonstruktoraufzug erfolgt in der Initializer List
    Student(String vn, String nn, int mn) : super(vn, nn), matrNr = mn;

    // Auch redirecting des Konstruktors erfolgt in der Initializer List
    Student.fromMap(Map data) : this(data['vn'], data['nn'], data['mn']);

    // Aufruf der überschriebenen Methode erfolgt wie in Java auch
    String toString() => "${super.toString()} ($matrNr)";

}

class Person {
    String vorname;
    String nachname;

    // Konstruktor
    Person(this.vorname, this.nachname);

    // Methode
    String toString() => "$vorname $nachname";
}
```

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

79

## Factory Konstruktoren

Dart unterstützt über das Schlüsselwort `factory` Konstruktoren die als Factories eingesetzt werden. Factories sind „Konstruktoren“ die nicht immer ein neues Objekt erzeugen, sondern ggf. nur die Referenz auf ein bereits existentes Objekt.

```
Person p1 = new Person.fromNames("Max", "Mustermann");
assert(Person.created.length == 1);
Person p2 = new Person.fromNames("Maren", "Musterfrau");
assert(Person.created.length == 2);
Person p3 = new Person.fromNames("Max", "Mustermann");
assert(Person.created.length == 2);
assert(identical(p1, p3));
```

```
class Person {
    String vorname;
    String nachname;

    // Personenverwaltung
    static Map<String, Person> created = {};

    // Personen
    Person(this.vorname, this.nachname);

    // Personenfactory
    factory Person.fromNames(String vn, String nn) {
        var p = created["$vn $nn"];
        if (p != null) {
            return p;
        } else {
            p = new Person(vn, nn);
            Person.created["$vn $nn"] = p;
        }
        return p;
    }
}
```

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

80

## Getter und Setter



Auch in Dart definieren Methoden das Verhalten von Objekten. Typische Instanzmethoden haben wir schon kennen gelernt (`sayHello()`). Es gelten hier die üblichen Regeln der Objektorientierung.

In Dart lassen sich aber **getter** und **setter** Methoden nachträglich definieren, ohne bestehenden Code anpassen zu müssen.

Dieser ungewöhnliche Weg führt dazu, dass man die Programmierung mit gewöhnlichen Instanzvariablen beginnen kann, und nachträglich „schützende“ getter und setter nachtragen kann.

Nach außen ergibt sich hierdurch kein Unterschied.

```
class Rectangle {
    num left;
    num top;
    num width;
    num height;

    Rectangle(this.left, this.top, this.width, this.height);

    // Mit right und bottom definieren wir nach außen
    // zwei „Datenfelder“ die im inneren Zustand gar nicht
    // existieren
    num get right => left + width;
    set right(num value) => left = value - width;
    num get bottom => top + height;
    set bottom(num value) => top = value - height;
}

void main() {
    var rect = new Rectangle(3, 4, 20, 15);
    assert(rect.left == 3);
    rect.right = 12;
    assert(rect.left == -8);
}
```

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

81

## Sichtbarkeiten

**Dart kennt kein klassisches private, protected, public**



University of Applied Sciences

Viele klassenbasierte OO-Sprachen bieten die drei Zugriffsmodifier **private**, **protected** und **public**. Diese Modifier sind entweder klassenbasiert (bspw. Java) oder objektbasiert (bspw. Ruby) definiert.

Dart geht hier einen anderen Weg. Sichtbarkeiten und (die damit zusammenhängenden Zugriffsmöglichkeiten) werden in Dart auf der Ebene von Libraries (vglb. package in Java) definiert.

Per Konvention sind in **Dart Bezeichner** (für Datenfelder, Methoden aber auch Top Level Variablen, Immutables und Funktionen) die mit einem **Underscore \_** beginnen **Library private** (d.h. nur innerhalb der Library zu sehen in der der Bezeichner definiert wurde, in Java entspricht das in etwa der `package` Sichtbarkeit).

Das ist sicher pragmatisch, reduziert aber die Schutzmöglichkeiten innerhalb von Libraries (Klassenprivat lässt sich bspw. nicht definieren, auch **protected** entlang von Vererbungslinien lässt sich nicht mehr wie gewohnt einsetzen).

Die Gefahr unnötig hoher Daten/Zustandsabhängigkeiten steigt dadurch vermutlich.

```
class Rectangle {
    num _left; // Nun library private
    num _top; // Nun library private
    num _width; // Nun library private
    num _height; // Nun library private

    Rectangle(
        this._left, this._top, this._width, this._height
    );

    // Die getter und setter bleiben public
    num get right => _left + _width;
    set right(num value) => _left = value - _width;
    num get bottom => _top + _height;
    set bottom(num value) => _top = value - _height;
}

void main() {
    var rect = new Rectangle(3, 4, 20, 15);
    assert(rect.left == 3);
    rect.right = 12;
    assert(rect.left == -8);
}
```

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

82

## Abstrakte Klassen

Besonderheit in Dart ist, dass abstrakte Methoden einfach nur keinen Rumpf haben müssen.

```
abstract class Figur {
    num _x, _y, _a, _b;

    Figur(this._x, this._y, this._a, this._b);
    num get flaeche; // Abstrakter getter
    String toString(); // Abstrakte Methode
}

class Rechteck extends Figur {
    Rechteck(x, y, a, b) : super(x, y, a, b);
    // Konkrete Implementierungen
    num get flaeche => (_a * _b).abs();
    String toString() => "Rechteck ($_x, $_y) Fläche $flaeche";
}

class Dreieck extends Figur {
    Dreieck(num x, num y, num a, num b) : super(x, y, a, b);
    // Konkrete Implementierungen
    num get flaeche => (_a * _b).abs();
    String toString() => "Dreieck ($_x, $_y) Fläche $flaeche";
}
```

```
// Es laesst sich eine List ueber die
// abstrakte Klasse anlegen und alles von Figur abgeleitete
// darin ablegen (und wie eine Figur verarbeiten)
List<Figur> figuren = [
    new Rechteck(3, 4, 2, 1),
    new Rechteck(2, 1, 3, 4),
    new Dreieck(1, 2, -2, 1),
    new Dreieck(2, 1, 2, -2)
];

// Und egal ob Rechteck oder Dreieck einheitlich mittels
// toString ausgeben
figuren.forEach((Figur f) => print("f"));

// Und wir koennen auch die auf Figur bereits definierten
// getter aufrufen
final f = figuren.fold(0, (num v, Figur f) => v +
    f.flaeche);
```

In klassenbasierten OO-Sprachen dienen abstrakte Klassen dazu, Objektverhalten nur vorbereiten zu müssen und Verhaltensimplementierungen erbenden Klassen aufzuerlegen.

Wie in Java dient in Dart hierzu das Schlüsselwort `abstract`. Eine Klasse die mindestens eine abstrakte Methode deklariert muss als `abstract` gekennzeichnet werden.

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

83

## Implizite Schnittstellen (I)

```
class Person {
    String _vorname; // Im Interface aber library private
    String _nachname; // Im Interface aber library private
    Person(this._vorname, this._nachname); // Nicht im Interface
    String toString() => "$_vorname $_nachname"; // Im Interface
}

class Student extends Person { // Klassische OO-Erweiterung
    num _mnr;
    Student(vn, nn, mnr) : super(vn, nn), _mnr = mnr;
    String toString() => "StudentIn ${super.toString()} ($_mnr)";
}

// Mitarbeiter implementiert Personeninterface
class Mitarbeiter implements Person {
    String _vorname, _nachname;
    String _job;
    Mitarbeiter(this._vorname, this._nachname, this._job);
    String toString() => "MitarbeiterIn $_vorname $_nachname ($_job)";
}

// Ein WorkingStudent ist ein Student und ein Mitarbeiter
class WorkingStudent extends Student implements Mitarbeiter {
    String _job;
    WorkingStudent(vn, nn, m, j) : super(vn, nn, m), _job = j;
    String toString() => "$_vorname $_nachname [MNr. $_mnr] (Stud. + $_job)";
}
```



University of Applied Sciences

In Dart definiert jede Klasse automatisch eine implizite Schnittstelle (Datenfelder, getter, setter und Methoden, keine Konstruktoren).

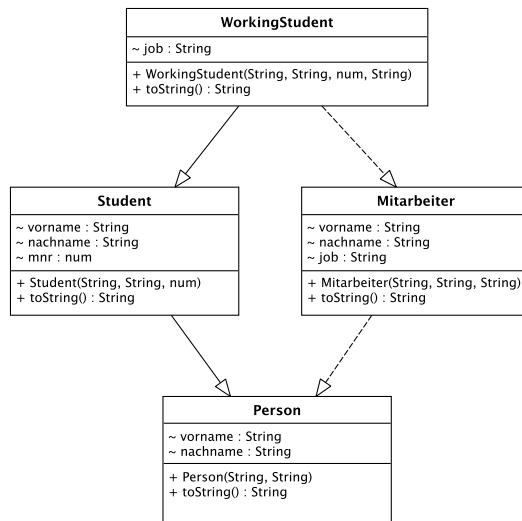
Dadurch kann man entscheiden ob, man eine Klasse per `extends` erweitern möchte oder deren implizite Schnittstelle mittels `implements` implementieren möchte.

Mittels Schnittstellen kann man das Verhalten mehrerer Klassen auf eine übertragen. Da bei Schnittstellen alle Methoden in der implementierenden Klasse neu implementiert werden müssen, kann es nicht zu Kollisionen kommen (wie bei Mehrfachvererbungen). Man hat aber eine vergleichbare Typflexibilität wie bei Mehrfachvererbung (allerdings verstößt man häufiger gegen DRY).

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

84

## Implizite Schnittstellen (II)



In UML sähe das gezeigte Beispiel etwa wie fdgt aus (Achtung dies ist kein korrektes UML!).

Man kann also nur einen Extends Strang haben (deswegen ist Dart eine single inheritance OO-Sprache) jedoch weitere Implements Stränge in Klassenhierarchien. Durch implizite Schnittstellen ist man aber recht nah an der Mehrfachvererbung.

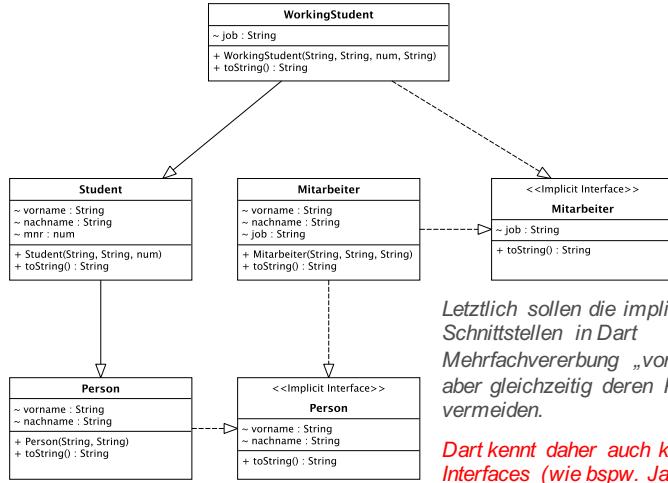
Formal handelt es sich aber um keine Mehrfachvererbung, wie folgendes (korrekte) UML Diagramm zeigt und man vermeidet dadurch auch alle die Probleme der Mehrfachvererbung.

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

85

## Implizite Schnittstellen (III)

Da UML keine Implements Beziehung zwischen Klassen kennt, wird das „vollständige UML“ Diagramm etwas komplizierter, da wir nun die impliziten Schnittstellen ausweisen müssen.



Letztlich sollen die impliziten Schnittstellen in Dart Mehrfachvererbung „vortäuschen“, aber gleichzeitig deren Probleme vermeiden.

Dart kennt daher auch keine expliziten Interfaces (wie bspw. Java).

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

86

## Cascade Operator (Method Chaining a la Java)



University of Applied Sciences

```
class ChainShape {
    num _x, _y, _w, _h;
    ChainShape(this._x, this._y, this._w, this._h);

    ChainShape move(num dx, num dy) { this._x += dx; this._y += dy; return this; }
    ChainShape flipHorizontal() { this._w *= -1; return this; }
    ChainShape flipVertical() { this._h *= -1; return this; }
    ChainShape showMe() { print("$this"); return this; }
    String toString() => "Shape at ($x, $y) has width=$_w and height=$_h";
}

main() {
    var t = new ChainShape(2, 2, 5, 3);
    t.showMe()
    .move(3, 2)
    .showMe()
    .flipHorizontal()
    .showMe()
    .flipVertical()
    .showMe();
}
```

### Konsolenausgabe:

Shape at (2, 2) has width=5 and height=3  
 Shape at (5, 4) has width=5 and height=3  
 Shape at (5, 4) has width=-5 and height=3  
 Shape at (5, 4) has width=-5 and height=-3

Um Methoden auf Objekten verkettet auszuführen, lässt man Methoden häufig eine Referenz auf das eigene Objekt zurückgeben. Für die Logik der Routine ist das nicht erforderlich. Es würde eigentlich eine void Rückgabe reichen.

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

87

## Cascade Operator (Method Chaining a la Dart, Syntactic Sugar)



University of Applied Sciences

```
class Shape {
    num _x, _y, _w, _h;
    Shape(this._x, this._y, this._w, this._h);

    void move(num dx, num dy) { this._x += dx; this._y += dy; }
    void flipHorizontal() { this._w *= -1; }
    void flipVertical() { this._h *= -1; }
    void showMe() => print("$this");
    String toString() => "Shape at ($x, $y) has width=$_w and height=$_h";
}

main() {
    var s = new Shape(2, 2, 5, 3);
    s..showMe()
    ..move(3, 2)
    ..showMe()
    ..flipHorizontal()
    ..showMe()
    ..flipVertical()
    ..showMe();
}
```

### Konsolenausgabe:

Shape at (2, 2) has width=5 and height=3  
 Shape at (5, 4) has width=5 and height=3  
 Shape at (5, 4) has width=-5 and height=3  
 Shape at (5, 4) has width=-5 and height=-3

Dart kennt hierfür etwas Syntactic Sugar, d.h. einen eigenen Operator .. (**Cascade Operator**).

Dies befreit die Methoden von der Rückgabe der Selbstreferenz (this). Dies macht OO-Code übersichtlicher.

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

88

## Klassenvariablen und -methoden

Wie bspw. in Java nutzt auch Dart das Schlüsselwort `static` um Klassenvariablen und Klassenmethoden zu kennzeichnen. Klassenvariablen sind nützlich für klassenweit genutzte Status oder Konstanten. Statische Methoden arbeiten nicht auf einer Instanz der Klasse und haben demzufolge keinen Zugriff auf die `this` Referenz.

```

class Color {
    // Statische Klassenkonstanten (immutable)
    static final Color RED = new Color('rot');
    static final Color GREEN = new Color('grün');
    static final Color BLUE = new Color('blau');
    // Eine Instanzvariable (immutable)
    final String name;
    // Eine veränderliche Klassenvariable (mutable)
    static num colors = 0;
    // Konstruktor zum Erstellen einer Farbe
    Color(this.name) { Color.colors += 1; }
}

main() {
    assert(Color.RED.name == 'rot');
    assert(Color.GREEN.name == 'grün');
    assert(Color.BLUE.name == 'blau');
    assert(Color.colors == 3);
}

```

```

import 'dart:math';

class Point {
    num x, y;
    Point(this.x, this.y);
    // Statische Klassenmethode
    static num distanceBetween(Point a, Point b) {
        final dx = a.x - b.x;
        final dy = a.y - b.y;
        return sqrt(dx * dx + dy * dy);
    }
}

main() {
    final a = new Point(2, 2);
    final b = new Point(4, 4);
    assert(Point.distanceBetween(a, b) == sqrt(8));
}

```

*Dart kennt auch top level Funktionen. Ggf. ist die Definition einer top level Funktion in einer Library sinnvoller als eine statische Methode in einer Klasse!*

University of Applied Sciences  
FACH HOCHSCHULE LÜBECK

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

89

## Tour de Dart

Kern-Konzepte	Variablen
Built-In Types	Kontrollfluss
Funktionen (Methoden) und Typedefs	Operatoren
Klassen (OO)	Generics

University of Applied Sciences  
FACH HOCHSCHULE LÜBECK

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

90

## Generics



University of Applied Sciences

Aus Sprachen wie Java kennt man das Konzept sogenannter Generics. In Klassen können Typplatzhalter vorgesehen werden, die erst zur Instantiierung einer Klasse durch konkrete Typen ersetzt werden.

Generics erlauben es somit in statisch typisierten Programmiersprachen mit Typplatzhaltern arbeiten zu können, dennoch Typisierungsfehler zur Compilezeit aufdecken zu können. Dynamisch typisierte Programmiersprachen sehen Generics selten vor, da Typkonflikte dort eh erst zur Laufzeit auftreten.

Nun ist Dart optional typisiert. Konsequenterweise sollte es dann beides können.

Wir wollen dies an einem kleinen Beispiel verdeutlichen. Artikel sollen an Kundenadressen versendet werden.

```
class Article {
    String _name;
    num _id;
    Article(this._name, this._id);
    String toString() => "Article: $_name ($_id)";
}

class Adress {
    String _name, _street, _postalCode, _town;
    int _nr;
    Adress(
        this._name, this._street, this._nr,
        this._postalCode, this._town
    );
    String toString() =>
        "$_name, "
        "$_street $_nr, "
        "$_postalCode $_town";
}
```

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

91

## Generics (II)

Wir können uns nun eine Klasse Orders definieren, in der wir pflegen, welche Artikel an welche Kundenadressen zu senden sind.

Das funktioniert wunderbar für unsere definierten Datentypen Article und Adress.

```
class Orders {
    var _orders = {};
    Adress addOrder(Article item, Adress shipTo) =>
        _orders[item] = shipTo;
    String toString() {
        return _orders.keys.map((k) {
            return "Sk shipped to ${_orders[k]}";
        }).join("\n");
    }
}
```

```
final a1 = new Adress("Max Muster", "Musterweg", 1, "27356", "Luebeck");
final a2 = new Adress("Maren Muster", "Mustergasse", 3, "12345", "Exempel");
final a3 = new Adress("Tessa Loniki", "Urlaub", 7, "27356", "Mallorca");

final i1 = new Article("Fernseher", 123456);
final i2 = new Article("Drucker", 654321);
final i3 = new Article("Rechner", 123321);

final Orders orders = new Orders();
orders.addOrder(i1, a3);
orders.addOrder(i2, a2);
orders.addOrder(i3, a1);
print("$orders");
```

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

92

## Generics (II)

Nun sollen aber nicht Artikel sondern auch bspw. Abonnements an Kundenadressen versendet werden.

Wir können jetzt einfach die Typisierung von addOrder löschen, dann können wir damit beliebige Datentypen verarbeiten (auch Abonnements) jedoch können wir auch Adressen an Artikel versenden (eigentlich ein Typfehler).

```
class UTOrders {
  var _orders = {};  
  
addOrder(item, shipTo) => _orders[item] = shipTo;  
  
String toString() {
  return _orders.keys.map((k) {
    return "$k shipped to ${_orders[k]}";
  }).join("\n");
}
```

```
final a1 = new Adress("Max Muster", "Musterweg", 1, "27356", "Luebeck");
final a2 = new Adress("Maren Muster", "Mustergasse", 3, "12345", "Exempel");
final a3 = new Adress("Tessa Loniki", "Urlaub", 7, "27356", "Mallorca");  
  
final i1 = new Article("Fernseher", 123456);
final i2 = new Article("Drucker", 654321);
final i3 = new Article("Rechner", 123321);  
  
final UTOrders utorders = new UTOrders();
utorders.addOrder(i1, a3);
utorders.addOrder(i2, a2);
utorders.addOrder(a2, i1); // Hier überstrapazieren wir jetzt die dynamische Typisierung
print("$utorders");
```

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

93

## Generics (III)

Wenn wir unsere Orderlisten typen haben wollen, aber dennoch nicht für jede neue Produktkategorie der Marketingabteilung eine neue Orderliste implementieren wollen, können wir generische Typen nutzen.

Wir können jetzt einfach die Typisierung von addOrder generisch halten, und auch bspw. auf Abos instantiiieren.

```
class TOrders<I, A> {
  Map<I, A> _orders = <I, A>{};  
  
addOrder(I item, A to) => _orders[item] = to;  
  
String toString() {
  return _orders.keys.map((k) {
    return "$k shipped to ${_orders[k]}";
  }).join("\n");
}
```

```
Adress a1 = new Adress("Max Muster", "Musterweg", 1, "27356", "Luebeck");
Adress a2 = new Adress("Maren Muster", "Mustergasse", 3, "12345", "Exempel");
Adress a3 = new Adress("Tessa Loniki", "Urlaub", 7, "27356", "Mallorca");  
  
Article i1 = new Article("Fernseher", 123456);
Article i2 = new Article("Drucker", 654321);
Article i3 = new Article("Rechner", 123321);  
  
TOrders<Article, Adress> torders = new TOrders<Article, Adress>();
torders.addOrder(i1, a3);
torders.addOrder(i2, a2);
torders.addOrder(a2, i1); // Typverletzung wird durch den Compiler erkannt  
  
TOrders<Abo, Adress> aboorders = new TOrders<Abo, Adress>(); // Orderlisten für bel. Typen und Ziele
```

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

94

## Generics (List und Maps)



University of Applied Sciences

Die Dart Collections `List` und `Map` sind solche auf generischen Typen definierte Klassen. Da sie spezielle Literale haben, um angelegt zu werden, ist die Angabe der Typisierung etwas ungewöhnlich. Gewöhnungsbedürftig ist ferner, dass man die optionale Typisierung der Referenz mit der optionalen Typisierung der Datenstruktur mischen kann.

```
var list1 = ["A", 1, 3.7]; // untypisierte Liste, nicht typein gefüllt
var list2 = ["A", "B", "C"]; // immer noch nicht typisiert, nur zufällig typein.
var list3 = <String>["A", "B", "C"]; // typisierte Liste aber Referenz untypisiert
List<String> list4 = <String>["A", "B", "C"]; // typisierte Liste und Referenz typisiert

// untypisiertes Mapping, nicht typein gefüllt
var map1 = { 1 : "A", 2 : "B", 3 : "C", 4 : "D" };

// untypisiertes Mapping, nur zufällig typein
var map2 = { 1 : "A", 2 : "B", 3 : "C", 4 : "D" };

// typisiertes Mapping, aber Referenz untypisiert
var map3 = <int, String>{ 1 : "A", 2 : "B", 3 : "C", 4 : "D" };

// typisiertes Mapping, Referenz typisiert
Map<int, String> map4 = <int, String>{ 1 : "A", 2 : "B", 3 : "C", 4 : "D" };
```

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

95

## Generics (und ihre inneren Typen)



University of Applied Sciences

In Dart lässt sich auch der innere Typ einer Collection zur Laufzeit prüfen. In Java kann man beispielsweise nur prüfen, ob eine Referenz eine Liste ist, aber nicht ob eine Referenz eine Liste über Strings ist. Dies hat in Java damit zu tun, dass Java Generics durch Type Erasure realisiert (vgl. Programmieren II) und damit den inneren Typ „wegwirkt“.

In Dart bleibt der innere Typ bspw. für Type Checks erhalten. Sie können also so etwas hier machen (dafür kennt Dart dann auch keine Upper und Lower Bounds für generische Typen):

```
var list = <String>["A", "B", "C"];
var map = <int, String>{ 1 : "A", 2 : "B", 3 : "C", 4 : "D" };

assert(list is List<String>);
assert(map is Map<int, String>);

// In Java ginge nur (kein lauffähiger Java Code, nur zur Erläuterung):
// assert(list is List);
// assert(map is Map);
```

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

96

## Le Grande Boucle



University of Applied Sciences



### Tour de Dart

- Optional Typed
- Multiparadigm
- Byte Code (JavaScript Cross Compiled)
- In Browser and On Server



### Tour de Dart Libraries

- Library System
- Asynchronous Programming
- Math and Random
- Browser-Based Apps
- I/O
- Decoding and Encoding



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

97

## Tour de Dart Libraries



University of Applied Sciences



Es geht in Teil II weiter mit:

**dart:library**  
Das Library System von Dart

**dart:async**  
Asynchronous Programming

**dart:io**  
Streams, Files, Directories

**dart:html**  
Manipulating the DOM

**dart:servers**  
HTTP Clients and Servers

**dart:convert**  
Decoding and Encoding JSON and more

Und ja: Es ist noch weit bis Paris ☺

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

98

## Zusammenfassung



University of Applied Sciences

- Dart
  - macht viele Anleihen bei Java
  - ist aber nicht dogmatisch auf OO oder statische Typisierung ausgerichtet
  - beinhaltet funktionale Sprachbestandteile
  - kann nach JavaScript kompiliert werden
  - ist On Server und On Client ausführbar
- Sprachbesonderheiten
  - Optionale Typisierung
  - Checked und Production Mode
  - Operator Overloading
  - Short hand functions, anonymous functions, closures
  - setter und getter sowie factory Schlüsselworte für OO
  - Implizite Schnittstellen von Klassen (quasi multiple inheritance)
  - Typ-Literale für generische Listen/Maps



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

99