

Le Tour de



Achtung: Mit Dart2 haben sich einige Änderungen ergeben. U.a. die Umstellung von optionaler auf statische Typisierung. Ggf. funktionieren daher einige Beispiele in den noch für Dart1 erstellten Folien nicht mehr. Wenn Sie so etwas finden, bitte sofort mailen!

DART

Web-Technologien

Client- und Serverseitige Sprachen (Dart Teil I)

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

1



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke

*Praktische Informatik und
betriebliche Informationssysteme*

- Raum: 17-0.10
- Tel.: 0451 300 5549
- Email: nane.kratzke@th-luebeck.de

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

2

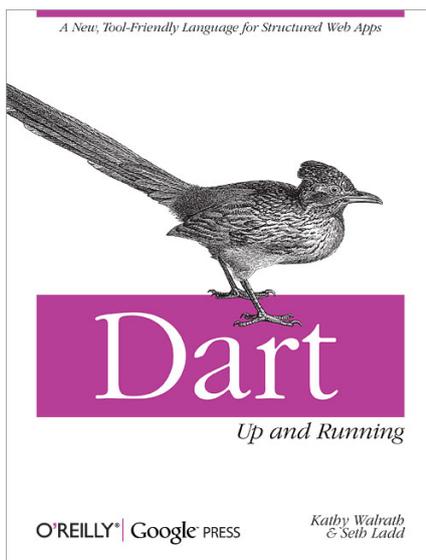
Dart in a Nutshell ...



- Eine statisch typisierte (mit Typinferenz),
- Multiprogrammierparadigmen (imperativ, objektorientiert, funktional, non dogmatic) 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/>

Zum Nachlesen ...



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

Le Grande Boucle



Tour de Dart

- Ehemals optional typisiert
- 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

Tour de Dart

Kern-
Konzepte

Variablen

Built-In
Types

Kontrollfluss

Funktionen
(Methoden)
und Typedefs

Operatoren

Klassen
(OO)

Generics



Tour de Dart



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!



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

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

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

Dart ist streng typisiert.

Dank Typinferenz kann auf die Angabe von Datentypen bei Deklarationen verzichtet werden, wenn der Typ aus dem Wert der Zuweisung ableitbar ist.

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

Dart kennt top level Variablen.

Dart ist streng typisiert (kennt aber eine Typinferenz, **Dart1 war noch optional typisiert**).

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

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

8

Install Dart is easy



Install the SDK

As the following instructions show, you can use a package manager to easily install and update the Dart SDK. Alternatively, you can [build the SDK from source](#) or [download the SDK as a zip file](#).

Dart tools may send usage metrics and crash reports to Google. By downloading the Dart SDK, you agree to the [Google Terms of Service](#).[®] Note: The [Google Privacy Policy](#)[™] describes how data is handled in this service.

Windows Linux **Mac**

Install [homebrew](#), and then run:

```
$ brew tap dart-lang/dart
$ brew install dart
```

To install a **dev channel** release, use `--dev`:

```
$ brew install dart --dev
```

Folgen Sie einfach den Anweisungen für Ihr Betriebssystem auf:
<https://webdev.dartlang.org/tools/sdk#install>

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

9

Hello Darties (I)



```
<!DOCTYPE html>

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

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

    <script defer src="hellodart.dart.js"></script>
  </body>
</html>
```

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

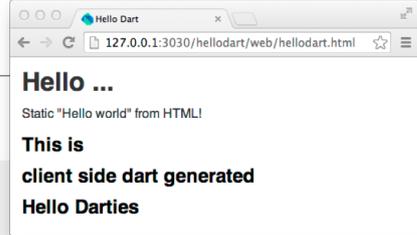
10

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

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



Variable, Immutables und Konstanten



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 Compilerzeit 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

13

Typinferenz



In Dart können Variablen auch immer ohne Typ definiert werden (Schlüsselwort `var`).

Der Datentyp wird dann aus dem Wertetyp der Zuweisung bestimmt (Typinferenz).

```
var n = 42;  
var a = "Hello World";  
var b = true;  
print(n); // => 42 (num)  
print(a); // => Hello World (String)  
print(b); // => true (boolean)
```

Typinferenz in Action

(Achtung seit Dart2 gibt es keine optionale Typisierung mehr, var ist einfach der Datentyp der sich aus der Typinferenz ergibt)

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

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

Konstante (`const`) und Immutables (`final`).

Auf die Angabe des Datentyps kann hier auch verzichtet werden.

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

14

Wann nutze ich Immutables?

final first



Wie noch aus Programmieren II (Multithread Programmierung) bekannt, 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 auszugelen.

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

15

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));
```

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.

```
<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

16

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));
```

```
<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>
```

```
String toHtmlTable(List<List<int>> rows) {  
  var ret = "";  
  for (List<int> row in rows) {  
    ret += "<tr>";  
    for (int 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.

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));
```

```
<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>
```

```
String toHtmlTable(List<List<int>> 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.

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));
```

```
<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>
```

```
String toHtmlTable(List<List<int>> 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.

final first Geht das denn?



Offenbar schon ...

Mehr zu Funktionaler Programmierung mit Dart kommt noch.

```
String toHtmlTable(List<List<int>> 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>";  
}
```

final first Geht das denn?



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 ausdrück = 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

21

The Downfall of Imperative Programming



*„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

22

Tour de Dart



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

23

Darts built-in Types int, double, num



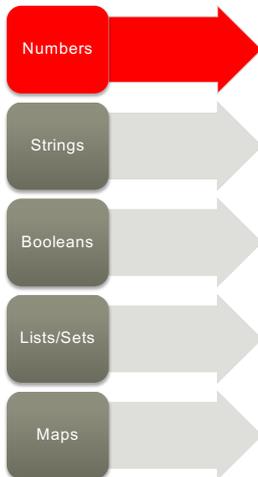
Numbers	→	<pre>// Ganzzahlige Werte koennen so definiert werden // Werte koennen beliebig groeB werden var i1 = 42; int i2 = 42; int earthPopulation = 800000000;</pre>
Strings	→	
Booleans	→	<pre>// FlieBkommawerte koennen so definiert werden // und haben doppelte Genauigkeit var d1 = 42.0; double d2 = 42.7;</pre>
Lists/Sets	→	
Maps	→	

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

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

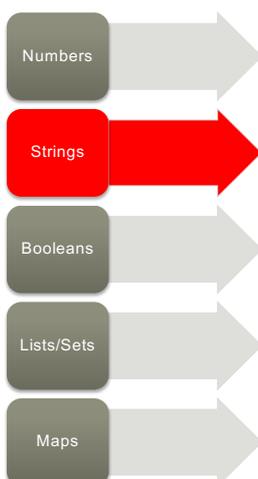
24

Darts built-in Types int, double, num



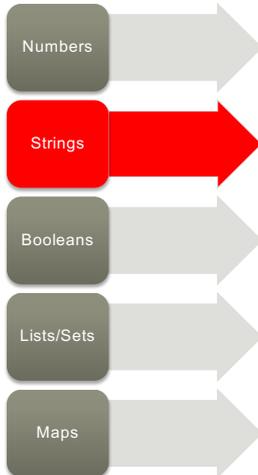
```
var i1 = 42;  
int i2 = 42;  
var d1 = 42.0;  
double d2 = 42.7;  
  
// int und double sind in Dart Objekte  
// d.h. es gibt hilfreiche Methoden/getter  
print(i1.isEven); // => true  
print(!i2.isOdd); // => false  
print(d1.floor()); // => 42  
print(d2.ceil()); // => 43
```

Darts built-in Types Strings



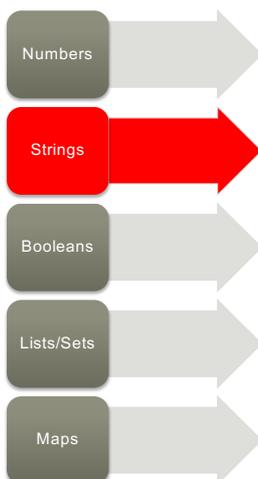
```
// In Dart koennen sie Strings single oder  
// double quoted definieren.  
var singlequote = 'Hello my name is rabbit';  
String doublequote = "This is rabbit's home";  
  
// Dart kennt die ueblichen Escapesequenzen \  
var escaped = 'This is rabbit\'s home';  
  
// Dart kennt raw Strings (ohne Escape oder  
// Interpolation)  
var raw = r"This is rabbit\n home";
```

Darts built-in Types Strings



```
// Zeichenkettenkonkatenation funktioniert  
// (wie in Java) mit dem + Operator  
var concat = "Hello" + " " + "World";  
print(concat); // => Hello World  
  
// Oder auch so (Zeichenketten hintereinander)  
var anotherConcat = "Hello" " " "World";  
print(anotherConcat); // => Hello World  
  
// Das funktioniert natuerl. in der double, single  
// oder raw Variante (und Kombinationen)  
var crazyConcat = "Hello" ' ' r"World";  
print(crazyConcat); // => Hello World
```

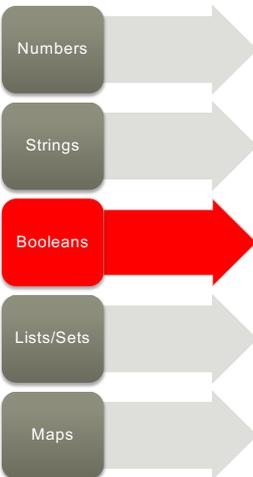
Darts built-in Types Strings



```
// Dart kennt String Interpolation  
// String Interpolation wird durch ein $  
// aehnlich wie in PHP gekennzeichnet  
var name = "Max";  
print("Hello $name"); // => Hello Max  
  
// Aber Dart kann mehr als PHP  
// Man kann auch Ausdruecke auswerten  
print("Hello ${name.toUpperCase()}"); // => "Hello MAX"  
  
// D.h. wir koennen auch rechnen  
print("1 + 1 = ${1 + 1}"); // => 1 + 1 = 2  
  
// oder Konstante auswerten (und das kann PHP nicht)  
const pi = 3.14;  
print("PI = $pi"); // => PI = 3.14
```

Darts built-in Types

bool



```
// Wahrheitswerte werden in Dart mittels dem Datentyp
// bool ausgedrückt. Ein bool kann zwei Werte annehmen:
// true und false.
var unkorrekt = false;
bool korrekt = true;

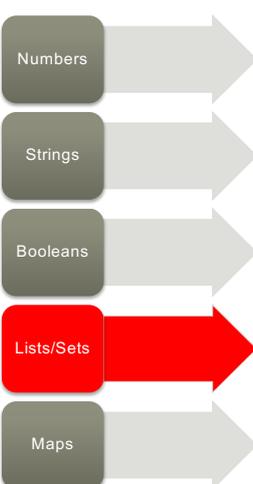
// Wenn Dart einen Wahrheitswert erwartet, dann wird nur
// true
// zu wahr ausgewertet. Alle anderen von true verschiedenen
// Werte, werden zu falsch ausgewertet (anders als in C,
// PHP,
// JavaScript, ... !!!).
var person = 'Bob';
if (person) {
  print('You have a name!');
  // Würde in JavaScript ausgegeben werden (denn != 0)!
  // Aber in Dart: person != true => false
  //
}
```

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

29

Darts built-in Types (Lists)

https://api.dartlang.org/docs/channels/stable/latest/dart_collection/ListBase.html



```
// 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 deklariert 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 der Typ
// per Typinferenz bestimmt werden.
var anotherList = <int>[1, 2, 3];
```

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

30

Darts built-in Types

Lists (forEach, map)



Numbers

Strings

Booleans

Lists/Sets

Maps

```
// 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

31

Darts built-in Types

Lists (any, every)



Numbers

Strings

Booleans

Lists/Sets

Maps

```
// 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)
bool caffeineFree(t) => ["rooisbos",
  "chamomile"].contains(t);

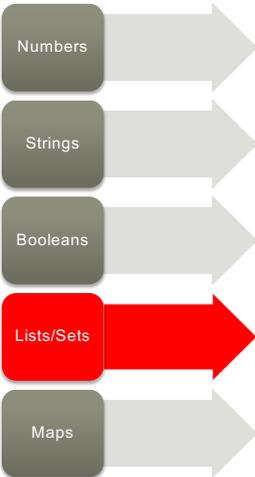
var someTeas = ["green", "black", "rooisbos", "earl grey"];
print(someTeas.any(caffeineFree)); // => true
// es existieren koffeinfreie Tees
print(!someTeas.every(caffeineFree)); // => true
// aber nicht alle Tees sind koffeinfrei
```

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

32

Darts built-in Types

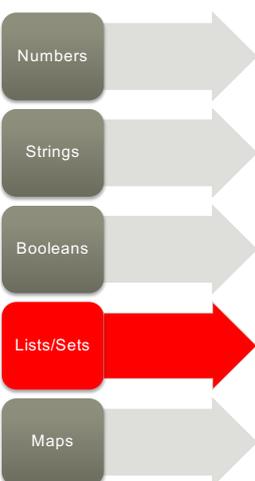
Lists (where, contains, isEmpty)



```
// Mittels der Methode where können wir aus Listen  
// Elemente herausfiltern. Mittels contains prüfen  
// ob ein Element Bestandteil einer Liste ist.  
// Hier alle koffeinhaltigen Teesorten  
  
bool caffeineFree(t) => ["rooisbos",  
"chamomile"].contains(t);  
var someTeas = ["green", "black", "rooisbos", "earl grey"];  
  
print(someTeas.where((t) => !caffeineFree(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(caffeineFree).isEmpty) {  
  print("Verzeihung, keine Koffeinfreien Heißgetränke.");  
}
```

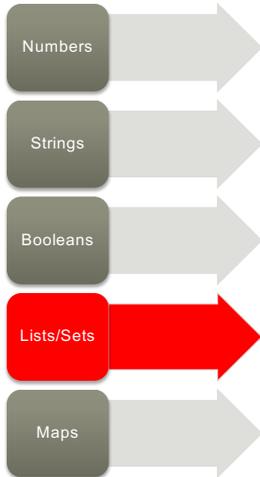
Darts built-in Types (Sets)

https://api.dartlang.org/docs/channels/stable/latest/dart_core/Set.html



```
// 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  
// Sprachlitterale, 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  
print(ingredients.length); // => 3  
print(nobleGases.length); // => 2
```

Darts built-in Types Sets (intersect, union)



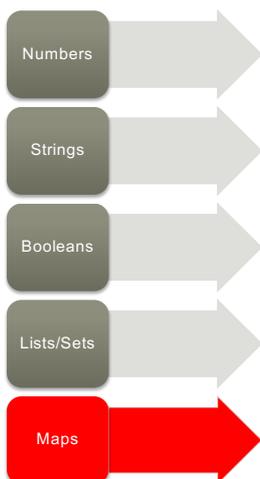
```
// Das hinzufügen von doppelten Elementen zu einer Menge hat  
// keine Auswirkungen.  
nobleGases.add("argon");  
assert(nobleGases.length == 2);  
assert(nobleGases.contains("xenon"));  
assert(nobleGases.contains("argon"));  
  
// Dafür können wir jetzt die Mengenoperationen  
// intersection (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

35

Darts built-in Types (Maps)

https://api.dartlang.org/docs/channels/stable/latest/dart_core/Map.html

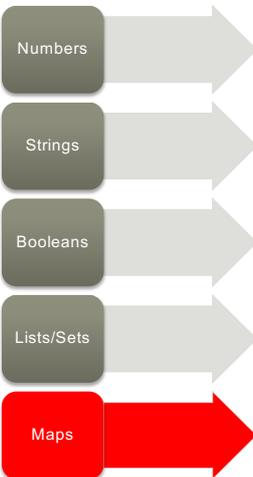


```
// Maps sind eine ungeordnete Liste von Key Value Paaren.  
// Maps verknüpfen einen Schlüssel mit einem Wert.  
// Maps können mit folgenden Literalen { : } angelegt  
// werden.  
var hawaiianBeachMap = {  
  "oahu" : ["waiki", "kailua", "waimanalo"],  
  "big island" : ["wailea bay", "pololu beach"],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

36

Darts built-in Types

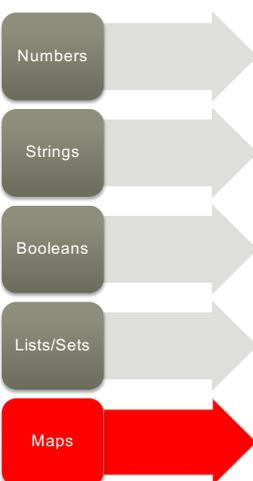
Maps (keys, [])



```
var hawaiianBeaches = {  
  "oahu" : ["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("oahu"));  
assert (!keys.contains("florida"));
```

Darts built-in Types

Maps (containsKeys, forEach)



```
var hawaiianBeaches = {  
  "oahu" : ["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("oahu"));  
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");  
});
```

Tour de Dart

TECHNISCHE HOCHSCHULE LÜBECK

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

39

Kontrollfluss

TECHNISCHE HOCHSCHULE LÜBECK

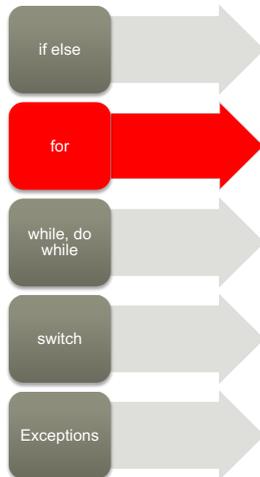
- if else
- for
- while, do while
- switch
- Exceptions

```
// 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!
```

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

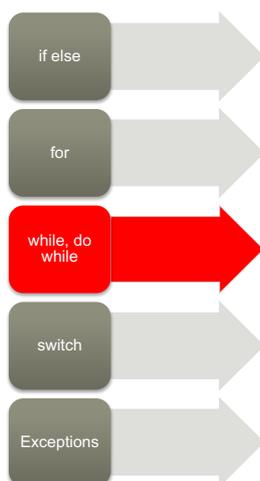
40

Kontrollfluss for, for in, forEach



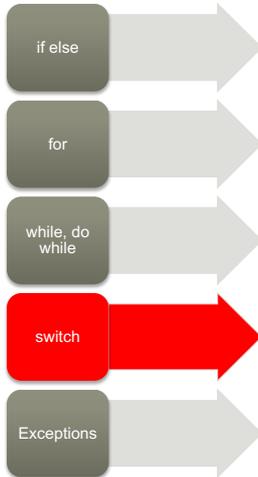
```
// Dart kennt natürlich die klassische Zählschleife.  
var candidates = ["Bob", "Eliza", "Mike", "Tara"];  
for (int i = 0; i < candidates.length; i++) {  
  print ("Interviewing ${candidates[i]}");  
}  
  
// Collections lassen sich aber auch mit for in  
// durchlaufen  
for (String candidate 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!
```

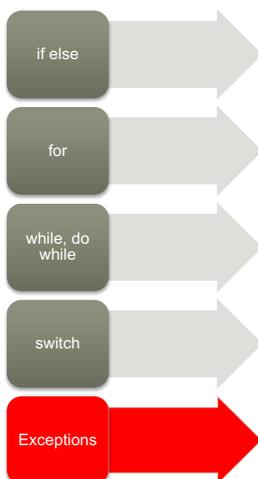
Kontrollfluss switch



```
// 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)



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;  
}
```

Kontrollfluss

Exceptions werfen (throw)



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

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

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

switch → Z.B. in gettern.

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

Kontrollfluss

Exceptions behandeln (try, catch, on, finally)



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

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

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

switch → 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.

Kontrollfluss

Exceptions behandeln (try, catch, on, finally)



```
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

47

Kontrollfluss

Exceptions behandeln (try, catch, on, finally)



```
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.

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

48

Tour de Dart

TECHNISCHE HOCHSCHULE LÜBECK

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

49

Funktionen Funktionsdefinitionen (Short-hand Notation)

TECHNISCHE HOCHSCHULE LÜBECK

```
// 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";  
}  
  
// Man kann Short-hand Functions definieren.  
String helloXYsht(String vn, String nn) => "Hello $vn $nn";
```

```
void main() {  
    print(helloXyt("Max", "Mustermann"));  
    print(helloXYsht("Max", "Mustermann"));  
}
```

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

50

Funktionen

Optional named/positional parameters



```
// Parameter können optional sein, ggf. default Werte (:) haben und benannt ({}  
werden.  
String helloXYop({vn : "Max", nn : "Mustermann"}) => "Hello $vn $nn";  
  
// Optionale Parameter können aber auch anhand ihrer Position ([]) definiert werden und  
// ebenfalls ggf. default Werte haben (=).  
String 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)  
// Parametern.  
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");  
}
```

51

Funktionen

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



```
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

52

Funktionen

Funktionen als closures

```
// 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 die 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);
```

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(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>";  
};
```

Miniübung:



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

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

59

Operatoren

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-- () [] .</code>
unary prefix	<code>-expr !expr ~expr ++expr --expr</code>
multiplicative	<code>* / % ~/</code>
additive	<code>+ -</code>
shift	<code><< >></code>
relational and type test	<code>>= > <= < as is is!</code>
equality	<code>== !=</code>
bitwise AND	<code>&</code>
bitwise XOR	<code>^</code>
bitwise OR	<code> </code>
logical AND	<code>&&</code>
logical OR	<code> </code>
conditional cascade	<code>expr1?expr2:expr3</code>
assignment	<code>..</code>
	<code>= *= /= ~/= %= += -= <<= >>= &= ^= =</code>

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

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

60

Operatoren

Arithmetische Operatoren



Arithmetische Operatoren

Dart Besonderheit: Es gibt zwei Divisionen.

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

Operator	Meaning
+	Add
-	Subtract
- <i>expr</i>	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
++ <i>var</i>	<i>var</i> = <i>var</i> + 1 (expression value is <i>var</i> + 1)
<i>var</i> ++	<i>var</i> = <i>var</i> + 1 (expression value is <i>var</i>)
-- <i>var</i>	<i>var</i> = <i>var</i> - 1 (expression value is <i>var</i> - 1)
<i>var</i> --	<i>var</i> = <i>var</i> - 1 (expression value is <i>var</i>)

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

61

Operatoren

Relationale Operatoren



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.equals(y)` (die Java-Entsprechung wäre `x.equals(y)`).

Mehr dazu, wenn es um Operatorüberladung geht.

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

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

62

Operatoren Zuweisungsoperatoren



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

63

Operatoren Logische Operatoren



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

64

Operatoren

Bitweise Operatoren



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
~ <i>expr</i>	Unary bitwise complement (0s become 1s; 1s become 0s)
<<	Shift left
>>	Shift right

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

Operatoren

Type Test Operatoren



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 verbosier 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
```

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.

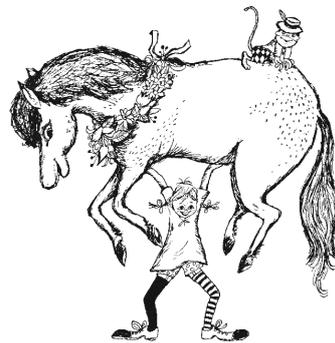
Operator	Name	Meaning
()	Function application	Represents a function call
[]	List access	Refers to the value at the specified index in the list
<i>expr1</i> ? <i>expr2</i> : <i>expr3</i>	Conditional	If <i>expr1</i> is true, executes <i>expr2</i> ; otherwise, executes <i>expr3</i>
.	Member access	Refers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

Quelle: Wairath 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



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

69

Miniübung:



In Python gehen „krude“ Dinge wie `"Hallo" * 3 == "HalloHalloHallo"`.

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"));  
}
```

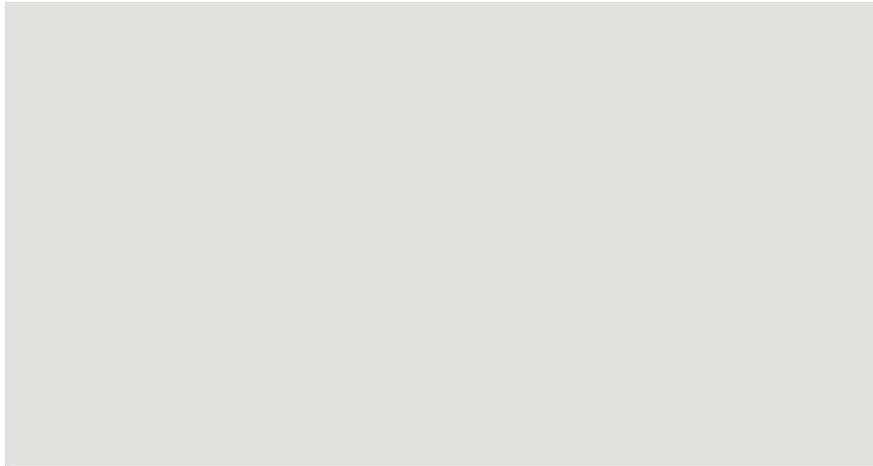
Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

70

Miniübung:



Das ginge bspw. so:



Tour de Dart

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



Klassen

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.

```
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");  
}
```

Konstruktoren

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.  
  }  
}
```

Konstruktoren in Klassenhierarchien

super, this



Um den Konstruktor einer Superklasse (`super`) oder als redirecting Konstruktor (`this`) aufrufen 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 Person {
  String vorname;
  String nachname;

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

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

class Student extends Person {
  int matrNr;

  // Ein Superkonstruktoraufruf 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)";
}
```

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

75

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

76

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

77

Sichtbarkeiten

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



Viele klassenbasierte OO-Sprachen bieten die drei Zugriffsmodifizier `private`, `protected` und `public`. Diese Modifizier 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 (vgl. `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

78

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 lässt 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);
print("Die Gesamtfläche beträgt $f");
```

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

79

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)";
}
```

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

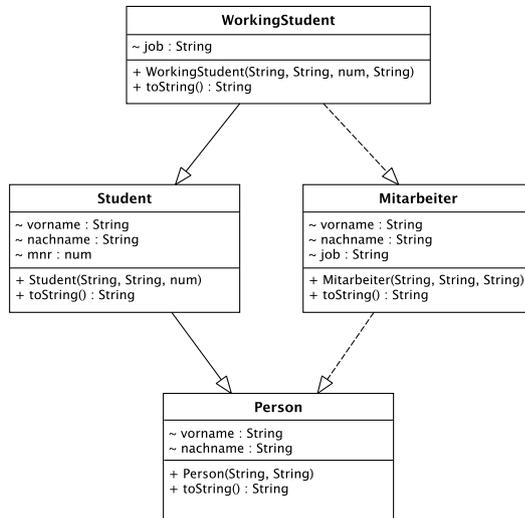
Dadurch kann man entscheiden ob, man eine Klasse per `extends` erweitern möchte oder deren implizite Schnittstelle mittels `implements` implementieren möchte.

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

80

Implizite Schnittstellen (II)



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

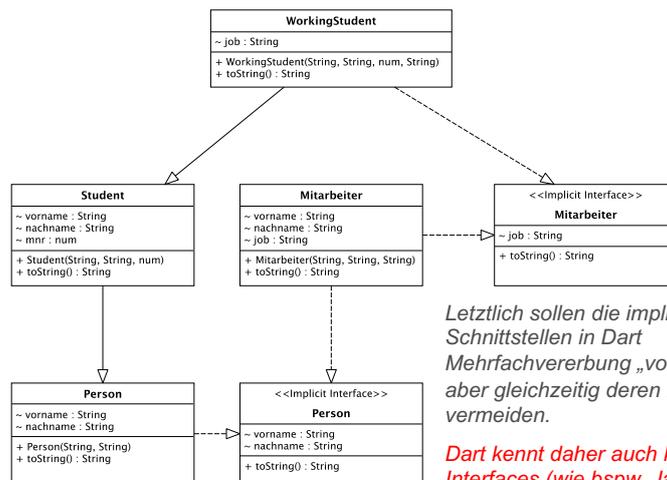
Man kann also nur einen Extends Strang haben (deswegen ist Dart eine single inheritance OO-Sprache) jedoch weitere Implements Stränge in Klassenhierarchien.

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.

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).

Cascade Operator (Method Chaining a la Java)



```
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();  
}
```

Konsoleausgabe:

```
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

83

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



```
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();  
}
```

Konsoleausgabe:

```
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

84

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 (immutables)
  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!

Tour de Dart

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



Generics



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 Address {
  String _name, _street, _postalCode, _town;
  int _nr;

  Address(
    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

87

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 Address.

```
final a1 = new Address("Max Muster", "Musterweg", 1, "27356", "Luebeck");
final a2 = new Address("Maren Muster", "Mustergasse", 3, "12345", "Exempel");
final a3 = new Address("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");
```

```
class Orders {
  var _orders = {};

  Address addOrder(Article item, Address shipTo) =>
    _orders[item] = shipTo;

  String toString() {
    return _orders.keys.map((k) {
      return "$k shipped to ${_orders[k]}";
    }).join("\n");
  }
}
```

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

88

Generics (II)

Wenn wir unsere Orderlisten typerein 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).

```
Address a1 = new Address("Max Muster", "Musterweg", 1, "27356", "Luebeck");
Address a2 = new Address("Maren Muster", "Muster-gasse", 3, "12345", "Exempel");
Address a3 = new Address("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, Address> torders = new TOrders<Article, Address>();
torders.addOrder(i1, a3);
torders.addOrder(i2, a2);
torders.addOrder(a2, i1); // Typverletzung wird durch den Compiler erkannt
```

```
TOrders<Abo, Address> aboorders = new TOrders<Abo, Address>(); // Orderlisten für bel. Typen und Ziele
```

```
class TOrders<I, A> {
  Map<I, A> _orders = <I, A>{};

  A addOrder(I item, A to) => _orders[item] = to;

  String toString() {
    return _orders.keys.map((k) {
      return "$k shipped to ${_orders[k]}";
    }).join("\n");
  }
}
```

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

89

Generics (List und Maps)



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]; // Liste, nicht typerein befüllt (Typinferenz schimpft)
var list2 = ["A", "B", "C"]; // Typ durch Typinferenz ableitbar.
var list3 = <String>["A", "B", "C"]; // typisierte Liste (Typ der Referenz mittels Typinferenz)
List<String> list4 = <String>["A", "B", "C"]; // Typisiert auf beiden Seiten
```

```
// Nicht Typerein, Typinferenz schimpft
var map1 = {1: "A", 2: "B", 3: "C", "A": "D"};

// Typ der Typinferenz ableitbar (Map<int, String>)
var map2 = {1: "A", 2: "B", 3: "C", 4: "D"};

// typisiertes Mapping (Typ der Referenz mittels Typinferenz)
var map3 = <int, String>{1: "A", 2: "B", 3: "C", 4: "D"};

// Typisiert auf beiden Seiten
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

90

Generics (und ihre inneren Typen)

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 „wegwirft“).

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);
```

Le Grande Boucle



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



Tour de Dart Libraries



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 ☺

Zusammenfassung



- **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

