



Best of Java 11 bis 22

<https://github.com/Michaeli71/Best-Of-Java-11-22>

Michael Inden

Head of Development, freiberuflicher Buchautor und Trainer

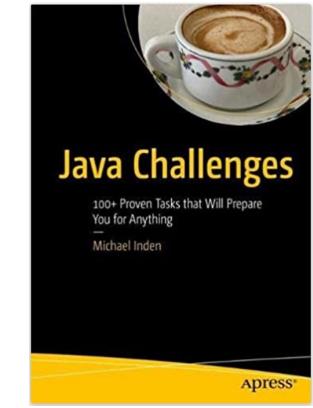
Speaker Intro



E-Mail: michael_inden@hotmail.com



- **Michael Inden, Jahrgang 1971**
- **Diplom-Informatiker, C.v.O. Uni Oldenburg**
- ~8 ¼ Jahre **SSE** bei Heidelberger Druckmaschinen AG in Kiel
- ~6 ¾ Jahre **TPL, SA** bei IVU Traffic Technologies AG in Aachen
- ~4 ¼ Jahre **LSA / Trainer** bei Zühlke Engineering AG in Zürich
- ~3 Jahre **TL / CTO** bei Direct Mail Informatics / ASMIQ in Zürich
- Freiberuflicher **Consultant, Trainer und Konferenz-Speaker**
- **Seit Januar 2022 Head of Development bei Adcubum in Zürich**
- Autor und Gutachter bei dpunkt.verlag, O'Reilly und APress



<https://github.com/Michaeli71/Best-Of-Java-11-22>

Co-Speaker Intro



- **Michael Kulla, Jahrgang 1972**
- **Sun Certified Java Trainer**
- **Oracle University Delivery Instructor Java**
- Autor diverser Videotrainings u. a. zu Java, Java EE und Entwurfsmustern
- lange Zeit **freiberuflicher Softwareentwickler** und Berater
- Seit 2017 festangestellt bei **GEDOPLAN GmbH** in Bielefeld als **Trainer, Berater und Softwareentwickler Java und Jakarta EE**
- **Proofreader** u.a. der Bücher des Herrn Inden ☺

E-Mail: michael.kulla@gedoplan.de



<https://github.com/Michaeli71/Best-Of-Java-11-22>





Agenda

Zeitplan

9:00 – 10:30	Teil 1
10:30 – 11:00	KAFFEE
11:00 – 12:30	Teil 2
12:30 – 13:30	MITTAG
13:30 – 15:00	Teil 3
15:00 – 15:30	KAFFEE
15:30 – 17:00	Teil 4



- **Vorbemerkungen / Build Tools & IDEs**
- **PART 1:** Syntax-Erweiterungen & Neuheiten und Änderungen bis Java 17 LTS
- **PART 2:** API- und JVM-Neuheiten und Änderungen bis Java 17 LTS
- **PART 3:** Neuheiten in Java 18 bis 21 LTS
- **PART 4:** Neuheiten in Java 22

Separat: Modularisierung im Kurzüberblick

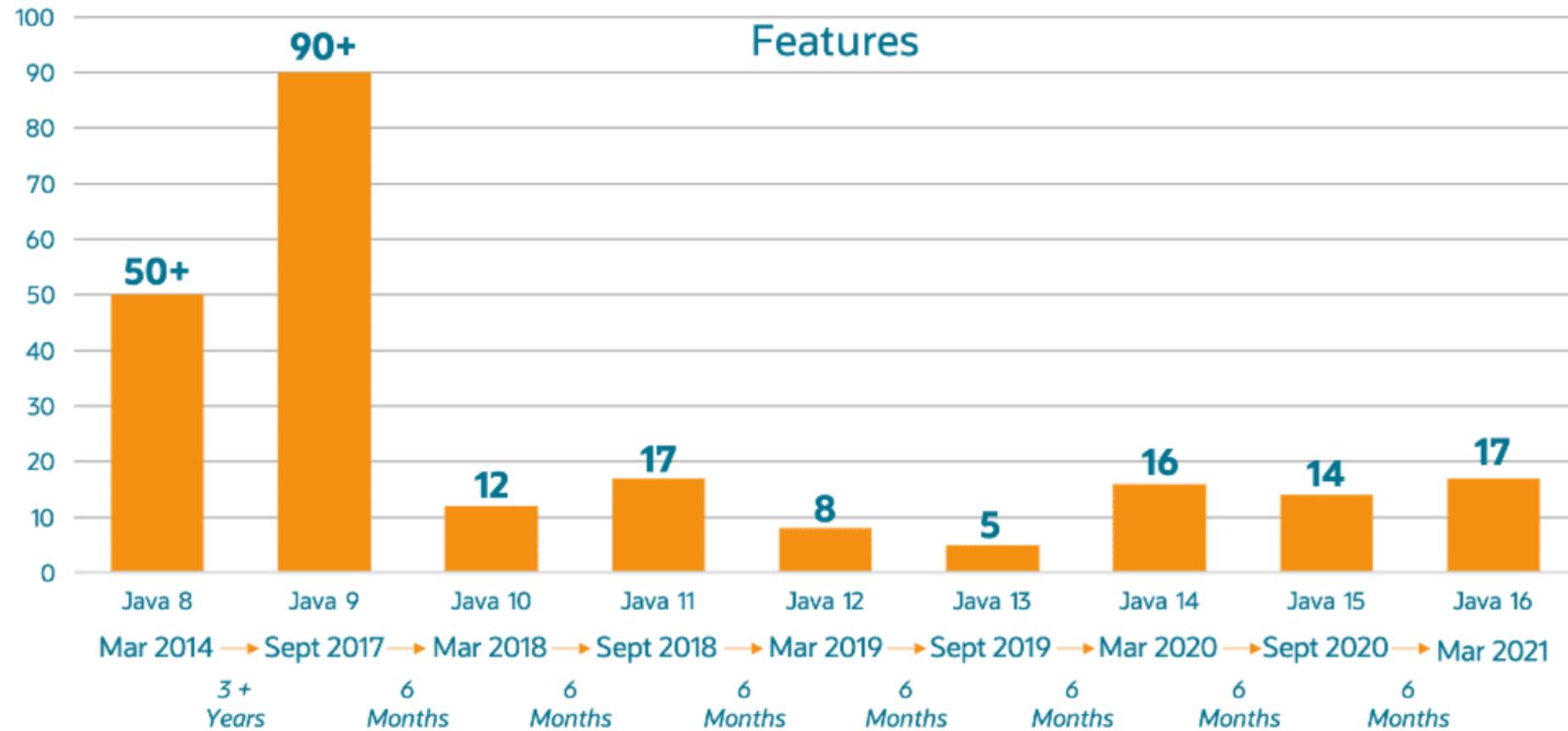


Long-Term Support-Modell



- **alle drei -> zwei Jahre Long Term Support (LTS) Release**
 - erhalten über längere Zeit Updates
 - Produktionsversionen
 - derzeit Java 8, 11 und 17 sowie neu Java 21
 - aktuelles LTS-Release ist Java 21 (September 2023)
 - **Seit Java 17 wieder ALLE 2 Jahre UND FOR FREE ☺ (mir spezieller Einschränkung)**
- **andere Versionen sind "nur" Zwischenversionen**
 - erhalten nur 6 Monate Updates
 - Previews – inkludiert Features, die noch nicht fertiggestellt sind, um Feedback zu erhalten
 - Ideal um neue Features kennenzulernen und zum Experimentieren (vor allem privat)
 - Incubators – noch rudimentärer als Previews, sind noch im Stadium, wo sie ggf. komplett wieder aufgegeben werden

Einordnung des 6-monatigen Releasezyklus‘



Für Java 17 und weitere ähnlich



Build-Tools und IDEs



Aktuelles Java 21 installiert



- **Laden Sie die **neueste Version von Java 21 herunter****

```
$ java --version
java 21.0.3 2024-04-16 LTS
Java(TM) SE Runtime Environment (build 21.0.3+7-LTS-152)
Java HotSpot(TM) 64-Bit Server VM (build 21.0.3+7-LTS-152, mixed mode, sharing)
```

- **Aktivierung von Preview-Features nötig beim Arbeiten auf der Konsole**

```
% java --enable-preview --source 21 src/main/java/HelloJava21.java
Hello Java 21
```

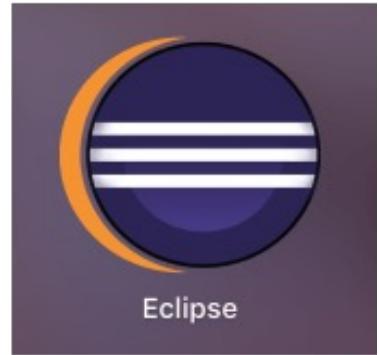
```
import javax.lang.model.SourceVersion;

public class HelloJava21 {
    public static void main(String[] args) {
        System.out.println("Hello Java " +
                           SourceVersion.RELEASE_21.runtimeVersion());
    }
}
```

IDE & Tool Support für Java 21



- Eclipse: Version 2023-12 (nicht alle Previews supported)
- IntelliJ: Version 2023.3.x
- Maven: 3.9.6, Compiler Plugin: 3.11.0
- Gradle: 8.5
- Aktivierung von Preview-Features / Incubator nötig
 - In Dialogen
 - In Build Scripts



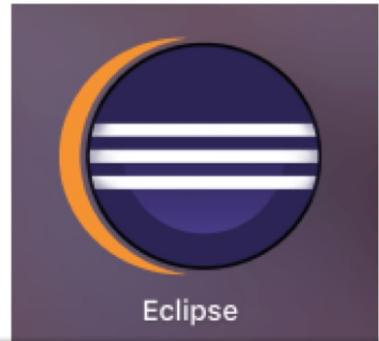
Maven™

 **Gradle**

IDE & Tool Support Java 21



- Eclipse 2023-09 mit Plugin / Eclipse 2023-12 ohne Plugin
- Aktivierung von Preview-Features nötig



The screenshot shows the Eclipse Marketplace interface. On the left, a search result for "Java 21" is displayed, specifically for "Java 21 Support for Eclipse 2023-09 (4.1.0)". It includes a brief description, the developer's name ("Eclipse Foundation"), and a star rating of 0. The "Installs: 209 (209 last month)" statistic is also shown. On the right, the "Java Compiler" configuration page is open. It features a sidebar with various compiler-related options like Resource Builders, Coverage, Java Build Path, Java Code Style, Java Compiler (which is selected), Java Editor, Project Facets, etc. The main panel contains settings for Java Compliance, Compiler compliance level (set to 21), and preview features. A red arrow points to the "Enable preview features for Java 21" checkbox, which is checked. Another red arrow points to the "Compiler compliance level" dropdown, which is set to 21. A third red arrow points to the "Generated .class files compatibility" dropdown, also set to 21.

Eclipse Marketplace

Select solutions to install. Press Install Now to proceed with installation. Press the "more info" link to learn more about a solution.

Search Recent Popular Favorites Installed Research at the top

Find:

Java 21 Support for Eclipse 2023-09 (4.1.0)

This marketplace solution provides Java 21 support... [more info](#)

by [Eclipse Foundation](#), EPL 2.0

0 installs: 209 (209 last month)

Eclipse Marketplace

Java Compiler

Enable project specific settings [Configure Workspace Settings...](#)

JDK Compliance

Use compliance from execution environment 'JavaSE-20' on the [Java Build Path](#)

Compiler compliance level:

Use '--release' option

Use default compliance settings

Enable preview features for Java 21

Preview features with severity level:

Generated .class files compatibility:

Source compatibility:

Disallow identifiers called 'assert':

Disallow identifiers called 'enum':

IDE & Tool Support



- Aktivierung von Preview-Features nötig

Project Structure

Project
Default settings for all modules. Configure these parameters for each module on the module page as needed.

Name: (arrow pointing to this field)

SDK: (arrow pointing to this dropdown) Edit

Language level: ▾

Compiler output:

Used for module subdirectories, Production and Test directories for the corresponding sources.

Project Settings

- Project (selected)
- Modules
- Libraries
- Facets
- Artifacts

Platform Settings

- SDKs
- Global Libraries

Problems





- Aktivierung von Preview-Features / Incubator nötig

```
sourceCompatibility=21  
targetCompatibility=21
```



```
tasks.withType(JavaCompile).configureEach {  
    options.compilerArgs += ["--enable-preview"]  
}
```

```
tasks.withType(JavaCompile).configureEach {  
    options.compilerArgs += ["--enable-preview",  
                           "--add-modules", "jdk.incubator.vector"]  
}
```



- Aktivierung von Preview-Features / Incubator nötig

```
<plugins>
  <plugin>
    <groupId>org.apache.maven.plugins</groupId>
    <artifactId>maven-compiler-plugin</artifactId>
    <version>3.11</version>
    <configuration>
      <source>21</source>
      <target>21</target>
      <!-- Important for Preview Features -->
      <compilerArgs>--enable-preview</compilerArgs>
    </configuration>
  </plugin>
</plugins>
```

```
<plugin>
  <artifactId>maven-compiler-plugin</artifactId>
  <version>3.11.0</version>
  <configuration>
    <release>21</release>
    <compilerArgs>
      <arg>--enable-preview</arg>
      <arg>--add-modules</arg>
      <arg>jdk.incubator.vector</arg>
    </compilerArgs>
  </configuration>
</plugin>
```



IDE & Tool Support Java 21 für Vector API Incubator



Run Configurations

Create, manage, and run configurations
Run a Java application

Name: VectorApiExample

Main Arguments JRE Dependencies Source Environment Common Prototype

Program arguments:

VM arguments:

--add-modules jdk.incubator.vector

Use the -XstartOnFirstThread argument when launching with SWT

Use the -XX:+ShowCodeDetailsInExceptionMessages argument when launching

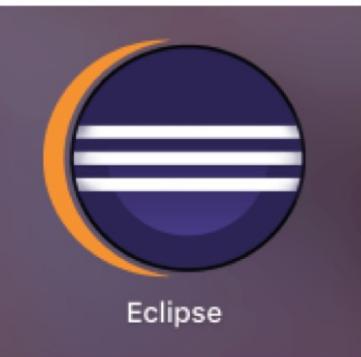
Use @argfile when launching

Working directory:

Default: \${workspace_loc:Java18Examples}

Other: _____

Show Command Line Revert Apply



IDE & Tool Support für Vector API Incubator



Screenshot of the IntelliJ IDEA Preferences dialog showing Java Compiler settings for the Vector API Incubator.

The left sidebar shows the navigation tree:

- Appearance & Behavior
- System Settings
- File Colors
- Scopes
- Notifications
- Quick Lists
- Path Variables
- Presentation Assistant
- Keymap
- Editor
- Plugins
- Version Control
- Build, Execution, Deployment
- Build Tools
- Compiler
- Excludes
- Java Compiler** (selected)
- Annotation Processors
- Validation
- RMI Compiler
- Groovy Compiler

The main panel displays the "Java Compiler" preferences:

- Use compiler: Javac
- Checkmark: Use '--release' option for cross-compilation (Java 9 and later)
- Project bytecode version: Same as language level
- Per-module bytecode version:

Module	Target bytecode version
Java21Examples	21
- Javac Options:
 - Checkmarks: Use compiler from module target JDK when possible, Generate debugging info, Report use of deprecated features
 - unchecked: Generate no warnings
- Additional command line parameters: ('/' recommended in paths for cross-platform configurations)
Value: `--enable-preview --add-modules jdk.incubator.vector`
- Override compiler parameters per-module:

Module	Compilation options
Java21Examples	--enable-preview --add-modules jdk.incubator.vector

Buttons at the bottom: ? (Help), Cancel, Apply, OK.

To the right of the dialog is the IntelliJ IDEA logo.

IDE & Tool Support für Vector API Incubator



Run/Debug Configurations

Name: VectorApiExample Store as project file

Build and run

java 21 SDK of 'BestOfJ' --enable-preview --add-modules jdk.incubator.vector

api.VectorApiExample

Program arguments

VM options. CLI arguments to the 'Java' command. Example: -ea -Xmx2048m. VM

Working directory: /Users/michaelinden/Desktop/Vorträge/SPECIAL/JUGS-Java21/BestOfModernJava21Exam

Environment variables:

Separate variables with semicolon: VAR=value; VAR1=value1

Open run/debug tool window when started

Code Coverage

Packages and classes to include in coverage data

+ api.*

Edit configuration templates...

?

Run Apply Cancel OK





PART 1: Syntax-Erweiterungen bis Java 17 LTS

- var
- Switch Expressions
- Text Blocks
- Records
- Syntaxerweiterung bei instanceof
- Sealed Types



var



Local Variable Type Inference => var



- Local Variable Type Inference
- Neues reserviertes Wort var zur Definition lokaler Variablen, statt expliziter Typangabe

```
var name = "Peter";           // var => String
var chars = name.toCharArray(); // var => char[]

var mike = new Person("Mike", 47); // var => Person
var hash = mike.hashCode();      // var => int
```

- möglich, sofern der konkrete Typ für eine lokale Variable anhand der Definition auf der rechten Seite der Zuweisung vom Compiler ermittelt werden kann

 var justDeclaration; // keine Wertangabe / Definition
var numbers = {0, 1, 2}; // fehlende Typangabe

Local Variable Type Inference => var



- Besonders im Kontext von Generics zur Schreibweisen-Abkürzung nützlich:

```
// var => ArrayList<String> names
```

```
ArrayList<String> namesOldStyle = new ArrayList<String>();  
var names = new ArrayList<String>();  
names.add("Tim"); names.add("Tom");
```

```
// var => Map<String, Long>
```

```
Map<String, Long> personAgeMappingOldStyle = Map.of("Tim", 47L, "Tom", 12L,  
                                                 "Michael", 47L);  
var personAgeMapping = Map.of("Tim", 47L, "Tom", 12L, "Michael", 47L);
```

Local Variable Type Inference => var



- Insbesondere wenn die Typangaben mehrere generische Parameter umfassen, kann **var** den Sourcecode deutlich kürzer und mitunter lesbarer machen

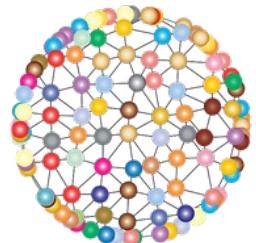
```
// var => Set<Map.Entry<String, Long>>
var entries = personAgeMapping.entrySet();
```

```
// var => Map<Character, Set<Map.Entry<String, Long>>>
var filteredPersons = personAgeMapping.entrySet().stream().
                           collect(groupingBy(firstChar,
                                             filtering(isAdult, toSet())));
```

- Dazu nutzen wir diese Lambdas:

```
final Function<Map.Entry<String, Long>, Character> firstChar =
    entry -> entry.getKey().charAt(0);
```

```
final Predicate<Map.Entry<String, Long>> isAdult =
    entry -> entry.getValue() >= 18;
```



**Wäre es nicht schön,
auch hier var zu nutzen?**



- Ja!!!

- Aber der Compiler kann rein basierend auf diesen Lambdas den konkreten Typ nicht ermitteln
- Somit ist keine Umwandlung in var möglich, sondern führt zur Fehlermeldung «Lambda expression needs an explicit target-type».
- Wollte man diesen Fehler vermeiden, so müsste man folgenden Cast einfügen:

```
var isAdultVar = (Predicate<Map.Entry<String, Long>>)
    entry -> entry.getValue() >= 18;
```

- Insgesamt sieht man, dass var für Lambda-Ausdrücke eher ungeeignet ist.

Local Variable Type Inference Fallstrick

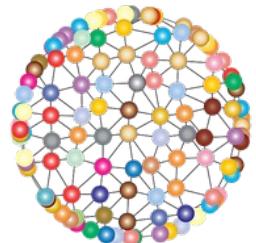


- Manchmal ist man versucht, ohne viel darüber nachzudenken, die Typangabe auf der linken Seite direkt mit var zu ersetzen:

```
final List<String> names = new ArrayList<>();
names.add("Expected");
// names.add(42); // Compile error
```

- **Ersetzen wir den Typ durch var und kommentieren die untere Zeile ein:**

```
final var mixedContent = new ArrayList<>();
mixedContent.add("Strange with var");
mixedContent.add(42);
```



**Kompiliert das? Und
wenn ja, wieso?**

Local Variable Type Inference Fallstrick



- Tatsächlich produziert das Ganze keinen Kompilierfehler. Wie kommt das?
- Aufgrund des Diamond Operators, bzw. der nicht vorhandenen Typangabe, stehen dem Compiler nicht ausreichend Typinformationen zur Verfügung:

```
// var => ArrayList<Object>
final var mixedContent = new ArrayList<>();
mixedContent.add("Strange with var");
mixedContent.add(42);
```

- Beim Einsatz von var wird immer der **exakte** Typ verwendet und nicht ein Basistyp, wie man es getreu dem Paradigma «Program against interfaces» sehr gerne macht:

```
// var => ArrayList<String> und nicht List<String>
var names = new ArrayList<String>();
names = new LinkedList<String>(); // error
```



Switch Expression



Switch Expressions



- **switch-case-Konstrukt noch bei den uralten Wurzeln aus der Anfangszeit von Java**
- **Kompromisse im Sprachdesign, die C++-Entwicklern den Umstieg erleichtern sollten.**
- **Relikte wie das break und beim Fehlen des solchen das Fall-Through**
- **Flüchtigkeitsfehler kamen immer wieder vor**
- **Zudem war man beim case recht eingeschränkt bei der Angabe der Werte.**
- **Das alles ändert sich glücklicherweise mit Java 13. Dazu wird die Syntax leicht verändert und erlaubt nun die Angabe einer Expression sowie mehrerer Werte beim case:**

Switch Expressions: Blick zurück



- Abbildung von Wochentagen auf deren Länge ...

```
DayOfWeek day = DayOfWeek.FRIDAY;  
int numLetters = -1;  
  
switch (day)  
{  
    case MONDAY:  
    case FRIDAY:  
    case SUNDAY:  
        numLetters = 6;  
        break;  
    case TUESDAY:  
        numLetters = 7;  
        break;  
    case THURSDAY:  
    case SATURDAY:  
        numLetters = 8;  
        break;  
    case WEDNESDAY:  
        numLetters = 9;  
        break;  
}
```

Switch Expressions als Abhilfe



- Abbildung von Wochentagen auf deren Länge ... elegant mit modernem Java:

```
DayOfWeek day = DayOfWeek.FRIDAY;  
int num0fLetters = -1;  
  
switch (day)  
{  
    case MONDAY, FRIDAY, SUNDAY    -> num0fLetters = 6;  
    case TUESDAY                   -> num0fLetters = 7;  
    case THURSDAY, SATURDAY        -> num0fLetters = 8;  
    case WEDNESDAY                 -> num0fLetters = 9;  
}
```

Switch Expressions als Abhilfe



- Abbildung von Wochentagen auf deren Länge ... elegant mit modernem Java:

Return-
Value

```
DayOfWeek day = DayOfWeek.FRIDAY;  
int num0fLetters = switch (day)  
{  
    case MONDAY, FRIDAY, SUNDAY -> 6;  
    case TUESDAY -> 7;  
    case THURSDAY, SATURDAY -> 8;  
    case WEDNESDAY -> 9;  
};
```

- Elegantere Schreibweise beim case:

- Neben dem offensichtlichen Pfeil statt des Doppelpunkts
- auch mehrere Werte
- Kein break nötig, auch kein Fall-Through
- switch kann nun einen Wert zurückgeben, vermeidet künstliche Hilfsvariablen

Switch Expressions: Blick zurück ... Fallstricke



- Abbildung von Monaten auf deren Namen ...

```
Month month = Month.APRIL;
```

```
// ACHTUNG: Mitunter ganz übler Fehler: default mitten zwischen den cases
String monthName = "";
switch (month)
{
    case JANUARY:
        monthName = "January";
        break;
    default:
        monthName = "N/A"; // hier auch noch Fall Through
    case FEBRUARY:
        monthName = "February";
        break;
    case MARCH:
        monthName = "March";
        break;
    case JULY:
        monthName = "July";
        break;
}
```

```
System.out.println("OLD: " + month + " = " + monthName); // February
```

Switch Expressions als Abhilfe



- Abbildung von Monaten auf deren Namen ... elegant mit modernem Java:

```
static String monthToName(final Month month)
{
    return switch (month)
    {
        case JANUARY -> "January";
        default -> "N/A"; // hier KEIN Fall Through
        case FEBRUARY -> "February";
        case MARCH -> "March";
        case JULY -> "July";
    };
}
```

Switch Expressions: switch-old Fallstrick mit break



- Gegeben sei eine Aufzählung von Farben:

```
enum Color { RED, GREEN, BLUE, YELLOW, ORANGE }
```

- Bilden wir diese auf die Anzahl an Buchstaben ab:

```
Color color = Color.GREEN;
int numOfChars;

switch (color)
{
    case RED: numOfChars = 3; break;
    case GREEN: numOfChars = 5; /* break; UPS: FALL-THROUGH */;
    case YELLOW: numOfChars = 6; break;
    case ORANGE: numOfChars = 6; break;
    default: numOfChars = -1;
}
```

Switch Expressions: `yield` mit Rückgabe



Mit modernem Java wird wieder alles sehr klar und einfach:

```
public static void switchYieldReturnsValue(Color color)
{
    int numOfChars = switch (color)
    {
        case RED: yield 3;
        case GREEN: yield 5;
        case YELLOW, ORANGE: yield 6;
        default: yield -1;
    };
    throw new IllegalArgumentException("Unexpected color: " + color);
    System.out.println("color: " + color + " ==> " + numOfChars);
}
```

Switch Expressions



```
public static void main(final String[] args)
{
    DayOfWeek day = DayOfWeek.SUNDAY;

    int numOfLetters = switch (day)
    {
        case MONDAY, FRIDAY, SUNDAY -> {
            if (day == DayOfWeek.SUNDAY)
                System.out.println("SUNDAY is FUN DAY");
            yield 6;
        }
        case TUESDAY              -> 7;
        case THURSDAY, SATURDAY   -> 8;
        case WEDNESDAY             -> 9;
    };
    System.out.println(numOfLetters);
}
```

SUNDAY is FUN DAY
6



Text Blocks



Text Blocks



- **langersehnte Erweiterung, nämlich mehrzeilige Strings ohne mühselige Verknüpfungen definieren zu können und auf fehlerträchtiges Escaping zu verzichten.**
- **Erleichtert unter anderem den Umgang mit**
 - der Definition von JavaScript in Java-Sourcecode
 - SQL-Anweisungen
 - kurzen XML- und JSON-Fragmenten
- **ALT**

```
String javaScriptCodeOld = "function hello() {\n" +  
    "    print(\"Hello World\");\n" +  
    "}\n" +  
    "\n" +  
    "hello();\n";
```

Text Blocks



- NEU

```
String javascriptCode = """  
    function hello()  
    {  
        print("Hello World");  
    }  
  
    hello();  
""";
```

```
String multiLineString = """  
THIS IS  
A MULTI  
LINE STRING  
WITH A BACKSLASH \\  
""";
```

Text Blocks



Traditional String Literals

```
String html = "<html>\n" +  
    "    <body>\n" +  
    "        <p>Hello World.</p>\n" +  
    "    </body>\n" +  
"</html>\n";
```

```
String multiLineHtml = """  
    <html>  
        <body>  
            <p>Hello, world</p>  
        </body>  
    </html>  
""";
```

Text Blocks



```
public String exportAsHtml()
{
    String result = """
        <html>
            <head>
                <style>
                    td {
                        font-size: 18pt;
                    }
                </style>
            </head>
            <body>
        """;

    result += createTable();
    result += createWordList();

    result += """
                    </body>
                </html>
        """;
}

return result;
}
```

D	F	I	L	Z	N	C	O	M	P	U	T	E	R	K	B	H	L	M	G
V	N	T	Ö	N	B	V	R	M	M	L	M	S	J	Z	O	Ä	U	Q	R
G	L	C	W	C	A	L	A	R	G	L	Q	I	D	T	R	Z	R	N	Y
C	J	L	E	M	E	C	V	A	W	E	U	A	T	H	B	S	L	D	Z
F	L	E	R	I	J	J	U	R	I	A	H	T	E	L	E	F	A	N	T
B	A	M	Z	R	P	K	V	V	Q	H	P	J	Y	U	X	M	M	O	F
Y	T	E	L	Q	B	U	B	Y	C	C	X	Q	C	J	C	C	E	J	F
J	Y	N	Z	R	N	X	S	P	I	I	U	G	I	R	A	F	F	E	V
C	Q	S	O	N	D	N	N	V	M	M	K	C	E	K	W	Z	J	Y	Y
W	O	Q	O	V	A	H	A	N	D	Y	O	Z	D	G	H	A	Z	V	A

- LÖWE
- COMPUTER
- BÄR
- GIRAFFE
- HANDY
- CLEMENS
- ELEFANT
- MICHAEL
- TIM

Text Blocks



- NEU

```
String multiLineSQL = """
    SELECT `ID`, `LAST_NAME` FROM `CUSTOMER`
    WHERE `CITY` = 'ZÜRICH'
    ORDER BY `LAST_NAME`;
""";
```

```
String multiLineStringWithPlaceHolders = """
    SELECT %s
    FROM %
    WHERE %
""".formatted("A", "B", "C");
```

Text Blocks



- NEU

```
String jsonObj = """
    {
        "name": "Mike",
        "birthday": "1971-02-07",
        "comment": "Text blocks are nice!"
    }
""";
```

Besonderheit Ausrichtung bei Text Blocks



```
jshell> var multiLine = """"  
...>           | Eins  
...>           | Zwei  
...>           | Drei  
...>           | Vier  
...>           """"  
multiLine ==> "| Eins\n| Zwei\n| Drei\n| Vier\n"
```

```
jshell> var multiLine = """"  
...>           - Eins  
...>           - Zwei  
...>           - Drei  
...>           - - - Vier  
...>           """"  
multiLine ==> "_ Eins\n_ Zwei\n - Drei\n _ - - Vier\n"
```

Besonderheit bei Text Blocks



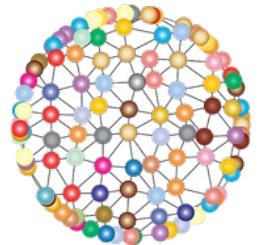
```
String text = """"  
    This is a string split \  
    into several smaller \  
    strings.\  
    """";  
  
System.out.println(text);
```

This is a string split into several smaller strings.



Records





**Wäre es nicht cool, auf
einfache Weise DTOs usw.
zu definieren?**

Erweiterung Record



```
record MyPoint(int x, int y) { }
```

- simplifizierte Form von Klassen für einfache, unveränderliche* Datencontainer
- Sehr kurze, kompakte Schreibweise
- API ergibt sich implizit aus den als Konstruktorparameter definierten Attributen

```
MyPoint point = new MyPoint(47, 11);
System.out.println("point x:" + point.x());
System.out.println("point y:" + point.y());
```

- Implementierungen von Accessor-Methoden, equals() und hashCode() automatisch und vor allem kontraktkonform sowie toString() mit allen Attributangaben

Erweiterung Record

```
record MyPoint(int x, int y) { }
```

```
Michaels-iMac:java14 michaeli$ javap MyPoint
Compiled from "MyPoint.java"
final class java14.MyPoint extends java.lang.Record {
    public java14.MyPoint(int, int);
    public int x();
    public int y();
    public java.lang.String toString();
    public int hashCode();
    public boolean equals(java.lang.Object);
}
```

```
public final class MyPoint
{
    private final int x;
    private final int y;

    public MyPoint(int x, int y)
    {
        this.x = x;
        this.y = y;
    }

    @Override
    public boolean equals(Object o)
    {
        if (this == o)
            return true;
        if (o == null || getClass() != o.getClass())
            return false;

        MyPoint point = (MyPoint) o;
        return x == point.x && y == point.y;
    }

    @Override
    public int hashCode()
    {
        return Objects.hash(x, y);
    }

    @Override
    public String toString()
    {
        return "MyPoint[x=" + x + ", y=" + y + "]";
    }

    // Zugriffsmethoden auf x und y
}
```

Records und zusätzliche Konstruktoren und Methoden



```
record MyPoint(int x, int y)
{
    public MyPoint(String values)
    {
        this(Integer.parseInt(values.split(",")[0].strip()),
              Integer.parseInt(values.split(",")[1].strip()));
    }

    public String shortForm()
    {
        return "[" + x + ", " + y + "]";
    }
}
```

```
jshell> var topLeft = new MyPoint("23, 11")
topLeft ==> MyPoint[x=23, y=11]
```

```
jshell> System.out.println(topLeft);
MyPoint[x=23, y=11]
```

```
jshell> System.out.println(topLeft.shortForm());
[23, 11]
```

Records für DTO / Parameter Value Objects



```
record TopLeftWidthAndHeight(MyPoint topLeft, int width, int height) { }

record ColorAndRgbDTO(String name, int red, int green, int blue) { }

record PersonDTO(String firstname, String lastname, LocalDate birthday) { }

record Rectangle(int x, int y, int width, int height)
{
    Rectangle(TopLeftWidthAndHeight pointAndDimension)
    {
        this(pointAndDimension.topLeft().x(), pointAndDimension.topLeft().y(),
              pointAndDimension.width(), pointAndDimension.height());
    }
}
```

Records für komplexere Rückgabewerte und Parameter



```
record IntStringReturnValue(int code, String info) { }
record IntListReturnValue(int code, List<String> values) { }
```

```
record ReturnTuple(String first, String last, int amount) { }
record CompoundKey(String name, int age) { }
```

```
IntStringReturnValue calculateTheAnswer()
{
    // Some complex stuff here
    return new IntStringReturnValue(42, "the answer");
}
```

```
IntListReturnValue calculate(CompoundKey inputKey)
{
    // Some complex stuff here
    return new IntListReturnValue(201,
        List.of("This", "is", "a", "complex", "result"));
}
```

Records für Tupel? – Ausflug Pair<T>

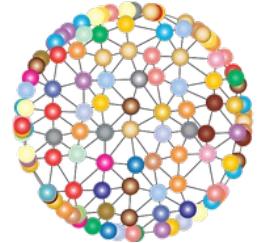


- Was ist an diesem self made Pair falsch?

```
static class Pair<T>
{
    public T first;
    public T second;

    public Pair(T first, T second)
    {
        this.first = first;
        this.second = second;
    }

    @Override
    public String toString()
    {
        return "Pair [first=" + first + ", second=" + second + "]";
    }
}
```



**Was fehlt da eigentlich?
Was stört da vielleicht?**

Records für Pairs und Tupel



```
record IntIntPair(int first, int second) {};  
  
record StringIntPair(String name, int age) {};  
  
record Pair<T1, T2>(T1 first, T2 second) {};  
  
record Top3Favorites(String top1, String top2, String top3) {};  
  
record CalcResultTuple(int min, int max, double avg, int count) {};
```

- **Extrem wenig Schreibaufwand**
- **Sehr praktisch für Pairs, Tuples usw.**
- **Records funktionieren prima mit primitiven Typen und auch mit Generics**
- **Implementierungen von Accessor-Methoden sowie equals() und hashCode()** automatisch und vor allem kontraktkonform, ebenso `toString()`



Ist ja cool ... ABER:
Wie kann ich denn
Gültigkeitsprüfungen
integrieren?

Records mit Gültigkeitsprüfung



```
record ClosedInterval(int lower, int upper)
{
    public ClosedInterval(int lower, int upper)
    {
        if (lower >= upper)
        {
            String errorMsg = String.format("invalid: %d (lower) >= %d (upper)",
                                             lower, upper);
            throw new IllegalArgumentException(errorMsg);
        }

        this.lower = lower;
        this.upper = upper;
    }
}
```

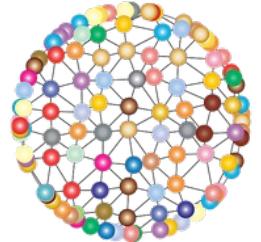
Records mit Gültigkeitsprüfung (Kurzschreibweise)



```
record ClosedInterval(int lower, int upper)
{
    public ClosedInterval
    {
        if (lower >= upper)
        {
            String errorMsg = String.format("invalid: %d (lower) >= %d (upper)",
                                             lower, upper);
            throw new IllegalArgumentException(errorMsg);
        }
    }
}
```



**(Vorerst) letzte Frage für
Records:
Ist das alles kombinierbar?**



All in Beispiel



```
record MultiTypes<K, V, T>(Map<K, V> mapping, T info)
{
    public void printTypes()
    {
        System.out.println("mapping type: " + mapping.getClass());
        System.out.println("info type: " + info.getClass());
    }
}
```

```
record ListRestrictions<T>(List<T> values, int maxSize)
{
    public ListRestrictions
    {
        if (values.size() > maxSize)
            throw new IllegalArgumentException(
                "too many entries! got: " + values.size() +
                ", but restricted to " + maxSize);
    }
}
```



Records

Beyond the Basics



Speicherung in verschiedenen Sets



- Definieren wir mal einen einfachen Record und zwei verschiedene Datenspeicherungen:

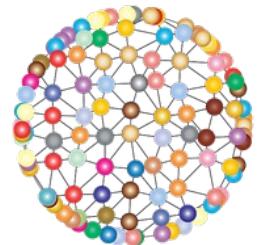
```
record SimplePerson(String name, int age, String city) {}
```

```
Set<SimplePerson> speakers = new HashSet<>();  
speakers.add(new SimplePerson("Michael", 51, "Zürich"));  
speakers.add(new SimplePerson("Michael", 51, "Zürich"));  
speakers.add(new SimplePerson("Anton", 42, "Aachen"));
```

```
System.out.print(speakers);
```

```
Set<SimplePerson> sortedSpeakers = new TreeSet<>();  
sortedSpeakers.add(new SimplePerson("Michael", 51, "Zürich"));  
sortedSpeakers.add(new SimplePerson("Michael", 51, "Zürich"));  
sortedSpeakers.add(new SimplePerson("Anton", 42, "Aachen"));
```

```
System.out.print(sortedSpeakers);
```



Das sollte das Ergebnis sein, oder?

[SimplePerson[name=Michael, age=51, city=Zürich],
SimplePerson[name=Anton, age=42, city=Aachen]]

[SimplePerson[name=Anton, age=42, city=Aachen],
SimplePerson[name=Michael, age=51, city=Zürich]]

Speicherung in verschiedenen Sets



```
[SimplePerson[name=Michael, age=51, city=Zürich], SimplePerson[name=Anton, age=42, city=Aachen]]  
Exception in thread "main" java.lang.ClassCastException: class
```

b_slides.RecordInterfaceExample\$1SimplePerson cannot be cast to class java.lang.Comparable

(b_slides.RecordInterfaceExample\$1SimplePerson is in unnamed module of loader 'app';
java.lang.Comparable is in module java.base of loader 'bootstrap')

at java.base/java.util.TreeMap.compare(TreeMap.java:1569)

at java.base/java.util.TreeMap.addEntryToEmptyMap(TreeMap.java:776)

at java.base/java.util.TreeMap.put(TreeMap.java:785)

at java.base/java.util.TreeMap.put(TreeMap.java:534)

at java.base/java.util.TreeSet.add(TreeSet.java:255)

at b_slides.RecordInterfaceExample.main(RecordInterfaceExample.java:32)

Records und Interfaces



- Korrigieren wir die Definition des einfachen Records und implementieren ein Interface:

```
record SimplePerson2(String name, int age, String city)
    implements Comparable<SimplePerson2>
{
    @Override
    public int compareTo(SimplePerson2 other)
    {
        return name.compareTo(other.name);
    }
}
```

```
Set<SimplePerson2> sortedSpeakers = new TreeSet<>();
sortedSpeakers.add(new SimplePerson2("Michael", 51, "Zürich"));
sortedSpeakers.add(new SimplePerson2("Michael", 51, "Zürich"));
sortedSpeakers.add(new SimplePerson2("Anton", 42, "Aachen"));
System.out.println(sortedSpeakers);
```

```
[SimplePerson2[name=Anton, age=42, city=Aachen],
 SimplePerson2[name=Michael, age=51, city=Zürich]]
```



**Was passiert, wenn wir
mehrere Datensätze haben,
die sich nicht nur im
Namen unterscheiden?**

Records und Interfaces + Comparator



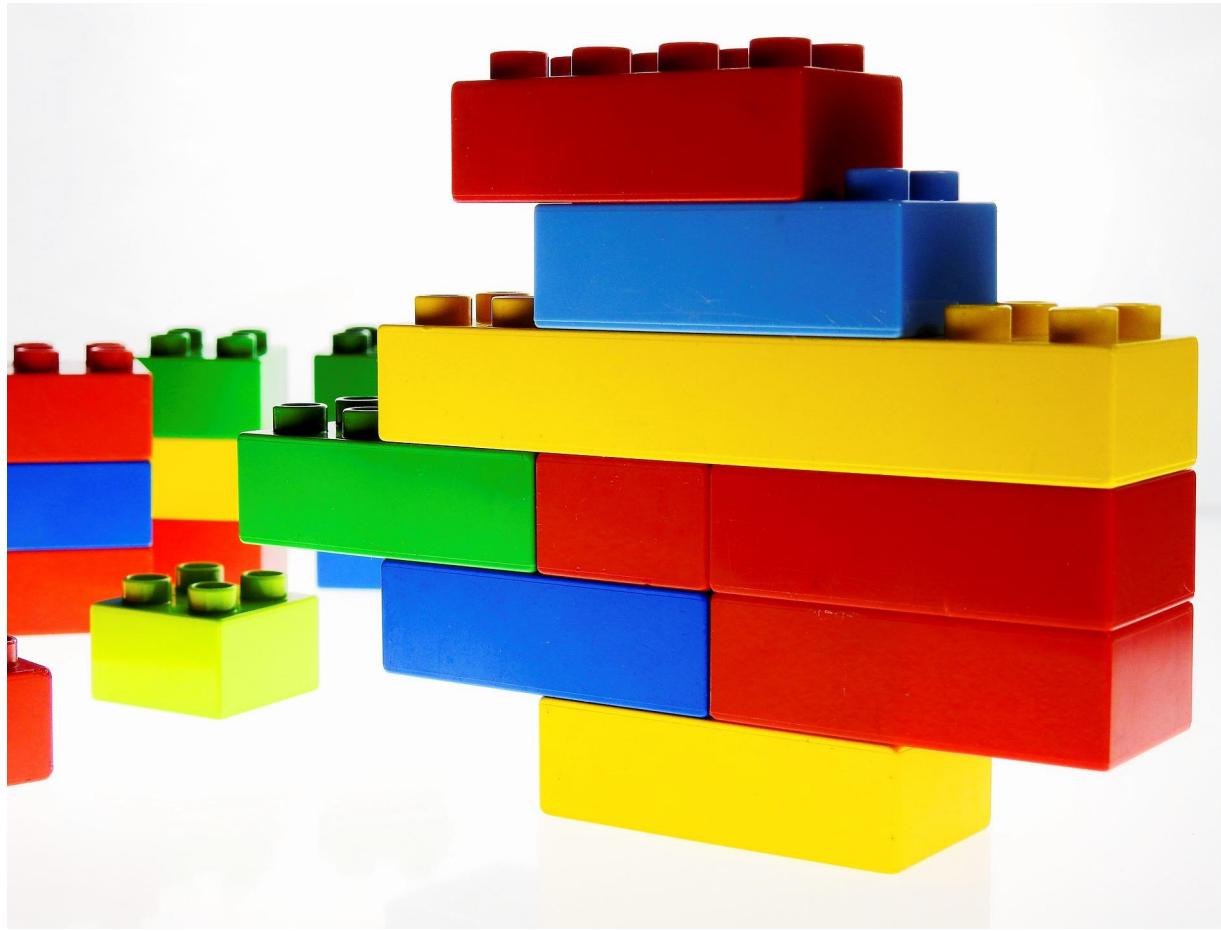
- Korrigieren wir die Definition des Comparators:

```
record SimplePerson3(String name, int age, String city)
    implements Comparable<SimplePerson3>
{
    static Comparator<SimplePerson3> byAllAttributes = Comparator.
        comparing(SimplePerson3::name).
        thenComparingInt(SimplePerson3::age).
        thenComparing(SimplePerson3::city);

    @Override
    public int compareTo(SimplePerson3 other)
    {
        return byAllAttributes.compare(this, other);
    }
}
```



Builder ...



Builder like



```
record SimplePerson(String name, int age, String city)
{
    SimplePerson(String name)
    {
        this(name, 0, "");
    }

    SimplePerson(String name, int age)
    {
        this(name, age, "");
    }

    SimplePerson withAge(int newAge)
    {
        return new SimplePerson(name, newAge, city);
    }

    SimplePerson withCity(String newCity)
    {
        return new SimplePerson(name, age, newCity);
    }
}
```

Builder like



- Problemfeld, viele Attribute

```
record ComplexPerson(String firstname, String surname, LocalDate birthday,  
                     int height, int weight, String addressStreet,  
                     String addressNumber, String city)  
{  
    public static void main(String[] args)  
    {  
        ComplexPerson john = new ComplexPerson("John", "Smith", LocalDate.of(2010, 6, 21),  
                                              170, 90, "Fuldastrasse", "16a", "Berlin");  
  
        ComplexPerson mike = new ComplexPersonBuilder().withFirstname("Mike").  
                                         withBirthday(LocalDate.of(2021, 1, 21)).  
                                         withSurname("Peters").build();  
        System.out.println(mike);  
    }  
}
```

- Aber: ComplexPersonBuilder müsste man selbst implementieren => 😞



**Was wäre eine weitere
Möglichkeit zur
Komplexitätsreduktion?**

Builder like



- **Records für einzelne Bestandteile definieren**

```
record Address(String addressStreet, String addressNumber, String city) {}

record BodyInfo(int height, int weight) {}

record PersonDTO(String firstname, String surname, LocalDate birthday) {}

record ReducedComplexPerson(PersonDTO person, BodyInfo bodyInfo, Address address)
{
    public static void main(String[] args)
    {
        var john = new PersonDTO("John", "Smith", LocalDate.of(2010, 6, 21));
        var bodyInfo = new BodyInfo(170, 90);
        var address = new Address("Fuldastrasse", "16a", "Berlin");

        var rcp = new ReducedComplexPerson(john, bodyInfo, address);
    }
}
```



Date Range ... Immutability

A large black rectangular sign with the date '12.12' written in large, white, stylized numbers with a red outline.

Record für Datumsbereich



```
public class RecordImmutabilityExample
{
    public static void main(String[] args)
    {
        record DateRange(Date start, Date end) {}

        DateRange range1 = new DateRange(new Date(71,1,7), new Date(71,2,27));
        System.out.println(range1);

        DateRange range2 = new DateRange(new Date(71,6,7), new Date(71,2,27));
        System.out.println(range2);
    }
}
```

```
DateRange[start=Sun Feb 07 00:00:00 CET 1971, end=Sat Mar 27 00:00:00 CET 1971]
DateRange[start=Wed Jul 07 00:00:00 CET 1971, end=Sat Mar 27 00:00:00 CET 1971]
```

- Gültigkeitsprüfung für Invariante `start < end` einbauen

Record für Datumsbereich



```
record DateRange(Date start, Date end)
{
    DateRange
    {
        if (!start.before(end))
            throw new IllegalArgumentException("start >= end");
    }
}

DateRange range1 = new DateRange(new Date(71,1,7), new Date(71,2,27));
System.out.println(range1);

DateRange range2 = new DateRange(new Date(71,6,7), new Date(71,2,27));
System.out.println(range2);
```

DateRange[start=Sun Feb 07 00:00:00 CET 1971, end=Sat Mar 27 00:00:00 CET 1971]
Exception in thread "main" java.lang.IllegalArgumentException: start >= end
at b_slides.RecordImmutabilityExample3\$1DateRange.<init>(RecordImmutabilityExample3.java:21)
at b_slides.RecordImmutabilityExample3.main(RecordImmutabilityExample3.java:28)

Record für Datumsbereich



```
record DateRange(Date start, Date end)
{
    DateRange
    {
        if (!start.before(end))
            throw new IllegalArgumentException("start >= end");
    }
}
```

```
DateRange range1 = new DateRange(new Date(71,1,7), new Date(71,2,27));
System.out.println(range1);
```

```
range1.start.setTime(new Date(71,6,7).getTime());
System.out.println(range1);
```

```
DateRange[start=Sun Feb 07 00:00:00 CET 1971, end=Sat Mar 27 00:00:00 CET 1971]
DateRange[start=Wed Jul 07 00:00:00 CET 1971, end=Sat Mar 27 00:00:00 CET 1971]
```

- **Immutability nur für Immutable-Attribute => ACHTUNG: Referenzsemantik in Java**

Record für Datumsbereich



```
record DateRange(LocalDate start, LocalDate end)
{
    DateRange
    {
        if (!start.isBefore(end))
            throw new IllegalArgumentException("start >= end");
    }
}

DateRange range1 = new DateRange(LocalDate.of(1971,1,7), LocalDate.of(1971,2,27));
System.out.println(range1);

DateRange range2 = new DateRange(LocalDate.of(1971,6,7), LocalDate.of(1971,2,27));
System.out.println(range2);

DateRange[start=1971-01-07, end=1971-02-27]
Exception in thread "main" java.lang.IllegalArgumentException: start >= end
at b_slides.RecordImmutabilityExample4$1DateRange.<init>(RecordImmutabilityExample4.java:21)
at b_slides.RecordImmutabilityExample4.main(RecordImmutabilityExample4.java:28)
```

Records



DEMO & Hands on



Pattern Matching bei instanceof



Pattern Matching bei instanceof



- ALT

```
final Object obj = new Person("Michael", "Inden");
if (obj instanceof Person)
{
    final Person person = (Person) obj;
    // ... Zugriff auf person...
}
```



**Immer diese Casts...
Geht es nicht einfacher?**

Pattern Matching bei instanceof



- **ALT**

```
final Object obj = new Person("Michael", "Inden");
if (obj instanceof Person)
{
    final Person person = (Person) obj;
    // ... Zugriff auf person...
}
```

- **NEU**

```
if (obj instanceof Person person)
{
    // Hier kann man auf die Variable person direkt zugreifen
}
```

Pattern Matching bei instanceof



```
Object obj2 = "Hallo Java 14";
```

```
if (obj2 instanceof String str)
{
    // Hier kann man str nutzen
    System.out.println("Länge: " + str.length());
}
else
{
    // Hier kein Zugriff auf str
    System.out.println(obj2.getClass());
}
```

Pattern Matching bei instanceof



```
if (obj2 instanceof String str2 && str2.length() > 5)
{
    System.out.println("Länge: " + str2.length());
}
```



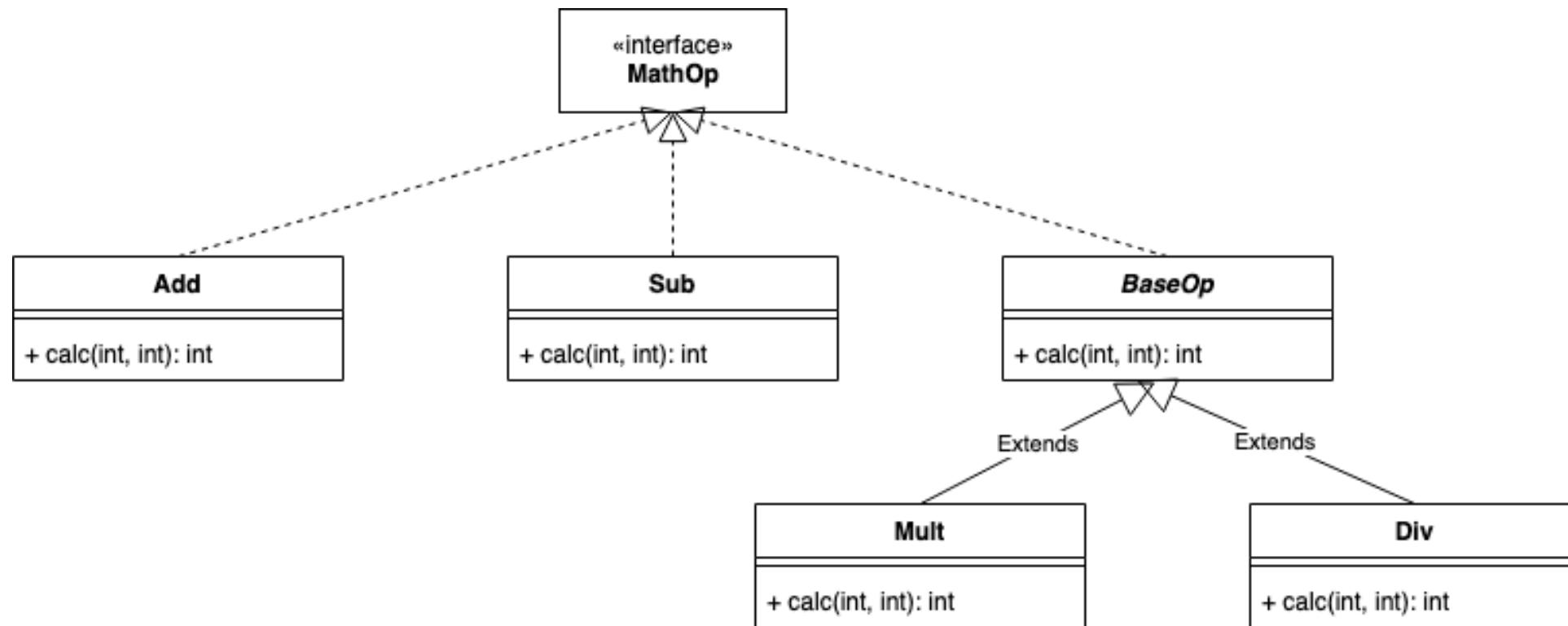
Sealed Types



Sealed Types



- **Vererbung steuern** und spezifizieren, welche Klassen eine Basisklasse erweitern können, also welche anderen Klassen oder Interfaces davon Subtypen bilden dürfen.



Sealed Types – Vererbung steuern



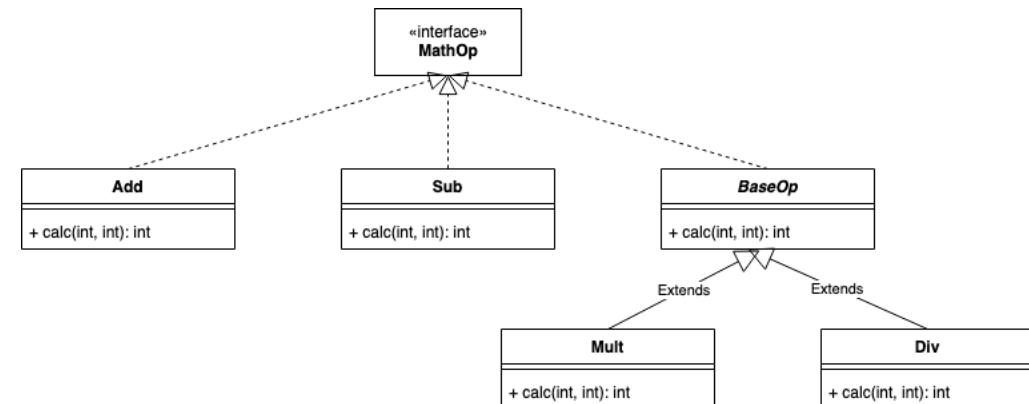
- Spezifizieren, welche anderen Klassen oder Interfaces davon Subtypen bilden dürfen.

```
public class SealedTypesExamples
{
    sealed interface MathOp
        permits BaseOp, Add, Sub // <= erlaubte Subtypen
    {
        int calc(int x, int y);
    }
}
```

// Mit non-sealed kann man innerhalb der Vererbungshierarchie Basisklassen bereitstellen

```
non-sealed class BaseOp implements MathOp // <= Basisklasse nicht versiegeln
{
    @Override
    public int calc(int x, int y)
    {
        return 0;
    }
}
...
```

Mit sealed können wir eine Vererbungshierarchie versiegeln und nur die explizit angegebenen Typen erlauben. Diese müssen sealed, non-sealed oder final sein.

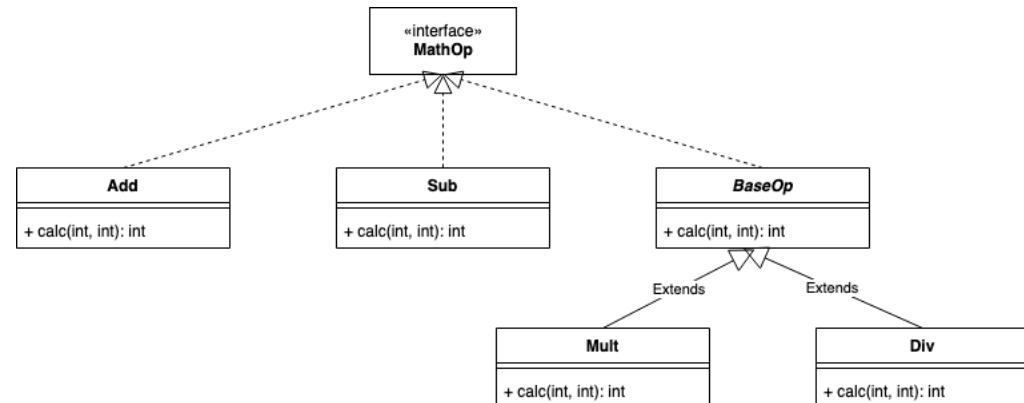


Sealed Types



```
..  
final class Add implements MathOp  
{  
    @Override  
    public int calc(int x, int y)  
    {  
        return x + y;  
    }  
}  
final class Sub implements MathOp  
{  
    ...  
}  
  
final class Mult extends BaseOp  
{  
}  
  
final class Div extends BaseOp  
{  
}
```

- Eine als sealed markierte Klasse muss Subklassen besitzen, die wiederum hinter permits aufgeführt werden
- Eine als non-sealed markierte Klasse kann als Basisklasse fungieren und von dieser können Klassen abgeleitet werden.
- Eine als final markierte Klasse bildet – wie gewohnt – den Endpunkt einer Ableitungshierarchie.
- **Gleiches gilt auch für Interfaces**



Wissenswerts zu Sealed Types

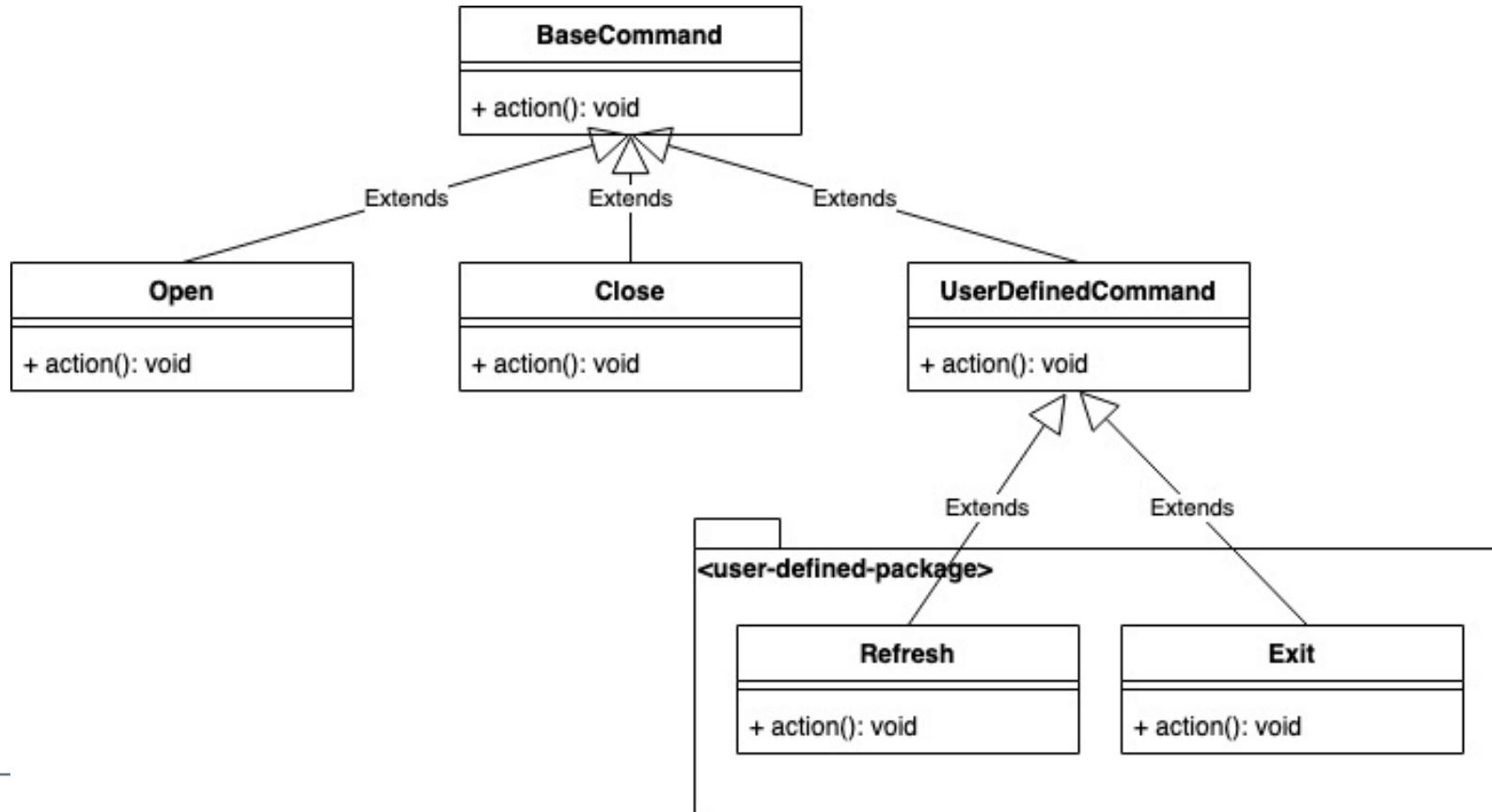


- **festlegen, welche andere Klassen oder Interfaces davon Subtypen bilden dürfen.**
 - **Sealed Types können bei der Entwicklung von Bibliotheken helfen:
Verhalten über Interfaces exponieren, aber Kontrolle über mögliche Implementierungen behalten**
 - **Sealed Types schränken bezüglich der Erweiterbarkeit von Klassenhierarchien ein
und sollten daher mit Bedacht verwendet werden.**
-

Wissenswerts zu Sealed Types



- Sealed Types können bei der Entwicklung von Bibliotheken helfen: Verhalten über Interfaces exponieren, aber Kontrolle über mögliche Implementierungen behalten
- Extension Points





Übungen PART 1

<https://github.com/Michaeli71/Best-Of-Java-11-22>



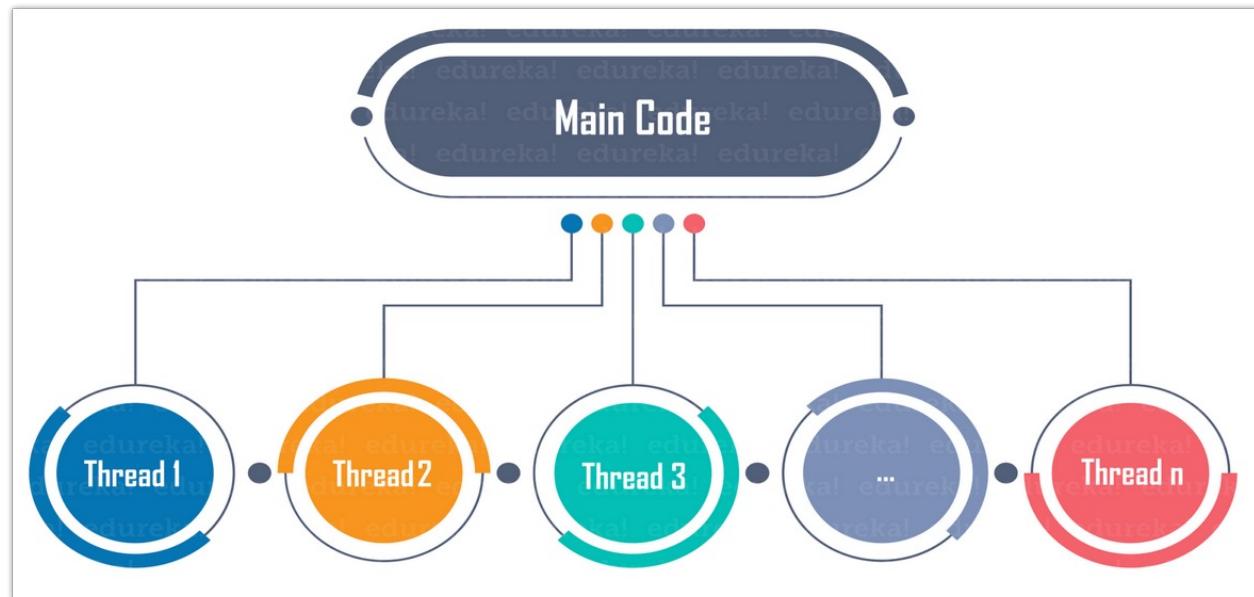


PART 2: API- und JVM- Neuerungen und Änderungen bis Java 17

- Multi-Threading mit `CompletableFuture`
 - HTTP/2
 - `Stream.toList()`
 - Direct Compilation
 - Hilfreiche `NullPointerExceptions`
 - JPackage
-



Multi-Threading mit CompletableFuture



Multi-Threading und die Klasse CompletableFuture<T>



- Seit Java 5 gibt es im JDK das Interface Future<T> , führt aber durch seine Methode get() oft zu blockierendem Code
- Seit JDK 8 hilft CompletableFuture<T> bei der Definition asynchroner Berechnungen
- Abläufe beschreiben, parallele Ausführungen ermöglichen
- Aktionen auf höherer semantischer Ebene als mit Runnable oder Callable<T>

Einstieg CompletableFuture<T>



- **Basisschritte**

- **supplyAsync(Supplier<T>)** => Berechnung definieren
- **thenApply(Function<T,R>)** => Ergebnis der Berechnung verarbeiten
- **thenAccept(Consumer<T>)** => Ergebnis verarbeiten, aber ohne Rückgabe
- **thenCombine(...)** => Verarbeitungsschritte zusammenführen

- **Beispiel**

```
CompletableFuture<String> firstTask = CompletableFuture.supplyAsync(() -> "First");
CompletableFuture<String> secondTask = CompletableFuture.supplyAsync(() -> "Second");
```

```
CompletableFuture<String> combined = firstTask.thenCombine(secondTask,
                                                               (f, s) -> f + " " + s);
```

```
combined.thenAccept(System.out::println);
System.out.println(combined.get());
```

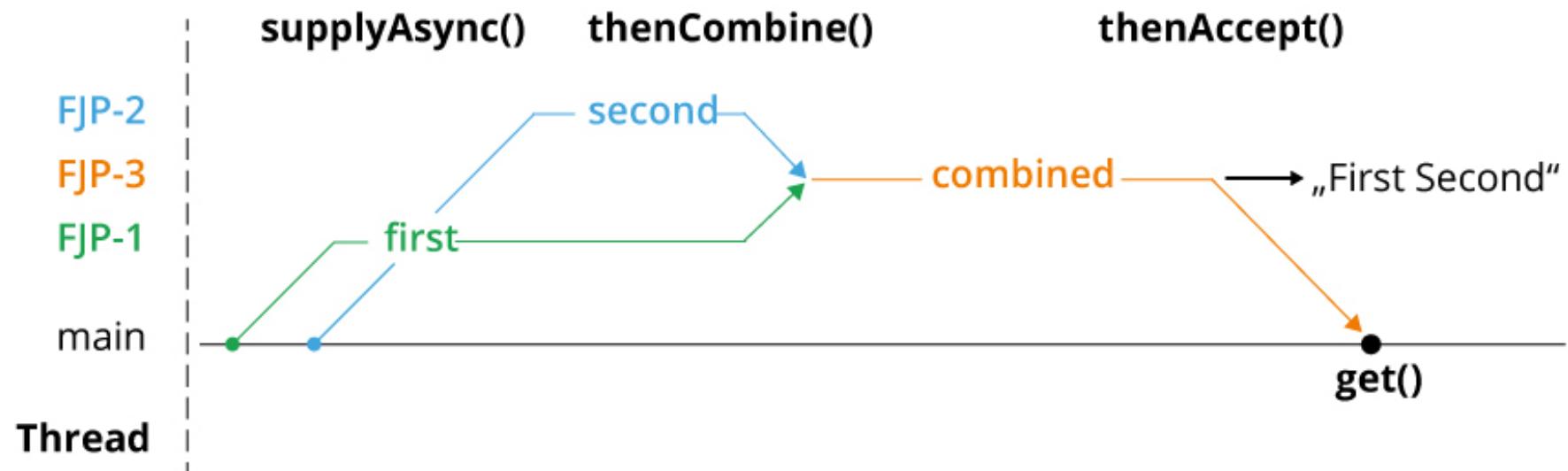
Einführung CompletableFuture<T>



```
CompletableFuture<String> firstTask = CompletableFuture.supplyAsync(() -> "First");
CompletableFuture<String> secondTask = CompletableFuture.supplyAsync(() -> "Second");

CompletableFuture<String> combined = firstTask.thenCombine(secondTask, (f, s) -> f + " " + s);

combined.thenAccept(System.out::println);
System.out.println(combined.get());
```



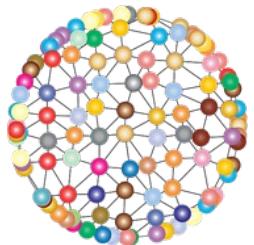


Beispiel: Es sollen folgende Aktionen stattfinden:

- **Daten vom Server lesen**
 - **Auswertung 1 berechnen**
 - **Auswertung 2 berechnen**
 - **Auswertung 3 berechnen**
 - **Ergebnisse in Form eines Dashboards zusammenführen**
-



Wie könnte eine erste
Realisierung aussehen?



Multi-Threading und die Klasse CompletableFuture<T>



- Daten vom Server lesen => retrieveData()
- Auswertung 1 berechnen => processData1()
- Auswertung 2 berechnen => processData2()
- Auswertung 3 berechnen => processData3()
- Ergebnisse in Form eines Dashboards zusammenführen => calcResult()
- Vereinfachungen: Daten => Liste von Strings, Berechnungen => Ergebnis long => String

```
public void execute()
{
    final List<String> data = retrieveData();
    final Long value1 = processData1(data);
    final Long value2 = processData2(data);
    final Long value3 = processData3(data);
    final String result = calcResult(value1, value2, value3);
    System.out.println("result: " + result);
}
```

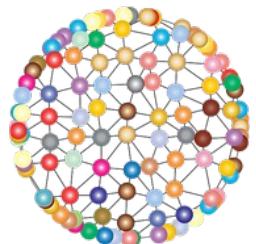
Multi-Threading und die Klasse CompletableFuture<T>



```
public void execute()
{
    final List<String> data = retrieveData();
    final Long value1 = processData1(data);
    final Long value2 = processData2(data);
    final Long value3 = processData3(data);
    final String result = calcResult(value1, value2, value3);
    System.out.println("result: " + result);
}
```

Die Berechnungen des Beispiels sind allerdings sehr vereinfacht ...

- **keine Parallelität**
 - **keine Abstimmung der Aufgaben (funktioniert, weil synchron)**
 - **kein Exception-Handling**
-
- **Wir ersparen uns die Mühen und kaum verständliche und unerwartbare Varianten mit Runnable, Callable<T>, Thread-Pools, ExecutorService usw., weil das selbst damit oft doch noch kompliziert und fehlerträchtig ist**



**Was muss man ändern für
eine parallele Verarbeitung
mit CompletableFuture<T>?**

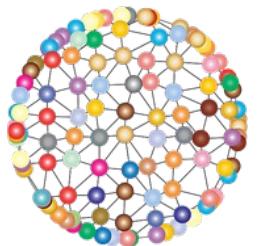
Multi-Threading und die Klasse CompletableFuture<T>



```
public void execute() throws InterruptedException, ExecutionException
{
    final CompletableFuture<List<String>> cfData =
        CompletableFuture.supplyAsync(()->retrieveData());
    // Zwischenstand ausgeben
    cfData.thenAccept(System.out::println);

    // Auswertungen parallel ausführen
    final CompletableFuture<Long> cFValue1 = cfData.thenApplyAsync(data -> processData1(data));
    final CompletableFuture<Long> cFValue2 = cfData.thenApplyAsync(data -> processData2(data));
    final CompletableFuture<Long> cFValue3 = cfData.thenApplyAsync(data -> processData3(data));

    // Einzelergebnisse als Result zusammenführen
    final String result = calcResult(cFValue1.get(), cFValue2.get(), cFValue3.get());
    System.out.println("result: " + result);
}
```



**Wie bilden wir Fehler
der realen Welt ab?**

Multi-Threading und die Klasse CompletableFuture<T>



- In der realen Welt kommt es mitunter zu Exceptions
- Treten Fehler ab und an auf: Netzwerkprobleme, Zugriff aufs Dateisystem usw.
- **Annahme: Während der Datenermittlung würde eine IllegalStateException ausgelöst:**

```
Exception in thread "main" java.util.concurrent.ExecutionException:  
java.lang.IllegalStateException: retrieveData() failed  
at java.base/java.util.concurrent.CompletableFuture.reportGet(CompletableFuture.java:395)  
at java.base/java.util.concurrent.CompletableFuture.get(CompletableFuture.java:1999)
```

- Folglich würde die gesamte Verarbeitung unterbrochen und gestört!
 - Wünschenswert ist eine einfache Integration des Exception Handlings in den Ablauf
 - Sowie weniger komplizierte Behandlung als bei Thread-Pools oder ExecutorService
-

Multi-Threading und die Klasse CompletableFuture<T>



- Die Klasse **CompletableFuture<T>** bietet die Methode **exceptionally()**

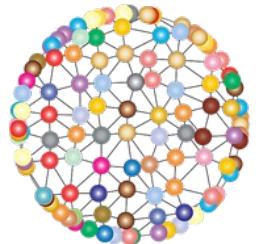
- Fallback-Wert bereitstellen, wenn die Daten nicht ermittelt werden können:

```
final CompletableFuture<List<String>> cfData =  
    CompletableFuture.supplyAsync(() -> retrieveData()).  
    exceptionally((throwable) -> Collections.emptyList());
```

- Fallback-Wert bereitstellen, wenn eine Berechnung fehlschlägt:

```
final CompletableFuture<Long> cFValue2 =  
    cfData.thenApplyAsync(data -> processData2(data)).  
    exceptionally((throwable) -> 0L);
```

- Berechnung kann selbst dann noch fortgesetzt werden, wenn der eine oder andere Schritt fehlschlagen sollte



**Wie bilden Verzögerungen
der realen Welt ab?**

Multi-Threading und die Klasse CompletableFuture<T>



- In der realen Welt kommt es bei Zugriffen auf externe Ressourcen manchmal zu Verzögerungen
- Im schlimmsten Fall antwortet ein externer Partner auch gar nicht und man würde ggf. unendlich lange warten, wenn ein Aufruf blockierend erfolgt
- **Wünschenswert:** Berechnungen sollten mit Time-out abgebrochen werden können
- **Annahme:** Die Datenermittlung `retrieveData()` benötigt mitunter einige Sekunden
- **Folglich würde die gesamte Verarbeitung gestört!**

Multi-Threading und die Klasse CompletableFuture<T>



Seit JDK 9: Die Klasse CompletableFuture<T> bietet die Methoden

- `public CompletableFuture<T> orTimeout(long timeout, TimeUnit unit)`
=> Die Verarbeitung wird mit einer Exception abgebrochen, falls das Ergebnis nicht innerhalb der angegebenen Zeitspanne berechnet wurde.
- `public CompletableFuture<T> completeOnTimeout(T value, long timeout, TimeUnit unit)`
=> Falls das Ergebnis nicht innerhalb der angegebenen Zeitspanne berechnet wurde, kann ein Defaultwert vorgegeben werden.

Multi-Threading und die Klasse CompletableFuture<T>



Annahme: Die Datenermittlung dauert mitunter mehrere Sekunden, soll aber nach spätestens 1 Sekunde abgebrochen werden:

```
final CompletableFuture<List<String>> cfData =  
    CompletableFuture.supplyAsync(()->retrieveData()).  
        orTimeout(1, TimeUnit.SECONDS).  
        exceptionally((throwable) -> Collections.emptyList());
```

=> Die Verarbeitung kann zeitnah (ohne viel Verzögerung oder gar Blockierung) selbst dann fortgesetzt werden, wenn die Datenermittlung länger dauern sollte

Multi-Threading und die Klasse CompletableFuture<T>



Annahme: Die Berechnung dauert mitunter mehrere Sekunden – diese soll spätestens nach 2 Sekunden abgebrochen werden und das Ergebnis 7 liefern:

```
final CompletableFuture<Long> cFValue3 =  
    cfData.thenApplyAsync(data -> processData3(data)).  
        completeOnTimeout(7L, 2, TimeUnit.SECONDS);
```

=> Die Berechnung kann mit einem Fallback-Wert fortgesetzt werden, selbst wenn der eine oder andere Schritt länger dauern sollte



HTTP/2 API



HTTP/2 API Intro



```
final URI uri = new URI("https://www.oracle.com");

final HttpRequest request = HttpRequest.newBuilder(uri).GET().build();
final HttpResponse.BodyHandler<String>asString =
    HttpResponse.BodyHandlers.ofString();

final HttpClient httpClient = HttpClient.newHttpClient();
final HttpResponse<String> response = httpClient.send(request, asString);

printResponseInfo(response);

static void printResponseInfo(final HttpResponse<String> response)
{
    final int responseCode = response.statusCode();
    final String responseBody = response.body();

    System.out.println("Status: " + responseCode);
    System.out.println("Body: " + responseBody);
}
```

HTTP/2 API Intro (var shines here)



```
var uri = new URI("https://www.oracle.com");

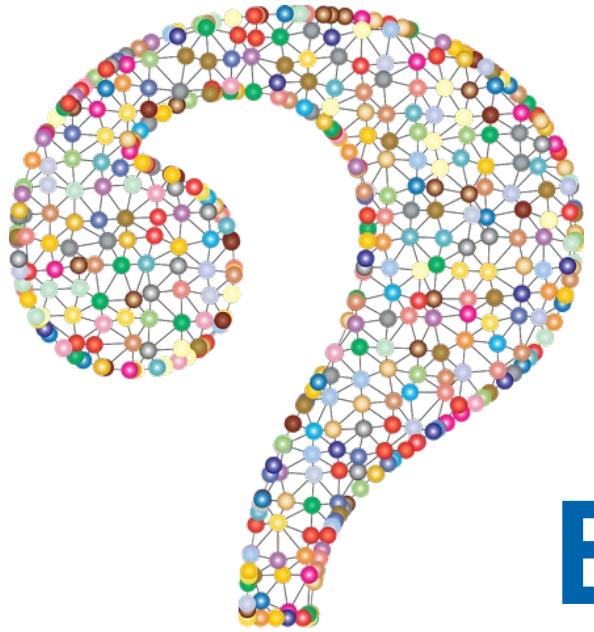
var request = HttpRequest.newBuilder(uri).GET().build();
var asString = HttpResponse.BodyHandlers.ofString();

var httpClient = HttpClient.newHttpClient();
var response = httpClient.send(request, asString);

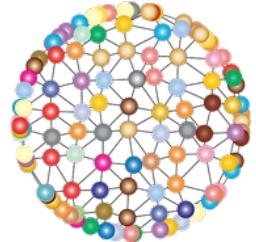
printResponseInfo(response);

static void printResponseInfo(final HttpResponse<String> response)
{
    var responseCode = response.statusCode();
    var responseBody = response.body();

    System.out.println("Status: " + responseCode);
    System.out.println("Body: " + responseBody);
}
```



**Und nun kommt der PO:
Er hätte es gern asynchron!**



HTTP/2 API Async I



```
var uri = new URI("https://www.oracle.com/index.html");

var request = HttpRequest.newBuilder(uri).GET().build();
var asString = HttpResponse.BodyHandlers.ofString();

var httpClient = HttpClient.newHttpClient();
final CompletableFuture<HttpResponse<String>> asyncResponse =
    httpClient.sendAsync(request, asString);

wait2secForCompletion(asyncResponse);
if (asyncResponse.isDone())
{
    printResponseInfo(asyncResponse.get());
}
else
{
    asyncResponse.cancel(true);
    System.err.println("timeout");
}
```

HTTP/2 API Async I – geschickt warten mit vorzeitigem Abbruch

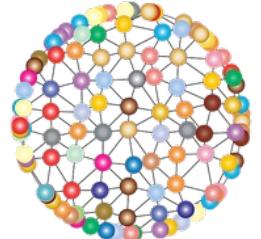


```
static void wait2secForCompletion(final CompletableFuture<?> asyncResponse)
    throws InterruptedException
{
    int i = 0;
    while (!asyncResponse.isDone() && i < 10)
    {
        System.out.println("Step " + i);
        i++;

        Thread.sleep(200);
    }
}
```



**Einen Moment bitte:
Ist das nicht old school?
Was können wir am Warten
verbessern?**



HTTP/2 API Async II



```
var uri = new URI("https://www.oracle.com/index.html");

var request = HttpRequest.newBuilder(uri).GET().build();
var asString = HttpResponse.BodyHandlers.ofString();
var httpClient = HttpClient.newHttpClient();
var asyncResponse = httpClient.sendAsync(request, asString);

// Warten und Verarbeitung: Variante rein mit CompletableFuture
asyncResponse.thenAccept(response -> printResponseInfo(response)).
    orTimeout(2, TimeUnit.SECONDS).
    exceptionally(ex ->
{
    asyncResponse.cancel(true);
    System.err.println("timeout");
    return null;
});

// CompletableFuture should have time to complete
Thread.sleep(2_000);
```



Java 16



Stream => List ... es war so umständlich ...



```
List<String> namesMi = Stream.of("Tim", "Tom", "Mike", "Michael").  
    filter(str -> str.startsWith("Mi")).  
collect(Collectors.toList());
```

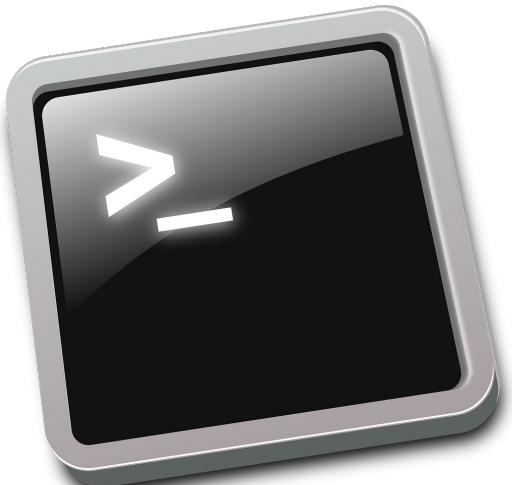
FINALLY... `toList()`



```
List<String> namesMi = Stream.of("Tim", "Tom", "Mike", "Michael").  
                           filter(str -> str.startsWith("Mi")).  
                           toList();
```



Direct Compilation Launch Single-File Source-Code Programs



Direct Compilation



- Erlaubt es, Java-Applikationen, die nur aus einer Datei bestehen, direkt in einem Rutsch zu kompilieren und auszuführen.
- erspart Arbeit und man muss nichts vom Bytecode und .class -Dateien wissen
- vor allem für die Ausführung von kleineren Java-Dateien als Skript und für den Einstieg in Java hilfreich

```
package direct.compilation;

public class HelloWorld
{
    public static void main(String... args)
    {
        System.out.println("Hello Execute After Compile");
    }
}
```

java ./HelloWorld.java



Hello Execute After Compile

Direct Compilation – Zwei public Klassen in 1 Java-Datei möglich



```
public class PalindromeChecker
{
    public static void main(final String[] args)
    {
        if (args.length < 1)
        {
            System.err.println("input is required!");
            System.exit(1);
        }

        System.out.printf("%s is a palindrome? => %b %n",
                          args[0], StringUtils.isPalindrome(args[0]));
    }
}

public class StringUtils
{
    public static boolean isPalindrome(String word)
    {
        return new StringBuilder(word).reverse().toString().equalsIgnoreCase(word);
    }
}
```

Direct Compilation – Shebang Execution



```
#!/usr/bin/java --source 11
import java.nio.file.*;

public class DirectoryLister
{
    public static void main(String[] args) throws Exception
    {
        var dirName = ".";
        if (args == null || args.length < 1)
        {
            System.err.println("Using current directory as fallback");
        }
        else
        {
            dirName = args[0];
        }

        Files.walk(Paths.get(dirName)).forEach(System.out::println);
    }
}
```

- Datei darf nicht mit ‘.java’ enden
- Dateiname UNABHÄNGIG von Klassennamen
- Datei muss executable (chmod +x) sein

Direct Compilation – Shebang Execution mit externer Abhängigkeit



```
#!/usr/bin/java --source 11 -cp ./guava-32.1.3-jre.jar

import java.nio.file.*;
import com.google.common.base.Joiner;

public class DirectoryLister
{
    public static void main(String[] args) throws Exception
    {
        var dirName = ".";
        if (args == null || args.length < 1)
        {
            var errorMsg = Joiner.on("++").join("Using current", "directory", "as fallback");
            System.err.println(errorMsg);
        }
        else
        {
            dirName = args[0];
        }

        Files.walk(Paths.get(dirName)).forEach(System.out::println);
    }
}
```



DEMO



N P E

Hilfreiche NullPointerExceptions



```
public static void main(final String[] args)
{
    SomeType a = null;
    a.value = "ERROR";
}
```

Exception in thread "main" [java.lang.NullPointerException](#)
at [java14.NPE_Example.main\(NPE_Example.java:8\)](#)

Hilfreiche NullPointerExceptions



```
public static void main(final String[] args)
{
    SomeType a = null;
    a.value = "ERROR";
}
```

Exception in thread "main" java.lang.NullPointerException
at java14.NPE_Example.main(NPE_Example.java:8)

-XX:+ShowCodeDetailsInExceptionMessages

Exception in thread "main" java.lang.NullPointerException: Cannot assign field
"value" because "a" is null
at java14.NPE_Example.main(NPE_Example.java:8)

Hilfreiche NullPointerExceptions



```
public static void main(final String[] args)
{
    try
    {
        final String[] stringArray = { null, null, null };
        final int errorPos = stringArray[2].lastIndexOf("ERROR");
    }
    catch (final NullPointerException e) { e.printStackTrace(); }

    try
    {
        final Integer value = null;
        final int sum = value + 3;
    }
    catch (final NullPointerException e) { e.printStackTrace(); }
}
```

Don't do this in production!

```
java.lang.NullPointerException: Cannot invoke
"String.lastIndexOf(String)" because "stringArray[2]" is null
at java14.NPE_Second_Example.main(NPE_Second_Example.java:10)
java.lang.NullPointerException: Cannot invoke
"java.lang.Integer.intValue()" because "value" is null
at java14.NPE_Second_Example.main(NPE_Second_Example.java:20)
```

Hilfreiche NullPointerExceptions



```
public static void main(final String[] args)
{
    int width = getWindowManager().getWindow(5).size().width();
    System.out.println("Width: " + width);
}
```

Exception in thread "main" java.lang.NullPointerException: Cannot invoke
"jvm.NPE_Third_Example\$Window.size()" because the return value of
"jvm.NPE_Third_Example\$WindowManager.getWindow(int)" is null
at jvm.NPE_Third_Example.main(NPE_Third_Example.java:7)

Hilfreiche NullPointerExceptions



```
public static WindowManager getWindowManager()
{
    return new WindowManager();
}
```

```
public static class WindowManager
{
    public Window getWindow(final int i)
    {
        return null;
    }
}
```

```
public static record Window(Size size) {}
public static record Size(int width, int height) {}
```



JPackage



JPackage



▼ PackagingDemo

► JRE System Library [JavaSE-16]

▼ src/main/java

 ▼ de.java17

 ▼ ApplicationExample.java

 ▼ ApplicationExample

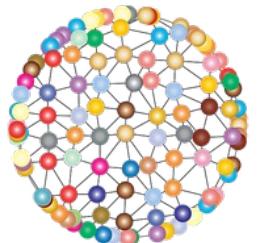
 main(String[]) : void

► src

 build.gradle

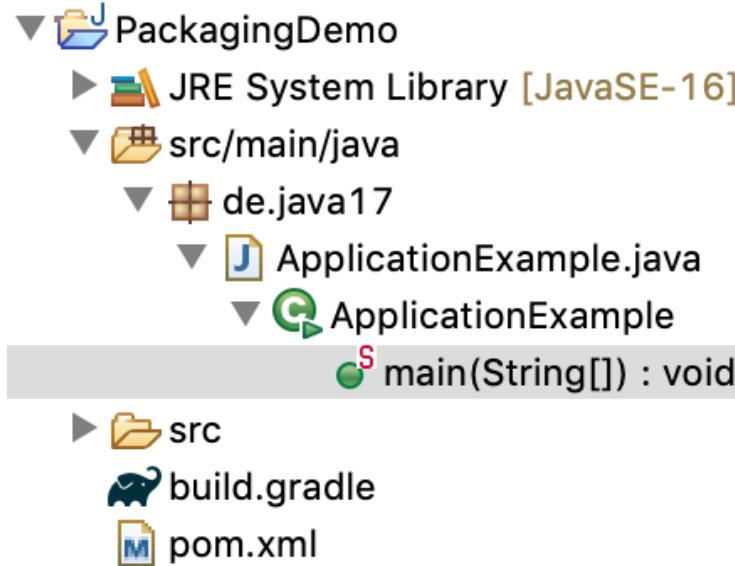
 pom.xml

```
public class ApplicationExample {  
    public static void main(String[] args) {  
        System.out.println("First JPackage");  
  
        JOptionPane.showConfirmDialog(null, "Generated by jpackage", "DEMO",  
            JOptionPane.OK_CANCEL_OPTION, JOptionPane.INFORMATION_MESSAGE, null)  
    }  
}
```

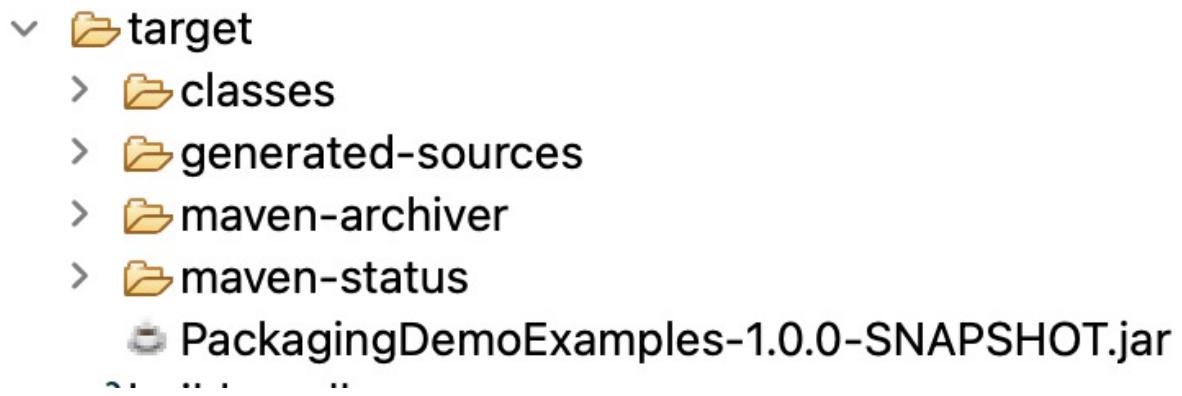


Wie bauen wir das?

JPackage



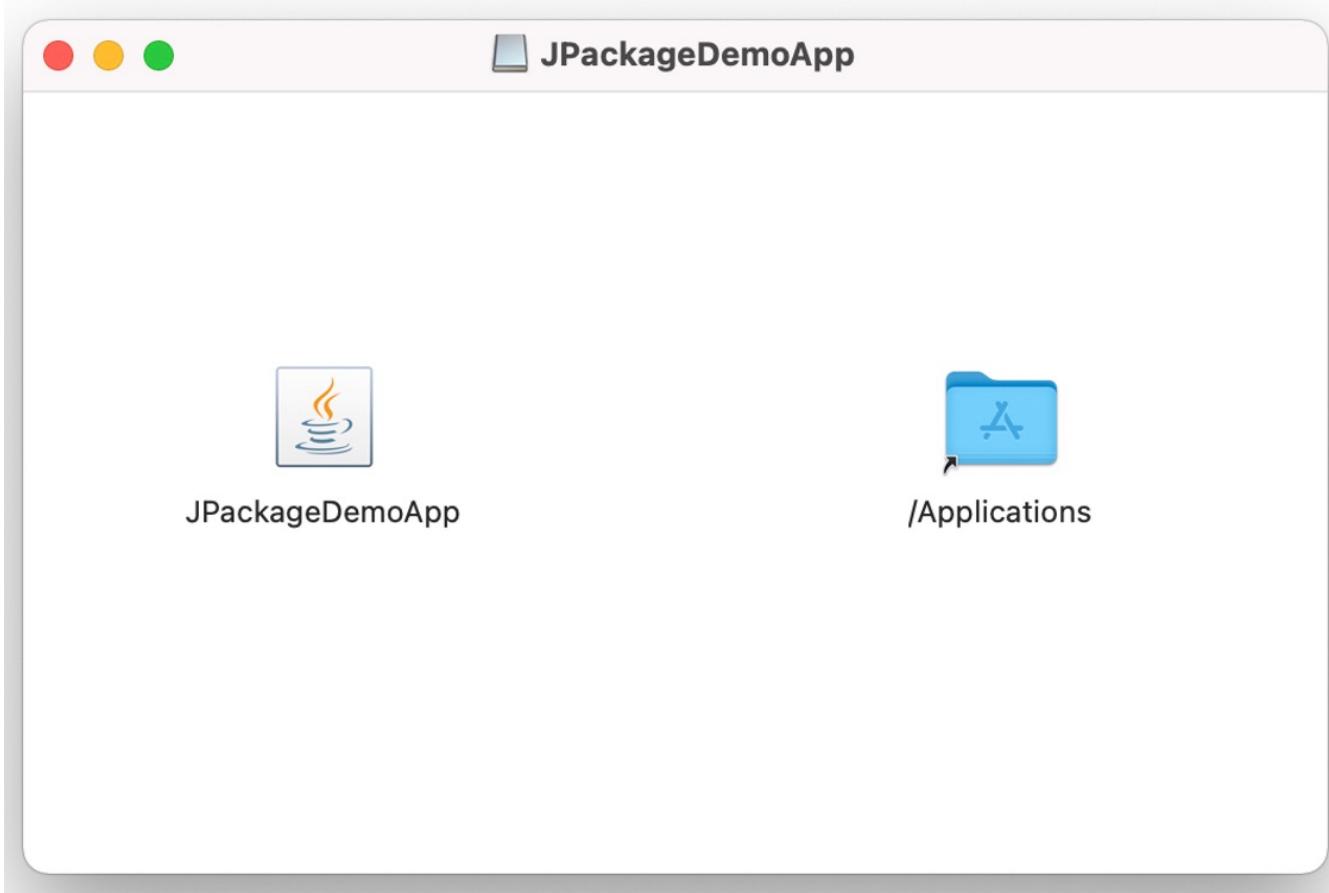
`mvn clean install`



JPackage

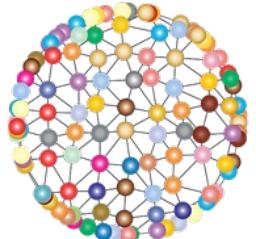


```
jpackage --input target/ --name JPackageDemoApp --main-jar PackagingDemoExamples-1.0.0-SNAPSHOT.jar --main-class de.java17.ApplicationExample --type dmg --java-options '--enable-preview'
```





**Aber was machen wir mit 3rd
Party Libraries?**



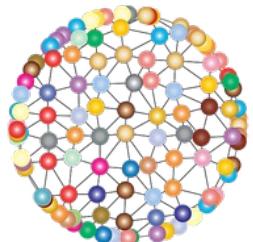
JPackage



```
public class ApplicationExample {  
  
    public static void main(String[] args) {  
        System.out.println("First JPackage");  
  
        Joiner joiner = Joiner.on(":");  
        String result = joiner.join(List.of("Michael", "mag", "Python"));  
        System.out.println(result);  
        JOptionPane.showConfirmDialog(null, result);  
    }  
}  
  
<!-- https://mvnrepository.com/artifact/com.google.guava/guava -->  
<dependency>  
  <groupId>com.google.guava</groupId>  
  <artifactId>guava</artifactId>  
  <version>33.1.0-jre </version>  
</dependency>
```



Wie wird die Bibliothek in die Anwendung eingebunden?



JPackage



```
<plugin>
  <artifactId>maven-dependency-plugin</artifactId>
  <executions>
    <execution>
      <phase>process-sources</phase>
      <goals>
        <goal>copy-dependencies</goal>
      </goals>

      <configuration>
        <outputDirectory>target</outputDirectory>
        <includeScope>compile</includeScope>
      </configuration>
    </execution>
  </executions>
</plugin>
```

JPackage

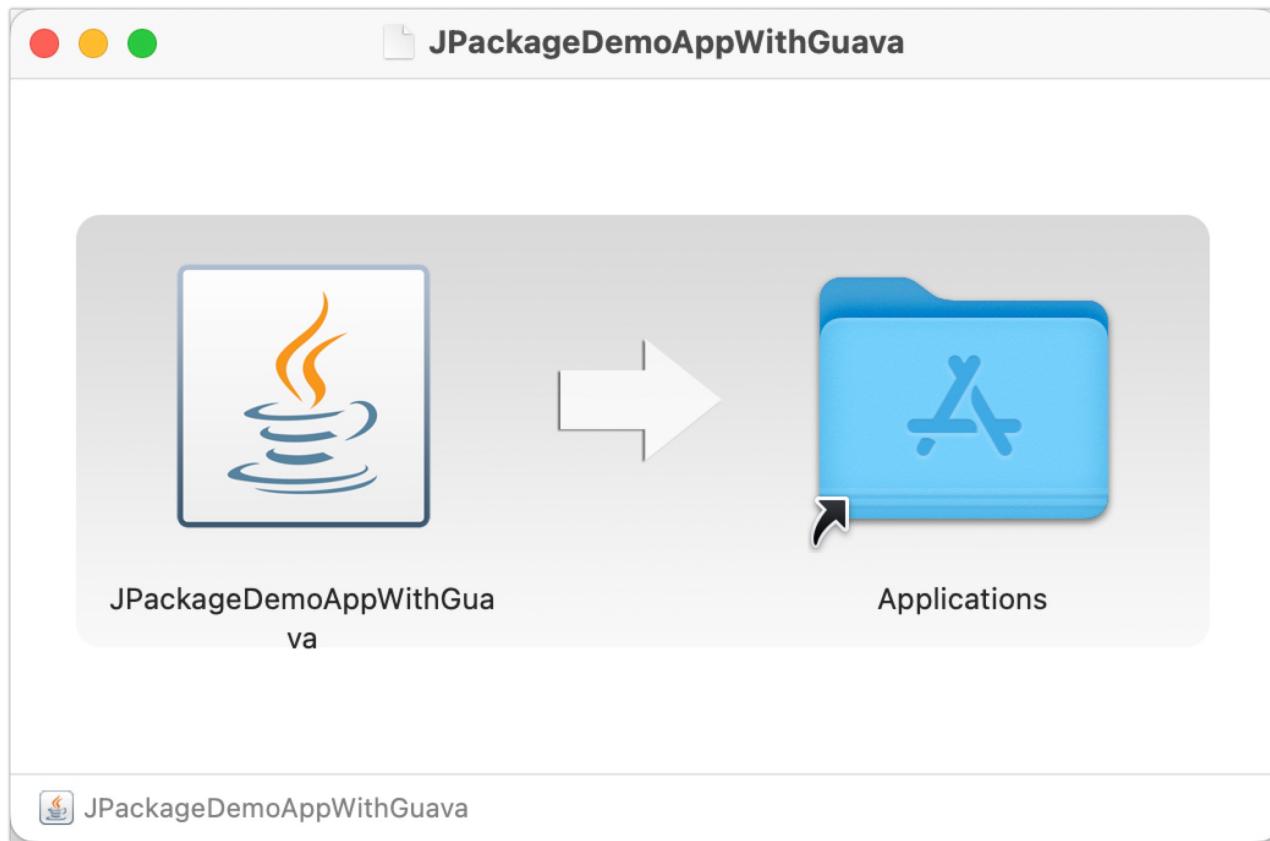


		Heute, 11:49	--	Ordner
✓	target			
	checker-qual-3.42.0.jar	16.12.23, 00:05	231 KB	Java-JAR-Datei
>	classes	Heute, 11:49	--	Ordner
	error_prone_annotations-2.26.1.jar	12.03.24, 19:48	19 KB	Java-JAR-Datei
	failureaccess-1.0.2.jar	17.10.23, 15:16	5 KB	Java-JAR-Datei
>	generated-sources	Heute, 11:49	--	Ordner
	guava-33.1.0-jre.jar	13.03.24, 20:03	3.1 MB	Java-JAR-Datei
	j2objc-annotations-3.0.0.jar	09.03.24, 18:12	12 KB	Java-JAR-Datei
	jsr305-3.0.2.jar	28.07.21, 20:47	20 KB	Java-JAR-Datei
	listenablefuture-99...flict-with-guava.jar	28.07.21, 20:47	2 KB	Java-JAR-Datei
>	maven-archiver	Heute, 11:49	--	Ordner
>	maven-status	Heute, 11:49	--	Ordner
	PackagingDemoEx...1.0.0-SNAPSHOT.jar	Heute, 11:49	3 KB	Java-JAR-Datei

JPackage



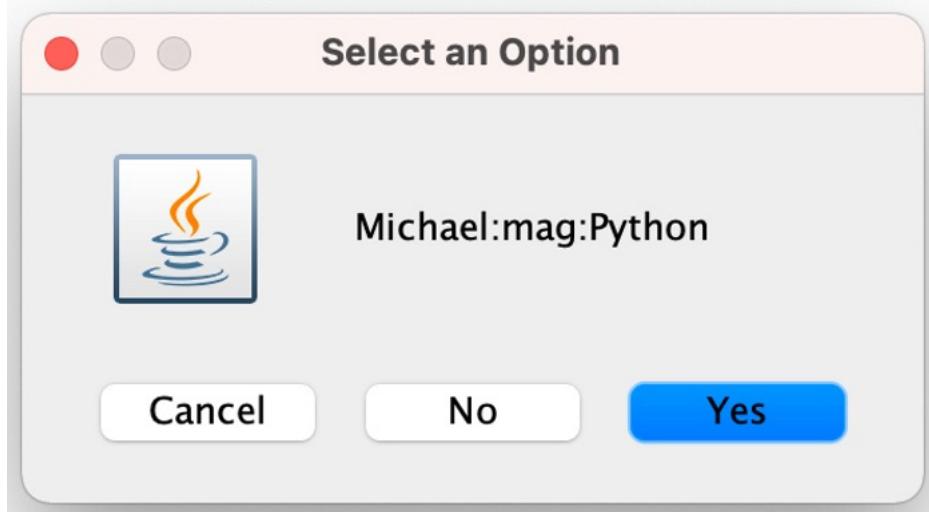
```
jpackage --input target/ --name JPackageDemoAppWithGuava  
--main-jar PackagingDemoExamples-1.0.0-SNAPSHOT.jar  
--main-class de.java17.ApplicationExample --type dmg
```



JPackage



Icon	Name	Date	Size	Type
IntelliJ IDEA icon	IntelliJ IDEA Ultimate 2024.1	06.04.24, 22:45	3.67 GB	Programm
Java icon	JPackageDemoApp	15.01.24, 13:49	156.8 MB	Programm
Java icon	JPackageDemoAppWithGuava	Heute, 11:53	160.3 MB	Programm





DEMO & Hands on



Übungen PART 2

<https://github.com/Michaeli71/Best-Of-Java-11-22>





PART 3: Neuerungen in Java 18 bis 21



JEPs in Java 18, 19, 20 und 21 LTS

Java 18 / 19 – Was ist drin?



- JEP 400: UTF-8 by Default
- JEP 408: Simple Web Server
- JEP 413: Code Snippets in Java API Documentation
- JEP 416: Reimplement Core Reflection with Method Handles
- JEP 417: Vector API (Third Incubator)
- JEP 418: Internet-Address Resolution SPI
- JEP 419: Foreign Function & Memory API (Second Incubator)
- **JEP 420: Pattern Matching for switch (Second Preview)**
- JEP 421: Deprecate Finalization for Removal

- **JEP 405: Record Patterns (Preview)**
- JEP 422: Linux/RISC-V Port
- JEP 424: Foreign Function & Memory API (Preview)
- JEP 425: Virtual Threads (Preview)
- JEP 426: Vector API (Fourth Incubator)
- **JEP 427: Pattern Matching for switch (Third Preview)**
- JEP 428: Structured Concurrency (Incubator)

18

19



- **JEP 405: Record Patterns (Preview)**
- JEP 422: Linux/RISC-V Port
- JEP 424: Foreign Function & Memory API (Preview)
- JEP 425: Virtual Threads (Preview)
- JEP 426: Vector API (Fourth Incubator)
- **JEP 427: Pattern Matching for switch (Third Preview)**
- JEP 428: Structured Concurrency (Incubator)

- JEP 429: Scoped Values (Incubator)
- **JEP 432: Record Patterns (Second Preview)**
- **JEP 433: Pattern Matching for switch (Fourth Preview)**
- JEP 434: Foreign Function & Memory API (Second Preview)
- JEP 436: Virtual Threads (Second Preview)
- JEP 437: Structured Concurrency (Second Incubator)
- JEP 438: Vector API (Fifth Incubator)

19

20

Java 21 LTS – Was ist drin?



- [JEP 430: String Templates \(Preview\)](#)
- [JEP 431: Sequenced Collections](#)
- JEP 439: Generational ZGC
- [JEP 440: Record Patterns](#)
- [JEP 441: Pattern Matching for switch](#)
- JEP 442: Foreign Function & Memory API (Third Preview)
- [JEP 443: Unnamed Patterns and Variables \(Preview\)](#)
- [JEP 444: Virtual Threads](#)
- [JEP 445: Unnamed Classes and Instance Main Methods \(Preview\)](#)
- JEP 446: Scoped Values (Preview)
- [JEP 448: Vector API \(Sixth Incubator\)](#)
- JEP 449: Deprecate the Windows 32-bit x86 Port for Removal
- JEP 451: Prepare to Disallow the Dynamic Loading of Agents
- JEP 452: Key Encapsulation Mechanism API
- [JEP 453: Structured Concurrency \(Preview\)](#)

Java 21
LTS

Total: 15

Normal: 8

Preview: 6

Incubator: 1

The Java Version Almanac

Systematic collection of information about the history and the future of Java.

Details	Status	Documentation	Download	Compare API to
Java 22	DEV	API Notes	JDK JRE	21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 ...
Java 21	LTS	API Lang VM Notes	JDK JRE	20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 ...
Java 20	EOL	API Lang VM Notes	JDK JRE	19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 ...
Java 19	EOL	API Lang VM Notes	JDK JRE	18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 ...
Java 18	EOL	API Lang VM Notes	JDK JRE	17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 ...
Java 17	LTS	API Lang VM Notes	JDK JRE	16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 ...
Java 16	EOL	API Lang VM Notes	JDK JRE	15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 ...
Java 15	EOL	API Lang VM Notes	JDK JRE	14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 ...
Java 14	EOL	API Lang VM Notes	JDK JRE	13 12 11 10 9 8 7 6 5 1.4 ...
Java 13	EOL	API Lang VM Notes	JDK JRE	12 11 10 9 8 7 6 5 1.4 1.3 ...
Java 12	EOL	API Lang VM Notes	JDK JRE	11 10 9 8 7 6 5 1.4 1.3 1.2 ...
Java 11	LTS	API Lang VM Notes	JDK JRE	10 9 8 7 6 5 1.4 1.3 1.2 1.1
Java 10	EOL	API Lang VM Notes	JDK JRE	9 8 7 6 5 1.4 1.3 1.2 1.1
Java 9	EOL	API Lang VM Notes	JDK JRE	8 7 6 5 1.4 1.3 1.2 1.1
Java 8	LTS	API Lang VM Notes	JDK JRE	7 6 5 1.4 1.3 1.2 1.1
Java 7	EOL	API Lang VM Notes	JDK JRE	6 5 1.4 1.3 1.2 1.1
Java 6	EOL	API Lang VM Notes	JDK JRE	5 1.4 1.3 1.2 1.1
Java 5	EOL	API Lang VM Notes		1.4 1.3 1.2 1.1
Java 1.4	EOL	API		1.3 1.2 1.1
Java 1.3	EOL	API		1.2 1.1
Java 1.2	EOL	API Lang		1.1
Java 1.1	EOL	API		
Java 1.0	EOL	API Lang VM		
Pre 1.0	EOL			

Status In Development

Release Date 2023-09-15

EOL Date 2028-09

Class File Version 65.0

API Changes Compare to [20](#) - [19](#) - [18](#) - [17](#) - [16](#) - [15](#) - [14](#) - [13](#) - [12](#) - [11](#) - [10](#) - [9](#) - [8](#) - [7](#) - [6](#) - [5](#) - [1.4](#) - [1.3](#) - [1.2](#) - [1.1](#)

Documentation [Release Notes](#), [JavaDoc](#)

SCM [git](#)

Data Source

This will be the next LTS Release after [Java 17](#).

New Features

JVM

- Generational ZGC ([JEP 439](#))
- Deprecate the Windows 32-bit x86 Port for Removal ([JEP 449](#))
- Prepare to Disallow the Dynamic Loading of Agents ([JEP 451](#))

Language

- String Templates [1. Preview](#) ([JEP 430](#), [Java Almanac](#))
- Record Patterns ([JEP 440](#), [Java Almanac](#))
- Pattern Matching for switch ([JEP 441](#), [Java Almanac](#))
- Unnamed Patterns and Variables [1. Preview](#) ([JEP 443](#))
- Unnamed Classes and Instance Main Methods [1. Preview](#) ([JEP 445](#), [Java Almanac](#))

API

- Sequenced Collections ([JEP 431](#))
- Foreign Function & Memory API [3. Preview](#) ([JEP 442](#))
- Virtual Threads ([JEP 444](#), [Java Almanac](#))
- Scoped Values [1. Preview](#) ([JEP 446](#))
- Vector API [6. Incubator](#) ([JEP 448](#))
- Key Encapsulation Mechanism API ([JEP 452](#))
- Structured Concurrency [1. Preview](#) ([JEP 453](#))



Sandbox

Instantly compile and run Java 21 snippets without a local Java installation.

Java21.java ▶ Run

21+35-2513

```
1 import java.lang.reflect.ClassFileVersion;
2
3 public class Java21 {
4
5     public static void main(String[] args) {
6         var v = ClassFileVersion.latest();
7         System.out.printf("Hello Java bytecode version %s!", v.major());
8     }
9
10 }
```

No Support
for Preview
Features!

Java21.java ▶ Run

21+35-2513

Hello Java bytecode version 65!

Sandbox – <https://javaalmanac.io/>



```
public class Java21 {

    public static void main(String[] args) {
        multiMatch("Python");
        multiMatch(null);
        multiMatch(7);

        record Person(String name, int age) {}
        multiMatch(new Person("Michael", 52));
    }

    static void multiMatch(Object obj) {
        switch (obj) {
            case null -> System.out.println("null");
            case String str when str.length() > 5 -> System.out.println(str.toUpperCase());
            case String str -> System.out.println(str.toLowerCase());
            case Integer i -> System.out.println(i * i);
            default -> throw new IllegalArgumentException("Unsupported type " + obj.getClass());
        }
    }
}
```

Sandbox – <https://javaalmanac.io/>



Java21.java ▶ Run 21+35-2513

```
1 public class Java21 {
2
3     public static void main(String[] args) {
4         multiMatch("Python");
5         multiMatch(null);
6         multiMatch(7);
7
8         record Person(String name, int age) {}
9         multiMatch(new Person("Michael", 52));
10    }
11
12    static void multiMatch(Object obj) {
13        switch (obj) {
14            case null -> System.out.println("null");
15            case String str when str.length() > 5 -> System.out.println(str.toUpperCase());
16            case String str -> System.out.println(str.toLowerCase());
17            case Integer i -> System.out.println(i * i);
18            default -> throw new IllegalArgumentException("Unsupported type " + obj.getClass());
19        }
20    }
21 }
```

Java21.java ▶ Run 21+35-2513

```
PYTHON
null
49
Exception in thread "main" java.lang.IllegalArgumentException: Unsupported type class Java21$1Person
at Java21.multiMatch(Java21.java:18)
at Java21.main(Java21.java:9)
```



Normalized Features in Java 21 LTS

- JEP 431: Sequenced Collections
 - JEP 440: Record Patterns
 - JEP 441: Pattern Matching for switch
 - JEP 444: Virtual Threads
-



JEP 431: Sequenced Collections

<https://openjdk.org/jeps/431>



Sequenced Collections



- Das Collections-API ist eines der ältesten und am besten konzipierten APIs im JDK.
- Drei Haupttypen: `List<E>`, `Set<E>` und `Map<K, V>`
- Was fehlt, ist so etwas wie Beschreibung einer geordneten Reihenfolge der Elemente
- Wir beobachten aber, dass einige Sammlungen eine Begegnungsreihenfolge haben, d. h., es ist definiert, in welcher Reihenfolge die Elemente durchlaufen werden:
 - `List<E>` von vorne nach hinten, indexbasiert für Listen
 - `HashSet<E>` hat keine Begegnungsreihenfolge
 - `TreeSet<E>` definiert sie indirekt durch `Comparable<T>` oder übergebenen `Comparator<T>`
 - `LinkedHashSet<E>` behält die Einfügereihenfolge bei

Sequenced Collections – Motivation



- In der Vergangenheit gab es mehrere Möglichkeiten, auf das erste oder letzte Element zuzugreifen:

	First element	Last element
List	list.get(0)	list.get(list.size() - 1)
Deque	deque.getFirst()	deque.getLast()
SortedSet	sortedSet.first()	sortedSet.last()
LinkedHashSet	linkedHashSet.iterator().next() // missing	

- API-Unterschiede machen das Ganze unübersichtlich und fehleranfällig
- Als Abhilfe gibt es nun "Sequenced Collections", die eine Collection repräsentieren, deren Elemente eine bestimmte Reihenfolge haben.

Sequenced Collections – Motivation



- "Sequenced Collections" repräsentieren eine Collection, deren Elemente eine bestimmte Reihenfolge haben.

```
interface SequencedCollection<E> extends Collection<E> {  
    // new method  
    SequencedCollection<E> reversed();  
    // methods promoted from Deque  
    void addFirst(E);  
    void addLast(E);  
    E getFirst();  
    E getLast();  
    E removeFirst();  
    E removeLast();  
}
```

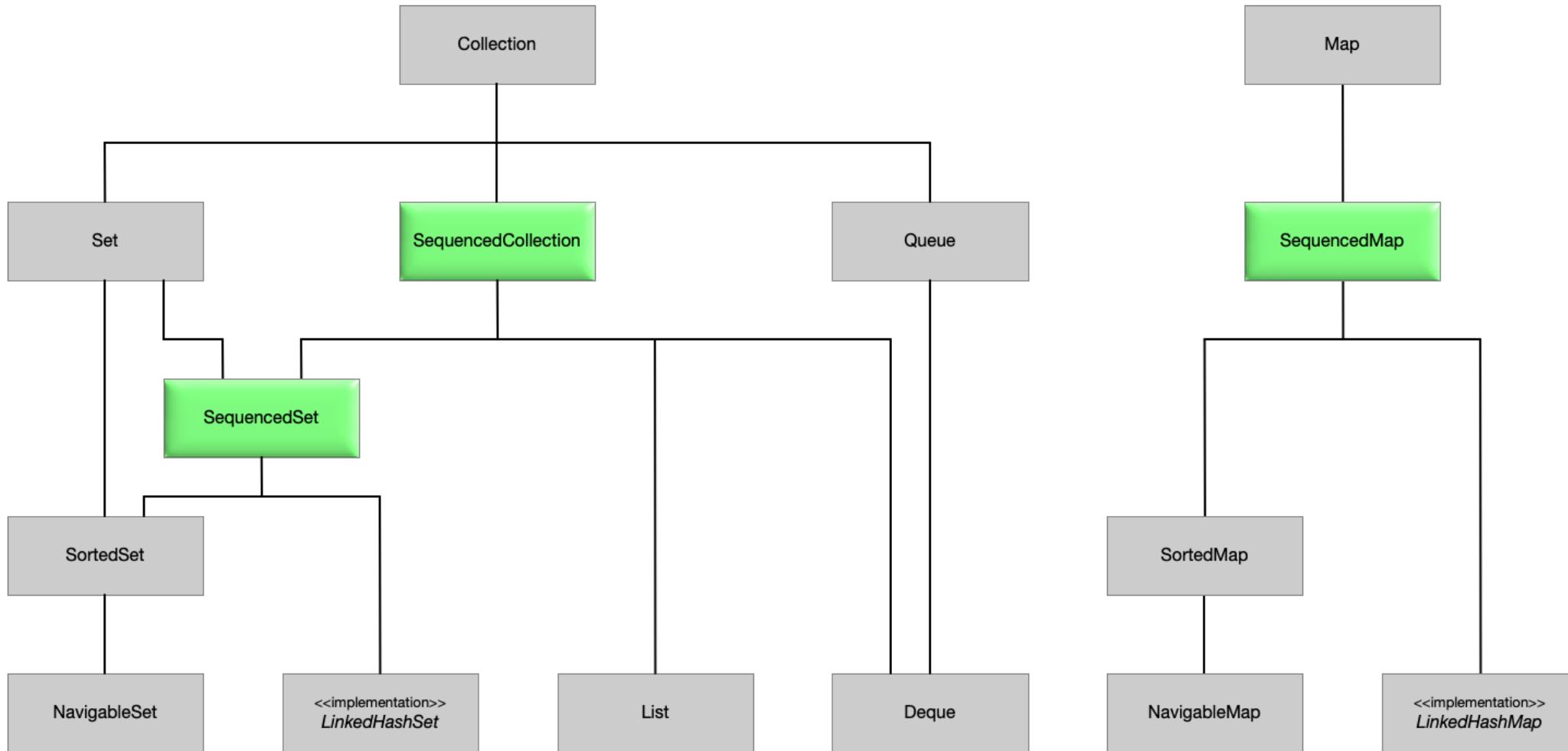
SequencedCollection defines the modifying methods:

- addFirst(E) – inserts an element at the beginning
- addLast(E) – appends an element to the end
- removeFirst() – removes the first element and returns it
- removeLast() – removes the last element and returns it

For immutable collections, all four methods throw an UnsupportedOperationException.

- Darüber hinaus bieten diese "Sequenced Collections" Methoden zum Hinzufügen, Ändern oder Löschen von Elementen am Anfang oder Ende der Collection.
- Außerdem ermöglichen sie die Verarbeitung der Elemente in umgekehrter Reihenfolge.

Sequenced Collections – Integration in bestehende Typenhierarchie



Sequenced Collections – Die Magie dahinter ... Default Methods



```
public interface SequencedCollection<E> extends Collection<E>
{
    SequencedCollection<E> reversed();

    default void addFirst(E e) {
        throw new UnsupportedOperationException();
    }

    default void addLast(E e) {
        throw new UnsupportedOperationException();
    }

    default E getFirst() {
        return this.iterator().next();
    }

    default E getLast() {
        return this.reversed().iterator().next();
    }

    ...
}

...
}

default E removeFirst() {
    var it = this.iterator();
    E e = it.next();
    it.remove();
    return e;
}

default E removeLast() {
    var it = this.reversed().iterator();
    E e = it.next();
    it.remove();
    return e;
}
```

Sequenced Collections – Sets und Maps



```
interface SequencedSet<E> extends Set<E>, SequencedCollection<E> {  
    SequencedSet<E> reversed();      // covariant override  
}
```

```
interface SequencedMap<K, V> extends Map<K, V> {  
    // new methods  
    SequencedMap<K, V> reversed();  
    SequencedSet<K> sequencedKeySet();  
    SequencedCollection<V> sequencedValues();  
    SequencedSet<Entry<K, V>> sequencedEntrySet();  
    V putFirst(K, V);  
    V putLast(K, V);  
    // methods promoted from NavigableMap  
    Entry<K, V> firstEntry();  
    Entry<K, V> lastEntry();  
    Entry<K, V> pollFirstEntry();  
    Entry<K, V> pollLastEntry();  
}
```

SequencedMap API does not fit that well. It uses NavigableMap as a base, so instead of `getFirstEntry()` it offers `firstEntry()`, and instead of `removeLastEntry()` it defines `pollLastEntry()`. As mentioned these names are not according to SequencedCollection. But trying to do this would have caused NavigableMap to get four new methods that do the same thing as four other methods it already has.

Sequenced Collection – In Aktion



```
public static void sequencedCollectionExample() {  
    System.out.println("Processing letterSequence with list");  
    SequencedCollection<String> letterSequence = List.of("A", "B", "C", "D", "E");  
    System.out.println(letterSequence.getFirst() + " / " +  
                       letterSequence.getLast());  
  
    System.out.println("Processing letterSequence in reverse order");  
    SequencedCollection<String> reversed = letterSequence.reversed();  
    reversed.forEach(System.out::print);  
    System.out.println();  
    System.out.println("reverse order stream skip 3");  
    reversed.stream().skip(3).forEach(System.out::print);  
    System.out.println();  
    System.out.println(reversed.getFirst() +  
                       " / " +  
                       reversed.getLast());  
    System.out.println();  
}
```

```
Processing letterSequence with list  
A / E  
Processing letterSequence in  
reverse order  
EDCBA  
reverse order stream skip 3  
BA  
E / A
```

Sequenced Collection – In Aktion



```
public static void sequencedSetExample() {  
    // Plain Sets do not have encounter order ... run multiple time to see variation  
    System.out.println("Processing set of letters A-D");  
    Set.of("A", "B", "C", "D").forEach(System.out::print);  
    System.out.println();  
    System.out.println("Processing set of letters A-I");  
    Set.of("A", "B", "C", "D", "E", "F", "G", "H", "I").forEach(System.out::print);  
    System.out.println();  
  
    // TreeSet has order  
    System.out.println("Processing letterSequence with tree set");  
    SequencedSet<String> sortedLetters = new TreeSet<>((Set.of("C", "B", "A", "D")));  
    System.out.println(sortedLetters.getFirst() + " / " + sortedLetters.getLast());  
    sortedLetters.reversed().forEach(System.out::print);  
    System.out.println();  
}
```

Processing set of letters A-D

DCBA

Processing set of letters A-I

IHFEDCBA

Processing letterSequence with tree set

A / D

DCBA



JEP 440: Record Patterns

<https://openjdk.org/jeps/440>



JEP 440: Record Patterns



- Basis für diesen JEP und seine Vorgänger JEP 405 und JEP 432 ist das Pattern Matching für instanceof aus Java 16:

```
record Point(int x, int y) {}
```

```
static void printCoordinateInfo(Object obj)
{
    if (obj instanceof Point point)
    {
        int x = point.x();
        int y = point.y();

        System.out.println("x: %d, y: %d, sum: %d".formatted(x, y, x + y));
    }
}
```

- Zwar ist das oftmals schon praktisch, aber man muss noch teilweise umständlich auf die einzelnen Bestandteile zugreifen.



- Ziel ist es, Records deklarativ in ihre Bestandteile zerlegen und auf diese zugreifen zu können.

```
static void printCoordinateInfo(Object obj)
{
    if (obj instanceof Point point)
    {
        int x = point.x();
        int y = point.y();
        System.out.println("x: %d, y: %d, sum: %d".formatted(x, y, x + y));
    }
}
```

- =>

```
static void printCoordinateInfoNew(Object obj)
{
    if (obj instanceof Point(int x, int y))
        System.out.println("x: %d, y: %d, sum: %d".formatted(x, y, x + y));
}
```



- Record Patterns können auch verschachtelt werden, um eine deklarative, leistungsfähige und kombinierbare Form der Datennavigation und -verarbeitung zu ermöglichen.

```
record Point(int x, int y) {}

enum Color { RED, GREEN, BLUE }
record ColoredPoint(Point point, Color color) {}
record Rectangle(ColoredPoint upperLeft, ColoredPoint lowerRight) {}

static void printColorOfUpperLeftPoint(Rectangle rect)
{
    if (rect instanceof Rectangle(ColoredPoint(point, color),
                                  ColoredPoint lowerRight))
    {
        System.out.println(color);
    }
}
```



DEMO & Hands on

Jep405_RecordPatternsExample.java

Jep405_InstanceofRecordMatchingAdvanced.java



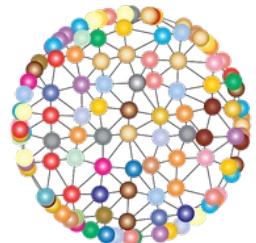
- Record Patterns können für Eleganz sorgen:

```
record Person(String name, int age, Boolean hasDrivingLicense) { }

boolean isAllowedToDrive(Object obj) {
    if (obj instanceof Person person) {
        return person.age() >= 18 && person.hasDrivingLicense();
    }
    return false;
}

boolean isAllowedToDrive(Object obj) {
    if (obj instanceof Person(String name, int age, Boolean hasDrivingLicense)) {
        return age >= 18 && hasDrivingLicense;
    }
    return false;
}
```

- Bitte aber immer auch gutes OO-Design im Hinterkopf haben!



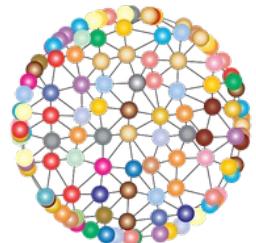
**Wie kann man das Ganze noch
eleganter gestalten?**



- Sauberes OO-Design würde die Methode im Record selbst definieren:

```
record Person(String name, int age, Boolean hasDrivingLicense) {  
    boolean isAllowedToDrive() {  
        return age(). >= 18 && hasDrivingLicense();  
    }  
}
```

In dem vorherigen Beispiel dient der Zugriff auf die Attribute lediglich dazu, das Pattern Matching zu illustrieren.



**Wo können Record Patterns
ihre Stärke ausspielen?**



- Nehmen wir einmal folgende Records als Datenmodell an:

```
record Person(String firstname, String lastname, LocalDate birthday) {  
}
```

```
record Phone(String areaCode, String number) {  
}
```

```
record City(String name, String country, String languageCode) {  
}
```

```
record FlightReservation(Person person,  
                         Phone phoneNumber,  
                         City origin,  
                         City destination) {  
}
```



- In Legacy-Code findet man tief verschachtelte Abfragen wie diese:

```
boolean checkAgeAndDestinationLanguageCorrectOld(Object obj)
{
    if (obj instanceof FlightReservation reservation)
    {
        if (reservation.person() != null)
        {
            Person person = reservation.person();
            LocalDate birthday = person.birthday();

            if (reservation.destination() != null) {
                City destination = reservation.destination();
                String languageCode = destination.languageCode();

                if (birthday != null && languageCode != null) {
                    long years = ChronoUnit.YEARS.between(birthday, LocalDate.now());
                    return years >= 18 && List.of("EN", "DE", "FR").contains(languageCode);
                }
            }
        }
    }
    return false;
}
```



- Mit verschachtelten Record Patterns schreiben wir die obige Verschachtelung der ifs elegant und viel verständlicher wie folgt:

```
boolean checkAgeAndDestinationLanguageCorrectNew(Object obj)
{
    if (obj instanceof FlightReservation(
        Person(String firstname, String lastname, LocalDate birthday),
        Phone phoneNumber, City origin,
        City(String name, String country, String languageCode)))
    {
        if (birthday != null && languageCode != null)
        {
            long years = ChronoUnit.YEARS.between(birthday, LocalDate.now());
            return years >= 18 &&
                List.of("EN", "DE", "FR").contains(languageCode);
        }
    }
    return false;
}
```

JEP 405/440: Record Patterns



```
boolean checkAgeAndDestinationLanguageCorrectNew(Object obj)
{
    if (obj instanceof FlightReservation(
        Person(String firstname, String lastname, LocalDate birthday),
        Phone phoneNumber, City origin,
        City(String name, String country, String languageCode)))
    {
        if (birthday != null && languageCode != null)
        {
            long years = ChronoUnit.YEARS.between(birthday, LocalDate.now());
            return years >= 18 &&
                List.of("EN", "DE", "FR").contains(languageCode);
        }
    }
    return false;
}
```

- **Die Prüfung mit instanceof schlägt automatisch fehl, falls eine der Record-Komponenten null ist, also hier Person oder City (destination).**
- **Lediglich die Attribute werden so nicht abgesichert und sind ggf. auf null zu prüfen.**
- **Wenn man sich jedoch den guten Stil angewöhnt, null als Wert von Parametern bei Aufrufen zu vermeiden, kann man sogar darauf verzichten.**



DEMO & Hands on

Jep405_FlighReservationExample.java



Insgesamt bot Java 19 die folgenden drei Möglichkeiten, Pattern Matching für Records durchzuführen:

- 1) Pattern Matching – Zugriff über Variable und Methoden
- 2) Record Pattern – Dekomposition in Einzelbestandteile
- 3) Named Record Pattern – Kombination aus 1) und 2)

```
record StringIntPair(String name, int value) {}

Object obj = new StringIntPair("Michael", 52);

// 1. Pattern Matching
if (obj instanceof StringIntPair pair) {
    System.out.println("object is a StringIntPair, name = " +
                       pair.name() + ", value = " + pair.value());
}

// 2. Record Pattern
if (obj instanceof StringIntPair(String name, int value)) {
    System.out.println("object is a StringIntPair, " +
                       "name = " + name + ", value = " + value);
}

// 3. Named Record Pattern
if (obj instanceof StringIntPair(String name, int value) pair) {
    System.out.println("object is a StringIntPair, name = " +
                       pair.name() + ", value = " + pair.value() +
                       "// name = " + name + ", value = " + value);
}
```

Java 20



- Keine Unterstützung für Named Record Patterns mehr

```
if (obj instanceof Person(var firstname, var lastname,  
                         var dateOfBirth, var eyeColor) person)
```

- Warum? Diese Schreibweise führt zu der «Inkonsistenz» / Doppeldeutigkeit, dass man über mehrere Wege auf die Variablen zugreifen kann, etwa auf den Vornamen wie folgt:

- `person.firstname()` – mit der benannten Variable und der Accessor-Methode
- `firstname` – auf Basis der Dekonstruktion

- Für mehr Stringenz ist dies mit Java 20 nicht mehr erlaubt und führt zu einem Kompilierfehler. Es wird nur noch folgende syntaktisch klarere Variante unterstützt:

```
if (obj instanceof Person(var firstname, var lastname,  
                         var dateOfBirth, var eyeColor))
```



JEP 441: Pattern Matching bei switch

<https://openjdk.org/jeps/441>



JEP 441: Pattern Matching bei switch



- JEP 441 und seine Vorgänger JEP 420, JEP 427 und JEP 433 führen zu Änderungen bei der Auswertung der case innerhalb switch beim Kompilieren
 - zum einen ändert sich die sogenannte Dominanzprüfung,
 - zum anderen wurde die Vollständigkeitsanalyse korrigiert.
- sowie in der Syntax bei der Angabe von Bedingungen mit when statt &&
- die Unterstützung von Record Patterns
- ein paar Besonderheiten
 - kein Support mehr für Klammerungen um Record Patterns:
`(if (obj instanceof (String s)))`
 - Support für qualifizierte Enum-Zugriffe



- **Problemfeld:** Es können mehrere Patterns auf eine Eingabe matchen.

```
public static void main(String[] args) {
    multiMatch("Python");
    multiMatch(null);
}

static void multiMatch(Object obj) {
    switch (obj) {
        case null -> System.out.println("null");
        case String s when s.length() > 5 -> System.out.println(s.toUpperCase());
        case String s
        case Integer i
        default -> {}
    }
}
```

- Dasjenige, das «am allgemeingültigsten» passt, wird dominierendes Pattern genannt.
- Im Beispiel dominiert das kürzere Pattern `String s` das längere davor angegebene.



- Problematisch wird das Ganze, wenn die Reihenfolge der Patterns vertauscht wird:

```
static void dominanceExample(Object obj) {  
    switch (obj) {  
        case null -> System.out.println("null");  
        case String str -> System.out.println(str.toLowerCase());  
        case String str when str.length() > 5 -> System.out.println(str.strip());  
        case Integer i -> System.out.println(i);  
        default -> {  
    }  
}
```

A screenshot of an IDE showing the Java code above. A tooltip is displayed over the third case label 'case String str when str.length() > 5 ->'. The tooltip contains the text 'This case label is dominated by one of the preceding case labels' with a red 'X' icon, and 'Press 'F2' for focus' at the bottom right.

- Die Dominanzprüfung deckt das Problem auf und führt seit Java 18 und «älterem» Java 17.0.6 zu einem Kompilierfehler, da das zweite case de facto unreachable code ist.
- Mit den ersten Java 17-Versionen gab das noch keinen Fehler!



- Probleme mit Konstanten (wurde mit Java 17 nicht entdeckt)

```
// Fehler im Eclipse-Compiler bei Dominance-Check, unreachable wird nicht erkannt
no usages

static void dominanceExampleWithConstant(Object obj) {
    switch (obj.toString()) {
        case String str when str.length() > 5 -> System.out.println(str.strip());
        case "Sophie" -> System.out.println("My lovely daughter");
        default -> Switch label '"Sophie"' is unreachable ...
    }
}
```

A tooltip box appears over the 'default' branch of the switch statement, containing the message 'Switch label '"Sophie"' is unreachable' followed by a colon and three dots. Below the message are two buttons: 'Remove switch branch'"Sophie"' and 'More actions...'. A screenshot of the Eclipse IDE interface shows the code in a editor window.

- Korrektur, sodass das speziellste Pattern ganz oben ist:

```
switch (obj.toString()) {
    case "Sophie" -> System.out.println("My lovely daughter");
    case String str when str.length() > 5 -> System.out.println(str.strip());
```



- Betrachten wir ein Beispiel zur Abfrage verschiedener Spezialfälle eines Integer:

- zunächst einige fixe Werte,
- dann den positiven Wertebereich und
- danach den verbliebenen Rest:

```
Integer value = calcValue();

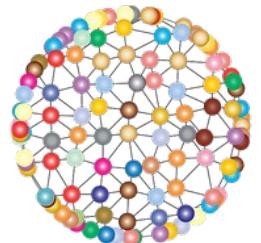
switch (value) {
    case -1, 0, 1 -> System.out.println("Handle special cases -1, 0 or 1");
    case Integer i when i >= 1 ->
        System.out.println("Handle positive integer cases i > 1");
    case Integer i -> System.out.println("Handle all the remaining integers");
}
```

JEP 441: Pattern Matching bei switch: Dominanzprüfung



```
Integer value = calcValue();
switch (value) {
    case Integer i when i >= 1 -> System.out.println("Handle positive integer cases i > 1");
    case -1, 0, 1 -> System.out.println("Handle special cases -1, 0 or 1");
    case Integer i: Switch label '1' is unreachable
}
    : ining integers"
Remove switch label '1' ↕ More actions... ↕
```

```
Integer value = calcValue();
switch (value) {
    case Integer i -> System.out.println("Handle all the remaining integers");
    case Integer i when i >= 1 -> System.out.println("Handle positive integer cases i > 1");
    case -1, 0, 1 -> System.out.println("Handle special cases -1, 0 or 1");
}
    : Label is dominated by a preceding case label 'Integer i'
    Move switch branch '1' before 'Integer i' ↕ More actions... ↕
```



**Was gilt es bei der
Dominanzprüfung zu beachten?**

JEP 441: Pattern Matching bei switch – Spezialfälle I



```
static void testTriangleAndString(Object obj)
{
    switch (obj)
    {
        case Triangle t when t.calculateArea() > 7000 ->
            System.out.println("Large triangle");
        case String str when str.startsWith("INFO") && str.contains("SPECIAL") ->
            System.out.println("a very special info");
        case String str when str.startsWith("INFO") ->
            System.out.println("just an info");
        // not detected ...
        case String str when str.startsWith("INFO") && str.contains("SPECIAL") ->
            System.out.println("a very special info"); DUPLIKATE IN DER ABFRAGE
        default ->
            System.out.println("Something else: " + obj);
    }
}
```

JEP 441: Pattern Matching bei switch – Spezialfälle II



```
static void testTriangleAndString(Object obj)
{
    switch (obj)
    {
        case Triangle t when t.calculateArea() > 7000 ->
            System.out.println("Large triangle");
        // case String str && str.startsWith("INFO") && str.contains("SPECIAL") ->
        //     System.out.println("a very special info");
        case String str when str.startsWith("INFO") ->
            System.out.println("just an info");
        // not detected ...
        case String str when str.startsWith("INFO") && str.contains("SPECIAL") ->
            System.out.println("a very special info");
        default ->
            System.out.println("Something else: " + obj);
    }
}
```

SPEZIALFALL IN DER ABFRAGE
=> DOMINANZ



- **Vollständigkeitsanalyse = Prüfung, ob alle möglichen Pfade von den cases im switch abgedeckt werden**
- In früheren Java 17 Versionen kam es fälschlicherweise zu der Fehlermeldung «switch statement does not cover all possible input values»

```
static void performAction(BaseOp op) {  
    switch (op) {  
        case Add a -> System.out.println(a);  
        case Sub s -> System.out.println(s);  
        // default -> System.out.println("FALLBACK")  
    }  
}
```



- Mit Java 17.0.6 ist das nicht mehr der Fall und der Fix wurde dort nachgezogen (Backport).

JEP 441: Pattern Matching bei switch: Vollständigkeitsanalyse



- Java 18 bringt einen Bug Fix im Bereich der Vollständigkeitsanalyse, sodass folgender Sourcecode ohne Fehler kompiliert:

```
static sealed abstract class BaseOp permits Add, Sub {  
}  
  
static final class Add extends BaseOp {  
}  
  
static final class Sub extends BaseOp {  
}  
  
static void performAction(BaseOp op) {  
    switch (op) {  
        case Add a -> System.out.println(a);  
        case Sub s -> System.out.println(s);  
    }  
}
```



DEMO & Hands on

`SwitchMultiPatternExample.java`
`SwitchSpecialCasesExample.java`
`SwitchDominanceExample.java`
`SwitchCompletenessExample.java`

JEP 441: Pattern Matching bei switch mit Record Patterns



```
record Pos3D(int x, int y, int z) { }

enum RgbColor {RED, GREEN, BLUE}

static void recordPatternsAndMatching(Object obj) {
    switch (obj) {
        case RgbColor color when color == RgbColor.RED ->
            System.out.println("RED WARNING");

        case Pos3D pos when pos.z() == 0 ->
            System.out.println("Record: " + pos);

        case Pos3D(int x, int y, int z) when y > 0 ->
            System.out.println("Record decomposed: " + x + ", " + y + ", " + z);

        default -> System.out.println("Something else");
    }
}
```

JEP 441: Pattern Matching bei switch: Typinferenz mit Patterns



- Mit Java 19 musste man beim Pattern Matching noch die Typen in <> angeben:

```
record MyPair<T1, T2>(T1 first, T2 second) { }

static void recordInferenceJdk19(MyPair<String, Integer> pair)
{
    switch (pair) {
        case MyPair<String, Integer>(String text, var count)
            when text.contains("Michael") ->
                System.out.println(text + " is " + count + " years old");
        case MyPair<String, Integer>(String text, Integer count)
            when count > 5 && count < 10 ->
                System.out.println("repeated " + text.repeat(count));
        case MyPair<String, Integer>(var text, var count) ->
            System.out.println(text + count);
        default -> System.out.println("NOT HANDLED");
    }
}
```

JEP 441: Pattern Matching bei switch: Typinferenz mit Patterns



- Analog zu der Änderung bei instanceof kann man mit Java 20 auch in switch auf die konkreten Typangaben für generische Record Patterns verzichten (nur ab JDK 20.0.1*)

```
static void recordInferenceJdk20(MyPair<String, Integer> pair)
{
    switch (pair)
    {
        // var geht hier nicht, wenn man auf die typspezifischen
        // Methoden zugreifen möchte
        case MyPair(String text, var count) when text.contains("Michael") ->
            System.out.println(text + " is " + count + " years old");
        case MyPair(String text, Integer count) when count > 5 && count < 10 ->
            System.out.println("repeated " + text.repeat(count));
        case MyPair(var text, var count) -> System.out.println(text + count);
        default -> System.out.println("NOT HANDLED");
    }
}
```

JEP 441: Pattern Matching bei switch: Typinferenz mit Patterns



- Mit Java 21 wurde auch noch die Typinferenz verbessert und man kann auch in der Typangabe var verwenden:

```
static void recordInferenceJdk21(MyPair<String, Integer> pair)
{
    switch (pair)
    {
        case MyPair(var text, var count) when text.contains("Michael") ->
            System.out.println(text + " is " + count + " years old");
        case MyPair(var text, var count) when count > 5 && count < 10 ->
            System.out.println("repeated " + text.repeat(count));
        case MyPair(var text, var count) -> System.out.println(text + count);
        default -> System.out.println("NOT HANDLED");
    }
}
```



DEMO & Hands on

SwitchRecordPatternsExample.java
SwitchTypeInferenceExample.java



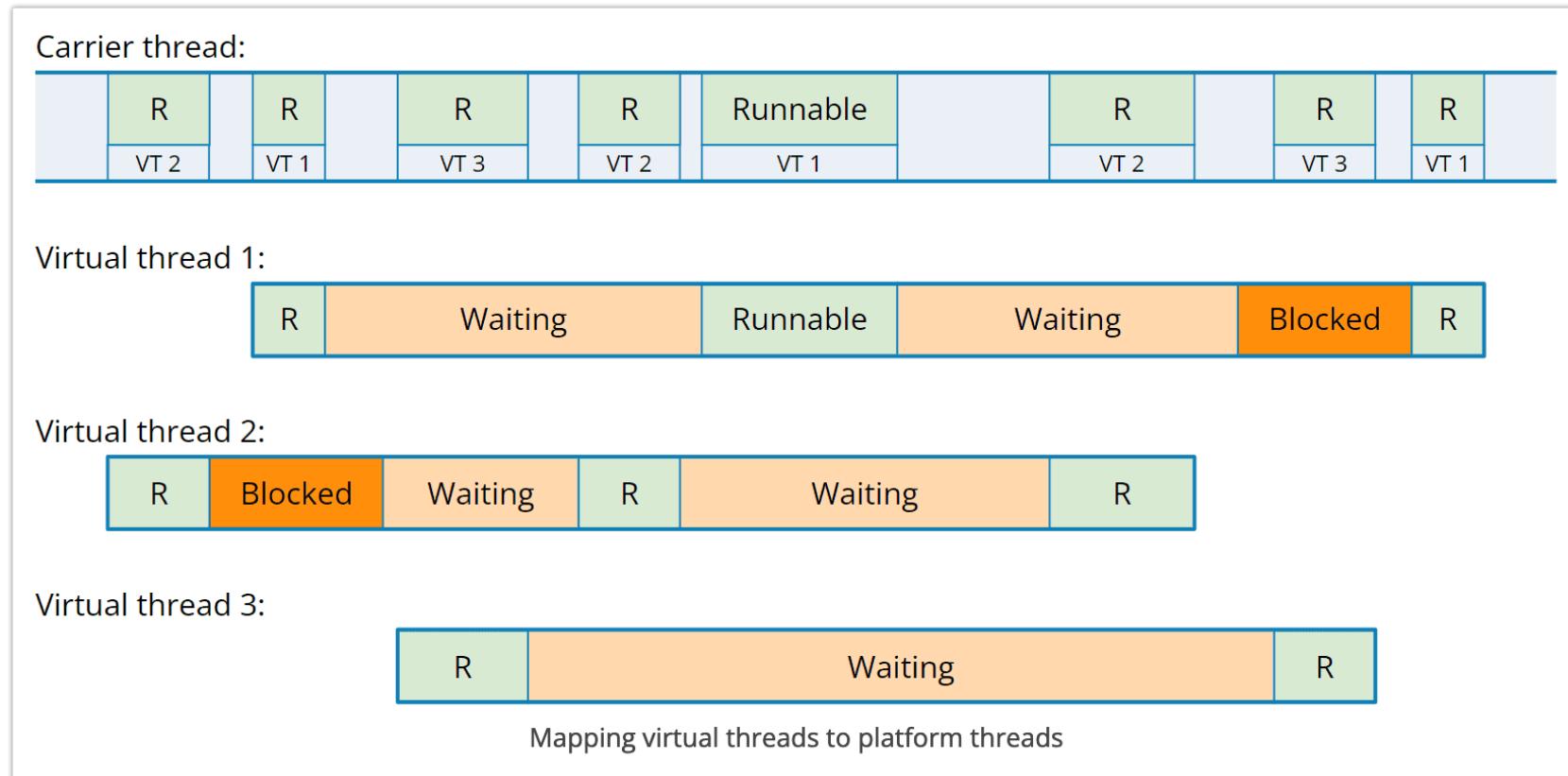
JEP 444: Virtual Threads

<https://openjdk.org/jeps/444>





- Dieser JEP führt das Konzept leichtgewichtiger virtueller Threads ein.
- Virtuelle Threads «fühlen» sich wie normale Threads an, sind auch vom Typ `java.lang.Thread`, werden aber nicht 1:1 auf Betriebssystem-Threads abgebildet.





- Bereits bekannt: Die **leichtgewichtigen virtuellen Threads werden nicht direkt auf Threads des Betriebssystems abgebildet**.
- Besser noch: Bereits vorhandener Code, der das bisherige Thread-API verwendet, lässt sich mit minimalen Änderungen auf **virtuelle Threads umstellen**.
- **Virtuelle Threads sind ideal für Anwendungen, die hohen Durchsatz erfordern und insbesondere wenn viele der parallelen Aufgaben viel Zeit mit Warten verbringen**.
- **Factory-Methoden wie `newVirtualThreadPerTaskExecutor()` steuern, ob virtuelle Threads oder Plattform-Threads (z.B. mit `Executors.newCachedThreadPool()`) verwendet werden sollen**.

JEP 444: Virtual Threads



```
public static void main(String[] args)
{
    System.out.println("Start");

    try (var executor = Executors.newVirtualThreadPerTaskExecutor())
    {
        for (int i = 0; i < 10_000; i++)
        {
            final int pos = i;
            executor.submit(() -> {
                Thread.sleep(Duration.ofSeconds(5));
                return pos;
            });
        }
    }
    // executor.close() is called implicitly,
    // and waits until all tasks are completed
    System.out.println("End");
}
```



- Virtuelle Threads erlauben im Bereich der Serverprogrammierung wieder mit jeweils einem separaten Thread pro Request zu arbeiten. Hilfreich weil in der Regel viele Client-Requests blockierendes I/O wie das Abrufen von Ressourcen durchführen.
- Was ist das Problem an blockierendem I/O? => miserable Serverauslastung

Concurrency Issues

Why is it bad to block?

```
Json request      = buildContractRequest(id);
String contractJson = contractServer.getContract(request);
Contract contract  = Json.unmarshal(contractJson);
```





- Performance-Vergleich in Tausenderschritten für Plattform- und virtuelle Threads
- Die Threads warten jeweils eine Sekunde, um den Zugriff auf eine externe Schnittstelle zu simulieren. Am Ende wird die Gesamtzeit gemessen.

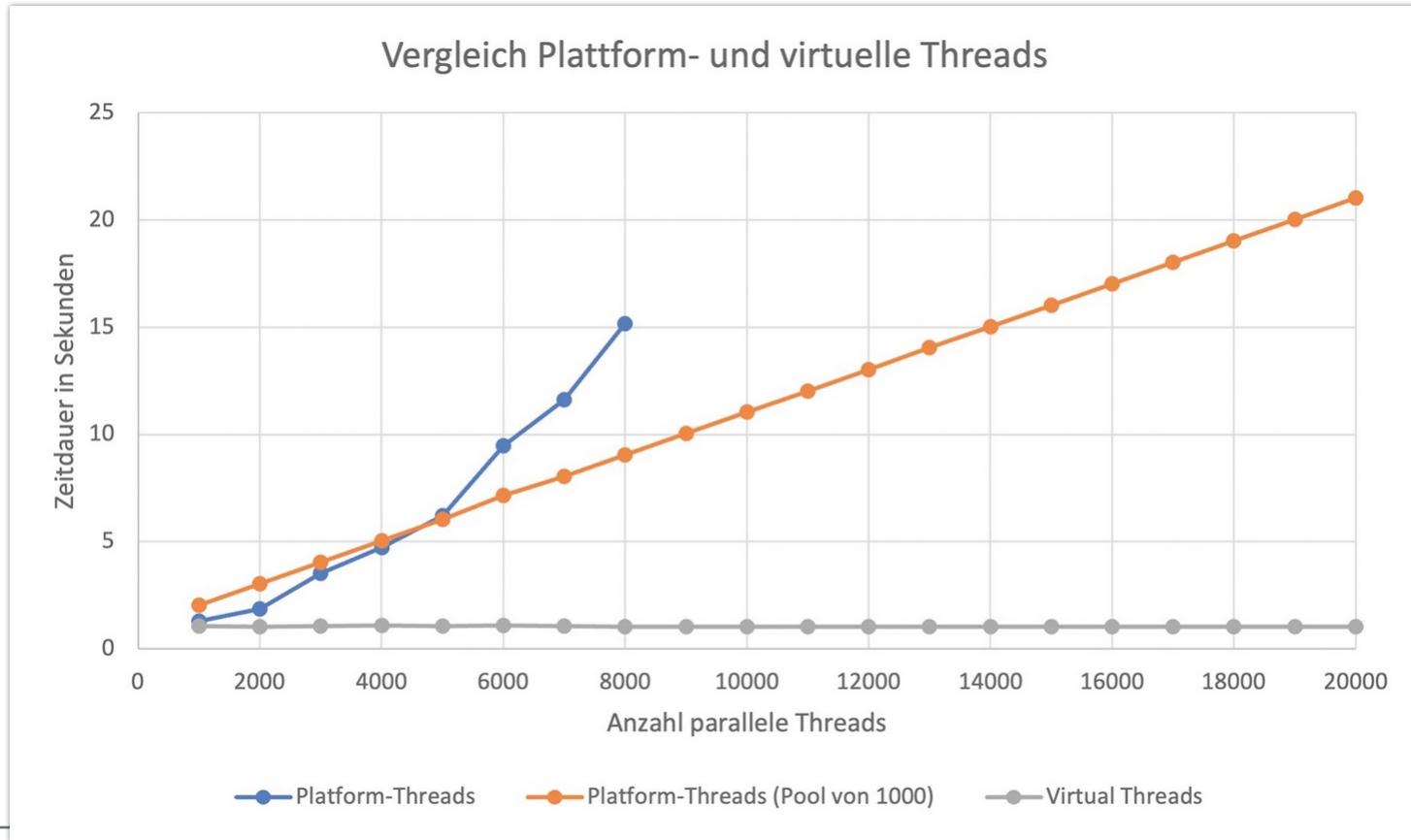
```
private static void submit1000Threads(ExecutorService executor) {  
    for (int i = 0; i < 1_000; i++) {  
        final int pos = i;  
        executor.submit(() -> {  
            Thread.sleep(Duration.ofSeconds(5));  
            return pos;  
        });  
    }  
}
```

- Mehrere Durchläufe für 10k, 20k, ..., 50k

```
for (int i = 0; i < 10 * factor; i++) {  
    submit1000Threads(executor);  
}
```



- **Performance-Vergleich in Tausenderschritten für Plattform- und virtuelle Threads**
- **Die Threads warten jeweils eine Sekunde, um den Zugriff auf eine externe Schnittstelle zu simulieren. Am Ende wird die Gesamtzeit gemessen.**





DEMO & Hands on

PlatformThreads.java

VirtualThreads.java

VirtualThreadsPoolingExample.java



Übungen PART 3

<https://github.com/Michaeli71/Best-Of-Java-11-22>





Preview Features in Java 21

- JEP 430: String Templates (Preview)
 - JEP 443: Unnamed Patterns and Variables (Preview)
 - JEP 445: Unnamed Classes and Instance Main Methods (Preview)
 - JEP 453: Structured Concurrency (Preview)
-



JEP 430: String Templates (Preview)

<https://openjdk.org/jeps/430>



Stringkonkatenation



- Um Strings, die Texte und variable Bestandteile enthalten, zu verknüpfen, bietet Java verschiedene Varianten, angefangen von der einfachen Verkettung mit + bis hin zur formatierten Umwandlung.

```
String result = "Calculation: " + x + " plus " + y + " equals " + (x + y);  
System.out.println(result);
```

```
String resultSB = new StringBuilder().  
    append("Calculation: ").append(x).append(" plus ").  
    append(y).append(" equals ").append(x + y).toString();  
System.out.println(resultSB);
```

```
System.out.println(String.format("Calculation: %d plus %d equals %d", x, y,  
                                x + y));  
System.out.println("Calculation: %d plus %d equals %d".formatted(x, y, x + y));
```

```
var messageFormat = new MessageFormat(" Calculation: {0} plus {1} equals {2}");  
System.out.println(messageFormat.format(new Object[] { x, y, x + y }));
```

- Alle haben ihre besonderen Stärken und vor allem Schwächen

String Interpolation



- Als Alternative zur Stringkonkatenation existieren in vielen Programmiersprachen String-Interpolationen oder formulierte Strings als Text mit speziellen Platzhaltern:

- Python `f"Calculation: {x} + {y} = {x + y}"`
- Kotlin `"Calculation: $x + $y = ${x + y}"`
- Swift: `"Calculation: \(x) + \(y) = \(x + y)"`
- C# `$"Calculation: {x} + {y}= {x + y}"`

- String-Templates ergänzen die bisherigen Varianten um eine elegante Möglichkeit, Ausdrücke zu spezifizieren, die zur Laufzeit ausgewertet und entsprechend in den String integriert werden.

```
System.out.println(STR."Calculation: \{x} plus \{y} equals \{x + y}");
```

- STR ist ein sogenannter String-Prozessor, der in Kombination mit Platzhaltern, die als `\{varName}` angegeben sind, ein Resultat erzeugt und die Werte in den String einfügt.

String Templates



- **Beispiel aus alt mach neu**

```
System.out.println("color: " + color + " ==> " + num0fChars);
```

- =>

```
System.out.println(STR."color: \{color} ==> \{num0fChars}");
```

- **Beispiel**

```
String firstName = "Michael";
String lastName = "Inden";
```

```
String firstLastName = STR."\{firstName} \{lastName}";
String lastFirstName = STR."\{lastName}, \{firstName}";
```

```
System.out.println(firstLastName);
System.out.println(lastFirstName);
```

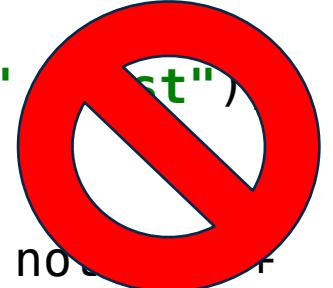
Michael Inden
Inden, Michael

String Templates



- **Beispiel 2: Achtung, beim Splitten von Templates!!!**

```
Path filePath = Path.of("example.txt");
String infoOld = "The file " + filePath + " " +
    (filePath.toFile().exists() ? "does" : "does not") + " exist";
String infoNew = STR."The file \{filePath} " +
    STR."\{filePath.toFile().exists() ? "does " : "does not" + "exist";
```

A large red circular icon with a diagonal slash through it, indicating prohibition or a warning.

- **Macht das hier wirklich Sinn? Oder sollte man die Auswertung in beiden Fällen nicht separat machen?**

```
String existInfo = filePath.toFile().exists() ? "does" : "does not";
String infoOldV2 = "The file " + filePath + " " + existInfo + " exist";
String infoNewV2 = STR."The file \{filePath} \{existInfo} exist";
```

String Templates und Text Blocks



- **Beispiel**

```
int statusCode = 201;
var msg = "CREATED";

String json = STR.=====
{
    "statusCode": \{statusCode},
    "msg": "\{msg}"
}=====;
System.out.println(json);
```

```
{
    "statusCode": 201,
    "msg": "CREATED"
}
```

String Templates und Text Blocks



```
String title = "My First Web Page";
String text = "My Hobbies:";
var hobbies = List.of("Cycling", "Hiking",
"Shopping");
String html = STR. """
<html>
  <head><title>\{title}</title>
  </head>
  <body>
    <p>\{text}</p>
    <ul>
      <li>\{hobbies.get(0)}</li>
      <li>\{hobbies.get(1)}</li>
      <li>\{hobbies.get(2)}</li>
    </ul>
  </body>
</html>""";
System.out.println(html);
```

```
<html>
  <head><title>My First Web Page</title>
  </head>
  <body>
    <p>My Hobbies:</p>
    <ul>
      <li>Cycling</li>
      <li>Hiking</li>
      <li>Shopping</li>
    </ul>
  </body>
</html>
```

A screenshot of a web browser window showing the generated HTML output. The browser interface includes a tab bar with three colored dots (red, yellow, green), a search bar with 'localhost', and navigation buttons. The main content area displays the generated HTML code and its rendered output.

My Hobbies:

- Cycling
- Hiking
- Shopping

String Templates – Berechnungen



```
int x = 10, y = 20;  
String calculation = STR."\{x} + \{y} = \{x + y}";  
System.out.println(calculation);
```

- => 10 + 20 = 30

```
int index = 0;  
String modifiedIndex = STR."\{index++}, \{index++}, \{index++}, \{index++}";  
System.out.println(modifiedIndex);
```

- => 0, 1, 2, 3

```
String currentTime = STR."Current time: \{  
    DateTimeFormatter.ofPattern("HH:mm").format(LocalTime.now())}\>";  
System.out.println(currentTime);
```

- => Current time: 14:42

String Templates – nicht immer die beste Wahl ...



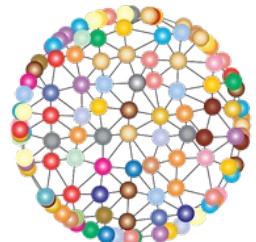
```
var sophiesBirthday = LocalDateTime.parse("2020-11-23T09:02");

var infoSophie = STR."Sophie was born on \{
    DateTimeFormatter.ofPattern("dd.MM.yyyy").format(sophiesBirthday)} at \{
    DateTimeFormatter.ofPattern("HH:mm").format(sophiesBirthday)}";
System.out.println(infoSophie);

System.out.println("Sophie was born on %s at %s".formatted(
    DateTimeFormatter.ofPattern("dd.MM.yyyy").format(sophiesBirthday),
    DateTimeFormatter.ofPattern("HH:mm").format(sophiesBirthday)));


• =>
```

```
Sophie was born on 23.11.2020 at 09:02
Sophie was born on 23.11.2020 at 09:02
```



**String Templates sind ja schon
ganz nett, aber wo spielen sie
ihre Vorteile wirklich aus?**

String Templates – In der Praxis ... Ein Blick zurück



- Generierung einer mehrzeiligen Bestellbestätigung, die vordefinierte Textbausteine mit den Angaben aus den Parametern kombiniert und für die Produktinformationen eine Methode `getProductFor()` aufruft:

```
private static void printOrderConfirmationOldStyle(long orderId, long productId,
                                                int quantity, LocalDate orderDate)
{
    System.out.println("Your order id is " + orderId + "\n" +
                       "On " + orderDate + " you ordered\n" +
                       "product '" + getProductFor(productId) + "'\n" +
                       "quantity " + quantity);
}
```

- Konkatenation kann man noch einigermaßen gut nachvollziehen, allerdings sind die Kombinationen aus Anführungszeichen und + sowie Zeilentrennern "\n" eher unübersichtlich
- Beim Aufbereiten schleichen sich schnell kleinere Fehler wie vergessene Leerzeichen ein.
- Im besten Fall schwierig lesbar, im schlechtesten Fall drohen Inkonsistenzen und Verwirrung.
- Tendiert dazu, mit zunehmender Anzahl an Bestandteilen immer unübersichtlicher zu werden

String Templates – In der Praxis ... Ein Blick zurück



- Um die Lesbarkeit und Nachvollziehbarkeit zu erhöhen, könnte man statt der Stringkonkatenation mit + bevorzugt Text Blocks mit Platzhaltern in Kombination mit `formatted()` nutzen:

```
private static void printOrderConfirmationOldStyleV2(long orderId, long productId,
                                                    int quantity, LocalDate orderDate)
{
    System.out.println("""
        Your order id is %d
        On %tF you ordered
        product '%s'
        quantity %d""").formatted(orderId, orderDate,
                                    getProductName(productId), quantity));
}
```

- Ist deutlich übersichtlicher
- Art der Platzhalter nicht in jedem Fall gebräuchlich, %s und %d schon, aber %tF eher nicht
- Auch hier gilt, je mehr Platzhalter zu ersetzen sind, desto ungünstiger ist es mit der Zuordnung von Werten zu Platzhaltern.

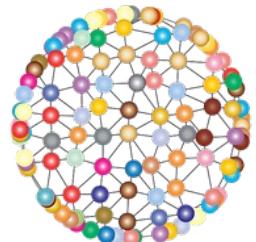
String Templates – In der Praxis ... Abhilfe



- Bei der Zusammenstellung der mehrzeiligen Bestellbestätigung profitiert man nun von Text Blocks und dass diese mit String Templates kombiniert werden können. Damit ergibt sich folgende Vereinfachung in der Implementierung:

```
private static void printOrderConfirmationNewStyle(int orderId, int productId,  
                                                int quantity, LocalDate orderDate)  
{  
    System.out.println(STR.|||||  
                        Your order id is \{orderId}\n                        On \{orderDate} you ordered  
                        product '\\" \{getProductFor(productId)}'\n                        quantity \{quantity}\\"|||||);  
}
```

- Ist etwas kürzer als zuvor und auch übersichtlicher
- Platzhalter lassen sich direkt erkennen und zuordnen
- Auch wenn mehr Platzhalter zu ersetzen sind, bleibt die Übersichtlichkeit erhalten



**Was kann man sonst noch so mit
String Templates machen?**

String Templates – Alternative String Processors



```
private static void alternativeStringProcessors() {      import static java.lang.StringTemplate.STR;
    int x = 47;                                         import static java.util.FormatProcessor.FMT;
    int y = 11;                                         String calculation1 = FMT.%6d\{x} + %6d\{y} = %6d\{x + y}";
    System.out.println("fmt calculation 1: " +calculation1);

    float base = 3.0f;
    float addon = 0.1415f;

    String calculation2 = FMT.%2.4f\{base} + %2.4f\{addon} = %2.4f\{base + addon}";
    System.out.println("fmt calculation 2 " + calculation2);

    String calculation3 = FMT.Math.PI * 1.000 = %4.6f\{Math.PI * 1000}";
    System.out.println("fmt calculation 3 " + calculation3);
}
```

```
fmt calculation 1: 47 + 11 = 58
fmt calculation 2: 3.0000 + 0.1415 = 3.1415
fmt calculation 3: Math.PI * 1.000 = 3141.592654
```

String Templates – Eigene String Processors



```
String name = "Michael";
int age = 53;
System.out.println(STR."Hello \{name}. You are \{age} years old.");

var myProc = new MyProcessor();
System.out.println(myProc."Hello \{name}. You are \{age} years old.");
```

Hello Michael. You are 53 years old.

```
-- process() --
info fragments:[Hello , . You are ,  years old.]
info values: [Michael, 53]
info interpolate: Hello Michael. You are 52 years old.
```

Hello >>Michael<<. You are >>52<< years old.

String Templates – Eigene String Processors



```
static class MyProcessor implements StringTemplate.Processor<String,  
                           IllegalArgumentException> {  
  
    @Override  
    public String process(StringTemplate stringTemplate)  
        throws IllegalArgumentException {  
        System.out.println("\n-- process() --");  
        System.out.println("info fragments: " + stringTemplate.fragments());  
        System.out.println("info values: " + stringTemplate.values());  
        System.out.println("info interpolate: " + stringTemplate.interpolate());  
        System.out.println();  
  
        var adjustedValues = stringTemplate.values().stream()  
            .map(str -> ">>" + str + "<<").  
            .toList();  
  
        return StringTemplate.interpolate(stringTemplate.fragments(),  
                                         adjustedValues);  
    }  
}
```



DEMO & Hands on

JEP430_StringTemplates.java

JEP430_StringTemplates_FMT.java

JEP430_StringTemplates_Advanced.java

JEP430_StringTemplatesInPractise.java



JEP 443: Unnamed Patterns and Variables (Preview)

<https://openjdk.org/jeps/443>



JEP 443: Unnamed Patterns and Variables (Preview)



- Für alle, die die neuesten Java-Trends nicht verfolgen, hier eine kurze Rekapitulation
- Pattern Matching und Record Patterns haben sich in den letzten Java-Versionen massiv weiterentwickelt

```
Object obj = new Point(23, 11);

// Pattern Matching
if (obj instanceof Point point)
{
    int x = point.x();
    int y = point.y();
    System.out.println("x: " + x + " y: " + y + ", sum: " + (x + y));
}

// Record Pattern
if (obj instanceof Point(int x, int y))
{
    System.out.println("x: " + x + " y: " + y + ", sum: " + (x + y));
}
```

```
record Point(int x, int y) { }
enum Color { RED, GREEN, BLUE }
record ColoredPoint(Point point,
                     Color color) { }
```



- Was beobachten Sie bei der Verwendung von Record Patterns?

```
Point p3_4 = new Point(3, 4);
var cp = new ColoredPoint(p3_4, Color.GREEN);

if (cp instanceof ColoredPoint(Point point, Color color))
{
    System.out.println("x = " + point.x());
}

if (cp instanceof ColoredPoint(Point(int x, int y), Color color))
{
    System.out.println("x = " + x);
```

- Nur ein paar Bestandteile/Attribute im Record Pattern sind wirklich von Interesse!

JEP 443: Unnamed Patterns and Variables (Preview)



- Und was ist mit ähnlichen Situationen in "normalem" Java-Code?

```
BiFunction<String, String, String> doubleFirst =  
        (String str1, String str2) -> str1.repeat(2);
```

```
try  
{  
    Files.writeString(Path.of("UnnamedVars.txt"), "Underscore");  
}  
catch (IOException ex)  
{  
    // just some logging  
}
```

- Einige Variablen sind im nachfolgenden Code unbenutzt



- Dieses JEP befasst sich damit, dass verschiedene Elemente in einem Ausdruck oder einer Variablen durch ein einzelnes `_` ersetzt werden können. Ziel ist es, eine Record Pattern Komponente oder Variable als unbrauchbar zu markieren und den Compiler verhindern zu lassen, dass die Variable verwendet wird, weil sie nicht dafür gedacht ist.

```
try
{
    Files.writeString(Path.of("UnnamedVars.txt"), "Underscore");
}
catch (IOException _)
{
    // Java: Ab Release 21 ist nur das Unterstrichschlüsselwort "_" zulässig, um
    // unbekannte Muster, lokale Variablen, Ausnahmeparameter oder
    // Lambda-Parameter zu deklarieren
    //_.printStackTrace();
}
```

- Besonders erwähnenswert ist, dass eine mit `_` gekennzeichnete Variable weder gelesen noch geschrieben werden kann, wie es die im Kommentar implizierte Fehlermeldung zeigt.



- Es gibt die folgenden drei Varianten:
 1. **unnamed variable** – erlaubt die Verwendung von `_` zur Benennung oder Kennzeichnung nicht verwendeter Variablen
 2. **unnamed pattern variable** – erlaubt das Weglassen des Bezeichners, der normalerweise dem Typ (oder `var`) in einem Record Pattern folgen würde
 3. **unnamed pattern** – erlaubt es, den Typ und den Namen in einem Teil eines Record Patterns vollständig wegzulassen (und durch ein einzelnes `_` zu ersetzen)



- **Unnamed variable I**

```
BiFunction<String, String, String> doubleFirst =
    (String str1, String _) -> str1.repeat(2);
```

```
interface IntTriFunction
{
    int apply(int x, int y, int z);
}
```

```
IntTriFunction addFirstTwo = (int x, int y, int _) -> x + y;
```

```
IntTriFunction doubleSecond = (int _, int y, int _) -> y * 2;
```

- Interessanterweise können auch mehrere unbenannte Variablen im selben Scope verwendet werden, was (neben einfachen Lambdas) vor allem für Record Patterns und in switch von Interesse ist.

JEP 443: Unnamed Patterns and Variables (Preview)



- **Unnamed variable II**

```
try {
    Files.writeString(Path.of("UnnamedVars.txt"), "Underscore");
}
catch (IOException e)
{
    // just some logging
}
```

```
String userInput = "E605";
try {
    processInput(Integer.parseInt(userInput));
}
catch (NumberFormatException e)
{
    System.out.println("Expected number, but was: '" + userInput + "'");
}
```

JEP 443: Unnamed Patterns and Variables (Preview)



- Unnamed variable III – aber ein bisschen verrückt? Warum? Lassen Sie es uns noch einmal überdenken ...

```
int LIMIT = 1000;
int total = 0;
List<Order> orders = List.of(new Order("iPhone"),
                             new Order("Pizza"), new Order("Water"));

for (var _ : orders) {
    if (total < LIMIT) {
        total++;
    }
}
System.out.println("total: " + total);
```



- **Unnamed pattern variable I**

```
if (obj instanceof Point(int x, int y))  
{  
    System.out.println("x: " + x);  
}
```

- =>

```
if (obj instanceof Point(int x, int _))  
{  
    System.out.println("x: " + x);  
}
```

- **Das Gleiche gilt für case Point(int x, int _)**



- **Unnamed pattern variable II**

```
if (cp instanceof ColoredPoint(Point point, Color color))
{
    System.out.println("x = " + point.x());
}
```

- =>

```
if (cp instanceof ColoredPoint(Point point, Color _))
{
    System.out.println("x = " + point.x());
}
```

- **Das Gleiche gilt für case ColoredPoint(Point point, Color _)**



- **Unnamed pattern variable III**

```
if (cp instanceof ColoredPoint(Point(int x, int y), Color color))
{
    System.out.println("x = " + x);
}
```

- =>

```
if (cp instanceof ColoredPoint(Point(int x, var _), Color _))
{
    System.out.println("x: " + x);
}
```

- **Das Gleiche gilt für case.**

JEP 443: Unnamed Patterns and Variables (Preview)



- **Unnamed pattern**

```
if (cp instanceof ColoredPoint(Point(int x, int y), Color color))
{
    System.out.println("x = " + x);
}
```

- =>

```
if (cp instanceof ColoredPoint(Point(int x, _), _))
{
    System.out.println("x = " + x);
}
```

- **Das Gleiche gilt für case.**

instanceof _
instanceof _(int x, int y)





- **ÜBRIGENS**

Fehler: Beim Laden der Klasse preview.syntax.JEP443_UnnamedVarsAndPatterns ist ein LinkageError aufgetreten

java.lang.ClassFormatError: Illegal field name "" in class
preview/syntax/JEP443_UnnamedVarsAndPatterns



- **By the way ... das erfordert den Download von Java 21.0.1 ... oder eben 21.0.2, 21.0.3, ...**
- **Löst <https://bugs.openjdk.org/browse/JDK-8313323>**

x: 23 y: 11, sum: 34

x: 23 y: 11, sum: 34

x = 3

x = 3

Expected number, but was: 'E605'

...



JEP 445: Unnamed Classes and Instance Main Methods (Preview)

<https://openjdk.org/jeps/445>



JEP 445: Unnamed classes and instance main() method



- Vielleicht ist es auch bei Ihnen schon eine Weile her, dass Sie Java gelernt haben.
- Wenn Sie Programmieranfängern Java beibringen wollen, wissen Sie, wie schwierig der Einstieg ist.
- Aus der Sicht von Anfängern besitzt Java eine wirklich steile Lernkurve.
- Es fängt schon mit dem einfachsten Hello-World an.

```
package preview;

public class OldStyleHelloWorld {
    public static void main(String[] args) {
        System.out.println("Hello, World!");
    }
}
```

- Mit Python reduziert auf das Wesentliche:

```
print("Hello, World!")
```

Sie als Trainer weisen auf die folgenden Fakten für Anfänger hin:

1. Vergessen Sie package, public , class, static, void, etc. die sind momentan noch unwichtig ...
2. Schauen Sie sich nur die Zeile mit System.out.println() an
3. Oh ja, System.out ist eine Instanz einer Klasse, aber auch das ist jetzt nicht wichtig.

Ziemlich viele verwirrende Wörter und Konzepte, die von der eigentlichen Aufgabe ablenken.

JEP 445: Unnamed classes and instance main() method



- Dieses JEP soll den Einstieg in Java erleichtern und es für kleinere Experimente so komfortabel wie möglich machen, insbesondere in Kombination mit Direct Compilation.
- Das Ziel ist es, Java in Richtung eines **einfacheren Einstiegs** zu entwickeln.
- Dies war in der Vergangenheit nicht der Fall und man musste immer wieder verschiedene Konzepte wie Packages, Klassen, Arrays, Sichtbarkeit erklären, die eigentlich nur im Zusammenhang mit größeren Programmen wichtig und nützlich sind, aber Anfänger zunächst verwirren.
- Mit zunehmendem Wissen und wachsender Erfahrung können dann schrittweise fortgeschrittenere Konzepte wie Klassen, Sichtbarkeitskontrolle und statische Komponenten eingeführt werden.
- Den Spracharchitekten bei Oracle war es wichtig, dass kein eigener Java-Dialekt entsteht oder eine separate Toolchain benötigt wird.



Vereinfachung I: Instance main()

- Nun ist es erlaubt, die `main()`-Methode nicht `static` und nicht `public` sowie ohne Parameter zu definieren, was schon in weniger Boilerplate-Code resultiert und die Verständlichkeit verbessert:

```
package preview;

class InstanceMainMethod {
    void main() {
        System.out.println("Hello, World!");
    }
}
```

- Sogar das `package` und die Namensangabe können weggelassen werden:

```
class InstanceMainMethod {
    void main() {
        System.out.println("Hello, World!");
    }
}
```



Vereinfachung I: Instance main()

- Wie bisher können diese Klassen wie ein normales Java-Programm kompiliert und gestartet werden, wobei die direkte Komplilierung sogar mit der skriptbasierten Ausführung von Python vergleichbar ist:

```
$ java --enable-preview --source 21 src/main/java/preview/InstanceMainMethod.java  
Hello, World!
```

- Das bedeutet, dass Sie keine Sichtbarkeitsmodifikatoren oder statischen Elemente einführen müssen, um ein kleines Java-Programm zu schreiben. Außerdem ist es nicht notwendig, sich mit der Übergabe eines Parameters und dessen Array-Typ zu beschäftigen.
- Ein guter erster Schritt, aber es geht noch weiter und wird sowohl besser als auch kürzer



Vereinfachung II: Unnamed class

- Wenn eine Klasse nur einfache Methoden definiert, wie es hier der Fall ist, lässt sich mit der neuen Funktion der unbenannten Klassen sogar die Klassendefinition weglassen. Jetzt haben wir ein fast so kurzes Programm wie mit dem Einzeiler in Python:

```
void main() {  
    System.out.println("Hello, World!");  
}
```

- Die resultierende Unnamed Class hat (natürlich) keine Klassendefinition, kann aber Attribute und Methoden angeben. Außerdem wird sie automatisch in ein Unnamed Package eingeordnet.

- Ausführen mit (wenn der Dateiname SimplerHelloWorld.java lautet)

```
$ java --enable-preview --source 21 SimplerHelloWorld.java  
Hello, World!
```

JEP 445: Unnamed classes and instance main() method



- **PAST**

```
public class InstanceMainMethodOld {  
    public static void main(final String[] args) {  
        System.out.println("Hello, World!");  
    }  
}
```

- **PRESENT**

```
class InstanceMainMethod {  
    void main() {  
        System.out.println("Hello, World!");  
    }  
}
```

- **PRESENT OPTIMIZED**

```
void main() {  
    System.out.println("Hello World!");  
}
```



Weitere Möglichkeiten

```
String greeting = "Hello again!!";  
  
String enhancer(String input, int times)  
{  
    return " ---> " + input.repeat(times) + " <---";  
}  
  
void main()  
{  
    System.out.println("Hello World!");  
    System.out.println(greeting);  
    System.out.println(enhancer("Michael", 2));  
}  
  
$ java --enable-preview --source 21  
  src/main/java/preview/UnnamedClassesMoreFeatures.java  
Hello, World!  
Hello again!  
---> MichaelMichael <---
```



Fazit: Java auf dem Weg zur skriptbasierten Ausführung

- Diese neuen Funktionen erleichtern den Einstieg in Java erheblich.
- Außerdem kann der Aufwand auf ein Minimum reduziert werden, wenn man kleinere Tools erstellen möchte, die sich per Direct Compilation ohne vorheriges Kompilieren ausführen lassen.
- So profitieren nicht nur Anfänger, sondern auch alte Hasen, allerdings nur, wenn es um kleine Programme geht.

- Man kann sogar noch weiter gehen und möglicherweise `System.out.println()` als Vereinfachungspotenzial identifizieren, das sich allgemeiner auf Konsolenausgaben und -eingaben bezieht.
- Zumindest wird bei Oracle darüber nachgedacht. Dabei kann man etwas von Python mit den eingebauten Funktionen `print()` und `input()` lernen.



- Ausführungsreihenfolge -- Die mit diesem JEP implementierte Funktionalität vereinfacht vieles. Um die Ausführungsreihenfolge herauszufinden, wird folgender Ablauf befolgt:

1. static void main(String[] args)
2. static void main() ohne Parameter
3. void main(String[] args)
4. void main() ohne Parameter

- Mehrere Mains - raten Sie, welche ausgeführt wird😊

```
public class MultipleMains {  
    protected static void main() {  
        System.out.println("protected static void main()");  
    }  
  
    public void main(String[] args) {  
        System.out.println("public void main(String[] args)");  
    }  
}
```



JEP 453: Structured Concurrency (Preview)

<https://openjdk.org/jeps/453>





- Dieser JEP bringt die Structured Concurrency als Vereinfachung von Multithreading.
- Wenn eine Aufgabe aus mehreren Teilaufgaben besteht, die parallel verarbeitet werden können, ermöglicht Structured Concurrency, dies auf besonders lesbare und wartbare Weise umzusetzen.
- Betrachten wir das Ermitteln eines Users und dessen Bestellungen anhand einer User-ID:

```
static Response handleSynchronously(Long userId) throws InterruptedException {
    var user = findUser(userId);
    var orders = fetchOrders(userId);

    return new Response(user, orders);
}
```
- Beide Aktionen könnten parallel ablaufen.



- **Erster Versuch: Herkömmliche Umsetzung mit ExecutorService:**

```
static Response handleOldStyle(Long userId) throws ExecutionException,  
                                         InterruptedException  
{  
    var executorService = Executors.newCachedThreadPool();  
  
    var userFuture = executorService.submit(() -> findUser(userId));  
    var ordersFuture = executorService.submit(() -> fetchOrders(userId));  
  
    var user = userFuture.get();           // Join findUser  
    var orders = ordersFuture.get();      // Join fetchOrders  
  
    return new Response(user, orders);  
}
```

- **Wir übergeben die zwei Teilaufgaben an den Executor und warten auf die Teilergebnisse. Dieser Happy Path ist schnell implementiert.**



```
static Response handleOldStyle(Long userId) throws ExecutionException,  
                                         InterruptedException  
{  
    var executorService = Executors.newCachedThreadPool();  
  
    var userFuture = executorService.submit(() -> findUser(userId));  
    var ordersFuture = executorService.submit(() -> fetchOrders(userId));  
  
    var user = userFuture.get();           // Join findUser  
    var orders = ordersFuture.get();      // Join fetchOrders  
  
    return new Response(user, orders);  
}
```

- Weil die Teilaufgaben parallel ausgeführt werden, können sie unabhängig voneinander erfolgreich sein oder fehlschlagen. Dann kann das Handling recht kompliziert werden.
- Oftmals möchte man beispielsweise nicht, dass das zweite get() aufgerufen wird, wenn bereits bei der Abarbeitung der Methode findUser() eine Exception aufgetreten ist.



- Zur Erinnerung: Weil die Teilaufgaben parallel ausgeführt werden, können sie unabhängig voneinander erfolgreich sein oder fehlgeschlagen. Dann kann das Handling recht kompliziert werden.
- Generelle Fragestellung: Wie gehen wir mit Exceptions um?
 - Konkret, wenn in einer Teilaufgabe eine Exception auftritt, wie können wir die andere abbrechen?
 - Wie können wir die Abarbeitung der Teilaufgaben insgesamt stoppen, etwa, wenn wir die Ergebnisse nicht mehr benötigen?
- Mit einigen Tricks kann man das erreichen, der Sourcecode wird dann jedoch komplex, enthält diverse Abfragen und wird insgesamt schwierig zu verstehen und zu warten.



- Umsetzung mit Structurd Concurrency in Form der Klasse StructuredTaskScope:

```
static Response handle(Long userId) throws ExecutionException,  
                                         InterruptedException  
{  
    try (var scope = new StructuredTaskScope.ShutdownOnFailure()) {  
        var userSubtask = scope.fork(() -> findUser(userId));  
        var ordersSubtask = scope.fork(() -> fetchOrder(userId));  
  
        scope.join();           // Join both forks  
        scope.throwIfFailed(); // ... and propagate errors  
  
        // Here, both forks have succeeded, so compose their results  
        return new Response(userSubtask.get(), ordersSubtask.get());  
    }  
}
```

- Konkurrierende Teilaufgaben mit fork() abspalten und mit blockierendem Aufruf von join() Ergebnisse einsammeln
- join() wartet, bis alle Teilaufgaben abgearbeitet sind oder ein Fehler auftrat.



Die Klasse `StructuredTaskScope` besitzt zwei Spezialisierungen:

- `ShutdownOnFailure` – fängt die erste `Exception` ab und beendet den `StructuredTaskScope`. Diese Klasse ist dafür gedacht, wenn die Ergebnisse aller Teilaufgaben benötigt werden ("`invoke all`"); wenn jedoch eine Teilaufgabe fehlschlägt, werden die Ergebnisse der anderen, noch nicht abgeschlossenen Teilaufgaben nicht mehr benötigt.
- `ShutdownOnSuccess` – ermittelt das erste eintreffende Ergebnis und beendet dann den `StructuredTaskScope`. Das hilft, wenn bereits das Ergebnis einer beliebigen Teilaufgabe ausreicht ("`invoke any`") und es nicht notwendig ist, auf die Ergebnisse anderer, nicht abgeschlossener Aufgaben zu warten.



- Umsetzung mit Structurd Concurrency in Form der Klasse StructuredTaskScope:

```
try (var scope =
      new StructuredTaskScope.ShutdownOnSuccess<DeliveryService>())
{
    var result1 = scope.fork(() -> tryToGetPostService());
    var result2 = scope.fork(() -> tryToGetFallbackService());
    var result3 = scope.fork(() -> tryToGetCheapService());
    var result4 = scope.fork(() -> tryToGetFastDeliveryService());
    scope.join(); // KEIN throwIfFailed()

    System.out.println(STR."PS \{result1.state()\}/FS \{result2.state()\}" +
                       STR."/CS \{result3.state()\}/FDS \{result4.state()\}");
    System.out.println("found delivery service: " + scope.result());
}
```

- Konkurrierende Teilaufgaben mit fork() abspalten und mit blockierendem Aufruf von join() das zuerst vorliegende Ergebnis einsammeln
- join() wartet, bis eine Teilaufgabe erfolgreich ist
- state() liefert SUCCESS (erster), UNAVAILABLE (andere) oder FAILED (Exception)



Vorteile beim Einsatz der Klasse StructuredTaskScope:

- **Task und Subtasks bilden eine in sich geschlossene Einheit**
- **Es werden kein ExecutorService und Threads aus einem Thread-Pool genutzt. Jede Teilaufgabe wird in einem neuen virtuellen Thread ausgeführt.**
- **ShutdownOnSuccess: wartet auf alle**
 - Fehler in einer der Teilaufgaben => alle anderen Teilaufgaben werden abgebrochen.
- **Shutdown onFailure: wartet auf einen**
 - Fehler in einer der Teilaufgaben => Status FAILED
- **Wird der aufrufende Thread abgebrochen, werden auch die Teilaufgaben abgebrochen.**
- **Aufrufhierarchie (aufrufender Thread und Teilaufgaben) im Thread-Dump etwas besser zu erkennen.**

JEP 453: Structured Concurrency



Exception in thread "main" java.util.concurrent.ExecutionException: java.lang.IllegalStateException: JUST TO PROVIDE EX
at java.base/java.util.concurrent.FutureTask.report(FutureTask.java:122)
at java.base/java.util.concurrent.FutureTask.get(FutureTask.java:191)
at preview.api.StructuredConcurrency.**handleOldStyle**(StructuredConcurrency.java:48)
at preview.api.StructuredConcurrency.main(StructuredConcurrency.java:26)

Caused by: java.lang.IllegalStateException: JUST TO PROVIDE EX

at preview.api.StructuredConcurrency.**fetchOrders**(StructuredConcurrency.java:73)
at preview.api.StructuredConcurrency.lambda\$handleOldStyle\$1(StructuredConcurrency.java:43)
at java.base/java.util.concurrent.FutureTask.run(FutureTask.java:317)
at java.base/java.util.concurrent.ThreadPoolExecutor.runWorker(ThreadPoolExecutor.java:1144)
at java.base/java.util.concurrent.ThreadPoolExecutor\$Worker.run(ThreadPoolExecutor.java:642)
at java.base/java.lang.Thread.run(Thread.java:1583)

Exception in thread "main" java.util.concurrent.ExecutionException: java.lang.IllegalStateException: JUST TO PROVIDE EX
at java.base/java.util.concurrent.StructuredTaskScope\$ShutdownOnFailure.throwIfFailed(StructuredTaskScope.java:1318)
at java.base/java.util.concurrent.StructuredTaskScope\$ShutdownOnFailure.**throwIfFailed**(StructuredTaskScope.java:1295)
at preview.api.StructuredConcurrency.**handle**(StructuredConcurrency.java:57)
at preview.api.StructuredConcurrency.main(StructuredConcurrency.java:27)

Caused by: java.lang.IllegalStateException: JUST TO PROVIDE EX

at preview.api.StructuredConcurrency.**fetchOrders**(StructuredConcurrency.java:73)
at preview.api.StructuredConcurrency.lambda\$handle\$3(StructuredConcurrency.java:54)
at java.base/java.util.concurrent.StructuredTaskScope\$SubtaskImpl.run(StructuredTaskScope.java:889)
at java.base/java.lang.VirtualThread.run(VirtualThread.java:311)



DEMO & Hands on

StructuredConcurrency.java



Übungen PART 3

<https://github.com/Michaeli71/Best-Of-Java-11-22>





PART 4: Neuerungen in Java 22

IDE & Tool Support für Java 22



- Eclipse: Version 2024-03 (nicht alle Previews supported)
- IntelliJ: Version 2023.3.6
- Maven: 3.9.6, Compiler Plugin: 3.11.0
- Gradle: 8.7
- Aktivierung von Preview-Features / Incubator nötig
 - In Dialogen
 - In Build Scripts



Maven™

 **Gradle**

IDE & Tool Support Java 22



- Eclipse 2024-03 mit Plugin
- Aktivierung von Preview-Features nötig



Eclipse Marketplace

Select solutions to install. Press Install Now to proceed with installation.
Press the "more info" link to learn more about a solution.

Search Recent Popular Favorites Installed Research at the Eclipse Marketplace

Find: All

Java 22 Support for Eclipse 2024-03 (4.31)
This marketplace solution provides Java 22 support for Eclipse 2024-03. It requires you have the latest Eclipse release, which is... [more info](#)
by [Eclipse Foundation](#), EPL 2.0

1 installs: 4.91K (162 last month)

Marketplaces



type filter text

- > Resource
- Builders
- Coverage
- Git
- Java Build Path
- > Java Code Style
- > **Java Compiler**
- Javadoc Location
- > Java Editor
- > Maven
- Project Natures
- Project References
- Refactoring Utilities

Properties for Java22Examples

Java Compiler

Enable project specific settings [Configure Workspace Settings...](#)

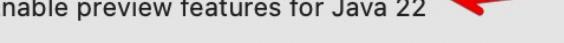
JDK Compliance

Use compliance from execution environment 'JavaSE-22' on the [Java Build Path](#)

Compiler compliance level: 

Use '--release' option

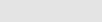
Use default compliance settings

Enable preview features for Java 22 

Preview features with severity level: 

Generated .class files compatibility:

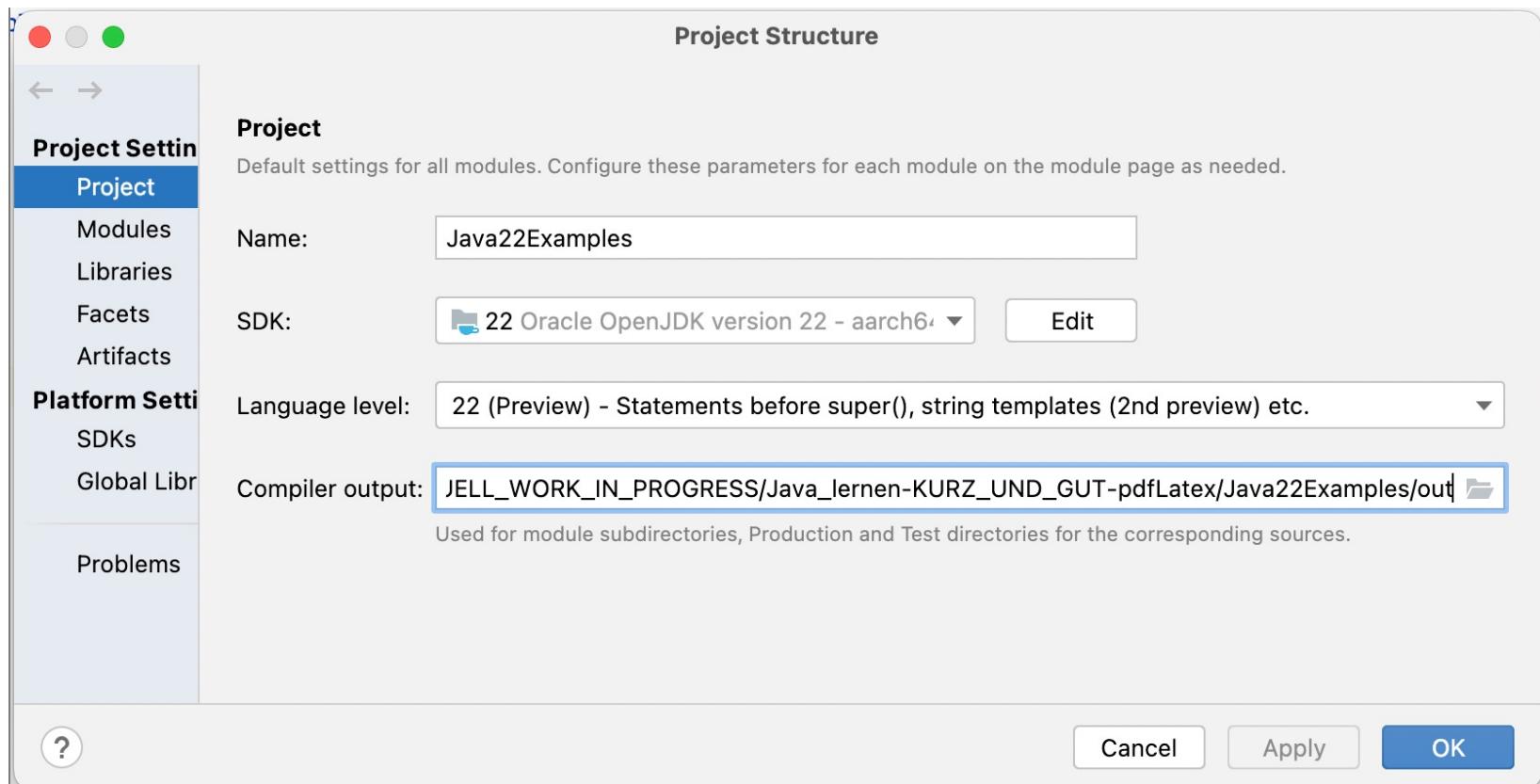
Source compatibility:

Disallow identifiers called 'assert': 

IDE & Tool Support



- Aktivierung von Preview-Features nötig





- Aktivierung von Preview-Features / Incubator nötig

sourceCompatibility=22
targetCompatibility=22



```
tasks.withType(JavaCompile).configureEach {  
    options.compilerArgs += ["--enable-preview"]  
}
```

```
tasks.withType(JavaCompile).configureEach {  
    options.compilerArgs += ["--enable-preview",  
                           "--add-modules", "jdk.incubator.vector"]  
}
```



- Aktivierung von Preview-Features / Incubator nötig

```
java {  
    toolchain {  
        languageVersion = JavaLanguageVersion.of(22)  
    }  
}
```

```
tasks.withType(JavaCompile).configureEach {  
    options.compilerArgs += ["--enable-preview"]  
}
```

```
tasks.withType(JavaCompile).configureEach {  
    options.compilerArgs += ["--enable-preview",  
                            "--add-modules", "jdk.incubator.vector"]  
}
```





- Aktivierung von Preview-Features / Incubator nötig

```
<plugins>
  <plugin>
    <groupId>org.apache.maven.plugins</groupId>
    <artifactId>maven-compiler-plugin</artifactId>
    <version>3.11</version>
    <configuration>
      <source>22</source>
      <target>22</target>
      <!-- Important for Preview Features -->
      <compilerArgs>--enable-preview</compilerArgs>
    </configuration>
  </plugin>
</plugins>
```

```
<plugin>
  <artifactId>maven-compiler-plugin</artifactId>
  <version>3.11.0</version>
  <configuration>
    <release>21</release>
    <compilerArgs>
      <arg>--enable-preview</arg>
      <arg>--add-modules</arg>
      <arg>jdk.incubator.vector</arg>
    </compilerArgs>
  </configuration>
</plugin>
```





Overview: JEPs in Java 22

Java 22 – Was ist drin?



- JEP 423: Region Pinning for G1
- **JEP 447: Statements before super(...) (Preview)**
- **JEP 454: Foreign Function & Memory API**
- **JEP 456: Unnamed Variables & Patterns**
- JEP 457: Class-File API (Preview)
- **JEP 458: Launch Multi-File Source-Code Programs**
- **JEP 459: String Templates (Second Preview)**
- **JEP 460: Vector API (Seventh Incubator)**
- **JEP 461: Stream Gatherers (Preview)**
- JEP 462: Structured Concurrency (Second Preview)*
- **JEP 463: Implicitly Declared Classes and Instance Main Methods (Second Preview)**
- **JEP 464: Scoped Values (Second Preview)**

Java 22

Total: 12

Normal: 4

Preview: 7

Incubator: 1



Finale Features in Java 22

- JEP 454: Foreign Function & Memory API
 - JEP 456: Unnamed Variables & Patterns
 - JEP 458: Launch Multi-File Source-Code Programs
-



JEP 454: Foreign Function & Memory API

<https://openjdk.org/jeps/454>



Foreign Function & Memory API



- Mit JEP 454 zum Foreign Function & Memory API wird ein API zum Zugriff auf Funktionalitäten und Speicherbereiche, die außerhalb der JVM liegen, entwickelt.
- Mitunter muss man aus Java-Programmen auf Funktionalitäten zugreifen, die etwa in C oder C++ geschrieben sind. Ebenso kann es notwendig sein, Speicherbereiche außerhalb der JVM zu adressieren.
- Zwar gibt es für derartige Aufgaben seit Javas frühen Zeiten das JNI (Java Native Interface), das den Aufruf von nativem Code unterstützt, das aber auch diverse Unzulänglichkeiten besitzt: Es kann auch Probleme mit der Garbage Collection geben, wenn man Speicher in C mit malloc reserviert und dann an den Java-Aufruf zurückgeben will.

Foreign Function & Memory API



```
public static void main(final String[] args) throws Throwable
{
    // 1. SymbolLookup für gebräuchliche Bibliotheken ermitteln
    var linker = Linker.nativeLinker();
    final SymbolLookup stdlib = linker.defaultLookup();

    // 2. MethodHandle für "strlen" in der C Standard Library ermitteln
    var strlenMethodHandle = linker.downcallHandle(stdlib.find("strlen").orElseThrow(),
                                                    FunctionDescriptor.of(JAVA_LONG, ADDRESS));

    // 3. Java in C String umwandeln und in C-Speicher bereitstellen
    final Arena auto = Arena.ofAuto();
    var strMemorySegment = auto.allocateFrom("direct c call of strlen");

    // 4. Aufruf der "foreign function"
    final long len = (long) strlenMethodHandle.invoke(strMemorySegment);

    System.out.println("len = " + len);
    // 5. Speicher wird durch "Arena.ofAuto()" automatisch aufgeräumt
}
```



JEP 456: Unnamed Variables & Patterns

<https://openjdk.org/jeps/456>



Unnamed Variables & Patterns



- Dieser JEP finalisiert den Vorgänger JEP 443 und ermöglicht es, Variablen oder Teile innerhalb von Record Patterns durch ein `_` als unbenutzt und unbrauchbar zu markieren. Zur Erinnerung sei erwähnt, dass es die folgenden drei Varianten gibt:
 1. **Unnamed variable** – erlaubt die Verwendung von `_` für die Benennung oder Markierung von nicht verwendeten Variablen.
 2. **Unnamed pattern variable** – erlaubt das Weglassen des Bezeichners, der normalerweise dem Typ (oder var) in einem Record Pattern folgen würde.
 3. **Unnamed pattern** – erlaubt es, den Typ und den Namen einer Komponente eines Record Patterns vollständig wegzulassen (und durch ein `_` zu ersetzen).

Unnamed Variables & Patterns



```
String userInput = "E605";
try
{
    processInput(Integer.parseInt(userInput));
}
catch (NumberFormatException █) // UNNAMED VARIABLE
{
    System.out.println("Expected number, but was: '" + userInput + "'");
}

var cp = new ColoredPoint(new Point(1234, 567), Color.BLUE);

if (cp instanceof ColoredPoint(Point(int x,
                                         var █), // UNNAMED PATTERN VARIABLE
                                         █)) UNNAMED PATTERN
{
    System.out.println("x: " + x);
}
```



JEP 458: Launch Multi-File Source-Code Programs

<https://openjdk.org/jeps/458>



JEP 458: Launch Multi-File Source-Code Programs



- Bereits seit Java 11 LTS existiert das sogenannte Direct Compilation, mit dem sich einzelne Java-Dateien direkt ohne explizites vorheriges Kompilieren ausführen lassen.
- Das ist für kleinere Experimente sowie einfache Kommandozeilentools recht nützlich.
- Als Einschränkung galt bis einschließlich Java 21 LTS, dass man mit Direct Compilation lediglich eine einzelne Java-Datei ausführen konnte.
- Je größer die Programme werden, desto mehr kommt der Wunsch auf, Funktionalitäten in verschiedene Klassen in eigenen Java-Dateien zu untergliedern. Das wird bislang für Direct Compilation nicht unterstützt.
- Mit diesem JEP wird genau dieser Umstand adressiert und eine Verbesserung beim Java-Programmstart umgesetzt. Dadurch kann der Übergang von kleinen Programmen zu größeren Programmen schrittweise erfolgen, ohne dafür ein Build-Tool wie Maven oder Gradle einführen zu müssen.

JEP 458: Launch Multi-File Source-Code Programs



```
package jep458_Launch_MultiFile_SourceCode_Programs;

public class MainApp
{
    public static void main(final String[] args) {
        var result = Helper.performCalculation();
        System.out.println(result);
    }
}
```

```
package jep458_Launch_MultiFile_SourceCode_Programs;

class Helper
{
    public static String performCalculation() {
        return "Heavy, long running calculation!";
    }
}
```

```
$ java MainApp.java
Heavy, long running calculation!
```

JEP 458: Launch Multi-File Source-Code Programs



```
package jep458_Launch_MultiFile_SourceCode_Programs;

public class MainAppV2
{
    public static void main(final String[] args) {
        var result = StringHelper.mark(Helper.performCalculation());
        System.out.println(result);
    }
}

package jep458_Launch_MultiFile_SourceCode_Programs;

class StringHelper
{
    public static String mark(String input) {
        return ">>" + input + "<<";
    }
}

$ java MainAppV2.java
>>Heavy, long running calculation!<<
```



DEMO & Hands on



Preview Features in Java 22

- JEP 447: Statements before super(...) (Preview)
 - JEP 459: String Templates (Second Preview)
 - JEP 461: Stream Gatherers (Preview)
 - JEP 463: Implicitly Declared Classes and Instance Main Methods (Second Preview)
 - JEP 464: Scoped Values (Second Preview)
-



JEP 447: Statements before super(...)

(Preview)

<https://openjdk.org/jeps/447>



JEP 447: Statements before super(...)



- Ein Ziel dieses JEPs ist es, den Entwicklern mehr Freiheit bei der Implementierung von Konstruktoren zu geben.
- Insbesondere werden gewisse Aktionen noch vor dem Aufruf von `super()` (und sogar `this()`) möglich, etwa zum Prüfen von Konstruktorargumenten.*
- Es sollte wie bisher garantiert sein, dass Konstruktoren während der Klasseninstanziierung in der Vererbungshierarchie von oben nach unten ausgeführt werden.
- Damit können die Anweisungen in einem Subklassenkonstruktor die Instanziierung der Basisklasse nicht beeinträchtigen.
- Zudem sollte das Ganze keine Änderungen an der JVM erfordern.

*Bislang ist das nur über Tricks wie statische Hilfsmethoden oder zusätzliche Hilfskonstruktoren möglich.

JEP 447: Statements before super(...)



- Manchmal bietet es sich an, den oder die Konstruktorparameter zu validieren, bevor man diese (ansonsten ungeprüft) bei einem Aufruf des Basisklassenkonstruktors übergibt.

```
class BaseInteger
{
    private final long value;

    BaseInteger(final long value)
    {
        this.value = value;
    }

    public long getValue()
    {
        return value;
    }

    public static void main(final String[] args)
    {
        new BaseInteger(4711);
    }
}
```

JEP 447: Statements before super(...)



```
public class PositiveBigIntegerOld1 extends BaseInteger
{
    public PositiveBigIntegerOld1(long value)
    {
        super(value); // Potentially unnecessary work

        if (value <= 0)
            throw new IllegalArgumentException("non-positive value");
    }
}
```

- Wenn wir auf den Sourcecode schauen, so wirkt dieser nicht gerade elegant – die Prüfung erfolgt auch erst nach Konstruktion der Basisklasse ...
- Dadurch sind potenziell schon unnötige Aufrufe sowie Objektkonstruktionen erfolgt – insbesondere etwas älterer Legacy-Code zeichnet sich unrühmlicherweise dadurch aus, dass (zu) viele Aktionen bereits im Konstruktor erfolgen.

JEP 447: Statements before super(...)



- **Herkömmliche Abhilfe: statische Hilfsmethode**

```
public class PositiveBigIntegerOld2 extends BigInteger
{
    public PositiveBigIntegerOld2(final long value)
    {
        super(verifyPositive(value));
    }

    private static long verifyPositive(final long value)
    {
        if (value <= 0)
            throw new IllegalArgumentException("non-positive value");

        return value;
    }
}
```

JEP 447: Statements before super(...) – Neuerung in Java 22



- Die Argumentprüfung wird deutlich besser lesbar und verständlich, wenn die Validierungslogik direkt im Konstruktor noch vor dem Aufruf von super() geschieht.
- Durch JEP 447 lassen sich nun in einem Konstruktor dessen Argumente validieren, bevor dort der Konstruktor der Superklasse aufgerufen wird:

```
public class PositiveBigIntegerNew extends BigInteger
{
    public PositiveBigIntegerNew(final long value) {
        if (value <= 0)
            throw new IllegalArgumentException("non-positive value");

        super(value);
    }
}
```

JEP 447: Statements before super(...)



- Manchmal bietet es sich an, Aktionen vor dem Aufruf von `this()` auszuführen, um mehrfache Aktionen zu vermeiden, hier `split()`:

```
record MyPointOld(int x, int y)
{
    public MyPointOld(final String values)
    {
        this(Integer.parseInt(values.split(",")[0].strip()),
              Integer.parseInt(values.split(",")[1].strip()));
    }
}

record MyPoint3dOld(int x, int y, int zy)
{
    public MyPoint3dOld(final String values)
    {
        this(Integer.parseInt(values.split(",")[0].strip()),
              Integer.parseInt(values.split(",")[1].strip()),
              Integer.parseInt(values.split(",")[2].strip()));
    }
}
```

JEP 447: Statements before super(...) – Neuerung in Java 22



- Mit der neuen Syntax können wir die Aktionen aus dem Aufruf von `this()` herausziehen und insbesondere das `split()` auch nur einmal aufrufen.
- Möchte man das für die Logik irrelevante Stripping eleganter und den Konstruktor leichter lesbar gestalten, so implementiert man noch eine zusätzliche Hilfsmethode `parseInt()`:

```
record MyPoint3d(int x, int y, int z)
{
    public MyPoint3d(final String values)
    {
        var separatedValues = values.split(",");
        int x = parseInt(separatedValues[0]);
        int y = parseInt(separatedValues[1]);
        int z = parseInt(separatedValues[2]);

        this(x, y, z);
    }

    private static int parseInt(final String strValue) {
        return Integer.parseInt(strValue.strip());
    }
}
```



DEMO & Hands on



JEP 459: String Templates (Second Preview)

<https://openjdk.org/jeps/459>



JEP 459: String Templates



- Als Nachfolger von JEP 430 verfeinert dieser JEP die String Templates intern nur minimal.
- Wir schauen eine eher unbekannte Variante mit FormatProcessor.create(locale) an:

```
public static void main(String[] args)
{
    var deLocale = Locale.of("de");
    localSpecificCalculations(deLocale);

    var thaiLocale = Locale.forLanguageTag("th-TH-u-nu-thai");
    localSpecificCalculations(thaiLocale);

    var arLocale = Locale.of("ar");
    localSpecificCalculations(arLocale);
}

private static void localSpecificCalculations(final Locale locale) {
    var localeFMT = FormatProcessor.create(locale);
    for (int y : List.of(10, 100, 1000)) {
        for (int x = 1; x < 8; x++) {
            System.out.println(localeFMT.%4d\{x} + %4d\{y} = %5d\{x + y});
        }
    }
}
```

JEP 459: String Templates



1 + 10 = 11	၈ + ၈၀ = ၈၈	၁၁ = ၁၀ + ၁
2 + 10 = 12	၉ + ၉၀ = ၉၉	၁၂ = ၁၀ + ၂
3 + 10 = 13	၁၀ + ၁၀၀ = ၁၁၀	၁၃ = ၁၀ + ၃
4 + 10 = 14	၁၁ + ၁၀၀ = ၁၁၁	၁၄ = ၁၀ + ၄
5 + 10 = 15	၁၂ + ၁၀၀ = ၁၁၂	၁၅ = ၁၀ + ၅
6 + 10 = 16	၁၃ + ၁၀၀ = ၁၁၃	၁၆ = ၁၀ + ၆
7 + 10 = 17	၁၄ + ၁၀၀ = ၁၁၄	၁၇ = ၁၀ + ၇
1 + 100 = 101	၈ + ၈၀၀ = ၈၀၈	၁၀၁ = ၁၀၀ + ၁
2 + 100 = 102	၉ + ၉၀၀ = ၉၀၉	၁၀၂ = ၁၀၀ + ၂
3 + 100 = 103	၁၀ + ၁၀၀ = ၁၀၁၀	၁၀၃ = ၁၀၀ + ၃
4 + 100 = 104	၁၁ + ၁၀၀ = ၁၀၁၁	၁၀၄ = ၁၀၀ + ၄
5 + 100 = 105	၁၂ + ၁၀၀ = ၁၀၁၂	၁၀၅ = ၁၀၀ + ၅
6 + 100 = 106	၁၃ + ၁၀၀ = ၁၀၁၃	၁၀၆ = ၁၀၀ + ၆
7 + 100 = 107	၁၄ + ၁၀၀ = ၁၀၁၄	၁၀၇ = ၁၀၀ + ၇
1 + 1000 = 1001	၈ + ၈၀၀၀ = ၈၀၀၈	၁၀၀၁ = ၁၀၀၀ + ၁
2 + 1000 = 1002	၉ + ၉၀၀၀ = ၉၀၀၉	၁၀၀၂ = ၁၀၀၀ + ၂
3 + 1000 = 1003	၁၀ + ၁၀၀၀ = ၁၀၀၁၀	၁၀၀၃ = ၁၀၀၀ + ၃
4 + 1000 = 1004	၁၁ + ၁၀၀၀ = ၁၀၀၁၁	၁၀၀၄ = ၁၀၀၀ + ၄
5 + 1000 = 1005	၁၂ + ၁၀၀၀ = ၁၀၀၁၂	၁၀၀၅ = ၁၀၀၀ + ၅
6 + 1000 = 1006	၁၃ + ၁၀၀၀ = ၁၀၀၁၃	၁၀၀၆ = ၁၀၀၀ + ၆
7 + 1000 = 1007	၁၄ + ၁၀၀၀ = ၁၀၀၁၄	၁၀၀၇ = ၁၀၀၀ + ၇



JEP 461: Stream Gatherers (Preview)

<https://openjdk.org/jeps/461>





- Die in Java 8 eingeführten Streams waren bereits von Anfang an recht mächtig.
- In den folgenden Java-Versionen wurden verschiedene Erweiterungen im Bereich der Terminal Operations hinzugefügt. Terminal Operations dienen dazu, die Berechnungen eines Streams abzuschließen und den Stream beispielsweise in eine Collection oder einen Ergebniswert zu überführen.
- Mit diesem JEP wird eine Erweiterung des Stream-APIs zur Unterstützung benutzerdefinierter Intermediate Operations umgesetzt. Bisher gab es zwar diverse vordefinierte Intermediate Operations, aber keine Erweiterungsmöglichkeit.
- Eine solche ist wünschenswert, um Aufgabenstellungen realisieren zu können, die zuvor nicht ohne Weiteres oder nur mit Tricks sowie eher umständlich umzusetzen waren.



- Nehmen wir an, wir wollten alle Duplikate aus einem Stream herausfiltern und dazu ein Kriterium angeben:

```
var result = Stream.of("Tim", "Tom", "Jim", "Mike").  
    distinctBy(String::length).          // Hypothetical  
    toList();
```

- Mit einem Trick kann man das herkömmlich wie folgt lösen:

```
var result = Stream.of("Tim", "Tom", "Jim", "Mike").  
    map(DistinctByLength::new).  
    distinct().  
    map(DistinctByLength::str).  
    toList();
```



- Der Trick besteht in einem Record, der einen String kapselt und equals() und hashCode() speziell auf die Stringlänge ausgerichtet implementiert:

```
var result = Stream.of("Tim", "Tom", "Jim", "Mike").  
    map(DistinctByLength::new).  
    distinct().  
    map(DistinctByLength::str).  
    toList();
```

```
record DistinctByLength(String str) {  
  
    @Override public boolean equals(Object obj) {  
        return obj instanceof DistinctByLength(String other)  
            && str.length() == other.length();  
    }  
  
    @Override public int hashCode() {  
        return str == null ? 0 : Integer.hashCode(str.length());  
    }  
}
```



- Ein weiteres Beispiel ist die Gruppierung der Daten eines Streams in Abschnitte fixer Größe. Als Beispiel sollen jeweils vier Zahlen zu einer Einheit zusammengefasst/gruppiert werden, wobei nur die ersten drei Gruppen ins Ergebnis aufgenommen werden sollen.

```
var result = Stream.iterate(0, i -> i + 1).  
    windowFixed(4).          // Hypothetical  
    limit(3).  
    toList();  
  
// result ==> [[0, 1, 2, 3], [4, 5, 6, 7], [8, 9, 10, 11]]
```

- Im Laufe der Jahre sind diverse Intermediate Operations wie etwa `distinctBy()` oder `windowFixed()` als Ergänzung für das Stream-API vorgeschlagen worden.
- Oftmals sind diese in spezifischen Kontexten sinnvoll, allerdings würden diese das Stream-API ziemlich aufblähen und den Einstieg in das (ohnehin schon umfangreiche) API (weiter) erschweren.



- Java 22 bringt analog zu `collect(Collector)` für Terminal Operationsn nun eine Methode `gather(Gatherer)` zur Bereitstellung einer benutzerdefinierten Intermediate Operation.
- Dazu dient das Interface `java.util.stream.Gatherer`, das jedoch ein wenig herausfordernd selbst zu implementieren ist.
- Praktischerweise gibt es in der Utility-Klasse `java.util.stream.Gatherers` diverse vordefinierte Gatherer wie:
 - `windowFixed()`
 - `windowSliding()`
 - `fold()`
 - `scan()`

JEP 461: Stream Gatherers – windowFixed()



- Um einen Stream in kleinere Bestandteile fixer Größe ohne Überlappung zu unterteilen, dient `windowFixed()`.

```
private static void windowFixed() {  
    var result = Stream.iterate(0, i -> i + 1).  
                    gather(Gatherers.windowFixed(4)).  
                    limit(3).  
                    toList();  
    System.out.println("windowFixed(4): " + result);  
  
    var result2 = Stream.of(0, 1, 2, 3, 4, 5, 6).  
                        gather(Gatherers.windowFixed(3)).  
                        toList();  
    System.out.println("windowFixed(3): " + result2);  
}
```

- Teilweise enthält der Datenbestand nicht genug Elemente. Das führt dazu, dass der letzte Teilbereich dann einfach weniger Elemente beinhaltet.

```
windowFixed(4): [[0, 1, 2, 3], [4, 5, 6, 7], [8, 9, 10, 11]]  
windowFixed(3): [[0, 1, 2], [3, 4, 5], [6]]
```

JEP 461: Stream Gatherers – windowSliding()



- Um einen Stream in kleinere Bestandteile fixer Größe mit Überlappung zu unterteilen, dient `windowSliding()`.

```
private static void windowSliding() {  
    var result = Stream.iterate(0, i -> i + 1).  
                    gather(Gatherers.windowSliding(4)).  
                    limit(3).  
                    toList();  
    System.out.println("windowSliding(4): " + result);  
  
    var result2 = Stream.of(0, 1, 2, 3, 4, 5, 6).  
                        gather(Gatherers.windowSliding(3)).  
                        toList();  
    System.out.println("windowSliding(3): " + result2);  
}
```

- Teilweise enthält der Datenbestand nicht genug Elemente. Das führt dazu, dass der letzte Teilbereich dann einfach weniger Elemente beinhaltet (hier nicht gezeigt):

```
windowSliding(4): [[0, 1, 2, 3], [1, 2, 3, 4], [2, 3, 4, 5]]  
windowSliding(3): [[0, 1, 2], [1, 2, 3], [2, 3, 4], [3, 4, 5], [4, 5, 6]]
```



- Um die Werte eines Streams miteinander zu verknüpfen, dient die Methode `fold()`. Ähnlich wie bei `reduce()` gibt man einen Startwert und eine Berechnungsvorschrift an:

```
private static void foldSum()
{
    var crossSum = Stream.of(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7).
        gather(Gatherers.fold(() -> 0L,
                           (result, number) -> result + number)).
        findFirst();
    System.out.println("sum with fold(): " + crossSum);
}
```

- `gather()` gibt einen Stream als Ergebnis zurückgibt (hier einen einelementigen). Mit `toList()` würde man eine einelementige Liste erhalten:
sum with fold(): [28]
- Um den Wert auszulesen, dient der Aufruf von `findFirst()`, das liefert einen `Optional<T>`:
sum with fold(): Optional[28]

JEP 461: Stream Gatherers – fold()



- Um die Werte eines Streams miteinander zu verknüpfen, dient die Methode `fold()`. Ähnlich wie bei `reduce()` gibt man einen Startwert und eine Berechnungsvorschrift an:

```
private static void foldMult()
{
    var crossMult = Stream.of(10, 20, 30, 40, 50).
        gather(Gatherers.fold(() -> 1L,
                           (result, number) -> result * number)).
        findFirst();
    System.out.println("mult with fold(): " + crossMult);
}
```

- Um einen Wert auszulesen, dient wiederum der Aufruf von `findFirst()`, das liefert einen `Optional<T>`:

```
mult with fold(): Optional[12000000]
```



- Was passiert, wenn wir zur Kombination der Werte auch Aktionen ausführen wollen, die nicht für die Typen der Werte, hier int, definiert sind?
- Als Beispiel wird ein Zahlenwert in einen String gewandelt und dieser gemäß dem Zahlenwert mit repeat() wiederholt:

```
private static void foldRepeat()
{
    var repeatedNumbers = Stream.of(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7).
                                gather(Gatherers.fold(() -> "",
                                (result, number) -> result + (" " +
                                number).repeat(number))).
                                toList();
    System.out.println("repeat with fold(): " + repeatedNumbers);
}
```

- Als Ausgabe ergibt sich die Folgende:

```
repeat with fold(): [122333444455555666667777777]
```

JEP 461: Stream Gatherers – scan()



- Sollen die Elemente eines Streams zu neuen Kombinationen zusammengeführt werden, sodass jeweils immer ein Element dazukommt, dann ist dies die Aufgabe von `scan()`.
- Die Methode arbeitet ähnlich wie `fold()`, das die Werte zu einem Ergebnis kombiniert. Bei `scan()` wird jedoch bei jeder Kombination der Werte ein neues Ergebnis produziert:

```
private static void scanRepeat()
{
    var repeatedNumbers = Stream.of(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7).
                                gather(Gatherers.scan(() -> "",
                                         (result, number) -> result + (" " +
                                         number).repeat(number))).
                                toList();
    System.out.println("repeat with scan(): " + repeatedNumbers);
}
```

- Die Ausgabe ist Folgende:

```
repeat with scan(): [1, 122, 122333, 1223334444, 122333444455555,
122333444455555666666, 1223334444555556666667777777]
```



DEMO & Hands on



JEP 463: Implicitly Declared Classes and Instance Main Methods (Second Preview)

<https://openjdk.org/jeps/463>



JEP 463: Implicitly Declared Classes and Instance Main Methods



- In Java 21 LTS wurden mit JEP 445 die Unnamed Classes and Instance Main Methods als Preview-Feature eingeführt, um etwa «Hello World» maximal kurz zu schreiben:

```
void main()
{
    System.out.println("Hello, World!");
}
```

- Die so entstehenden impliziten Klassen dürfen keine Package-Angabe besitzen.

JEP 463: Implicitly Declared Classes and Instance Main Methods



- Zudem wurde die Auswahl der passenden `main()`-Methode vereinfacht: Gibt es eine statische Methode, so wird diese genommen, ansonsten die andere. In Java 21 LTS gab es noch einen vierstufigen Ermittlungsprozess:

```
public class InstanceMainMethodExample
{
    public void main()
    {
        System.out.println("InstanceMainMethodExample");
    }
}
```

```
public static void main(final String[] args)
{
    System.out.println("Static main");
}
```

}

- =>

Static main

JEP 463: Implicitly Declared Classes and Instance Main Methods



- Zudem wurde die Auswahl der passenden main()-Methode vereinfacht:

```
public class InstanceMainMethodExample
{
    public void main()
    {
        System.out.println("InstanceMainMethodExample");
    }

    /*
    public static void main(final String[] args)
    {
        System.out.println("Static main");
    }
    */
}
```

- =>

```
InstanceMainMethodExample
```



JEP 464: Scoped Values (Second Preview)

<https://openjdk.org/jeps/464>





- **Scoped Values sind eine moderne Alternative zu ThreadLocal-Variablen, die dazu dienen, Informationen anstatt Thread-spezifisch Kontext-spezifisch zu speichern.**
- **Scoped Values arbeiten mit Plattform- und Virtual Threads**
- In Kombination mit virtuellen Threads sind Scoped Values oftmals eine bessere Alternative, weil sie die folgenden Vorteile gegenüber ThreadLocal-Variablen besitzen:
 - Sie sind nur für einen bestimmten Bereich (Scope) und eine spezifische Ausführung und damit auch Zeitabschnitt gültig.
 - Während der Ausführung sind sie unveränderlich, können aber danach neu gebunden werden.
 - Sie geben ihre Belegung automatisch an alle Kind-Threads weiter, etwa diejenigen, die von einem StructuredTaskScope erzeugt werden. Bei ThreadLocal wird dessen Wert in Form eines InheritableThreadLocal in die Kind-Threads kopiert.
 - Der letzte Punkt ist wichtig, weil es ja potenziell Millionen von virtuellen Threads geben kann und dann eine Kopie von Daten speichertechnisch ungünstig sein kann.



- Bei der Ausführung der `performLogin()`-Methode werden aus dem als Parameter übergebenen Request die User-Daten extrahiert und dann per `where()` im Scoped Value hinterlegt.
- Mithilfe der Methode `run()` und einer Aktion in Form eines Runnable wird die Verarbeitung in dem Scope gestartet. Hier wird dadurch die Methode `performAction()` eines Services aufgerufen, die aber keine Parameter erhält:

```
public class LoginUtil
{
    public static final ScopedValue<User> LOGGED_IN_USER = ScopedValue.newInstance();

    // ...

    public void performLogin(final Request request)
    {
        User loggedInUser = authenticateUser(request);
        ScopedValue.where(LOGGED_IN_USER,
                          loggedInUser).run(() -> service.performAction());
    }

    // ...
}
```



- **Auslesen der Kontextwerte über get()-Methode auf der statischen Variable:**

```
public class XyzService
{
    public void performAction() {
        var loggedInUser = LoginUtil.LOGGED_IN_USER.get();

        System.out.println("performing action with: " + loggedInUser);
        System.out.println("collected data: " + retrieveDataFor(loggedInUser));
    }

    private String retrieveDataFor(User loggedInUser) {
        return "SOME DATA";
    }
}
```

- =>

```
performing action with: User[name=FALLBACK, pwd=[C@15aeb7ab]
collected data: SOME DATA
```



DEMO & Hands on



Incubator Features in Java 22

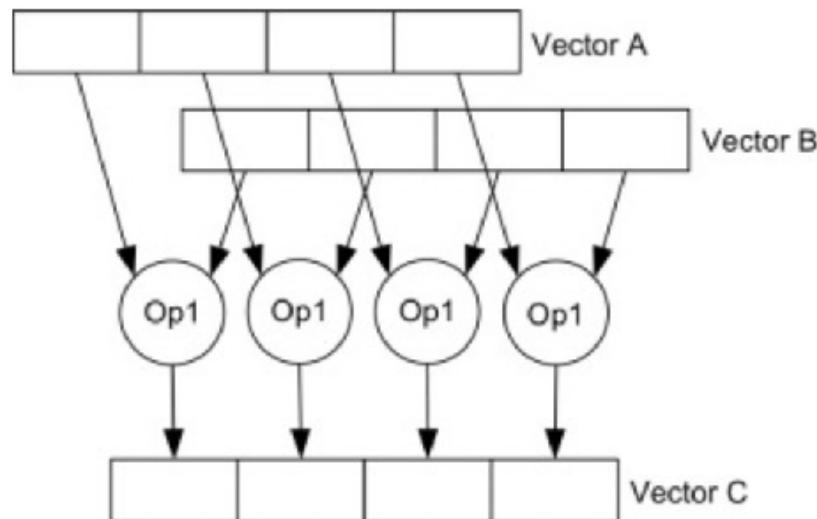
- JEP 460: Vector API (Seventh Incubator)
-



JEP 460: Vector API

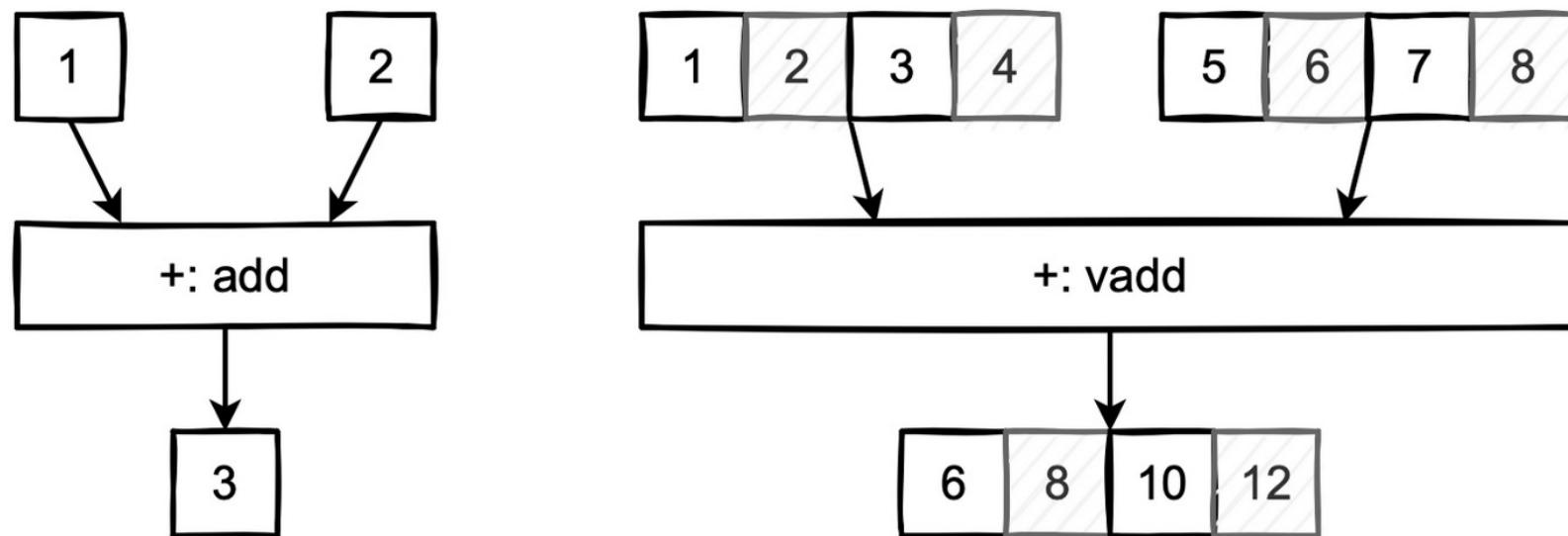
(Seventh Incubator in Java 22)

<https://openjdk.org/jeps/460>





- Dieser JEP hat nichts mit der Klasse `java.util.Vector` zu tun! Vielmehr geht es um eine plattformunabhängige Unterstützung von sogenannten Vektorberechnungen.
- Moderne Prozessoren können beispielsweise eine Addition oder Multiplikation nicht nur für zwei Werte, sondern für eine Vielzahl von Werten ausführen. Man spricht dabei auch von **Single Instruction Multiple Data (SIMD)**. Die folgende Grafik visualisiert das Grundprinzip:





- Das Vector API zielt darauf ab, die Leistung von Vektorberechnungen zu verbessern.
- Eine Vektorberechnung besteht aus einer Folge von Operationen mit Vektoren. Dabei kann man sich einen Vektor wie ein Array von primitiven Werten vorstellen.
- Wollte man nun zwei Vektoren respektive Arrays mit einer mathematischen Operation verknüpfen, so würde man dazu herkömmlich eine Schleife über alle Werte nutzen.

```
int[] a = {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8};  
int[] b = {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8};  
  
var c = new int[a.length];  
for (int i = 0; i < a.length; i++)  
{  
    c[i] = a[i] + b[i];  
}
```



- Mit dem **Vector API** lassen sich die Besonderheiten und Optimierungen in modernen Prozessoren ausnutzen. Dazu gibt man gewisse Hilfestellungen für die Berechnungen vor.

```
int[] a = {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8};  
int[] b = {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8};
```

```
var c = new int[a.length];  
var vectorA = IntVector.fromArray(IntVector.SPECIES_256, a, 0);  
var vectorB = IntVector.fromArray(IntVector.SPECIES_256, b, 0);  
var vectorC = vectorA.add(vectorB);  
// var vectorC = vectorA.mul(vectorB);  
vectorC.intoArray(c, 0);
```

- Das steuernde Element ist hier die Größe des Vektors, den wir durch das Argument `IntVector.SPECIES_256` auf 256 Bit festlegen.
- Danach kann dann die passende Aktion erfolgen, hier `add()` oder `mul()`.



- Bei nicht perfekt passenden und größeren Ausgangsdaten müssen die Aktionen passend aufgeteilt werden.
- Betrachten wir ein Beispiel aus JEP 448 und die Skalarberechnung als Ausgangsbasis:

```
void scalarComputation(float[] a, float[] b, float[] c)
{
    for (int i = 0; i < a.length; i++)
    {
        c[i] = (a[i] * a[i] + b[i] * b[i]) * -1.0f;
    }
}
```

- Algorithmus ist absolut verständlich und leicht nachvollziehbar

JEP 460: Vector API



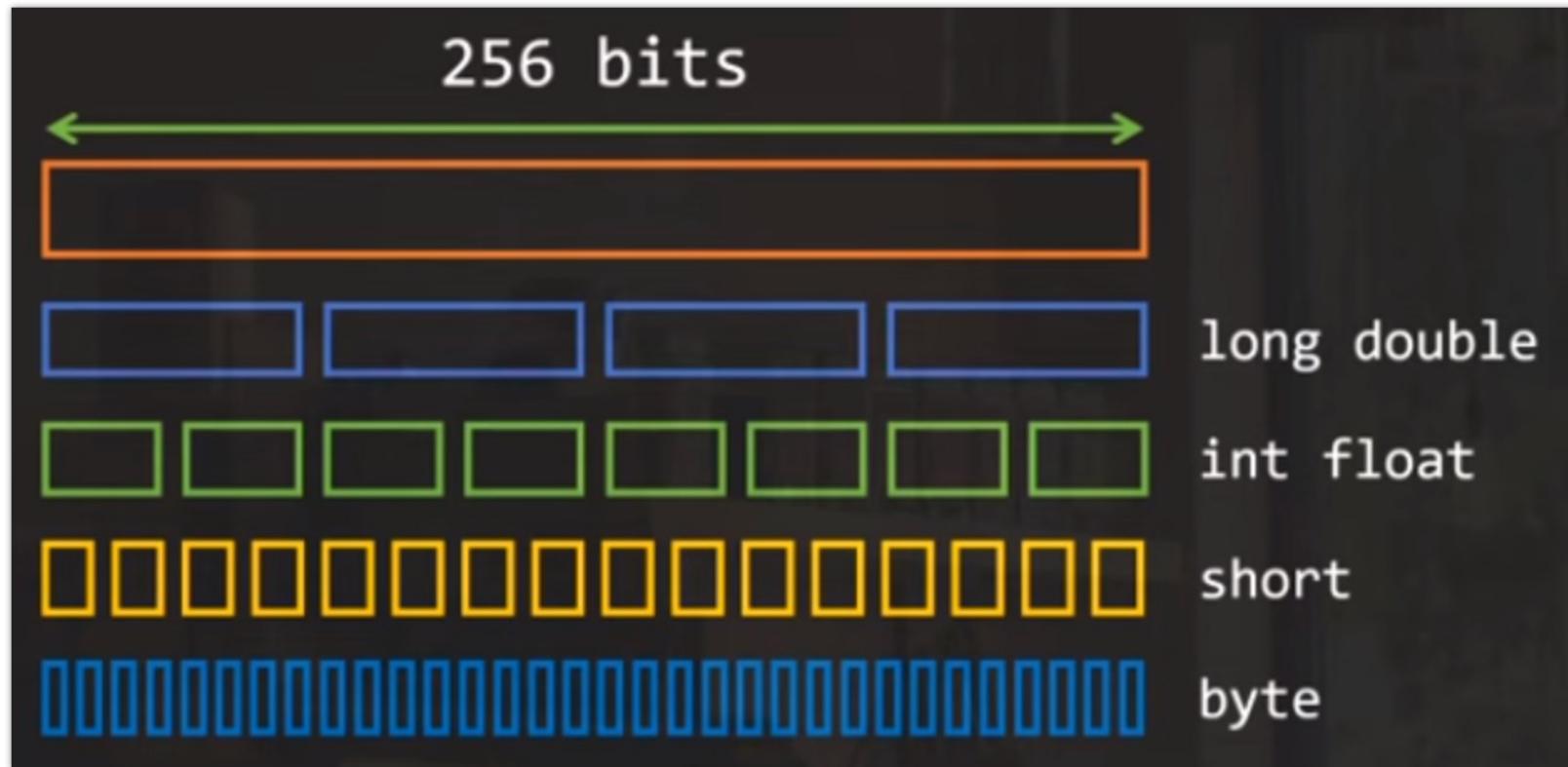
```
static final VectorSpecies<Float> SPECIES = FloatVector.SPECIES_PREFERRED;

void vectorComputation(float[] a, float[] b, float[] c)
{
    int i = 0;
    for (; i < SPECIES.loopBound(a.length); i += SPECIES.length())
    {
        var va = FloatVector.fromArray(SPECIES, a, i);
        var vb = FloatVector.fromArray(SPECIES, b, i);
        var vc = va.mul(va)
                  .add(vb.mul(vb))
                  .neg();
        vc.intoArray(c, i);
    }

    for (; i < a.length; i++)
    {
        c[i] = (a[i] * a[i] + b[i] * b[i]) * -1.0f;
    }
}
```



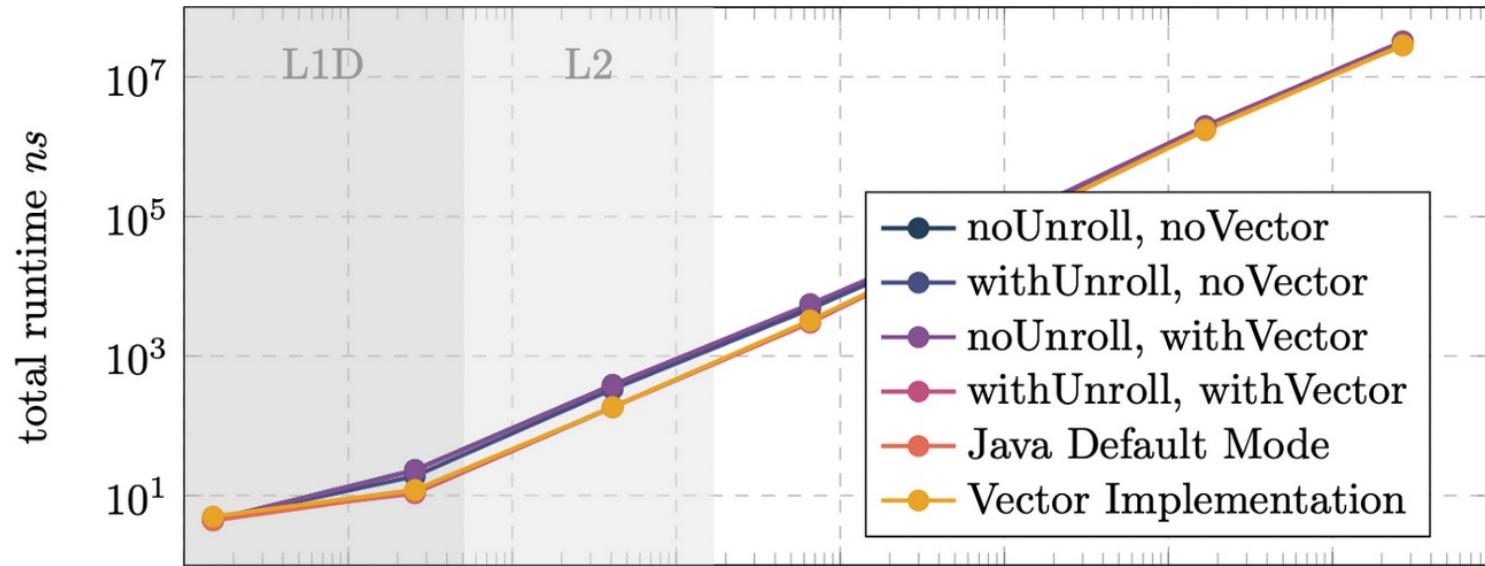
- Einfluss der Vector-Size:



JEP 460: Vector API Benchmarking



Benchmark: $c[n] = a[n] + b[n]$



Method	Peak Speed-Up
No Unroll, No Vector	1.00x
With Unroll, No Vector	1.22x
No Unroll, With Vector	1.01x
With Unroll, With Vector	2.15x
Java Default	2.06x
Vector Implementation	2.08x



DEMO & Hands on



Übungen PART 4

<https://github.com/Michaeli71/Best-Of-Java-11-22>





Fazit



On the positive side



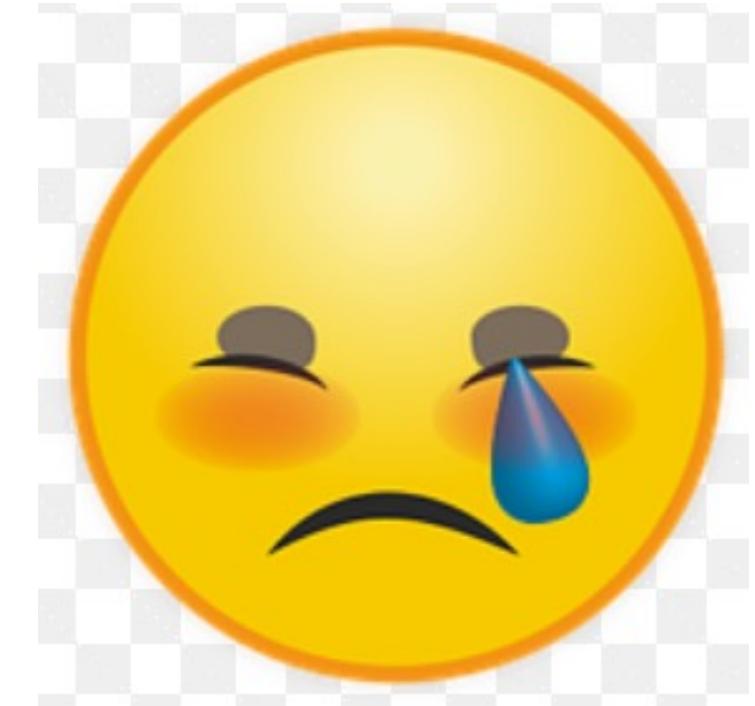
- **Stabile und zuverlässige 6-monatige Release-Zyklen und alle 2 Jahre LTS-Versionen**
- **Java wird einfacher und attraktiver**
- **Viele schöne Verbesserungen in Syntax und APIs wie switch, Records, Text Blocks**
- **Pattern Matching und Record Patterns final in Java 21**
- **JPackage und HTTP/2**
- **Virtuelle Threads & Structured Concurrency**

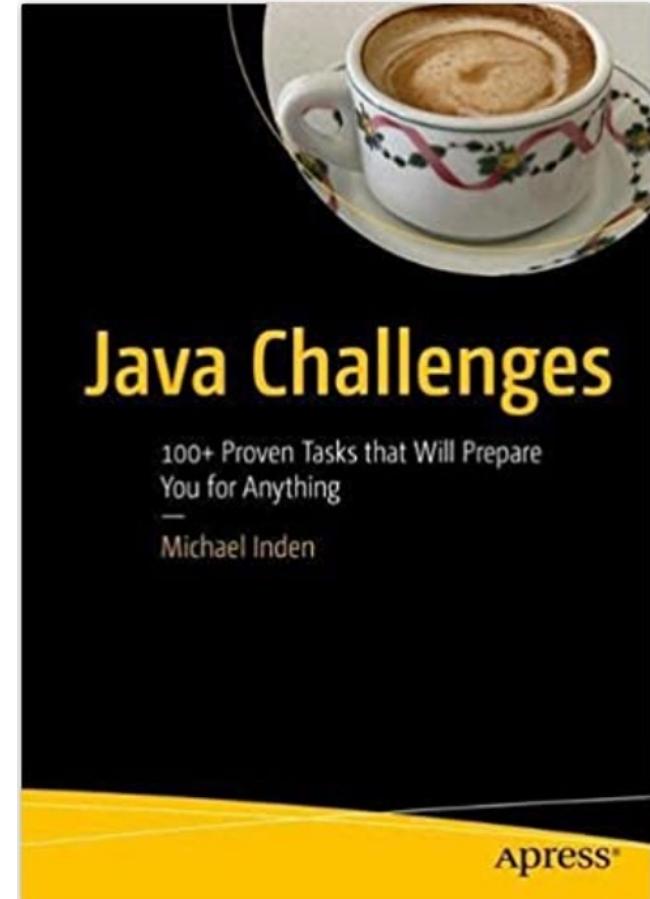


Negatives



- Releases waren zwar pünktlich, aber manchmal (außer Java 14) ziemlich dünn bezüglich wichtiger Neuerungen, manchmal sogar nur Preview Features
- Java 21 LTS enthält viele unfertige Dinge ... meiner Meinung nach sollte ein LTS nur wenige Previews und möglichst keine Incubators enthalten
- Wir müssen leider noch 2 Jahre warten, bis die netten Unnamed Classes und Instance Main Methods sowie Unnamed Patterns and Variables für den Gebrauch im nächsten LTS-Release verfügbar sind
- Warum ist die Syntax von Pattern Matching bei instanceof und switch inkonsistent?







Questions?



Thank You