

## Java

- Collections & Maps

- Threads

- Kritische Abschnitte

- Koordinierung

Verteilte Ausführung

Versionsverwaltung mit Git



- Package: `java.util`
- Gemeinsame Schnittstelle: `Collection`
- Datenstrukturen
  - Menge
    - Schnittstelle: `Set`
    - Implementierungen: `HashSet`, `TreeSet`, ...
  - Liste
    - Schnittstelle: `List`
    - Implementierungen: `LinkedList`, `ArrayList`, ...
  - Warteschlange
    - Schnittstelle: `Queue`
    - Implementierungen: `PriorityQueue`, `LinkedBlockingQueue`, ...

- Tutorial



## The Java Tutorials, Trail: Collections

<http://docs.oracle.com/javase/tutorial/collections/index.html>



- Allgemeine Schnittstelle für Datenstrukturen zur Verwaltung von Schlüssel-Wert-Paaren
- Eigenschaften
  - Maximal ein Wert pro Schlüssel (→ keine Duplikate)
  - Interner Aufbau bestimmt durch gewählte Implementierung
    - HashMap
    - TreeMap
    - ...
- Beispiel

```
Map<String, Integer> telBook = new HashMap<String, Integer>();  
telBook.put("Alice", 123456789);  
telBook.put("Bob" , 987654321);  
[...]
```

```
Integer aliceNumber = telBook.get("Alice");  
System.out.println("Alice's number: " + aliceNumber);
```



- Verfügbare Algorithmen (Beispiele)
  - Maximums- (`max()`) bzw. Minimumsbestimmung (`min()`)
  - Sortieren (`sort()`)
  - Überprüfung auf Existenz gemeinsamer Elemente (`disjoint()`)
  - Erzeugung zufälliger Permutationen (`shuffle()`)
- Beispiel
  - Implementierung

```
Integer[] values = { 1, 2, 3, 4, 5, 6 };
```

```
List<Integer> list = new ArrayList<Integer>(values.length);  
Collections.addAll(list, values);
```

```
System.out.println("Before: " + list);  
Collections.shuffle(list);  
System.out.println("After: " + list);
```

- Ausgabe eines Testlaufs

```
Before: [1, 2, 3, 4, 5, 6]
```

```
After: [4, 2, 1, 6, 5, 3]
```



## Java

Collections & Maps

**Threads**

Kritische Abschnitte

Koordinierung

Verteilte Ausführung

Versionsverwaltung mit Git



## Variante 1: Unterklasse von `java.lang.Thread`

### ■ Vorgehensweise

1. Unterklasse von `Thread` erstellen
2. `run()`-Methode überschreiben
3. Instanz der neuen Klasse erzeugen
4. An dieser Instanz die `start()`-Methode aufrufen

### ■ Beispiel

```
class MWThreadTest extends Thread {  
    @Override  
    public void run() {  
        System.out.println("Test");  
    }  
}
```

```
Thread test = new MWThreadTest();  
test.start();
```



## Variante 2: Implementieren von `java.lang.Runnable`

### ■ Vorgehensweise

1. `run()`-Methode der `Runnable`-Schnittstelle implementieren
2. `Runnable`-Objekt erstellen
3. Instanz von `Thread` mit Hilfe des `Runnable`-Objekts erzeugen
4. Am neuen `Thread`-Objekt die `start()`-Methode aufrufen

### ■ Beispiel

```
class MWRunnableTest implements Runnable {
    @Override
    public void run() {
        System.out.println("Test");
    }
}
```

```
Runnable test = new MWRunnableTest();
Thread thread = new Thread(test);
thread.start();
```



## ■ Ausführung für einen bestimmten Zeitraum aussetzen

- Mittels sleep()-Methoden

```
static void sleep(long millis) throws InterruptedException;
```

```
static void sleep(long millis, int nanos) throws InterruptedException;
```

- Legt den aktuellen Thread für millis Millisekunden (und nanos Nanosekunden) „schlafen“
- Achtung: Es ist nicht garantiert, dass der Thread exakt nach der angegebenen Zeit seine Ausführung fortsetzt

## ■ Ausführung auf unbestimmte Zeit aussetzen

- Mittels yield()-Methode

```
static void yield();
```

- Aussetzen der eigenen Ausführung zugunsten anderer Threads
- Keine Informationen über die Dauer der Pause





- Regulär
  - return aus der run()-Methode
  - Ende der run()-Methode
- Abbruch nach expliziter Anweisung
  - Aufruf der interrupt()-Methode (durch einen anderen Thread)  

```
public void interrupt();
```
  - Führt zu
    - einer InterruptedException, falls sich der Thread gerade in einer unterbrechbaren blockierenden Operation befindet
    - (einer ClosedByInterruptException, falls sich der Thread gerade in einer unterbrechbaren I/O-Operation befindet)
    - dem Setzen einer Interrupt-Status-Variable, die mit isInterrupted() abgefragt werden kann, sonst.
- Auf die Terminierung eines Threads warten mittels join()-Methode

```
public void join() throws InterruptedException;
```



## Java

Collections & Maps

Threads

**Kritische Abschnitte**

Koordinierung

Verteilte Ausführung

Versionsverwaltung mit Git



```
public class MWCounter implements Runnable {
    public int a = 0;

    public void run() {
        for(int i = 0; i < 1000000; i++) {
            a = a + 1;
        }
    }

    public static void main(String[] args) throws Exception {
        MWCounter value = new MWCounter();
        Thread t1 = new Thread(value);
        Thread t2 = new Thread(value);

        t1.start();
        t2.start();

        t1.join();
        t2.join();
        System.out.println("Expected a = 2000000, " +
            "but a = " + value.a);
    }
}
```



- Ergebnisse einiger Durchläufe: 1902507, 1378075, 1506836, 1014281
- Was passiert, wenn  $a = a + 1$  ausgeführt wird?

```
LOAD a into Register  
ADD 1 to Register  
STORE Register into a
```

- Mögliche Verzahnung wenn zwei Threads  $T_1$  und  $T_2$  beteiligt sind

0.  $a = 0$ ;

1.  $T_1$ -LOAD:  $a = 0$ ,  $Reg_1 = 0$

2.  $T_2$ -LOAD:  $a = 0$ ,  $Reg_2 = 0$

3.  $T_1$ -ADD:  $a = 0$ ,  $Reg_1 = 1$

4.  $T_1$ -STORE:  $a = 1$ ,  $Reg_1 = 1$

5.  $T_2$ -ADD:  $a = 1$ ,  $Reg_2 = 1$

6.  $T_2$ -STORE:  $a = 1$ ,  $Reg_2 = 1$

⇒ Die drei Operationen müssen jeweils **atomar** ausgeführt werden!



# Identifizierung kritischer Abschnitte

- Code, der zu jedem Zeitpunkt nur von einem einzigen Thread ausgeführt wird, muss nicht synchronisiert werden
- Synchronisieren nötig, falls Atomizität erforderlich
  1. Der Aufruf einer (komplexen) Methode muss atomar erfolgen
    - Eine Methode enthält mehrere Operationen, die auf einem konsistenten Zustand arbeiten müssen
    - Beispiele:
      - „ $a = a + 1$ “
      - Listen-Operationen (`add()`, `remove()`, ...)
  2. Zusammenhängende Methodenaufrufe müssen atomar erfolgen
    - Methodenfolge muss auf einem konsistenten Zustand arbeiten
    - Beispiel:

```
List list = new LinkedList();  
[...]  
int lastObjectIndex = list.size() - 1;  
Object lastObject = list.get(lastObjectIndex);
```



- Standardansatz in Java
  - Kennzeichnung eines kritischen Abschnitts mittels `synchronized`-Block
  - Verknüpfung eines kritischen Abschnitts mit einem *Sperrojekt*
  - Ein Sperrojekt kann nur von jeweils einem Thread gehalten werden

```
public void foo() {  
    [...] // unkritische Operationen  
    synchronized(<Sperrojekt>) {  
        [...] // kritischer Abschnitt  
    }  
    [...] // unkritische Operationen  
}
```

- Hinweise
  - Jedes `java.lang.Object` kann als Sperrojekt dienen
  - Ein Thread kann dasselbe Sperrojekt mehrfach halten (rekursive Sperre)
- Mögliche Lösung für das Zähler-Beispiel

```
synchronized(this) { a = a + 1; }
```

- Alternativen: Semaphore, ReentrantLock



# Synchronisierte Methoden

- Ersatzschreibweise für einen methodenweiten `synchronized`-Block
- Sperrobjekt
  - Statische Methoden: `Class`-Objekt der entsprechenden Klasse
  - Sonst: `this`

```
class MWExample {
    synchronized public void foo() {
        [...] // kritischer Abschnitt
    }
    public void bar() {
        synchronized(this) {
            [...] // kritischer Abschnitt
        }
    }
}
```

- Beachte
  - Alle `synchronized`-Methoden einer Klasse nutzen dasselbe Sperrobjekt
  - Ansatz nur sinnvoll, falls Methoden tatsächlich in Konflikt stehen



# Synchronisierte Datenstrukturen

- Klasse `java.util.Collections`
  - Statische Wrapper-Methoden für Collection-Objekte
  - Synchronisation kompletter Datenstrukturen

- Methoden

```
static <T> List<T> synchronizedList(List<T> list);  
static <K,V> Map<K,V> synchronizedMap(Map<K,V> map);  
static <T> Set<T> synchronizedSet(Set<T> set);  
[...]
```

- Beispiel

```
List<String> list = new LinkedList<String>();  
List<String> syncList = Collections.synchronizedList(list);
```

- Beachte

- Synchronisiert **alle** Zugriffe auf eine Datenstruktur
- Löst Fall 1, jedoch nicht Fall 2 von Folie 2–13





## ■ Ansatz

- Ersatz-Klassen für problematische Datentypen
- Atomare Varianten häufig verwendeter Operationen
- Operation für atomares *Compare-and-Swap* (CAS)

## ■ Verfügbare Klassen

- Versionen für primitive Datentypen: Atomic{Boolean,Integer,Long}
- Arrays: AtomicIntegerArray, AtomicLongArray
- Referenzen: AtomicReference, AtomicReferenceArray
- ...

## ■ Beispiel

```
AtomicInteger ai = new AtomicInteger(47);
int newValueA = ai.incrementAndGet();
int newValueB = ai.getAndIncrement();
int oldValue = ai.getAndSet(4);
boolean success = ai.compareAndSet(oldValue, 7);
```



## Java

Collections & Maps

Threads

Kritische Abschnitte

Koordinierung

Verteilte Ausführung

Versionsverwaltung mit Git



- Problemstellung
  - Rollenverteilung zwischen Threads (z. B. Produzent/Konsument)
  - Threads müssen sich abstimmen, um eine gemeinsame Aufgabe zu lösen→ Mechanismen zur Koordinierung erforderlich
- Standardansatz in Java
  - Ein Thread wartet darauf, dass ein Ereignis eintritt
  - Der Thread wird mittels einer *Synchronisationsvariable* benachrichtigt
- Hinweise
  - Jedes `java.lang.Object` kann als Synchronisationsvariable dienen
  - Um andere Threads per Synchronisationsvariable zu benachrichtigen, muss ein Thread innerhalb eines `synchronized`-Blocks dieser Variable sein
- Methoden
  - `wait()` Auf eine Benachrichtigung warten
  - `notify()` Benachrichtigung an **einen** wartenden Thread senden
  - `notifyAll()` Benachrichtigung an **alle** wartenden Threads senden



## ■ Variablen

```
Object syncObject = new Object(); // Synchronisationsvariable
boolean flag = false;           // Ereignis-Flag
```

## ■ Auf Erfüllung der Bedingung wartender Thread

```
synchronized(syncObject) {
    while(!flag) {
        syncObject.wait();
    }
}
```

## ■ Bedingung erfüllender Thread

```
synchronized(syncObject) {
    flag = true;
    syncObject.notify();
}
```



## Java

Collections & Maps

Threads

Kritische Abschnitte

Koordinierung

## Verteilte Ausführung

Versionsverwaltung mit Git



## ■ Kompilieren von Java-Programmen

```
> javac -cp lib1.jar:lib2.jar -d bin File1.java ...
```

- Klassenpfad (-cp) muss verwendete Bibliotheken beinhalten
  - Besteht aus jar-Dateien und Ordnern mit class-Dateien
  - Pfade durch „:“ getrennt
- Ausgabeverzeichnis -d bin für kompilierte class-Dateien
- Quellcodedateien übergeben

## ■ Ausführen von Java-Programmen

```
> java -cp lib1.jar:lib2.jar:bin [-Dparam=value] Entrypoint [args ...]
```

- Klassenpfad um Ausgabeverzeichnis für kompilierte Klassen ergänzen
- Systemeigenschaften mit -Dparam=value übergeben
  - Abfrage per `System.getProperty("param", "default");`
- Ausführung startet in der Klasse Entrypoint
- Restliche Parameter werden an das Java-Programm übergeben



- „printf“-Debugging
  - An unterschiedlichen Stellen im Programm Debugausgaben erzeugen
  - Zuordnung von Ausgabe zu Programmzeilen sollte möglich sein
  - Bei großen Ausgabemengen in Dateien umleiten
  - Ausgaben mit Zeitstempeln versehen
  - **Achtung:** Uhren der Rechner können im verteilten Fall voneinander abweichen
- Debugger
  - Einzelne(n) Java-Prozess(e) im Debugger starten
  - Restliche Prozesse normal starten
  - **Achtung:** Pausieren im Debugger hält nur den zugehörigen Prozess an. Restliche Prozesse laufen normal weiter. → Gefahr von unerwartetem Verhalten durch Timeouts
- Läuft (überall) der aktuelle Programmcode?



- Protokoll für sichere Kommunikation über unsichere Netzwerke
  - SSH-Clients kommunizieren mit SSH-Servern über TCP (meist Port 22)
  - Public-Key-Verfahren für Verschlüsselung und Authentifizierung

- Anwendungen

- Zugriff auf Rechner `host` unter aktuellem Benutzernamen

```
> ssh <host>
```

- Zugriff auf Rechner `host` unter Benutzernamen `user`

```
> ssh <user>@<host>
```

- Befehl `cmd` auf Rechner `host` ausführen

```
> ssh <host> <cmd>
```

- Authentifizierung mit SSH-Schlüssel gegenüber dem entfernten Rechner

```
> ssh [-i <ssh-key>] <host>
```

→ Standard: Verwendung von SSH-Schlüssel unter `~/.ssh/id_rsa`

→ Öffentlicher Teil des Schlüssels (`~/.ssh/id_rsa.pub`) muss auf entferntem Rechner in `~/.ssh/authorized_keys` eingetragen sein





- Kopieren von Dateien zwischen Rechnern

```
> scp <path_src> <path_dst>
```

Für entfernte Pfade: [*<user>*@]*<host>*:*<path\_remote>*, Beispiele:

```
> scp faui0ad:/tmp/srcfile .
> scp /tmp/srcfile user@faui0ad:      # Ziel: Home von user
> scp -r faui0ad:srcdir faui0ad:/tmp  # Rekursiv, Ordner kopieren
```

- **Hinweis:** Die Verzeichnisse /home und /proj auf CIP-Pool-Rechnern werden per NFS (Network File System) bereitgestellt. Dadurch enthalten diese auf allen Rechner dieselben Dateien

```
> scp README faui00a:
> ssh faui00b cat README
```

- **Hinweis:** Innerhalb des CIP-Pool-Netzes sind einfache Hostnamen wie 'faui00a' ausreichend. Ansonsten muss der **Domänenname** mit angegeben werden, z. B. 'faui00a.cs.fau.de'.



## ■ Automatisieren häufiger Vorgänge

- Skript zum Starten der Anwendung (Dateiname: start-server.sh)

```
#!/bin/bash
echo "Starte Anwendung mit Parametern $@"
java -cp <classpath> vsue.bank.VSBankServer "$@"
```

- Skript ausführen

```
> chmod +x start-server.sh # einmalig als ausfuehrbar markieren
> ./start-server.sh param1 param2 ...
Starte Anwendung mit Parametern param1 param2 ...
```

## ■ Bash-Skripte debuggen

- Hinzufügen von echo-Anweisungen
- Starten mit `bash -x`

```
> bash -x start-server.sh param1 param2 ...
```

## ■ Wiki / Tutorialsammlung



**The Bash Hackers Wiki**

<http://wiki.bash-hackers.org/start>



- Programm zum Verwalten mehrerer virtueller Terminals
- Erlaubt beliebiges Trennen und Fortsetzen von Sitzungen

- Wichtige Tastatur-/Screen-Befehle

Ctrl+a c	screen	Erstelle neues Fenster und wechsele zu diesem
Ctrl+a Ctrl+a	other	Zwischen letzten aktiven Fenstern wechseln
Ctrl+a <num>	select	Springe zu Fenster <num>
Ctrl+a "	windowlist	Liste mit offenen Fenstern anzeigen
Ctrl+a k	kill	Schließe aktuelles Fenster
Ctrl+a \	quit	Schließe alle Fenster und beende Screen-Instanz
Ctrl+a d	detach	Screen-Sitzung trennen
Ctrl+a [ ]	copy	Kopiermodus zum Scrollen, Verlassen: <ESC>
Ctrl+a ?	help	Tastaturbelegung mit Befehlen zeigen



- **Programme laufen auch bei getrennter Sitzung weiter**

- Screen-Sitzung im aktuellen Terminal fortsetzen

(wird gegebenenfalls von anderem Terminal getrennt)

```
$ screen -dr
```

- Bei mehreren Screen-Sitzungen

- Auflisten laufender Sitzungen

```
$ screen -ls
```

There are screens on:

```
16656.pts-145.fai48f (8.5.2019 12:10:06) (Attached)
```

```
16457.pts-123.fai48f (8.5.2019 12:27:59) (Attached)
```

```
2 Sockets in /var/run/screen/S-eischer.
```

- Bestimmte Sitzung fortsetzen

```
$ screen -dr 16457.pts-123.fai48f
```



- Screen-Konfiguration (`.screenrc`): Textdatei mit Befehlen

```
startup_message off # Keine Hilfeseite beim Start
defscrollback 1500 # Max. 1500 Zeilen puffern
# Fenster starten
screen ssh faui04e java -cp <classpath> ReplicationServer 1
screen ssh faui04f java -cp <classpath> ReplicationServer 2
screen ssh faui04g java -cp <classpath> ReplicationServer 3
```

- Konfiguration beim Starten von Screen laden

```
$ screen -c screen-config.txt
```

- Fernsteuern aus anderem Terminal oder Shell-Script

```
# screen -X <Screen-Befehl> ...
$ screen -X screen ssh faui04g
```

- Dokumentation: `man 1 screen`



## Java

Collections & Maps

Threads

Kritische Abschnitte

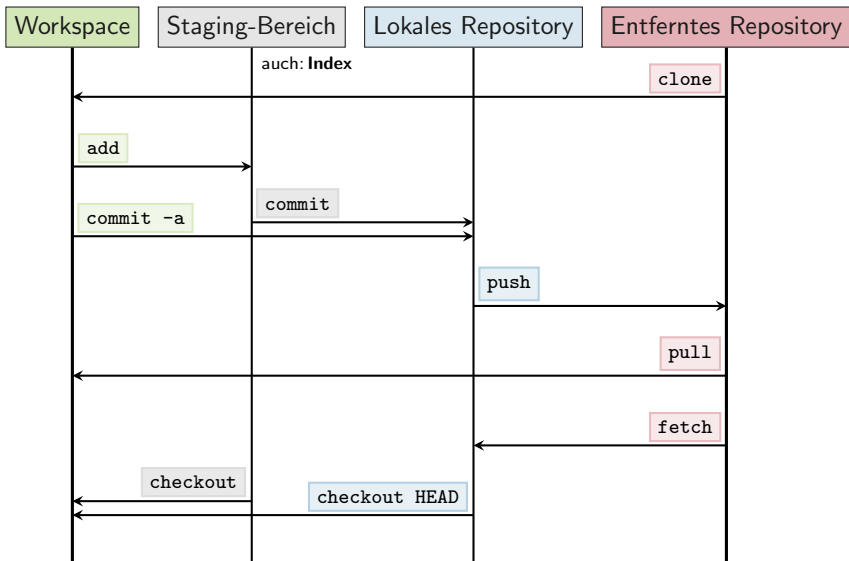
Koordinierung

Verteilte Ausführung

Versionsverwaltung mit Git



# Überblick über den Git-Arbeitsablauf



- Erstellen einer lokalen Arbeitskopie über ein entferntes Repository
  - Befehl: 

```
> git clone <URL>
```
  - Beispiel: git clone über SSH (SSH-Schlüssel nötig, siehe Folie 0–6)  

```
> git clone git@gitlab.cs.fau.de:mustermann/vsue.git
```
  - URL des GitLab-Repository steht auf der jeweiligen Projektübersichtsseite
- Konfiguration
  - Befehl: 

```
> git config
```
  - E-Mail-Adresse und Name für Benutzer (`--global`) festlegen  

```
> git config --global user.name "Max Mustermann"  
> git config --global user.email max@mustermann.de
```

→ Ohne `--global` erfolgt die Konfiguration Repository-spezifisch
- Dokumentation: `git <subcmd> --help`
- Weitere Informationen zu Git: <https://git-scm.com/book/en/v2>





## ■ Betrachten von Commits im lokalen Repository

- Befehl (nur Commit-Nachrichten): `> git log`

```
commit f8ceebed8d581cab736350c055b072db148987cd
Author: Michael Eischer <eischer@gitlab@cs.fau.de>
Date:   Wed May 8 13:11:11 2019 +0200

Add initial README file

[...]
```

- Ausgeben der Änderungen eines Commits `> git log -p`

## ■ Git-GUIs mit graphischer Darstellung

- git-cola
- gitk
- gitg



- Dateien werden zunächst nur dem Index (→ Staging-Bereich) hinzugefügt oder davon entfernt
  - Es wird nur der **aktuelle** Zustand hinzugefügt
  - Änderungen werden erst beim nächsten Commit wirksam (d. h. in das lokale Repository übertragen) → siehe nächste Folie ff.
  - Einzelne Änderungen durch Option `-p` bzw. `--patch` auswählbar

## ■ Änderung(en) hinzufügen

```
> git add [-p] <file(s)-to-add>
```

## ■ Änderung(en) aus Index entfernen

```
> git reset [-p] HEAD <file(s)-to-reset>
```

## ■ Änderung(en) verwerfen

```
> git checkout [-p] -- <file(s)-to-checkout>
```

## ■ Datei(en) entfernen

```
> git rm <file(s)-to-remove>
```



- Auswirkungen des nächsten Commits überprüfen: `> git status`

```
# On branch master
# Changes to be committed:
#   (use "git reset HEAD <file>..." to unstage)
#
# new file:   README.md
#
# Changes not staged for commit:
#   (use "git add <file>..." to update what will be committed)
#   (use "git checkout -- <file>..." to discard changes in working
#     directory)
#
#       modified:   application.java
#
# Untracked files:
#   (use "git add <file>..." to include in what will be committed)
#
# Makefile
```



## ■ Unterschiedliche Ausprägungen

- Standardverhalten: Diff zwischen Workspace und Index

```
> git diff [<filename>]
```

- Diff zwischen Index und aktuellem Commit

```
> git diff --cached [<filename>]
```


- Diff zwischen Workspace und einem bestimmten Commit

```
> git diff <commit> [<filename>]
```

## ■ Unterschiede zu Dateien in einem Remote-Branch

```
> git diff master origin/master
```

Zum Beispiel: Unterschied von lokalem Branch 'master' zu Zustand von 'master' im entfernten Repository: `local_branch := master` u. `remote_branch := origin/master`

→  Vorheriges `git fetch` (siehe Folie 2–38) ratsam.



- Mit `commit` übernommene Änderungen sind zunächst nur im **lokalen** Repository sichtbar

- Kompletten Index oder nur bestimmte Datei(en) übernehmen

```
> git commit [<file(s)-to-commit>]
```

- Alle modifizierten Dateien übernehmen

```
> git commit -a
```

- Commit-Nachricht direkt per Kommandozeile übergeben

```
> git commit -m <commit_message>
```

- Vorherigen Commit modifizieren

```
> git commit --amend
```

- Commits vom lokalen in das **entfernte** Repository einprüfen

```
> git push [[remote_name] [branch_name]]
```

→ Lokales Repository muss vorher aktualisiert werden, wenn entferntes Repository weitere, noch nicht lokal vorhandene Commits enthält



## ■ Lokal

```
■ > git checkout <branch>
```

- Aktuellen Stand aus dem Zweig <branch> übernehmen
- Übernahme in den Workspace **und** in den Index
- Operation ist „safe“, verwirft also keine Änderungen

## ■ Entfernt

```
■ > git fetch --all
```

- Aktualisierung der Remote-Tracking-Branche (refs/remotes/)

```
■ > git pull [[remote_name] [branch_name]]
```

- Zustand aus entferntem Repository holen und in aktuellen lokalen Branch integrieren ( $\simeq$  git fetch, gefolgt von git merge)
- eventuell Konfliktauflösung notwendig, siehe nächste Folie



## ■ Konflikt feststellen

```
> git pull
[...]
1b09b5d..39efa77 master -> origin/master
Auto-merging README.md
CONFLICT (content): Merge conflict in README.md
Automatic merge failed; fix conflicts and then commit the result.

> cat README.md
<<<<<<< HEAD
TODO: Structure and fill this README.
=====
## Synopsis

## Installation
>>>>>> 39efa77d814d4aebfec37da8d252cfc80091907
```

## ■ Konflikt in Datei manuell auflösen und Ergebnis einprüf

```
> git add README.md
> git commit
```



# Dateien ignorieren

- Kompilierte Dateien (z. B. `.class`-Dateien) sollen nicht ins Repository
  - Zu ignorierende Dateien in `.gitignore` eintragen

```
# Ignore class files
*.class
```

- `.gitignore` muss in das Repository eingecheckt werden
- Lokale Änderungen inklusive ignorerter Dateien anzeigen

```
> git status --ignored
[...]
# Ignored files:
#   (use "git add -f <file>..." to include in what will be committed)
#
#       application.class
```

- `.gitignore` greift nicht für bereits eingecheckte Dateien
  - ggf. die entsprechende Datei explizit mit `git rm <file>` löschen





- Eclipse enthält Unterstützung für Git  
(SSH-Schlüssel muss vom Typ **RSA** sein. Standarddateiname: id\_rsa)
- Schritte zum Einrichten
  1. Lokale Kopie des Repository erstellen
    - Entweder mit `git clone`, siehe Folie 2–32
    - oder direkt in Eclipse
      - \* „File“ → „Import...“ → „Git“ → „Projects from Git“
      - \* Anschließend „Clone URI“ auswählen und URL aus Gitlab einfügen
      - \* Bei „Branch Selection“ auf weiter klicken
      - \* Bei „Local Destination“ ggf. **Pfad** anpassen und diesen **merken**
      - \* „Import using the New Project wizard“ auswählen
  2. Als Projekt in Eclipse hinzufügen
    - \* Neues „Java“ → „Java Project“ auswählen
    - \* **„Use default location“ deaktivieren**
    - \* **Pfad des lokalen Repository eingeben**  
→ Eclipse erkennt das Git-Repository anschließend automatisch
    - \* Rest wie ohne Git
- Git-Befehle sind nach Rechtsklick auf das Projekt über das „Team“-Untermenü verfügbar



- „Push to Upstream“ ist nicht verfügbar
  - Tritt bei bislang leerem Repository auf
  - Dateien hinzufügen und einprüfem (commit)
  - Einmalig „Push Branch 'master'...“ mit Standardeinstellungen verwenden

