

Java

Collections & Maps
Threads
Kritische Abschnitte
Koordinierung

Verteilte Ausführung

Versionsverwaltung mit Git



Maps

`java.util.Map<K,V>`

- 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);
```



Collections

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

Tutorial



The Java Tutorials, Trail: Collections

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



Algorithmen-Bibliothek

`java.util.Collections`

- 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();
```



Erzeugung von Threads

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();
```



Pausieren von Threads

■ 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



Identifizierung kritischer Abschnitte

Beispiel

```
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);
    }
}
```



Identifizierung kritischer Abschnitte

Beispiel

- Ergebnisse einiger Durchläufe: 1732744, 1378075, 1506836
- 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!



- 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 *Sperrobjekt*
- Ein Sperrobjekt kann nur von jeweils einem Thread gehalten werden

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

- Hinweise

- Jedes java.lang.Object kann als Sperrobjekt dienen
- Ein Thread kann dasselbe Sperrobjekt 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



Koordinierung in Java

Überblick

■ 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



Koordinierung in Java

Beispiel

■ 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



Verteiltes Debugging

- „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?



■ 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



Secure Shell (SSH)

- 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 ausführbar 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.fau148f (27.10.2017 15:10:06) (Attached)
16457.pts-123.fau148f (27.10.2017 15:27:59) (Attached)
2 Sockets in /var/run/screen/S-eischer.
```

- Bestimmte Sitzung fortsetzen

```
$ screen -dr 16457.pts-123.fau148f
```



■ 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

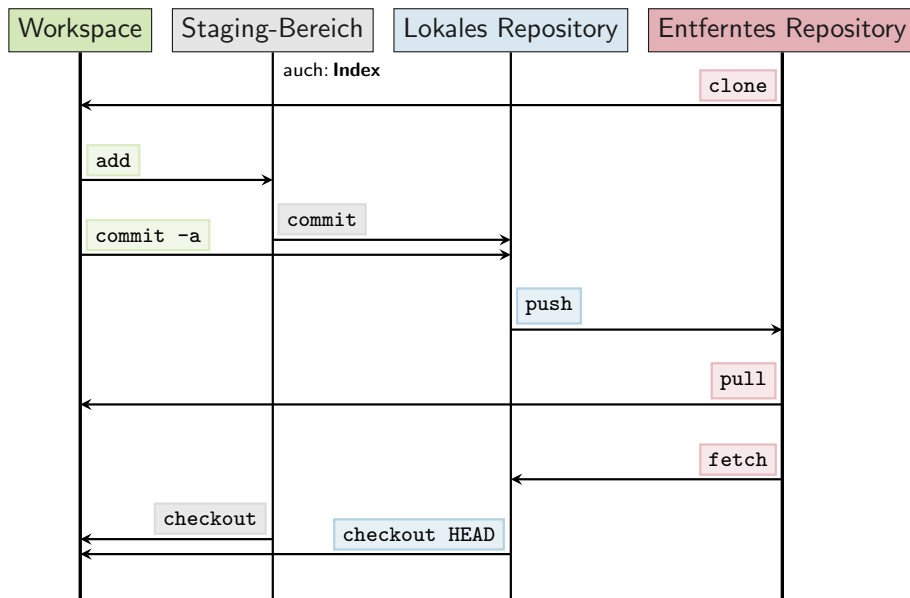
Collections & Maps
Threads
Kritische Abschnitte
Koordinierung

Verteilte Ausführung

Versionsverwaltung mit Git



Überblick über den Git-Arbeitsablauf



Einrichten eines Repository

■ 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 config --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 Apr 24 11:11:11 2018 +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>
```



Änderungen überprüfen (1)

- 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
```



Änderungen überprüfen (2)

■ 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 <local_branch> <remote_branch>
```

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-Branches (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



Konfliktbewältigung

- 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 einprüfen

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

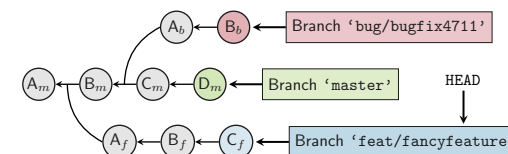


Verzweigungen (1)

- Für jedes neue Feature wird üblicherweise ein neuer Branch erstellt

- Anzeigen aller (auch entfernter) Branches

```
> git branch -a
master
* feat/fancyfeature
bug/bugfix4711
remotes/origin/master
```



- Neuen lokalen Branch erstellen (ausgehend vom gegenwärtigen HEAD)

```
> git checkout -b <new_branch_name>
```

- Branch wechseln

- Wechsel in bereits existierenden Branch

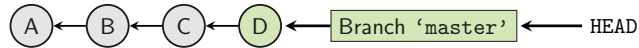
```
> git checkout <local_branch>
```

- Lokalen Branch basierend auf Remote-Branch erstellen und ausprüfen

```
> git checkout -b <local_branch> <remote_branch>
```



■ Bedeutung von HEAD



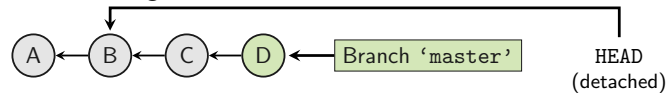
- Eine Art Zeiger auf den aktuell ausgewählten Branch

```
> cat .git/HEAD
ref: refs/heads/master
```

- Branch ist wiederum Zeiger auf aktuellsten Commit einer Verzweigung

■ Losgelöster HEAD

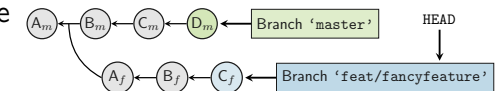
- Git sorgt normalerweise dafür, dass der HEAD-Zeiger automatisch weitergerückt wird (d. h., immer auf den aktuellen Branch zeigt)
- Ausnahme: HEAD zeigt auf bestimmten Commit → detached HEAD



- ! „detached“ bedeutet, dass folgende Commits keinem (benannten) Branch zugeordnet sind und bei Wechsel zu anderem Commit/Branch verlorengehen



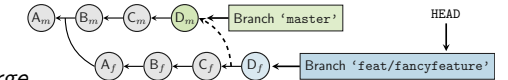
- Irgendwann müssen verschiedene Zweige (wieder) vereint werden



- Prinzipiell zwei unterschiedliche Wege

- Das klassische Mergen → Mergen von <branch_src> in <branch_dst>:

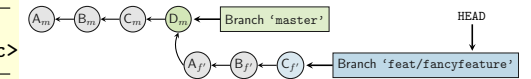
```
> git checkout <branch_dst>
> git merge <branch_src>
```



- Einfacher Fall: *fast-forward merge*
- Fall mit eventuell notwendiger Konfliktauflösung: *3-Wege-Merge*

- Rebase

```
> git checkout <branch_dst>
> git rebase [-i] <branch_src>
```



- Interaktives Rebase (-i): Historie neu schreiben
- ! Sollte nicht auf öffentlichem Branch angewendet werden



Git in Eclipse

- Eclipse enthält Unterstützung für Git

- 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



Git in Eclipse

- „Push to Upstream“ ist nicht verfügbar

- Tritt bei bislang leerem Repository auf

→ Dateien hinzufügen und einprüfem (commit)

→ Einmalig „Push Branch 'master'...“ mit Standardeinstellungen verwenden

