

---

# Verlässliche Systemsoftware

Übungen zur Vorlesung

Git

**Phillip Raffeck, Simon Schuster, Peter Ulbrich**

Technische Universität Dortmund  
Lehrstuhl für Informatik 12 (Arbeitsgruppe Systemsoftware)  
<https://sys.cs.tu-dortmund.de>

Sommersemester 2021



## 1 Versionsverwaltung mit git



Typische Aufgaben eines Versionsverwaltungssystems sind:

- *Sichern* alter Zustände
- *Zusammenführung* paralleler Entwicklung
- *Transportmedium*

Idealerweise zusätzlich:

- *Unabhängige Entwicklung* ohne zentrale Infrastruktur



- wir werden in VEZS git verwenden
- 2005 von Linus Torvalds für den Linux-Kernel geschrieben
- Konsequenz der Erfahrungen mit *bitkeeper*
- Eigenschaften:
  - dezentrale, parallele Entwicklung
  - Koordinierung hunderter Entwickler
  - Visualisierung von Entwicklungszweigen



● master	origin/master	no ascii art needs formatting	Tobias Klaus	May 3 2016, 12:26
●		Every repository should contain a README file	Peter Waegemann	Apr 22 2016, 18:26
●		fix two warnings caused by ignored return values of system	Florian Franzmann	Apr 8 2014, 14:01
●		change colors to black and white theme	Florian Franzmann	May 27 2013, 18:46
●		fix warnings	Florian Franzmann	May 27 2013, 18:46
●		switch to cmake	Florian Franzmann	May 27 2013, 18:45
●		Anpassung fuer neuen gcc	Florian Franzmann	Jun 2 2008, 20:21
●		- fixed compiler warnings	Florian Franzmann	Sep 13 2009, 22:35
●		Sonnenauf/-untergang korrigiert	Florian Franzmann	Jul 18 2007, 22:45
●		gestrige Aenderung wieder rueckgaengig	Florian Franzmann	Jul 12 2007, 12:14
●		Monat fuer Sonnenaufgang/Untergang korrigiert	Florian Franzmann	Jul 12 2007, 00:23
●		Test fuer sunrise	Florian Franzmann	Feb 22 2007, 23:05
●		logarithmische Skalierung fuer tics	siflfran	May 5 2006, 12:56
●		Outlineblamodi	siflfran	May 5 2006, 12:47
●		*** empty log message ***	siflfran	May 4 2006, 21:50
●		Kreiskrams fertig	siflfran	May 4 2006, 21:48
●		Kreisbla angefangen	siflfran	May 4 2006, 20:43
●		Neon-Krams	siflfran	May 2 2006, 17:22





- Was speichert ein Commit?

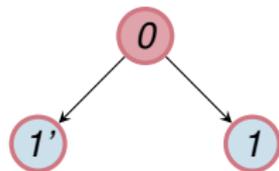


- Was speichert ein Commit?
  - Wer?  $\rightsquigarrow$  Autor
  - Warum?  $\rightsquigarrow$  Commit-Nachricht
  - Was?
    - Vorher/Nachher *Zustände* Arbeitskopie

0

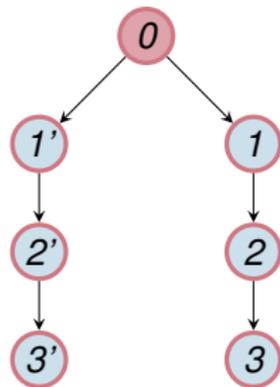


- Was speichert ein Commit?
  - Wer?  $\leadsto$  Autor
  - Warum?  $\leadsto$  Commit-Nachricht
  - Was?
    - Vorher/Nachher *Zustände* Arbeitskopie
  - Vorgänger Commits, auch *mehrere!*
  - *Keine* Nachfolger
- $\leadsto$  Commit-Id: SHA-1 Hash über Inhalt



# git-Commits

- Was speichert ein Commit?
  - Wer?  $\leadsto$  Autor
  - Warum?  $\leadsto$  Commit-Nachricht
  - Was?
    - Vorher/Nachher *Zustände* Arbeitskopie
  - Vorgänger Commits, auch *mehrere!*
  - *Keine* Nachfolger
- $\leadsto$  Commit-Id: SHA-1 Hash über Inhalt
- $\leadsto$  Gerichteter Azyklischer Graph (engl.: Directed Acyclic Graph: DAG)
  - $\leadsto$  Sprünge zurück *möglich*
  - $\leadsto$  Sprünge vorwärts *nicht möglich*



- Was speichert ein Commit?
  - Wer?  $\leadsto$  Autor
  - Warum?  $\leadsto$  Commit-Nachricht
  - Was?
    - Vorher/Nachher *Zustände* Arbeitskopie
  - Vorgänger Commits, auch *mehrere!*
  - *Keine* Nachfolger

$\leadsto$  Commit-Id: SHA-1 Hash über Inhalt

$\leadsto$  Gerichteter Azyklischer Graph  
(engl.: Directed Acyclic Graph: DAG)

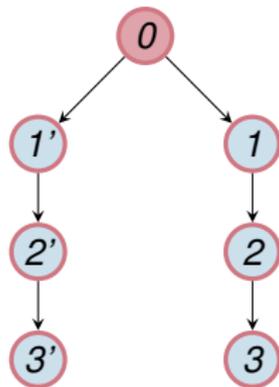
$\leadsto$  Sprünge zurück *möglich*

$\leadsto$  Sprünge vorwärts *nicht möglich*

- Woher kriegt man "obere" Commits?

$\leadsto$  Symbolische Namen (Zeiger)

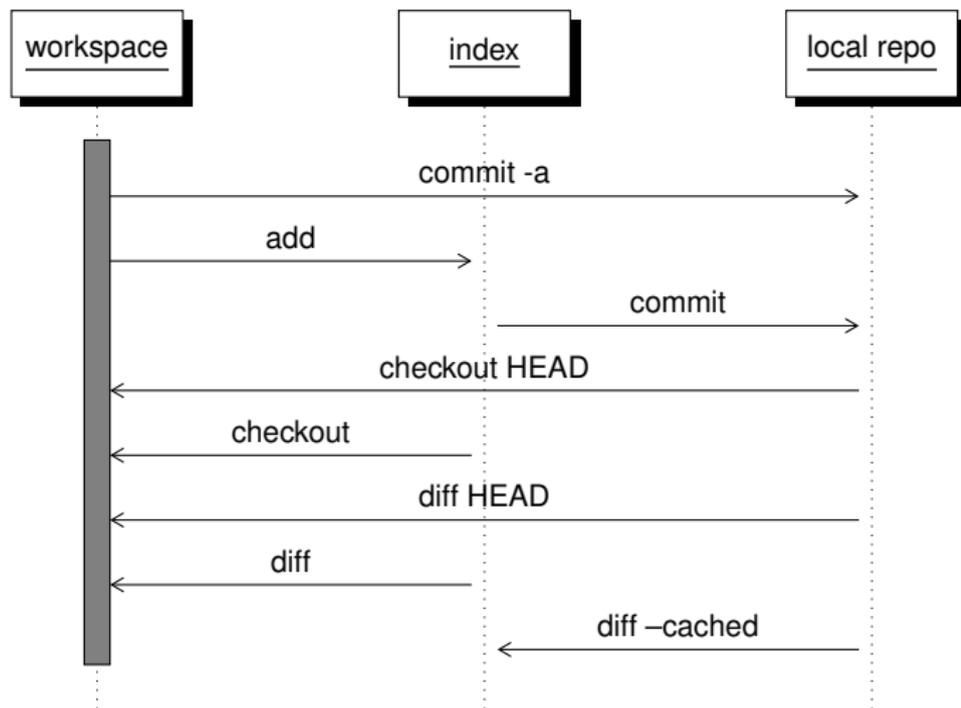
- HEAD: Aktueller Commit
- Branch: Zeiger auf Commit



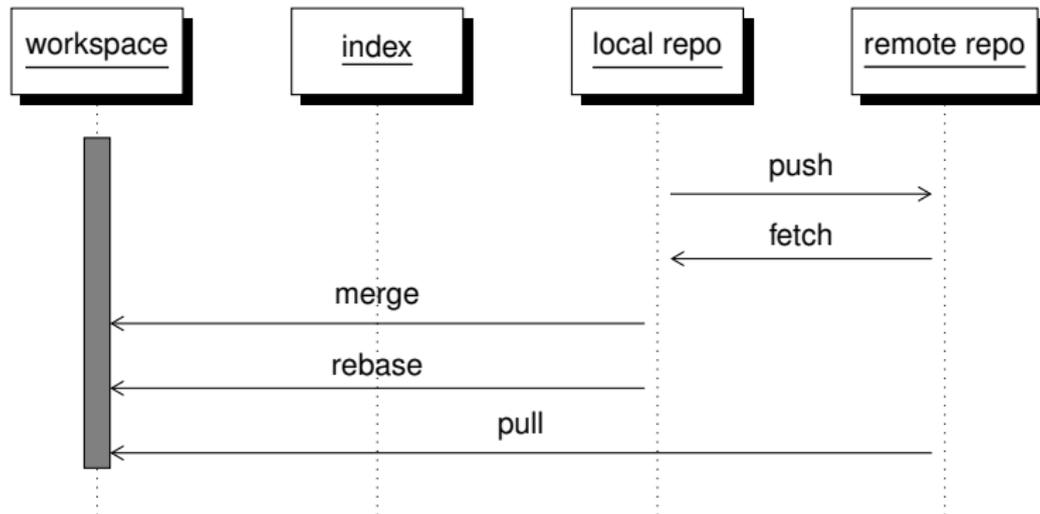
- initiales Repository herunterladen:  
`% git clone <URL>`
- oder anlegen:  
`% git init`
- Commit im Index zusammenbauen (⇒ „*Verladerampe*“):  
`% git add <Datei1>`  
`% git add <Datei2>`  
`% ...`
- anschauen was bei git commit passieren würde:  
`% git status`  
oder  
`% git diff --cached`
- anschließend Index an das Repository übergeben:  
`% git commit (⇒ „Einladen in den LKW“)`



# git-Arbeitsschritte – lokal



# git-Arbeitsschritte – entfernt I



## git push [<remote> [<branch>]]

- schiebt Commits nach <remote> in den ausgewählten <branch>
- dies geht nur, wenn lokales Repo auf dem aktuellen Stand ist!
- sonst beschwert sich git:

```
% git push origin master
```

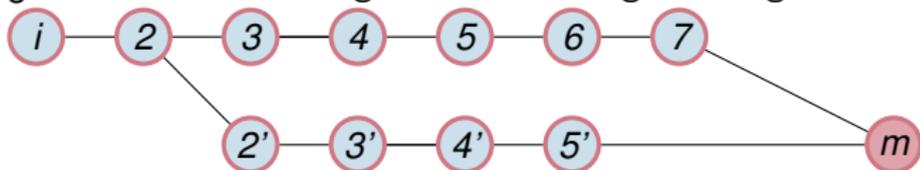
```
To /tmp/test.git
! [rejected]      master -> master (non-fast-forward)
error: failed to push some refs to '/tmp/test.git'
To prevent you from losing history, non-fast-forward updates were rejected
Merge the remote changes (e.g. 'git pull') before pushing again. See the
'Note about fast-forwards' section of 'git push --help' for details.
```

↪ wir müssen das Repository erst auf den aktuellen Stand bringen



## git pull [<remote> [<branch>]]

- holt Änderungen aus remote in den aktuellen Branch
- verschmilzt aktuellen Branch mit geholten Änderungen
- gleicher Effekt wie % git fetch && git merge FETCH\_HEAD



### % git pull origin

```
remote: Counting objects: 5, done.
remote: Total 3 (delta 0), reused 0 (delta 0)
Unpacking objects: 100% (3/3), done.
From /tmp/test
 38b95cb..8ec6e93  master    -> origin/master
Auto-merging test.txt
CONFLICT (content): Merge conflict in test.txt
Automatic merge failed; fix conflicts and then commit the result.
```

- Änderungen an gleicher Stelle in der Zwischenzeit

~> Konflikte müssen von Hand behoben werden



```
% cat test.txt
```

```
hallo  
<<<<<<< HEAD  
welT!     meine Version  
=====  
Welt!     Version in origin/master  
>>>>>>> 8ec6e9309fa37677e2e7ffc9553a6bebf8827d6
```

- **Konflikt auflösen:**
  - Manuelles Bearbeiten
  - Übernahme des eigenen, Verwerfen des fremden Standes:  
git checkout --ours test.txt
  - Übernahme des fremden, Verwerfen des eigenen Standes:  
git checkout --theirs test.txt



- Konfliktlösung an git signalisieren:

```
% git add test.txt && git commit
```

```
[master 4d21871] Merge branch 'master' of /tmp/test
```

```
% git push origin master
```

```
Counting objects: 5, done.  
Writing objects: 100% (3/3), 265 bytes, done.  
Total 3 (delta 0), reused 0 (delta 0)  
Unpacking objects: 100% (3/3), done.  
To /tmp/test.git  
8ec6e93..278c740  master -> master
```



# Verzweigungen und Zusammenführungen

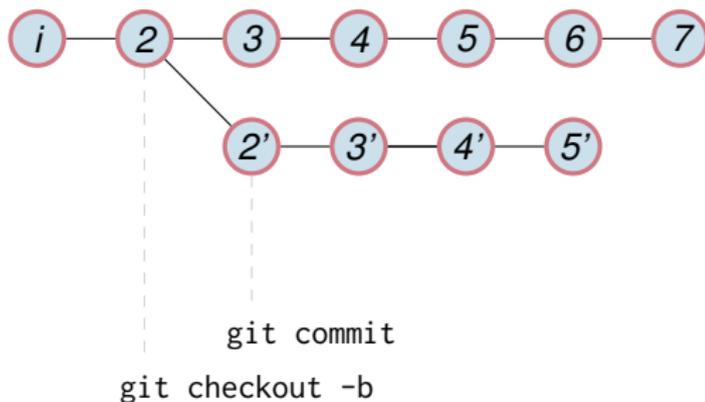
---

Beispiel für parallele Entwicklung:



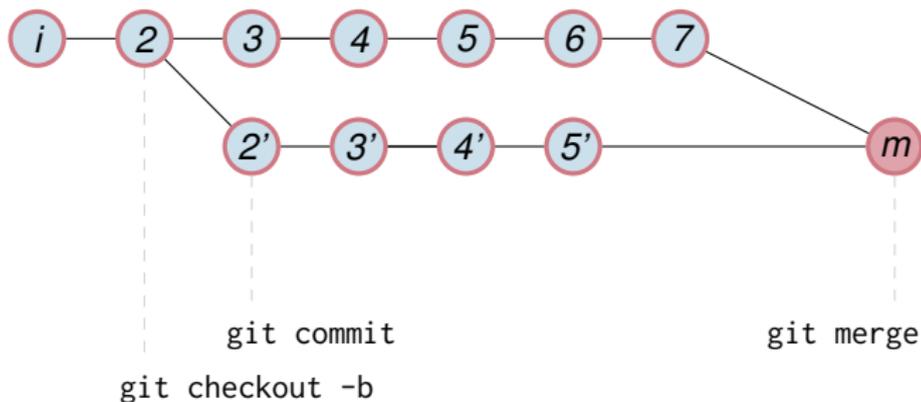
# Verzweigungen und Zusammenführungen

Beispiel für parallele Entwicklung:



# Verzweigungen und Zusammenführungen

Beispiel für parallele Entwicklung:



## In den meisten Versionsverwaltungssystemen

- 1 Featurebranch anlegen
- 2 Feature im Branch implementieren, testen
- 3 Featurebranch mit master verschmelzen
- 4 ggf. Featurebranch löschen



## In den meisten Versionsverwaltungssystemen

- 1 Featurebranch anlegen
- 2 Feature im Branch implementieren, testen
- 3 Featurebranch mit master verschmelzen
- 4 ggf. Featurebranch löschen

## Naiver Ansatz

~> skaliert nicht!



## Aufgaben von Versionsverwaltung

- 1 Codeschreiben unterstützen
- 2 Konfigurationsmanagement/Branches  
~> z. B. Release-Version, HEAD-Version . . .



## Aufgaben von Versionsverwaltung

- 1 Codeschreiben unterstützen
- 2 Konfigurationsmanagement/Branches  
~> z. B. Release-Version, HEAD-Version . . .

### ~> Konflikt

- 1 braucht Checkpoint-Commits
  - möglichst oft einchecken
  - ~> skaliert nicht
- 2 braucht Stable-Commits
  - nur einchecken, wenn Commit perfekt
  - ~> nicht praktikabel



## Öffentlicher Branch $\leadsto$ verbindliche Geschichte

Commits sollen  $\left\{ \begin{array}{l} \text{atomar} \\ \text{gut dokumentiert} \\ \text{linear} \\ \text{unveränderlich} \end{array} \right\}$  sein

## Privater Branch $\leadsto$ Schmierpapier

- für einzelnen Entwickler
- möglichst lokal
- wenn im zentralen Repo  $\leadsto$  auf Privatheit einigen

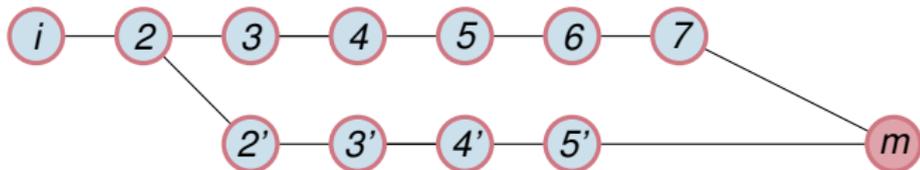


# Aufräumen

- verschmelze nie direkt privaten mit öffentlichem Branch

- Historie wird sonst unübersichtlich

↪ nicht einfach git merge im master machen



- vorher immer erst git

- rebase ↪ Commits auf Branch anwenden
- merge --squash ↪ einzelnen Commit aus Branch-Commits  
oder: rebase --interactive ↪ Commits umgruppieren
- commit --amend ↪ letzten Commit überarbeiten

- Ziel: öffentlicher Commit ≡ Kapitel eines Buches

Michael Crichton

*Great books aren't written – they're rewritten.*



# Arbeitsablauf für kleinere Änderungen

- `git merge --squash`
- ↳ zieht Änderungen aus einem Branch in den aktuellen Index

## Branch

```
% git checkout -b private_feature_branch (Branch anlegen)
% touch file1.txt file2.txt
% git add file1.txt; git commit -am "WIP1" (file1.txt einchecken)
% git add file2.txt; git commit -am "WIP2" (file2.txt einchecken)
```

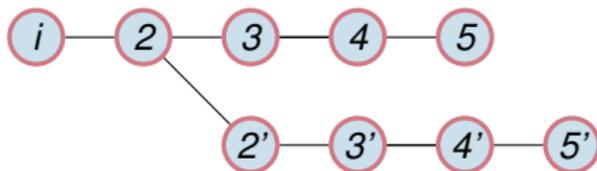
## Merge

```
% git checkout master (nach master wechseln)
% git merge --squash private_feature_branch
(Änderungen auf Index von master anwenden)
% git commit -v (Änderungen einchecken)
```



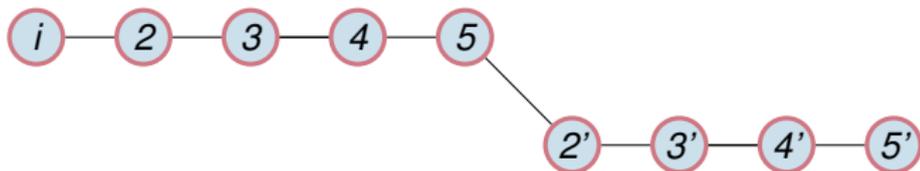
## git rebase <branch>

- Aufsetzen auf bestehenden <branch>



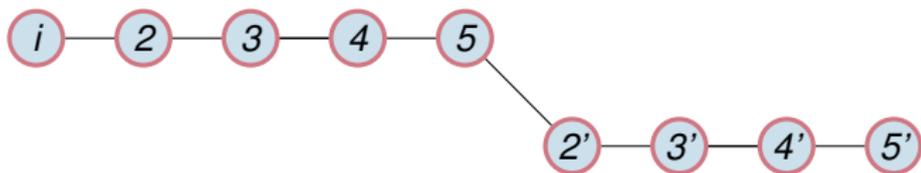
## git rebase <branch>

- Aufsetzen auf bestehenden <branch>



## git rebase <branch>

- Aufsetzen auf bestehenden <branch>



- Patches aus dem „unteren“ Zweig werden auf den „oberen“ aufgespielt
- Die Historie ist nun linear
- Linearisierte Änderungen lassen sich häufig einfacher bewerten
- **Vorsicht!**
  - Verzweigungen vom alten Zweig können nicht mehr zusammengeführt werden
  - Keine gemeinsamen Vorgänger mehr
  - Visualisierung der Historie ist nun bestenfalls verwirrend



# git rebase -interactive <commit>

- schreibt Geschichte um

```
git rebase -interactive ccd6e62^
```

**pick** ~> übernimmt Commit

```
pick ccd6e62 Work on back button
pick 1c83feb Bug fixes
pick f9d0c33 Start work on toolbar
```

**fixup** ~> verschmilzt Commit mit Vorgänger

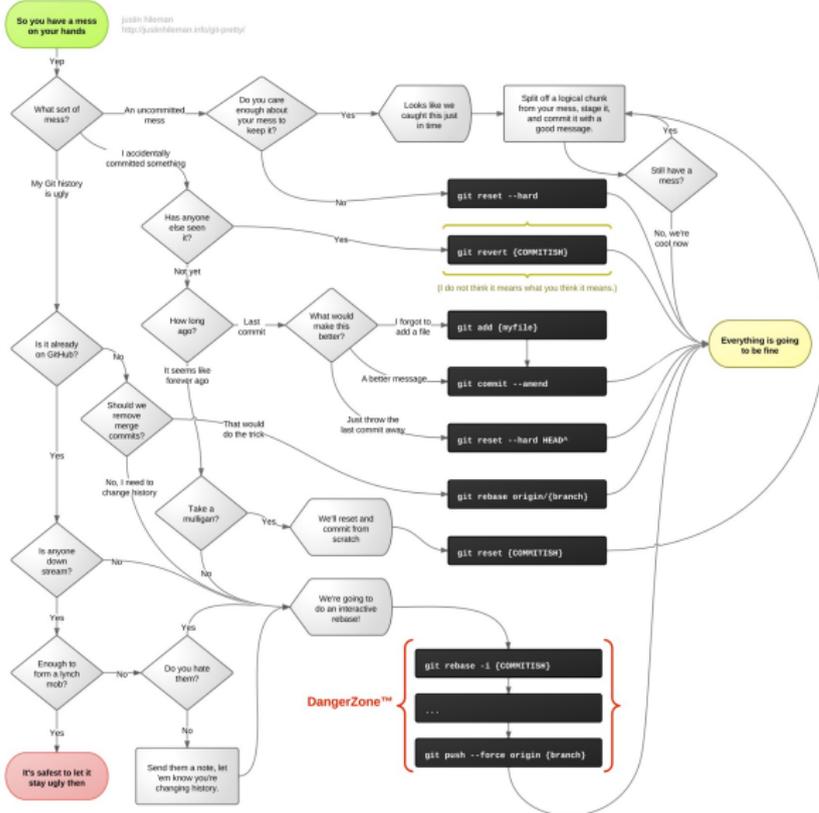
```
pick ccd6e62 Work on back button
fixup 1c83feb Bug fixes # mit Vorgaenger verschmelzen
pick f9d0c33 Start work on toolbar
```

**reword** ~> Beschreibung editieren

**edit** ~> kompletten Commit editieren



# Geschichte neuschreiben



git push -force



git push -force



~> Wenn wirklich erforderlich: `git push --force-with-lease`



## git stash [pop]

---

- Vorübergehendes Sichern von Änderungen
- `git stash` und `git stash pop`
- ↪ sichert Änderungen an der Working Copy auf Stapel
- rebase braucht saubere Working Copy  
⇒ vorher `git stash`

### Im Feature-Branch

```
% git stash
```

```
Saved working directory and index state WIP on master: 81c0895 cmake  
HEAD is now at 81c0895 cmake, git ...
```

```
% ...
```

```
% git stash pop
```



## Wenn der Feature-Branch im Chaos versinkt?

---

~> aufgeräumten Branch anlegen

1 auf Branch master wechseln

```
% git checkout master
```

2 Branch aus master erzeugen

```
% git checkout -b cleaned_up_branch
```

3 Branch-Änderungen in den Index und die Working Copy ziehen

```
% git merge --squash private_feature_branch
```

4 Index zurücksetzen

```
% git reset
```

■ danach Commits neu zusammenbauen

~> Auf der Konsole: `git add -p`

~> Graphisch: `git cola`



- Historie des HEAD-Zeigers
- Historie aller Befehle, die HEAD verändern

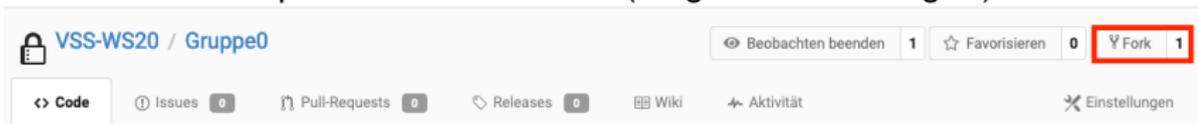
## git reflog

```
8afd010 HEAD@{0}: rebase -i (finish): returning to refs/heads/master
8afd010 HEAD@{1}: checkout: moving from master to 8afd010ae2ab48246d5
7f97fab HEAD@{2}: commit: Pentax K20D fw version 1.04.0.11 wb presets
8c37332 HEAD@{3}: rebase -i (finish): returning to refs/heads/master
8c37332 HEAD@{4}: checkout: moving from master to 8c373324ca196c337dd
9d66ec9 HEAD@{5}: clone: from git://github.com/darktable-org/darkt...
```

- `git reset --hard HEAD@{2}` stellt alten Zustand wieder her



- Selbstverwaltet auf `https://git.cs.tu-dortmund.de/`
- Login Pool-Account (vorname.nachnahme)
- **Regeln auf der Hauptseite beachten!**
- Abgaberepository pro Gruppe:  
`https://git.cs.tu-dortmund.de/VSS-SS21/<groupid>`
- Private Arbeitskopie als Fork erstellen (Mitglieder hinzufügen)



- Abgabe per Merge-Request gegen  
`https://git.cs.tu-dortmund.de/VSS-SS21/<groupid>`

# SSH-Schlüssel konfigurieren

---

- SSH Schlüssel erzeugen:

~> % ssh-keygen -t rsa -f ~/.ssh/gitea

- SSH Schlüssel für Authentifizierung hinterlegen:

~> Kopieren: % xclip -selection clipboard .ssh/gitea.pub

~> Einfügen im Gitea unter: Benutzer → Einstellungen → SSH-Keys

- SSH-Config anpassen, damit der neue Schlüssel auch verwendet wird:

```
$HOME/.ssh/config
```

```
Host git.cs.tu-dortmund.de  
  IdentityFile ~/.ssh/gitea
```



# Dateien ignorieren mit git

---

- Dateien erscheinen nicht in der Ausgabe von bspw. `git status`
- Änderungen an Dateien werden ignoriert

## `.gitignore`

```
# Ignore LaTeX temporary files
*.aux
*.log

# except this one
!important.log

# everything under directory
solutions/
```

■ Auch global möglich: `$HOME/.gitconfig`



## Per Befehlszeile

```
% git remote set-url origin  
ssh://git@git.cs.tu-dortmund.de:2222/<user>/<projekt>.git  
% git remote add vorgabe  
ssh://git@git.cs.tu-dortmund.de:2222/VSS-SS21/vss-vorgaben.git
```

## .git/config

```
[remote "origin"]  
  fetch = +refs/heads/*:refs/remotes/origin/*  
  url = ssh://git@git.cs.tu-dortmund.de:2222/<username>/<proj  
  
[remote "vorgabe"]  
  fetch = +refs/heads/*:refs/remotes/origin/*  
  url = ssh://git@git.cs.tu-dortmund.de:2222/VSS-SS21/vss-v
```



# Globale git-Konfiguration des Systems

## `$HOME/.gitconfig`

```
[user]
  name = Max Mustermann
  email = max.mustermann@tu-dortmund.de

[core]
  editor = <maxs-lieblingseditor>

[alias]
  co = checkout
  b   = branch -a -v
  st = status
  unstage = reset HEAD --
  visual = !gitk
  lg = log --graph \
    --pretty=format:'%C(red)%h%Creset \
      -%C(yellow)%d%Creset %s %C(green)(%cr) \
      %C(bold blue)<%an>%Creset' \
    --abbrev-commit \
    --date=relative
```



- Repository erstellen:  
`% git init`
- Änderung hinzufügen:  
`% git add <Datei>`
- oder interaktiv:  
`% git add -i`
- feingranulares hinzufügen:  
`% git add -p`
- Änderungen einchecken:  
`% git commit -m "meaningful commit message"`



- alles was nicht im git ist löschen:  
`% git clean -d <Pfad>`  
nur anzeigen, was gelöscht werden würde:  
`% git clean -n -d <Pfad>`
- aktuelle lokale Änderungen anzeigen:  
`% git diff`
- anzeigen was beim nächsten Commit verändert wird:  
`% git diff --cached`
- oder als Kurzzusammenfassung:  
`% git status`
- geänderte aber noch nicht eingetragene Datei zurücksetzen:  
`% git checkout -- <Datei>`



- das Log anschauen:  
% git log  
mit Graph:  
% git log --graph
- herausfinden, was im letzten Commit verändert wurde:  
% git show
- einen Commit rückgängig machen:  
% git revert <commit-id>
- Änderungen sichern, aber noch nicht einchecken:  
% git add ...  
% git stash



- gesicherte Änderungen wieder hervorholen:  
`% git stash apply`
- Stashinhalt anzeigen:  
`% git stash list`
- Stash-Element löschen:  
`% git stash drop <id>`
- einen Branch anlegen:  
`% git branch <Name>`
- alle registrierten Branches anzeigen:  
`% git branch -a`
- zu einem Branch wechseln:  
`% git checkout <Name>`



- menügeführt das Repository befragen I:  
`% tig`
- grafisch das Repository befragen II:  
`% gitk`
- Aktuelle Änderungen visualisieren:  
`% meld .`



- <http://gitready.com>
- <http://book.git-scm.com/>
- <http://eagain.net/articles/git-for-computer-scientists/>
- <http://sandofsky.com/blog/git-workflow.html>
- <http://365git.tumblr.com/>
  
- Zum Ausprobieren:
  - <https://learngitbranching.js.org/>
  - <https://github.com/git-game/git-game>

