

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



- 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)

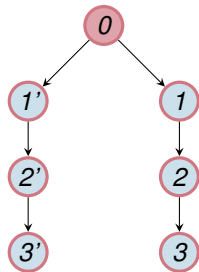
$\leadsto$ Sprünge zurück *möglich*

$\leadsto$ Sprünge vorwärts *nicht möglich*

- Woher kriegt man “obere” Commits?

$\leadsto$ Symbolische Namen (Zeiger)

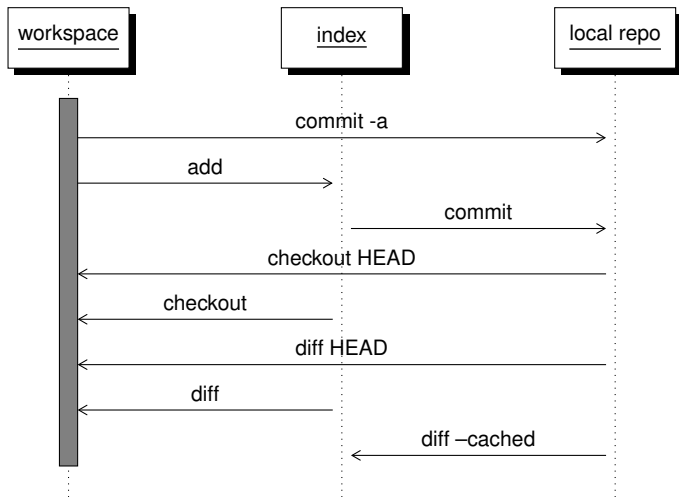
- HEAD: Aktueller Commit
- Branch: Zeiger auf Commit



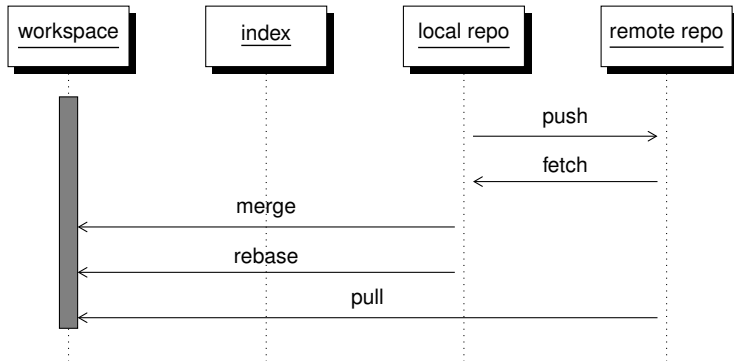
- initiales Repository herunterladen:
`% git clone <URL>`
- oder anlegen:
`% git init`
- Commit im Index zusammenbauen (⇒ „*Verladerampe*“):
`% git add <Datei1>`
`% git add <Datei2>`
`% ...`
- anschauen was bei `git commit` passieren würde:
`% git status`
oder
`% git diff --cached`
- anschließend Index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

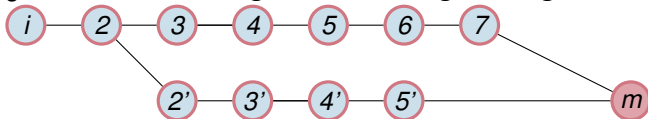
```
To prevent you from losing history, non-fast-forward updates were rejected  
Merge the remote changes (e.g. 'git pull') before pushing again. See the  
'Note about fast-forwards' section of 'git push --help' for details.
```

→ 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  
>>>>>>> 8ec6e9309fa37677e2e7ffcf9553a6bebf8827d6
```

- 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
```



- initiales *Klonen*:
`% git clone https://www4.cs.fau.de/...`
- Einspielen entfernter Änderungen:
`% git pull`
⇒ äquivalent zu
`% git fetch && git merge`
- Mehrere Repositories registrieren:
`% git remote add 32-stable git://git.kernel.org/.../...`
- registrierte Remotes untersuchen:
`% git remote -v`
- alle Remotes nachladen (aktueller Branch wird nicht verändert)
`% git remote update`



- lokalen Branch aus dem neuen "Remote" anlegen:
`% git checkout -b work 32-stable/master`
- Unterschiede zwischen lokalem und entferntem Branch untersuchen:
`% git log ..origin/master`
- aktuelle Änderungen auf dem entfernten Branch neu aufspielen:
`% git pull --rebase`
- die neuste Änderung untersuchen:
`% git show`
- herausfinden wer für welche Zeilen einer Datei verantwortlich ist:
`% git blame`

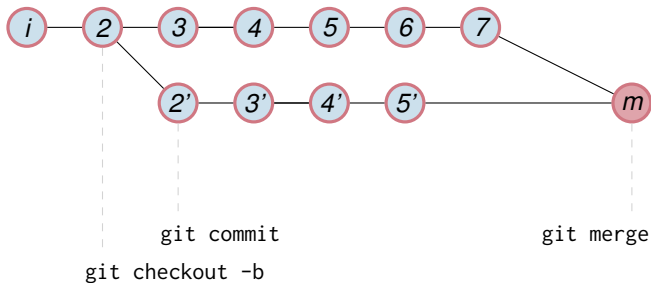


- die letzten drei Änderungen als Patch:
`% git format-patch HEAD~~`
- Sendeziel für Patchversand per E-Mail vorgeben:
`% git config sendemail.to=...@...`
- Patchset letzten drei Änderungen per E-Mail senden:
`% git send-email --compose HEAD~~`
- einen Patch aus einer Mailbox anwenden:
`% git am <Datei>`



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

Naiver Ansatz

~> skaliert nicht!



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

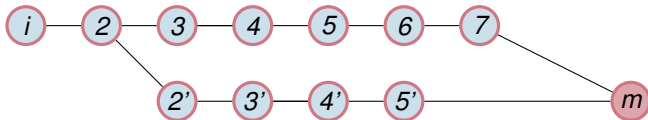


Aufräumen

- 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 $\equiv$ 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)
```

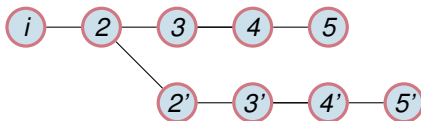
Merge

```
% 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>

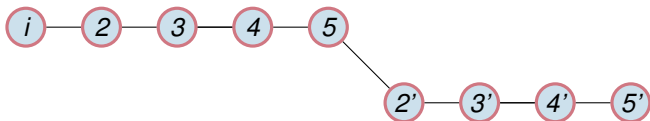


- Patches aus dem „unteren“ Zweig werden auf den „oberen“ aufgespielt
- Die Historie ist nun linear
- Linearisierte Änderungen lassen sich häufig einfacher bewerten
- **Vorsicht!**
 - Verzweigungen vom alten Zweig können nicht mehr zusammengeführt werden
 - Keine gemeinsamen Vorgänger mehr
 - Visualisierung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



git rebase <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

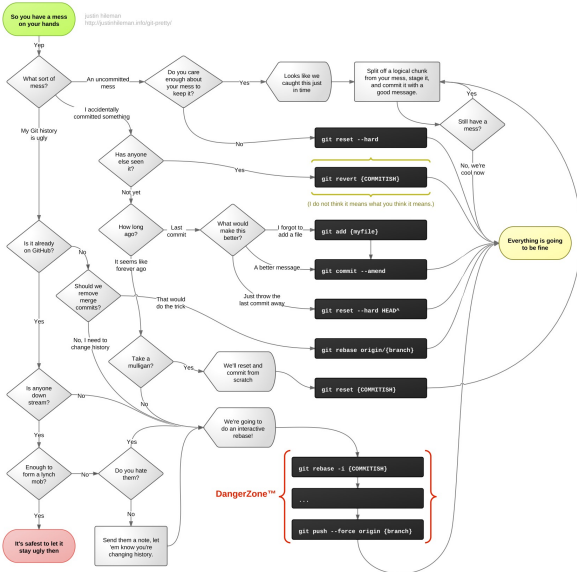
pick f9d0c33 Start work on toolbar

reword ~> Beschreibung editieren

edit ~> kompletten Commit editieren



Geschichte neuschreiben



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

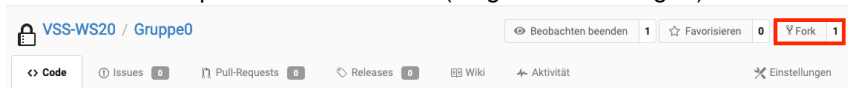
git reflog

```
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
```



Eigene Aliase für git-Befehle

`$HOME/.gitconfig`

[alias]

```
c    = commit --verbose
ca   = commit --verbose --amend

d    = diff --patience
dw   = diff --patience --color-words
dc   = diff --patience --cached
wdiff = diff --patience --word-diff

a    = add
l    = log
s    = status
r    = rebase -i
p    = push
```



In Gemeinschaftsarbeit entstandene Sammlung:

Raffael Schuster, Ulrich

VSS (SS21)

<https://github.com/GitAlias/gitalias/blob/master/gitalias.txt>

1 Versionsverwaltung mit git

34/41

- <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>



- 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 .`

