Verlässliche Echtzeitsysteme - Übungen

Git

Wintersemester 2024

Eva Dengler, Peter Wägemann

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl Informatik 4 (Systemsoftware)
https://sys.cs.fau.de

Überblick

1 Versionsverwaltung mit git

Anforderungen

Typische Aufgaben eines Versionsverwaltungssystems sind:

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

Idealerweise zusätzlich:

- *Unabhängige Entwicklung* ohne zentrale Infrastruktur

git

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

`git`-Commits

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

⇝ Commit-Id: SHA-1 Hash über Inhalt

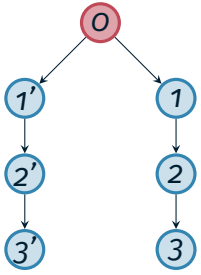
⇝ Gerichteter Azyklischer Graph (DAG)

- ⇝ Sprünge zurück *möglich*
- ⇝ Sprünge vorwärts *nicht möglich*

- Woher “obere“ Commits?

⇝ Symbolische Namen (Zeiger)

- HEAD: Aktueller Commit
- Branch: Zeiger auf Commit

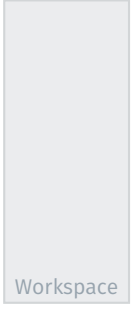


Git-Repository einrichten

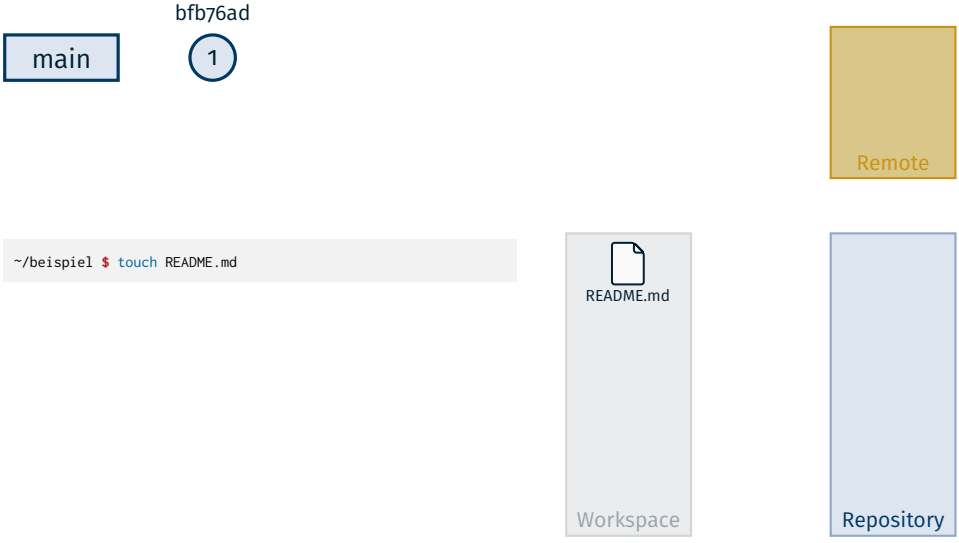

```
~$ git clone gitos.rrze.fau.de:vezs-example/test.git beispiel
Cloning into 'beispiel'...
```

Git-Repository einrichten

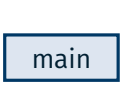

```
~$ git clone gitos.rrze.fau.de:vezs-example/test.git beispiel
Cloning into 'beispiel'...
~$ cd beispiel
```



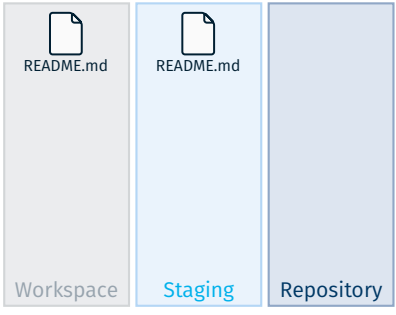
Dateien mit GIT verwalten



Dateien mit GIT verwalten

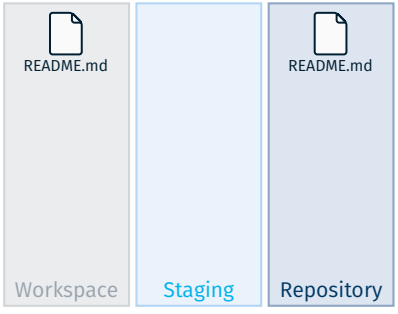



```
~/beispiel $ touch README.md
~/beispiel $ git add README.md
```



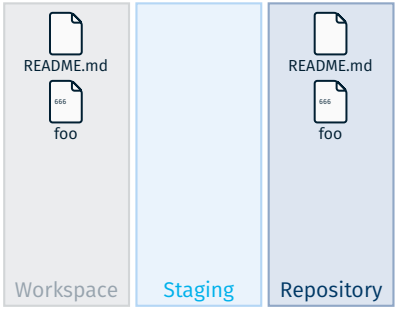
Dateien mit GIT verwalten


```
~/beispiel $ touch README.md
~/beispiel $ git add README.md
~/beispiel $ git commit -m "Liesmich hinzugefügt"
[main bd2de5c] Liesmich hinzugefügt
 1 file changed, 0 insertions(+), 0 deletions(-)
 create mode 100644 README.md
```



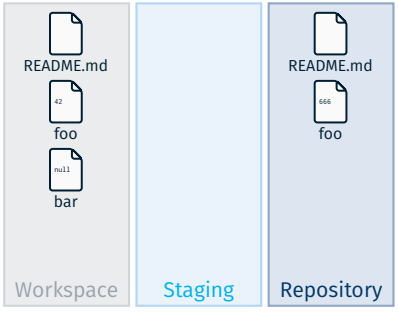
Dateien mit GIT verwalten


```
~/beispiel $ echo "666" > foo
~/beispiel $ git add foo
~/beispiel $ git commit -m "Datei foo erstellt"
[main df7aa5a] Datei foo erstellt
 1 file changed, 1 insertion(+)
 create mode 100644 foo
```



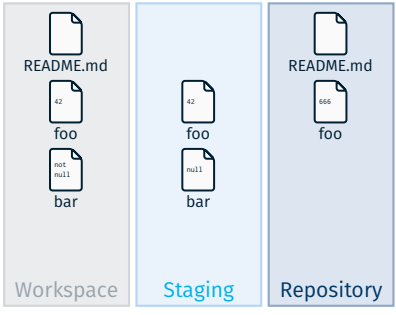
Dateien mit GIT verwalten


```
~/beispiel $ echo "42" > foo
~/beispiel $ echo "null" > bar
~/beispiel $ git status
On branch main
Your branch is up to date with 'origin/main'.

Changes not staged for commit:
     modified: foo

Untracked files:
     bar

no changes added to commit
```



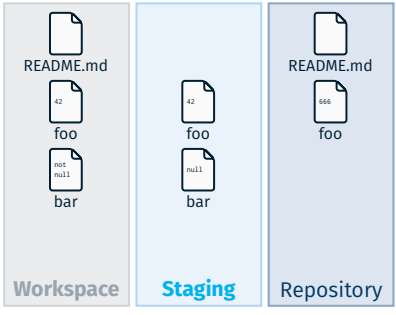
Dateien mit GIT verwalten


```
~/beispiel $ git add foo bar
~/beispiel $ echo "not null" > bar
~/beispiel $ git status
On branch main
Your branch is up to date with 'origin/main'.

Changes to be committed:
    new file: bar
    modified: foo

Changes not staged for commit:
    modified: bar
```



Dateien mit GIT verwalten

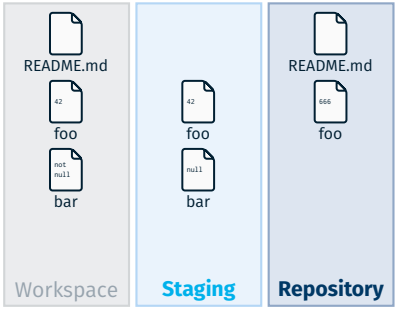

```
~/beispiel $ git diff
diff --git a/bar b/bar
index 19765bd..b263a85 100644
--- a/bar
+++ b/bar
@@ -1 +1 @@
-null
+not null
```



Dateien mit GIT verwalten

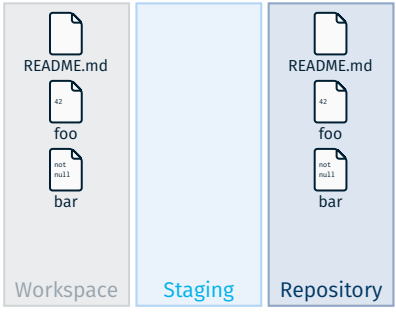
Remote

```
~/beispiel $ git diff --staged
diff --git a/bar b/bar
new file mode 100644
index 0000000..19765bd
— a/bar
+++ b/bar
@@ -0,0 +1 @@
+null
diff --git a/foo b/foo
index 7cc86ad..d81cc07 100644
[...]
```



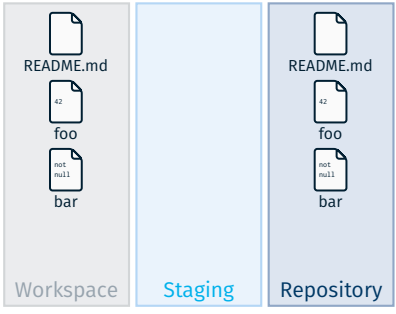
Dateien mit GIT verwalten


```
~/beispiel $ git add bar
~/beispiel $ git commit -m \
          "Foo korrigiert und Bar erstellt"
[main 90f7cfe] Foo korrigiert und Bar erstellt
 2 files changed, 2 insertions(+), 1 deletion(-)
 create mode 100644 bar
```



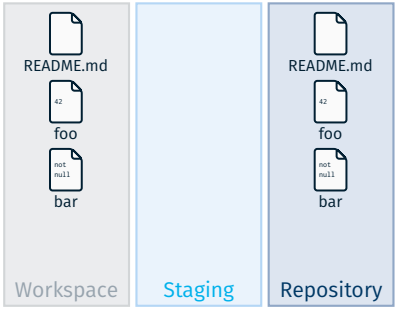
Dateien mit GIT verwalten


```
~/beispiel $ git shortlog
Nutzer (3):
     Liesmich hinzugefügt
     Datei foo erstellt
     Foo korrigiert und Bar erstellt
```



Dateien mit GIT verwalten


```
~/beispiel $ git push
Enumerating objects: ...
    ...
To gitos.rrze.fau.de:vezs-example/test.git
   bfb76ad..90f7cfe main -> main
```



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

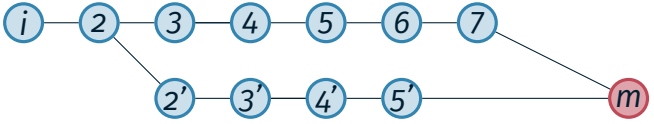
- schiebt Commits nach `<remote>` in den ausgewählten `<branch>`
- dies geht nur, wenn lokales Repo auf dem aktuellen Stand ist!
- sonst beschwert sich `git`:

```
% git push origin main
To /tmp/test.git
 ! [rejected]        main -> main (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



% 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  main     -> origin/main
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

Konflikt beheben (1)

```
% cat test.txt
```

```
hallo
<<<<<<< HEAD
welT!     meine Version
=======
Welt!     Version in origin/main
>>>>>>> 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`

Konflikt beheben (2)

- Konfliktlösung an `git` signalisieren:

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

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

```
% git push origin main
```

```
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  main -> main
```

- *Juhu!*

`git`-Kommandos: Austausch von Quellcode (1)

- 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
  ```

`git`-Kommandos: Austausch von Quellcode (2)

- alle Remotes nachladen (aktueller Branch wird nicht verändert)

  ```
  % git remote update
  ```

- lokalen Branch aus dem neuen ‘"Remote“ anlegen:

  ```
  % git checkout -b work 32-stable/main
  ```

- Unterschiede zwischen lokalem und entferntem Branch untersuchen:

  ```
  % git log ..origin/main
  ```

- aktuelle Änderungen auf dem entfernten Branch neu aufspielen:

  ```
  % git pull --rebase
  ```

- die neuste Änderung untersuchen:

  ```
  % git show
  ```

`git`-Kommandos: Austausch von Quellcode (3)

- herausfinden wer für welche Zeilen einer Datei verantwortlich ist:

```
% git blame
```

`git`-Kommandos: Austausch von Patches

- 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:

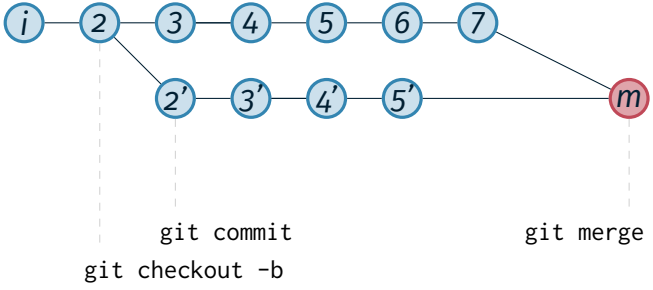
  ```
  % git send-email --compose HEAD~~
  ```

- einen Patch aus einer Mailbox anwenden:

  ```
  % git am < <Datei>
  ```

Verzweigungen und Zusammenführungen

Beispiel für parallele Entwicklung:



Arbeitsablauf mit Branches

In den meisten Versionsverwaltungssystemen

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

Naiver Ansatz

$\rightsquigarrow$ skaliert nicht!

Warum `branch/edit/merge` nicht skaliert

Aufgaben von Versionsverwaltung

1. Codeschreiben unterstützen
2. Konfigurationsmanagment/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

Lösung mit `git`: öffentlicher vs. privater Branch

Öffentlicher Branch $\rightsquigarrow$ verbindliche Geschichte

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

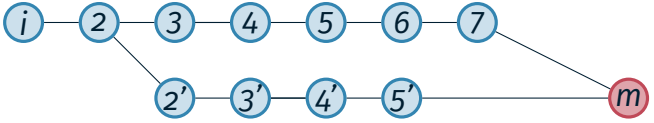
Privater Branch $\rightsquigarrow$ Schmierpapier

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

Aufräumen

- verschmelze nie direkt privaten mit öffentlichem Branch
  - Historie wird sonst unübersichtlich

  ⇝ nicht einfach `git merge` im `main` 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` ⇝ Änderungen aus Branch in 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

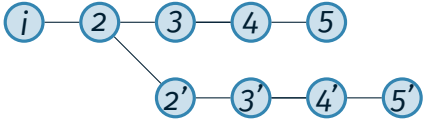
`% git checkout main` (nach `main` wechseln)

`% git merge –squash private_feature_branch` (Änderungen auf `main`)

`% git commit -v` (Änderungen einchecken)

git rebase <branch>

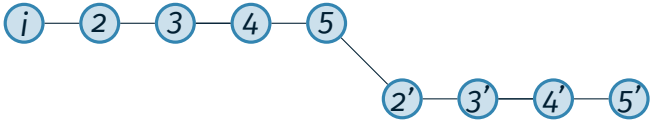
- Aufsetzen auf bestehenden `<branch>`



- Patches aus „unterem“ Zweig werden auf „oberen“ aufgespielt
- Die Historie ist nun linear
- Linearisierte Änderungen lassen sich häufig einfacher bewerten
- Vorsicht!
  - Verzweigungen von 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 „unterem“ Zweig werden auf „oberen“ aufgespielt
- Die Historie ist nun linear
- Linearisierte Änderungen lassen sich häufig einfacher bewerten
- Vorsicht!
  - Verzweigungen von 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
```

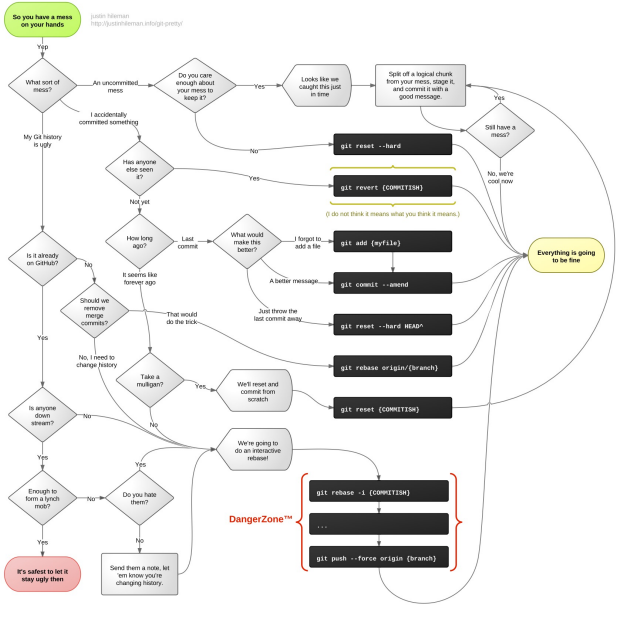
fixup ⇝ verschmilzt Commit mit Vorgänger

```
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 `main` wechseln
   ```
   % git checkout main
   ```
2. Branch aus `main` 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`

git reflog

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

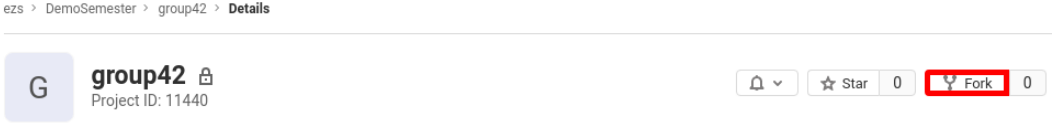
`git reflog`

```
8afd010 HEAD@{0}: rebase -i (finish): returning to refs/heads/main
8afd010 HEAD@{1}: checkout: moving from main 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/main
8c37332 HEAD@{4}: checkout: moving from main to 8c373324ca196c337dd
9d66ec9 HEAD@{5}: clone: from git://github.com/darktable-org/darkt...
```

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

Gruppenrepositories

- Selbstverwaltet auf `https://gitos.rrze.fau.de/`
- Login über Single-Sign-On mit IDM-Kennung
- Regeln auf der Hauptseite beachten!
- Abgaberepository pro Gruppe:
  `https://gitos.rrze.fau.de/i4/teaching/vezs/WS24/group<groupid>`
- Arbeitskopie als Fork erstellen



- Abgabe per Merge-Request gegen
  `https://gitos.rrze.fau.de/i4/teaching/vezs/WS24/group<groupid>`

SSH-Schlüssel konfigurieren

- SSH Schlüssel erzeugen:

⇝ `% ssh-keygen -t rsa -f ~/.ssh/gitlab`

- SSH Schlüssel für Authentifizierung hinterlegen:

⇝ Kopieren: `% xclip -selection clipboard .ssh/gitlab.pub`

⇝ Einfügen im Gitlab unter: Benutzer → Einstellungen → SSH-Keys

- `https://gitos.rrze.fau.de/help/user/ssh`

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

`$HOME/.ssh/config`

```
Host gitos.rrze.fau.de
  IdentityFile ~/.ssh/gitlab
```

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`

git-Konfiguration des Repositories

Per Befehlszeile

```
% git remote set-url origin git@gitos.rrze.fau.de:<user>/<projekt>.git
% git remote add vorgabe git@gitos.rrze.fau.de:ezs/vezs24-vorgabe.git
```

.git/config

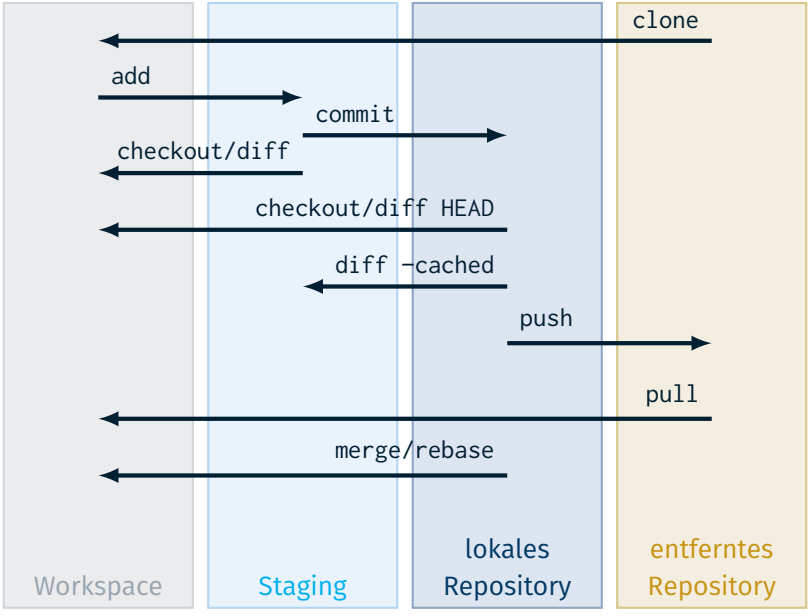
```
[remote "origin"]
  fetch = +refs/heads/*:refs/remotes/origin/*
  url = git@gitos.rrze.fau.de:<username>/<projektname>.git

[remote "vorgabe"]
  fetch = +refs/heads/*:refs/remotes/origin/*
  url = git@gitos.rrze.fau.de:ezs/vezs24-vorgabe.git
```

Globale `git`-Konfiguration des Systems

`$HOME/.gitconfig`

```
[user]
  name = Max Mustermann
  email = max.mustermann@fau.de
[core]
  editor = <maxs-lieblingseditor>
[commit]
  verbose = true
[color]
  ui = auto
[alias]
  s       = status
  a       = add
  c       = commit
  co      = checkout
  b       = branch -a -v
  unstage = reset HEAD --
  visual  = !gitk
  lg      = log --graph \
                --abbrev-commit \
                --date=relative
```

Überblick: Dateien mit GIT verwalten



Git Cheatsheet

git init	initiales Anlegen eines Repositories
git clone <*url*>	initiales Kopieren von einer Quelle
git pull	kurz für Holen und Zusammenfügen
git push	Übertragen in entfernte Quelle
git add <*file*>	Datei als Kandidat für nächsten *commit* markieren
git add -p	feingranular...
git add -i	... oder interaktiv
git diff	unversionierte Änderungen anzeigen
git diff –cached	Änderungen des nächsten Commits anzeigen
git commit	Änderungen versionieren
git clean -d <*path*>	alles, was nicht im git ist, löschen
git clean -n -d <*path*>	anzeigen, was gelöscht werden würde

Git Cheatsheet (II)

git show	neuste (versionierte) Änderungen anzeigen
git status	Änderungen zum Vorgänger anzeigen
git log	Historie anzeigen
git checkout – <*path*>	geänderte, aber nicht eingecheckte Datei zurücksetzen
git checkout <*branch*>	zu einem Branch wechseln
git revert <*id*>	Commit rückgängig machen
git branch <name>	Branch anlegen
git branch -a	alle Branches anzeigen
man git-<*cmd*>	Hilfe anzeigen, z.B. `man git-add`

Lesenswertes zu `git`

- `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`
  - `man git-tutorial`, `man git-tutorial2`