

# Änderungen verwalten mit `git`

PeP et al. Toolbox Workshop



**PeP et al. e.V.**

Physikstudierende und  
ehemalige Physikstudierende  
der TU Dortmund

2024

# Was ist Versionskontrolle?

- Versionskontrollsoftware speichert Änderungen an Dokumenten / Dateien
- Das kann fast alles sein:
  - Software
  - Rechtliche Dokumente
  - Dokumentation
  - Wissenschaftliche Veröffentlichungen
  - Bilder
  - Baupläne, CAD-Zeichnungen
  - ...
- Ein *Schnappschuss* eines Projektes nennt man *Revision*
- Alle Revisionen zusammen bilden die *Geschichte* des Projekts

# Warum also Versionskontrolle nutzen?

- Erlaubt, an eine beliebige Revision zurückzukehren
- Kann die Unterschiede zwischen Revisionen anzeigen
- Macht Zusammenarbeit an Projekten einfacher
- Dient auch als Backup

# Warum also Versionskontrolle nutzen?

Versionskontrollsoftware macht die Beantwortung der folgenden Fragen einfach:

**Was?** Was wurde von Revision A auf Revision B geändert

**Wer?** Wer hat eine Änderung gemacht? Wer hat alles zum Projekt beigetragen?

**Warum?** Warum wurde diese Änderung gemacht?

**Wann?** Wann wurde ein bestimmter Bug eingeführt bzw. behoben?

# Warum also Versionskontrolle nutzen?

Versionskontrollsoftware macht die Beantwortung der folgenden Fragen einfach:

**Was?** Was wurde von Revision A auf Revision B geändert

**Wer?** Wer hat eine Änderung gemacht? Wer hat alles zum Projekt beigetragen?

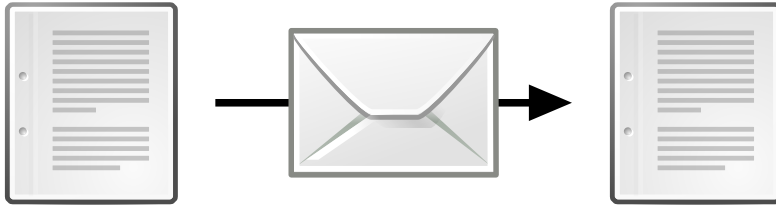
**Warum?** Warum wurde diese Änderung gemacht?

**Wann?** Wann wurde ein bestimmter Bug eingeführt bzw. behoben?

Versionskontrolle ist eine fundamentale Bedingung  
für nachvollziehbare, reproduzierbare Wissenschaft.

Wie arbeitet man am besten an einem Protokoll  
zusammen?

Idee: Austausch über Mails / Messenger



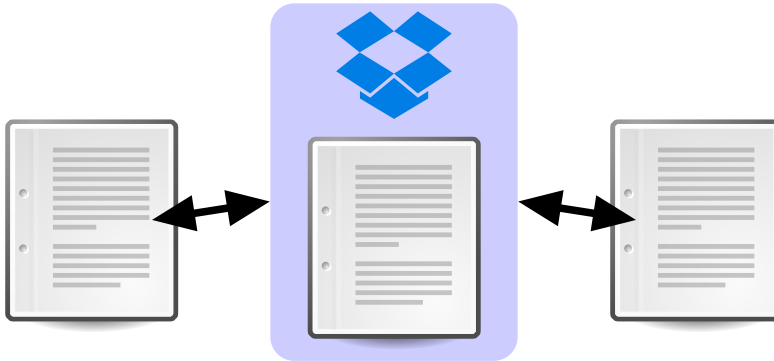
- Risiko, dass Änderungen vergessen werden, ist groß
- Bei jedem Abgleich muss jemand anders aktiv werden
  - Stört
  - Es kommt zu Verzögerungen

**Fazit: Eine sehr unbequeme / riskante Lösung**



Idee: Austausch über Cloud Speicher

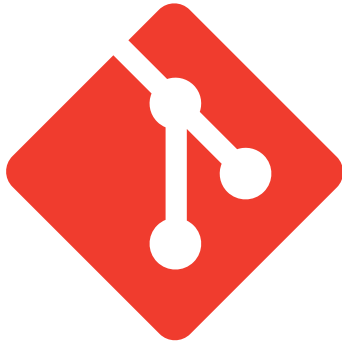
Dropbox, Google Drive, OneDrive, Nextcloud, iCloud, ...



- Man merkt nichts von Änderungen der Anderen
- Gleichzeitige Änderungen führen zu „In Konflikt stehende Kopie“-Dateien
- Änderungen werden nicht zusammengeführt
- Keine echte Historie des Projekts

**Fazit: Besser, aber hat deutliche Probleme**

Lösung: Änderungen verwalten mit `git`



# git

- Ein Versionskontrollsystem
- Ursprünglich entwickelt, um den Programmcode des Linux-Kernels zu verwalten (Linus Torvalds)
- Hat sich gegenüber ähnlichen Programmen (SVN, mercurial) durchgesetzt
- Wird in der Regel über die Kommandozeile benutzt
- Es gibt auch Plugins für Editoren, z.B. VS Code

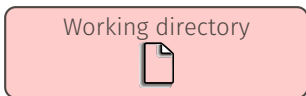
# Was bringt git für Vorteile?

- Arbeit wird für andere sichtbar protokolliert
- Erlaubt Zurückspringen an einen früheren Zeitpunkt
- Kann die meisten Änderungen automatisch zusammenfügen
- Wirkt nebenbei auch als Backup

Einzigste Herausforderung: Man muss lernen, damit umzugehen

# Zentrales Konzept: Das Repository

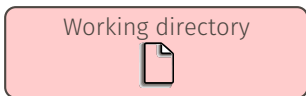
- Erzeugen mit `git init`
- Damit wird der aktuelle Ordner zu einem Repository



Aktuelles Arbeitsverzeichnis, Inhalt des Ordners im Dateisystem.

# Zentrales Konzept: Das Repository

- Erzeugen mit `git init`
- Damit wird der aktuelle Ordner zu einem Repository



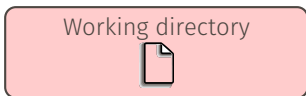
Aktuelles Arbeitsverzeichnis, Inhalt des Ordners im Dateisystem.



Änderungen, die für einen „commit“ vorgemerkt sind.

# Zentrales Konzept: Das Repository

- Erzeugen mit `git init`
- Damit wird der aktuelle Ordner zu einem Repository



Aktuelles Arbeitsverzeichnis, Inhalt des Ordners im Dateisystem.



Änderungen, die für einen „commit“ vorgemerkt sind.

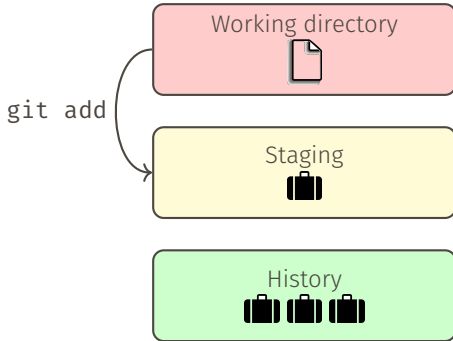


Gespeicherte *Historie* des Projekts. Alle jemals gemachten Änderungen. Ein Baum von Commits.



# Zentrales Konzept: Das Repository

- Erzeugen mit `git init`
- Damit wird der aktuelle Ordner zu einem Repository



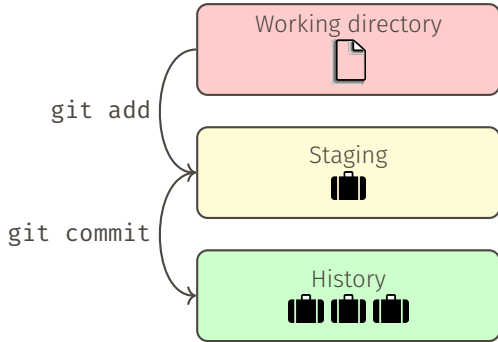
Aktuelles Arbeitsverzeichnis, Inhalt des Ordners im Dateisystem.

Änderungen, die für einen „commit“ vorgemerkt sind.

Gespeicherte *Historie* des Projekts. Alle jemals gemachten Änderungen. Ein Baum von Commits.

# Zentrales Konzept: Das Repository

- Erzeugen mit `git init`
- Damit wird der aktuelle Ordner zu einem Repository



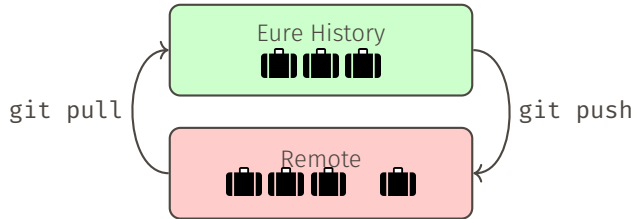
Aktuelles Arbeitsverzeichnis, Inhalt des Ordners im Dateisystem.

Änderungen, die für einen „commit“ vorgemerkt sind.

Gespeicherte *Historie* des Projekts. Alle jemals gemachten Änderungen. Ein Baum von Commits.

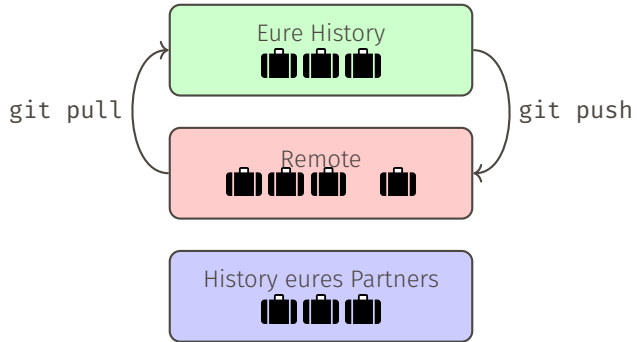
# Remotes

Remotes sind zentrale Stellen, z. B. Server auf denen die History gespeichert wird.



# Remotes

Remotes sind zentrale Stellen, z. B. Server auf denen die History gespeichert wird.



# Konzept: Commits

- Stand des Repositories zu einem Zeitpunkt
- Erlaubt das Hinzufügen von Kommentaren: Was wurde getan seit dem letzten Commit?
- Sind die *Versionen* des Repositories



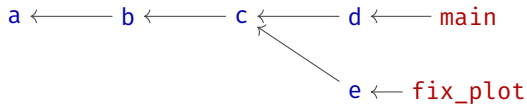
Commit 1



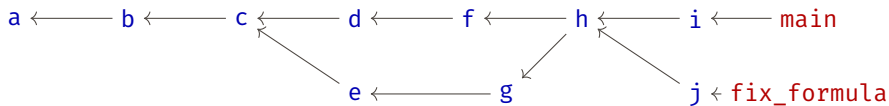
Commit 2

a ← b ← c ← d ← main

- **Commit**: Zustand/Inhalt des Arbeitsverzeichnisses zu einem Zeitpunkt
  - Enthält Commit-Message (Beschreibung der Änderungen)
  - Wird über einen Hash-Code identifiziert
  - Zeigt immer auf seine(n) Vorgänger

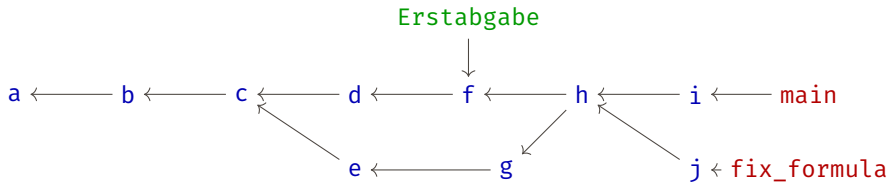


- **Commit**: Zustand/Inhalt des Arbeitsverzeichnisses zu einem Zeitpunkt
  - Enthält Commit-Message (Beschreibung der Änderungen)
  - Wird über einen Hash-Code identifiziert
  - Zeigt immer auf seine(n) Vorgänger
- **Branch**: benannter Zeiger auf einen Commit
  - Entwicklungszweig
  - Im Praktikum reicht meist der Standard-Branch: `main`
  - Wandert weiter mit dem aktuellsten Commit



- **Commit**: Zustand/Inhalt des Arbeitsverzeichnisses zu einem Zeitpunkt
  - Enthält Commit-Message (Beschreibung der Änderungen)
  - Wird über einen Hash-Code identifiziert
  - Zeigt immer auf seine(n) Vorgänger
- **Branch**: benannter Zeiger auf einen Commit
  - Entwicklungszweig
  - Im Praktikum reicht meist der Standard-Branch: `main`
  - Wandert weiter mit dem aktuellsten Commit





- **Commit**: Zustand/Inhalt des Arbeitsverzeichnisses zu einem Zeitpunkt
  - Enthält Commit-Message (Beschreibung der Änderungen)
  - Wird über einen Hash-Code identifiziert
  - Zeigt immer auf seine(n) Vorgänger
- **Branch**: benannter Zeiger auf einen Commit
  - Entwicklungszweig
  - Im Praktikum reicht meist der Standard-Branch: `main`
  - Wandert weiter mit dem aktuellsten Commit
- **Tag**: unveränderbarer Zeiger auf einen Commit
  - Wichtiges Ereignis, z.B. veröffentlichte Version

1. Neues Repo? Repository erzeugen oder klonen:  
Repo schon da? Änderungen herunterladen:

```
git init, git clone  
git pull
```

2. Arbeiten

- 2.1 Dateien bearbeiten und testen

- 2.2 Änderungen vorbereiten:

- 2.3 Änderungen als *commit* speichern:

```
git add  
git commit
```

3. Commits anderer herunterladen und integrieren:

```
git pull
```

4. Eigene Commits hochladen:

```
git push
```

# Zum selber ausprobieren und Lernen:

The image shows a screenshot of a web application titled "Lerne Git Branching". The interface includes a green header with the text "Level Einführung in Git Commits" and buttons for "Ziel anzeigen" and "Ziel". Below the header is a terminal window with the following content:

```
$ level intro1
$ hint
Gib einfach zweimal 'git commit' ein
um den Level abzuschließen
$ delay 2000
$ show goal
```

Each command line is followed by a blue progress bar and a checkmark icon. At the bottom of the terminal, there is a prompt "\$" and a cursor.

To the right of the terminal is a Git commit diagram on a blue background. It shows two pink circles representing commits: "C0" at the top and "C1" at the bottom. A black arrow points from "C1" up to "C0". A pink arrow points from a pink box labeled "main\*" to "C1".

<https://learngitbranching.js.org/>

<code>git init</code>	initialisiert ein <code>git</code> -Repo im jetzigen Verzeichnis
<code>git clone url</code>	klont das Repo aus <code>url</code>
<code>rm -rf .git</code>	löscht alle Spuren von <code>git</code> aus dem Repository, nicht reversibel ohne Backup, wird eigentlich nie gebraucht

## Was passiert in Git: `git status`, `git log`

`git status` zeigt Status des Repos (welche Dateien sind neu, gelöscht, verschoben, bearbeitet)  
`git status -s` Kurzform von `git status`, zeigt Liste von geänderten Dateien  
`git log` listet Commits in aktuellem Branch. Hat viele Optionen.

## Staging Bereich: git add, git mv, git rm, git reset

- `git add file ...` fügt Dateien/Verzeichnisse zum Staging-Bereich hinzu
- `git add -p ...` fügt Teile einer Datei zum Staging-Bereich hinzu
- `git add -u ...` fügt *alle* von Git getrackten und vom User veränderten Dateien zum Staging-Bereich hinzu
- `git mv` wie `mv` (automatisch in Staging)
- `git rm` wie `rm` (automatisch in Staging)
- `git reset file` entfernt Dateien/Verzeichnisse aus Staging

<code>git diff</code>	zeigt Unterschiede zwischen Staging und Arbeitsverzeichnis
<code>git diff --staged</code>	zeigt Unterschiede zwischen letzten Commit und Staging
<code>git diff <i>commit1</i> <i>commit2</i></code>	zeigt Unterschiede zwischen zwei Commits

<code>git commit</code>	erzeugt Commit aus jetzigem Staging-Bereich, öffnet Editor für Commit-Message
<code>git commit -m "message"</code>	Commit mit <i>message</i> als Message
<code>git commit --amend</code>	letzten Commit ändern (fügt aktuellen Staging hinzu, Message bearbeitbar)

**Niemals commits ändern, die schon in den main branch gepusht sind!**

- Wichtig: Sinnvolle Commit-Messages
  - Erster Satz ist Zusammenfassung (ideal < 50 Zeichen)
  - Danach eine leere Zeile lassen
  - Dann längere Erläuterung des commits
- Logische Commits erstellen, für jede logische Einheit ein Commit
  - `git add -p` ist hier nützlich
- Hochgeladene Commits sollte man nicht mehr ändern



# Mit der remote History (dem Server) interagieren

`git pull` Commits herunterladen

`git push` Commits hochladen

## Don't Panic

Entstehen, wenn `git` nicht automatisch mergen kann (selbe Zeile geändert, etc.)

1. Die betroffenen Dateien öffnen
2. Markierungen finden und die Stelle selbst mergen (meist wenige Zeilen)

```
<<<<<<< HEAD
foo
||||||| merged common ancestors
bar
=====
baz
>>>>>>> Commit-Message
```

3. Merge abschließen:
  - 3.1 `git add ...` (Files mit behobenen Konflikten)
  - 3.2 `git commit` → Editor wird geöffnet
  - 3.3 Vorgeschlagene Nachricht kann angenommen werden (In vim `:"wq"` eintippen)

Nützlich: `git config --global merge.conflictstyle zdiff3`

`git checkout commit`    Commit ins Arbeitsverzeichnis laden  
`git restore filename`    Änderungen an Dateien verwerfen (zum letzten Commit zurückkehren)

`git stash`            Änderungen kurz zur Seite schieben  
`git stash pop`       Änderungen zurückholen aus Stash

# .gitignore

- Man möchte nicht alle Dateien von `git` beobachten lassen
- z.B. `build`-Ordner

Lösung: `.gitignore`-Datei

- einfache Textdatei
- enthält Regeln für Dateien, die nicht beobachtet werden sollen

Beispiel:

```
build/  
*.pdf  
__pycache__/
```

## GitHub

- größter Hoster
- viele open-source Projekte
- Unbegrenzt private Repositories für Studenten und Forscher:  
[education.github.com](https://education.github.com)

## Bitbucket

- kostenlose private Repos mit höchstens fünf Leuten
- keine Speicherbegrenzungen
- Hängt was Oberfläche und Funktionen angeht, den beiden anderen weit hinterher

## GitLab

- open-source
- keine Begrenzungen an privaten Repos
- kann man selbst auf einem eigenen Server betreiben

Weitere Open Source Optionen, auch zum selbst hosten: Gitea, Forgejo

## GitHub

- größter Hoster
- viele open-source Projekte
- Unbegrenzt private Repositories für Studenten und Forscher:  
[education.github.com](https://education.github.com)

## Bitbucket

- kostenlose private Repos mit höchstens fünf Leuten
- keine Speicherbegrenzungen
- Hängt was Oberfläche und Funktionen angeht, den beiden anderen weit hinterher

## GitLab

- open-source
- keine Begrenzungen an privaten Repos
- kann man selbst auf einem eigenen Server betreiben

Weitere Open Source Optionen, auch zum selbst hosten: Gitea, Forgejo

„Now, everybody sort of gets born with a GitHub account“ – Guido van Rossum

Git kann auf mehrere Arten mit einem Server kommunizieren:

**HTTPS** → Mit Nutzernamen / Passwort: War lange die einfachste Möglichkeit. Wird aber von GitHub aus Sicherheitsgründen nicht mehr einfach unterstützt.

→ Mit „Personal Access Token“. Neues Verfahren für GitHub über HTTPS.

**SSH** : Keys müssen erzeugt und eingestellt werden, Passwort für den Key muss, wenn ein „SSH-Agent“ verwendet wird, nur einmal pro Session eingegeben werden.

SSH-Keys:

1. `ssh-keygen -t ed25519 -C "your_email@example.com"`

2. Passwort wählen

3. `cat ~/.ssh/id_ed25519.pub`

4. Ausgabe ist Public-Key, beim Server eintragen (im Browser)

Für den Agent, falls noch nicht vom Betriebssystem eingerichtet (z. B. Windows mit WSL):

5. `echo 'eval $(ssh-agent -s)' >> ~/.bashrc`

6. `echo 'AddKeysToAgent yes' >> ~/.ssh/config`

Doku: <https://docs.github.com/en/authentication/connecting-to-github-with-ssh>



## Extra Slide für sauberere Projekt Historien: `git pull --rebase` (optional)

Vielfaches Merging und Merge Konflikte erzeugen eine etwas nichtlineare Projekt-Historie, denn:  
`git pull` entspricht `git fetch origin; git merge ...` (→ gemergter Branch bleibt erhalten)

Alternativ kann man **`git pull --rebase`** ausführen, welches (in etwa) äquivalent ist zu  
`git fetch origin; git rebase ...` (→ lokale Commits werden auf neue Commits angewendet).

Achtung: Um einen Merge Konflikt bei `git pull --rebase` abzuschließen, muss **`git rebase --continue`** anstelle von `git commit -m "..."` ausgeführt werden! Also einfach genau lesen was Git empfiehlt ;)

Dies hat Vorteile:

- Die Projekt-Historie ist linearer
- Es gibt weniger merge-commits

aber auch (kleinere) Nachteile:

- Es ist hinterher nicht mehr sichtbar, wer einen Merge Konflikt wie behoben hat
- Die Abfolge der Commits entspricht nicht mehr der wahren Entwicklungshistorie

Entscheidet man sich für pulls mit Rebase als Standard, muss Git anders konfiguriert werden:

**`git config --global pull.rebase true`**, dann wird bei allen folgenden `git pull` Befehlen ein Rebase gemacht

Im Rahmen einer Schulung ist 2021 eine Videoaufzeichnung einer ausführlicheren Git-Einführung angefertigt worden, die auf diesem Kurs basiert:

**Teil 1** <https://www.youtube.com/watch?v=R2BC0tPwtXc>

**Teil 2** <https://www.youtube.com/watch?v=ZEcklfIp60g>