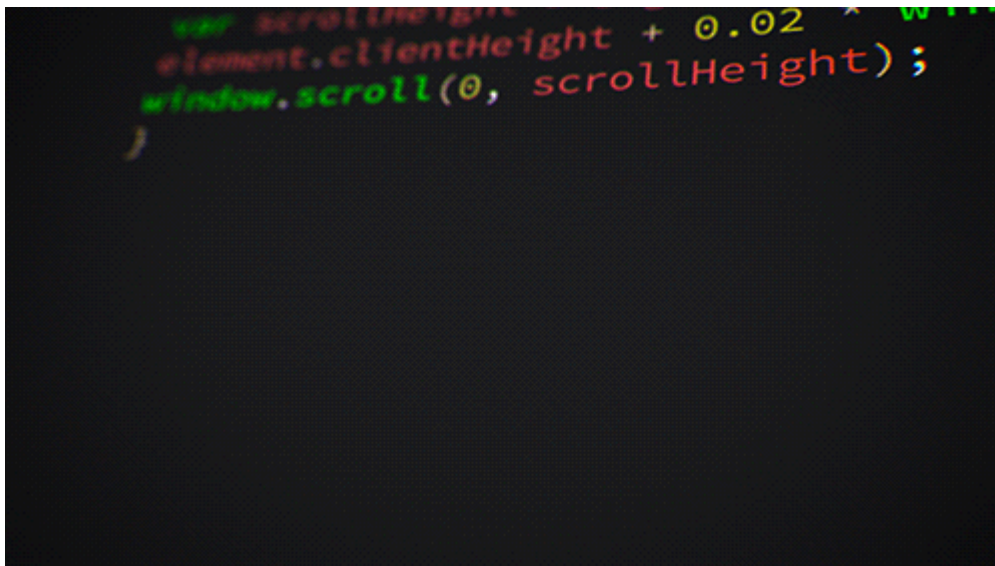


Continuous Integration

Parameter	Kursinformationen
Veranstaltung:	Vorlesung Softwareentwicklung
Teil:	20/27
Semester	Sommersemester 2025
Hochschule:	Technische Universität Freiberg
Inhalte:	Continuous Intergration, GitHub CI, Anwendungsbeispiele
Link auf den GitHub:	https://github.com/TUBAF-lfl-LiaScript/VL_Softwareentwicklung/blob/master/18_ContinuousIntegration.md
Autoren	Sebastian Zug, Galina Rudolf & André Dietrich



Exkurs: Alternative Konzepte der Programmentwicklung

Das Jupyter Notebook ist eine Open-Source-Webanwendung Dokumente zu erstellen und zu teilen, die Live-Code, Gleichungen, Berechnungsergebnisse, Visualisierungen und andere Multimedia-Ressourcen zusammen mit erklärendem Text in einem einzigen Dokument integrieren. Dabei werden Markdown-Elemente mit verschiedenen Ausführungsumgebungen unterschiedlicher Sprachen (sogenannten Kernels)

kombiniert. Notebooks sind insbesondere im Data Science-Kontext präsent, wo ganze Verarbeitungsketten von der Datenbereinigung und -transformation, numerische Simulation, explorative Datenanalyse, Datenvisualisierung, statistische Modellierung, maschinelles Lernen, Deep Learning usw. damit in Python umgesetzt werden.

Ein Jupyter-Notebook strukturiert die Implementierung in einzelnen Codeblöcke, die in beliebiger Reihung ausgeführt werden können. Zunächst geben Datenwissenschaftler Programmiercode oder Text in rechteckige "Zellen" auf einer Front-End-Webseite ein. Der Browser leitet den Code dann an einen Back-End-"Kernel" weiter, der den Code ausführt und die Ergebnisse zurück gibt. Es wurden bereits viele Jupyter-Kernel erstellt, die Dutzende von Programmiersprachen - unter anderem C# - unterstützen. Die Kernel müssen sich nicht auf dem lokalen Computer befinden.

Damit ist es eine interaktive Datenverarbeitung möglich, eine Umgebung, in der Benutzer Code ausführen, beobachten was passiert, interaktive Änderungen einpflegen usw. Aus diesem Grund eignet sich das Format gut um Tutorials oder interaktive Handbücher zu erstellen.

Neben lokalen Jupyter Installationen bieten sich verschiedene Webdienste an:

Projekt	Link	Kernel	Besonderheit
Collaboratory-Projekt von Google	colab	Python	GPU Unterstützung, Teamarbeit möglich
Binder	binder	Python, R, Julia, ...	
Kaggle	kaggle	Python, R	Sammlung von ausführbaren Lerninhalten

Eine gut Übersicht zu den Features bietet die Webseite [DataSchool](#).

Nachteil 1: Die Kombinierbarkeit von Markdown und ausführbarem Sourcecode ist die zentrale Stärke von Jupyter Notebooks aber auch ihre Schwäche!

Das übergreifende Datenformat macht die Nachvollziehbarkeit von Code Änderungen schwer. Vor jedem Commit sollten entsprechend zumindest die Ausgaben gelöscht werden.

```
"cells": [
  {
    "cell_type": "markdown",
    "id": "33b4a983",
    "metadata": {},
    "source": [
      ...
    ]
  }
]
```



```

    "# C# in Jupyter Notebooks"
  ],
},
{
  "cell_type": "code",
  "execution_count": null,
  "id": "6c91aadb",
  "metadata": {},
  "outputs": [],
  "source": [
    "Console.WriteLine(\"Jupyter + .Net\")"
  ]
},
{
  "cell_type": "code",
  "execution_count": null,
  "id": "bc55e2c6",
  "metadata": {},
  "outputs": [],
  "source": [
    "var i = 5;\n",
    "var j = 6;"
  ]
},

```

Nachteil 2: Die beliebige Reihung der Aufrufe lässt einen mitunter die Übersicht verlieren.

Merke: Jupyter Notebooks sind ein hervorragendes Werkzeug für schnelle Prototypen, API-Dokumentationen oder Vorträge mit Live Hacks aber ungeeignet für Projekte [persönliche Meinung des Vortragenden 😊].

Hinweis: Eine Beschreibung der Installationsprozedur für einen C#-Kernel finden Sie unter [Link](#)

Hinweis: Deutlich einfacher ist die Installation mit dem VSC Plugin "Polyglot Notebooks".

Exkurs: Konfigurationsfiles

Wie strukturieren wir abstrakte Daten / Informationen?

Merkmal	TXT	YAML	JSON	XML
Beschreibung	Unstrukturierter Text	Mensch lesbares Datenformat	Leichtgewichtiges Datenformat	Marki zur Dater
Struktur	Keine spezielle Struktur	Hierarchisch, Einrückung basiert	Hierarchisch, Schlüssel-Wert	Hiera Tags
Lesbarkeit	Sehr hoch	Sehr hoch	Mittel bis hoch	Mitte
Schreibbarkeit	Sehr hoch	Hoch	Mittel bis hoch	Mitte
Format	Plaintext	Schlüssel- Wert-Paare	Schlüssel-Wert- Paare	Tags Inhalt
Dateiendung	.txt	.yaml, .yml	.json	.xml
Kommentare	Keine Standardkommentare	# für Kommentare	Keine Kommentare	<!-- K
Support für Datentypen	Text	Verschiedene Datentypen	Verschiedene Datentypen	Versc Dater
Parser	Keine speziellen Parser nötig	YAML-Parser erforderlich	JSON-Parser erforderlich	XML-P erfor

beispiel.yaml



```
person:
  name: John Doe
  age: 30
  address:
    street: 123 Main St
    city: Anytown
    state: CA
    postalCode: 12345
  phoneNumbers:
    - type: home
      number: "123-456-7890"
    - type: work
      number: "098-765-4321"
```

beispiel.json



```
{
  "person": {
    "name": "John Doe",
    "age": 30,
    "address": {
      "street": "123 Main St",
      "city": "Anytown",
      "state": "CA",
      "postalCode": "12345"
    },
    "phoneNumbers": [
      {
        "type": "home",
        "number": "123-456-7890"
      },
      {
        "type": "work",
        "number": "098-765-4321"
      }
    ]
  }
}
```

beispiel.xml



```
<person>
  <name>John Doe</name>
  <age>30</age>
  <address>
    <street>123 Main St</street>
    <city>Anytown</city>
    <state>CA</state>
    <postalCode>12345</postalCode>
  </address>
  <phoneNumbers>
    <phoneNumber>
      <type>home</type>
      <number>123-456-7890</number>
    </phoneNumber>
    <phoneNumber>
      <type>work</type>
      <number>098-765-4321</number>
    </phoneNumber>
  </phoneNumbers>
</person>
```

Beispielanwendung

data.yaml



```
1 person:
2   name: John Doe
3   age: 30
4   address:
5     street: 123 Main St
6     city: Anytown
7     state: CA
8     postalCode: 12345
9   phoneNumbers:
10    - type: home
11      number: "123-456-7890"
12    - type: work
13      number: "098-765-4321"
```

readYAML.py

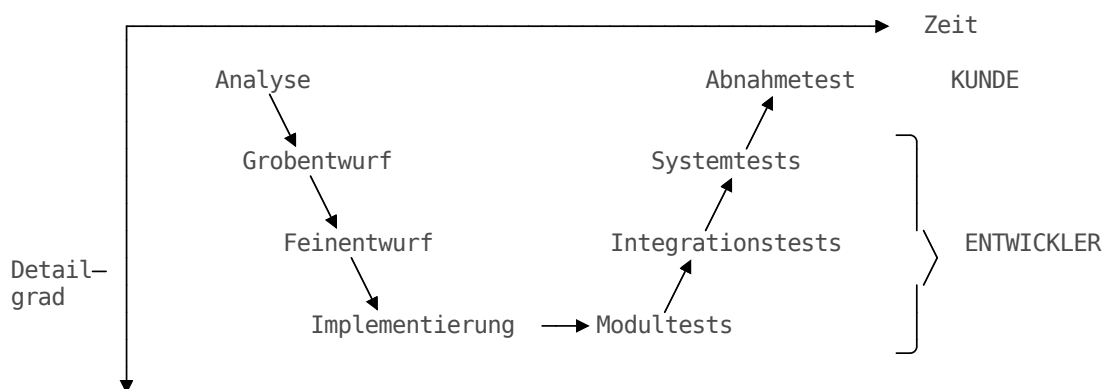


```
1 import yaml
2
3 # Datei öffnen und die YAML-Daten laden
4 with open('data.yaml', 'r') as file:
5     data = yaml.safe_load(file)
6
7 # Greife auf die Daten zu und verarbeite sie
8 print(f"Name: {data['person']['name']}")
9 print(f"Age: {data['person']['age']}")
10 print(f"Address: {data['person']['address']['street']},
      {data['person']['address']['city']}, {data['person']['address']['st
      {data['person']['address']['postalCode']}")
11 print("Phone Numbers:")
12 for phone in data['person']['phoneNumbers']:
13     print(f"    {phone['type']}: {phone['number']}")
```

Name: John DoeName: John Doe
Age: 30
Address: 123 Main St, Anytown, CA 12345
Phone Numbers:
home: 123-456-7890
work: 098-765-4321

Age: 30
Address: 123 Main St, Anytown, CA 12345
Phone Numbers:
home: 123-456-7890
work: 098-765-4321

Continuous integration (CI)



Continuous integration (CI) zielt darauf ab, die Qualität der Software zu verbessern und die Lieferzeit zu verkürzen, indem das Gesamtprojekt kontinuierlich realisiert wird. Darauf aufbauend können die Konzepte der Qualitätskontrollen automatisiert auf einer höheren Integrationsebene umgesetzt werden.

Tests lokal ausführen ... erste Stufe der CI ist die Durchführung lokaler Unit-Test in der lokalen Umgebung des Entwicklers. Auf diese Weise wird vermieden, dass die individuelle, aktuelle Entwicklungsarbeit das Gesamtprojekt beeinflusst.

Code in CI kompilieren ... ein Build-Server kompiliert den Code periodisch oder sogar nach jedem Commit und meldet die Ergebnisse an die Entwickler.

Tests in CI durchführen ... Zusätzlich zu automatisierten Unit-Tests werden kontinuierliche Prozesse der Qualitätskontrolle implementiert, die statische Analysen durchführen, die Leistung vermessen und profilieren, Dokumentationen extrahieren, etc.

Bereitstellen eines Artifacts von CI ... Nun ist CI oft mit kontinuierlicher Bereitstellung oder kontinuierlichem Einsatz in der so genannten CI/CD-Pipeline verflochten. CI stellt sicher, dass die auf der Hauptleitung eingetragene Software immer in einem Zustand ist, der den Benutzern zur Verfügung gestellt werden kann, und CD macht den Bereitstellungsprozess vollständig automatisiert.

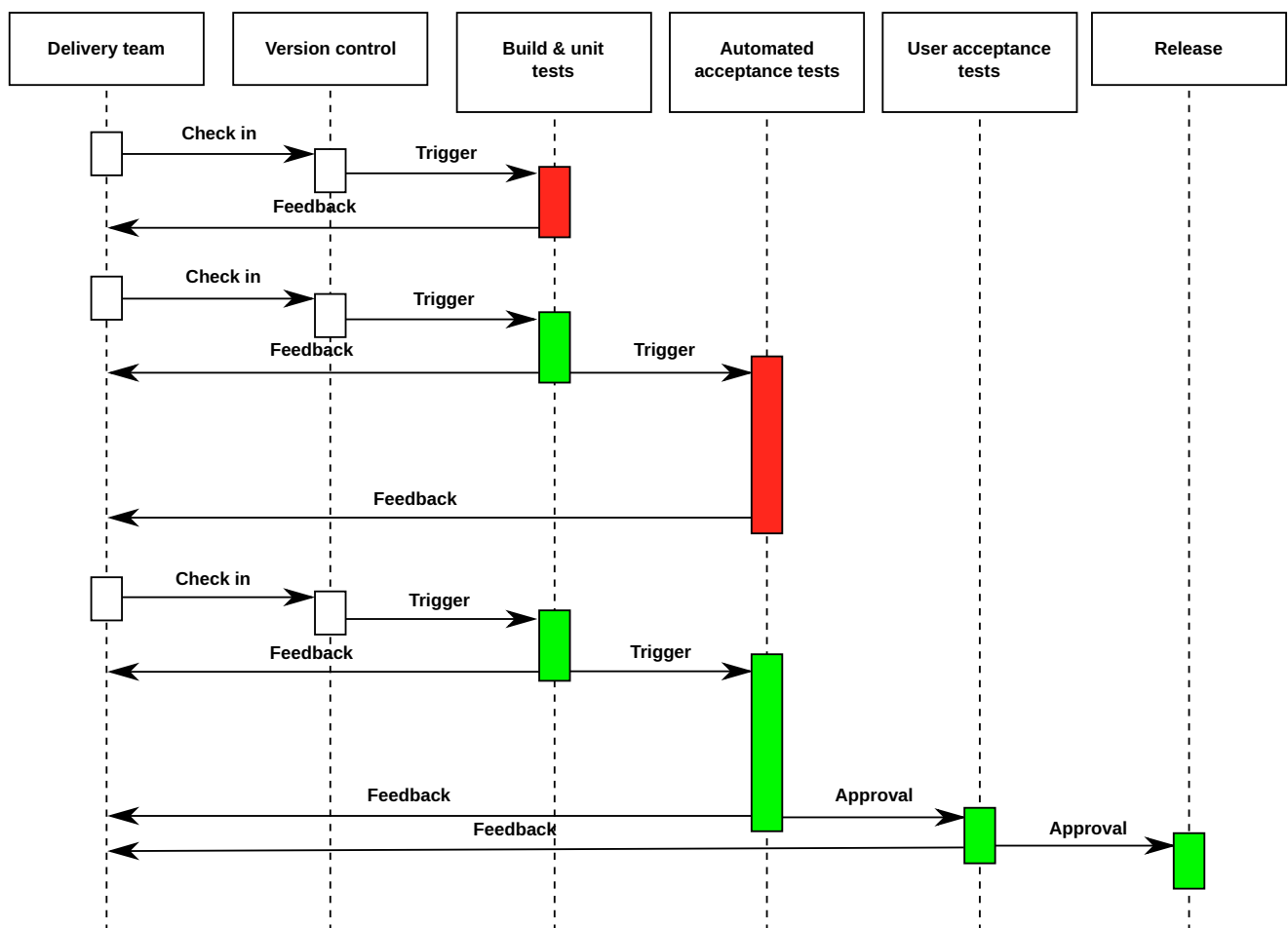
Damit ergeben sich folgende Aktivitäten, die für einen CI Realisierung benötigt werden:

- Aufbau und Management eines zentralen Code-Repositorys.
- Aufbau und Management eines zentralen Build-Tools.
- Schreiben von automatisierten Tests und Integration in ein Feedbacksystem
- Darstellung von Build-Resultaten und Artifacts

Merke: Unterschätzen Sie den Aufwand für die Realisierung und Wartung der Tool-Chain nicht. Häufig müssen hier zu Beginn des Projektes grundsätzliche Entscheidungen getroffen werden, die zumindest mittelfristige Auswirkungen auf das Projekt haben.

Continuous Deployment

Continuous Deployment (CD) ist ein Softwareentwicklungsprozess, der darauf abzielt, Codeänderungen automatisch und kontinuierlich in die Produktionsumgebung zu integrieren und bereitzustellen. Dies geschieht oft ohne menschliches Eingreifen, sobald der Code durch automatisierte Tests und andere Qualitätssicherungsmaßnahmen validiert wurde.



Beispielhafter schematischer Ablauf einer Continuous Delivery Pipeline - Autor Grégoire Détrez, original by Jez Humble, Wikimedia [Link](#) Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International

Die Hauptmerkmale von Continuous Deployment sind:

- **Automatisierung:** Der gesamte Prozess, von der Codeänderung bis zur Bereitstellung in der Produktionsumgebung, ist stark automatisiert. Dies umfasst den Code-Commit, das Bauen der Anwendung, das Testen und schließlich das Deployment.
- **Häufige Releases:** Änderungen werden kontinuierlich und in kleinen, häufigen Schritten in die Produktion gebracht. Dies führt zu schnelleren Release-Zyklen und kürzeren Feedback-Schleifen.
- **Qualitätssicherung:** Um sicherzustellen, dass nur qualitativ hochwertiger Code in die Produktion gelangt, werden umfangreiche automatisierte Tests und andere Validierungsprozesse eingesetzt. Dies kann Unit-Tests, Integrationstests, End-to-End-Tests und andere Qualitätskontrollen umfassen.
- **Schnelles Feedback:** Entwickler erhalten schneller Feedback zu ihren Änderungen, da diese schnell in der Produktion verfügbar sind. Dies erleichtert das schnelle Erkennen und Beheben von Fehlern.

Continuous Deployment baut auf der Praxis der Continuous Integration auf, bei der Codeänderungen regelmäßig in ein gemeinsames Repository integriert und getestet werden.

Techniken des CD sind:

- Blue-Green Deployment (harter Wechsel zwischen zwei Produktionsumgebung)
- Canary Deployment (Selektives Ausrollen der neuen Version)

Einordnung

DevOps (eine Kombination aus Development und Operations) ist ein ganzheitlicher Ansatz, der den gesamten Lebenszyklus von Software betrachtet – von der Planung und Entwicklung über das Testen, die Bereitstellung bis hin zum Betrieb und der Überwachung von Anwendungen im Produktivsystem.

Ziel von DevOps ist es, die Zusammenarbeit zwischen Entwicklungs- und Betriebsteams zu verbessern. Historisch waren diese beiden Bereiche oft getrennt: Entwickler wollten neue Funktionen möglichst schnell implementieren, während das Betriebsteam auf Stabilität und Sicherheit achtete – oft mit widersprüchlichen Zielen. DevOps überbrückt diese Kluft, indem es eine gemeinsame Verantwortung für den gesamten Prozess schafft.

Dabei spielen Kultur, Prozesse und Werkzeuge eine zentrale Rolle:

- Kultureller Wandel: DevOps fördert eine offene Kommunikationskultur, gegenseitiges Vertrauen und geteilte Verantwortlichkeit. Fehler werden nicht als Versagen, sondern als Chance zur Verbesserung gesehen.
- Prozesse: DevOps strebt kontinuierliche Verbesserungen durch kurze Feedbackzyklen, häufige Releases und automatisierte Qualitätssicherung an.
- Werkzeuge: Die Nutzung von Automatisierungstools zur Codeintegration, Testausführung, Infrastrukturverwaltung und Überwachung ist essenziell, um manuelle Fehler zu reduzieren und schnell auf Änderungen reagieren zu können.

Continuous Integration (CI) und Continuous Delivery bzw. Deployment (CD) sind zentrale Bausteine innerhalb von DevOps.

CI Umsetzung mit GitHub

Achtung: Wir gehen hier hauptsächlich auf GitHub-Actions ein. Die Konzepte sind auf andere Git-Repositories wie Gitlab oder Bitbucket übertragbar. Die Syntax unterscheidet sich allerdings.

Welche Elemente machen somit eine CI Pipeline aus:

- **Wann** (Trigger) soll
- **Was** (Job)
- **Wo** (Runner) ausgeführt werden um
- **Welches Ergebnis** (Artefakt) zu generieren

Beschrieben werden die Pipelines unter GitHub and Gitlab in YAML einer Auszeichnungssprache für Datenstrukturen über sogenannte Folgen. Die YAML-Datei, die die Pipeline-Konfiguration spezifizieren müssen im GitHub-Repositorys im Verzeichnis `.github/workflows` liegen.

```
# Kommentare sind auch erlaubt
scalar : 5
collection:
  variable1 : Tralla
  variable2 : Trulla
  variable3: |
    Hier steht jetzt plötzlich
    Ein Ausdruck mit mehreren Zeilen
list:
  - variableA: Wert1
  - variableB: 5
```

Die Grundstruktur folgt dabei einer Kombination der Elemente `name`, `on` (Wann) und `jobs` (was):

Generate Documentation

```
on:
  push:
    branches:
      - master
    paths:
      - 'docs/**'

jobs:
  build:
    name: Build
    runs-on: ubuntu-latest
    steps:
      - run: scripts/generate_documentation.sh
    env:
      PUBLISH_TOKEN: ${ secrets.PUBLISH_TOKEN }
```

Trigger

Das Ausführen einer Pipeline resultiert aus verschiedenen Quellen und wird mit Bedingungen verknüpft.

```
on: push

on: [push, pull_request]

on:
  push:
    branches:
      - master
  pull_request:
    branches:
      - master

on:
  push:
    branches:
      - master
    paths:
      - 'docs/**'

on:
  schedule:
    - cron: '5 * * * *'
```

Runner

Die Ausführung des "Was" kann auf jedem Rechner in Form eines Runners erfolgen, der entweder bei GitHub oder unabhängig gehostet wird. Wenn ein Runner einen Job aufnimmt, führt er die Aktionen des Jobs aus und meldet den Fortschritt, die Protokolle und die Endergebnisse an GitHub zurück.

```
runs-on: ubuntu-latest

runs-on: [self-hosted, linux, ARM32]

runs-on: ${ matrix.os }
strategy:
  matrix:
    os: [ubuntu-16.04, ubuntu-18.04]
    node: [6, 8, 10]
```

Jobs

Der Runner stellt eine Ausführungsumgebung bereit innerhalb derer Sie nun alle auch lokal möglichen Operationen umsetzen können. Ein häufig verwendeter Ansatz ist die Verwendung von [docker](#)-Containern, die eine Softwarekonfiguration bereitstellen.

Der Marketplace [Link](#) stellt verschiedenen Actions bereit, die häufige Verwendung finden. Das bedeutet, dass man sich die Funktionalität nicht selbstständig zusammentragen muss, sondern allein über die Parameterisierung eine Anpassung vornimmt.

Für den Buildprozess einer .NET Anwendung werden im folgenden Beispiel Actions für das Auschecken und die Bereitstellung des .NET Cores der Version 3.1.1 genutzt.

```
name: .NET Build App

on:
  push:
    branches: [ master ]
  pull_request:
    branches: [ master ]

jobs:
  build:

    runs-on: ubuntu-latest

    steps:
      - uses: actions/checkout@v2
      - name: Setup .NET Core
        uses: actions/setup-dotnet@v1
        with:
          dotnet-version: 3.1.101
      - name: Install dependencies
        run: |
          cd src/App
          dotnet restore
```

```
source restore
- name: Build
  run: |
    cd src/App
    dotnet build --configuration Release --no-restore
```

Ergebnis

Artefakte ermöglichen es, Daten zwischen Aufträgen in einem Workflow auszutauschen und Daten zu speichern, sobald dieser Workflow abgeschlossen ist.

```
- uses: actions/upload-artifact@v2
  with:
    name: my-artifact
    path: path/to/artifact/world.txt
```

Die Stärken von GitHub-Actions liegen in der unmittelbaren Integration in das Repository-System. Damit entfällt die Bereitstellung einer weiteren Infrastruktur zumal automatische Check-ins von Ergebnissen einer CI Toolchain sehr kompakt möglich sind.

Welche Mängel gibt es noch im Gebrauch der GitHub-Actions?

- Workflows können nur eingeschränkt wiederverwendet werden.
- Testergebnisse und Analyseresultate können nicht über integrierte Formate ausgegeben werden (Wir sehen es gleich bei der Visualisierung der Unit-Tests im Beispiel)
- die Sequenz der Ausführungen mehrerer Pipelines ist nicht steuerbar
- die Liste der verfügbaren Actions ist noch sehr überschaubar

Merke: Man merkt an einigen Stellen der GitHub CI Implementierung an, dass diese noch recht jung ist. Features die für andere Tools etabliert sind, fehlen noch.

Alternative Realisierungen lassen sich zum Beispiel mit [Jenkins](#) oder [TravisCI](#) unabhängig von einem ursprünglichen Versionsmanagementsystem evaluieren.

Anwendungsbeispiel 1

Geben Sie die jeweiligen Anteile der verschiedenen Mitstreiter an einem Projekt in der README.md aus. Wer hat zum Beispiel wie viele Codezeilen realisiert?

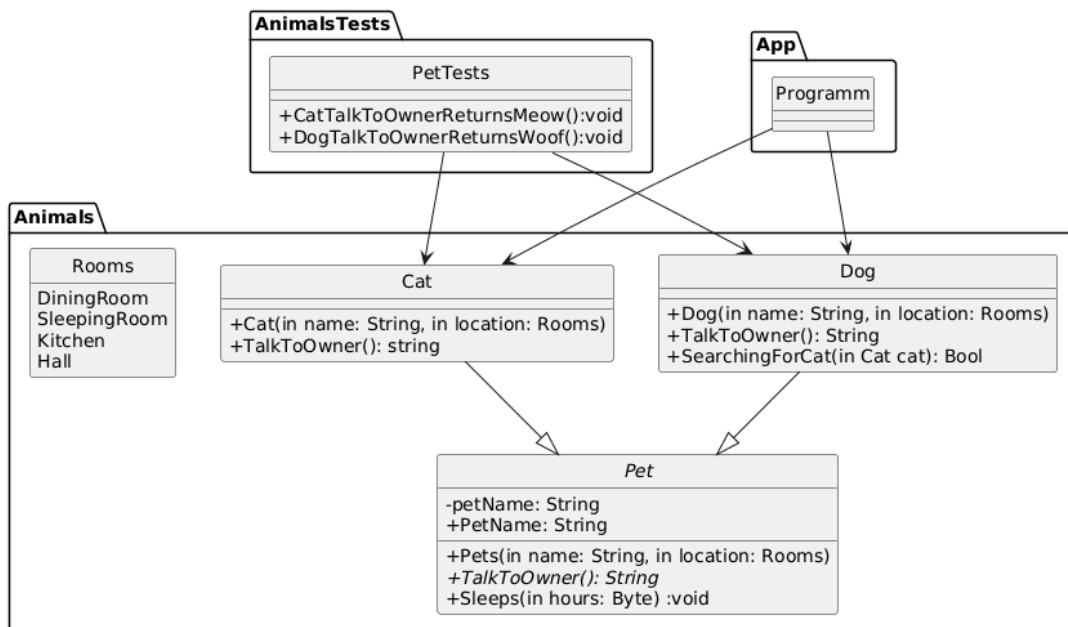
Werfen wir dazu einen Blick auf das [Anwendungsbeispiel](#). Folgende Bearbeitungsschritte werden im zugehörigen Python Skript durchlaufen:

	Bedeutung
1.	Extrahieren der Informationen mit Hilfe des Paketes <code>github2pandas</code>
2.	Generierung der Basisdatentabelle durch Merge von <code>pdEdits</code> und <code>pdCommits</code>
3.	Aggregieren der hinzugefügten und gelöschten Zeilen durch <code>groupby</code>
4.	Austauschen der Daten in der <code>README.md</code> Datei
5.	Generieren eines neuen Diagramms das bereits in der <code>README.md</code> Datei eingebunden ist.
6.	Commit und Push Operation mit den neuen Daten

Die zweimalige Ausführung der Action pro Tag wird durch einen Timer getriggert.

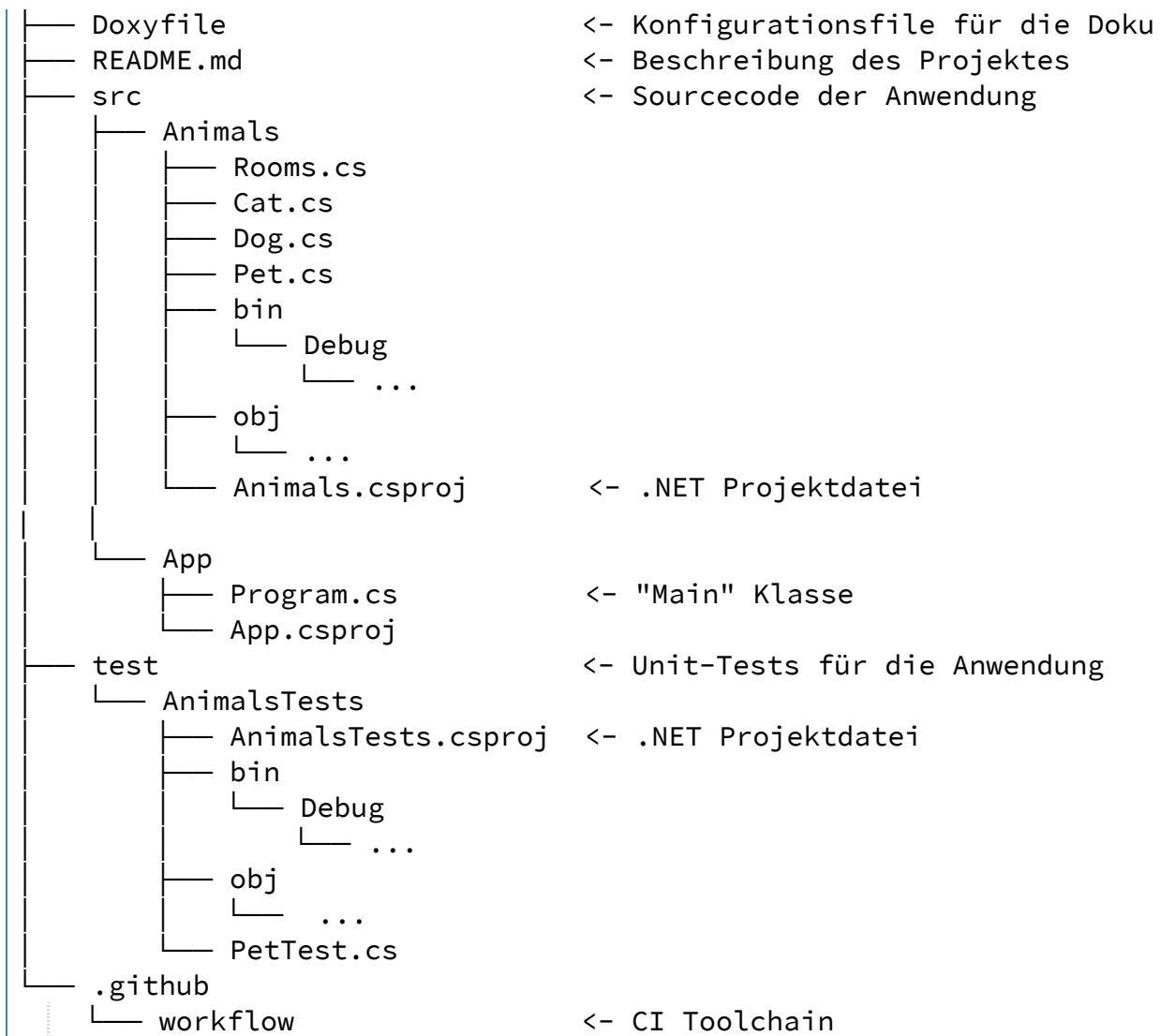
Anwendungsbeispiel 2

Wir wollen folgenden Entwurf in einem kontinuierlichen Entwicklungsfluss realisieren.



Für das Projekt entwerfen wir folgende Struktur:





Sie finden das Projekt unter <https://github.com/SebastianZug/CSharpExample>.

Realisierung der Projektstruktur

```
mkdir src
cd src
mkdir Animals
dotnet new classlib
cd ..
mkdir App
cd App
dotnet new console
```

Allerdings fehlt jetzt noch die Verbindung zwischen den beiden Projekten! Entsprechend müssen wir die zugehörigen Referenzen in den Project-Files integrieren. Dies kann entweder in der Konsole oder mittels Textoperation erfolgen.

```
dotnet add reference ../Animals/Animals.csproj
```

.csproj



```
<ItemGroup>
  <ProjectReference Include="..\Animals\Animals.csproj" />
</ItemGroup>
```

Unsere Anwendung ruft einige der Funktionalitäten des `classlib` Projektes auf.

Program.cs



```
using System;
using System.Collections.Generic;
using Pets;

namespace ConsoleApplication {
    public class MyLittleZoo {
        public static void Main (string[] args) {
            Dog Willy = new Dog("Willy", Rooms.DiningRoom);
            Cat Kitty = new Cat ("KatziTatzi", Rooms.Kitchen);
            List<Pet> pets = new List<Pet> {Willy, Kitty};

            foreach (var pet in pets) {
                Console.WriteLine (pet.TalkToOwner ());
            }

            Willy.SearchForCat(Kitty);
            Willy.LocalizedInRoom = Rooms.Kitchen;
            Willy.SearchForCat(Kitty);
        }
    }
}
```

Automatischer Build Prozess

Der automatische Buildprozess ist im einfachsten Fall eine Kopie des lokalen. Allerdings ist das Resultat in diesem Fall nur bedingt aussagekräftig. Vielmehr wollen wir mit dem serverseitigen Test ja die Übertragbarkeit unserer Lösung auf unterschiedliche Betriebssysteme /.NET Frameworks evaluieren.

Für den ersten Fall müssen wir im Action File statt eines einfachen `run-on` eine Matrix von Runnern angeben. Im zweiten Fall muss auch der zugehörige Programmcode angepasst werden. Informieren Sie sich unter [Link](#), wie Sie unterschiedliche Frameworks adressieren können.



```
name: .NET Build App

on:
  push:
    branches: [ master ]
  pull_request:
    branches: [ master ]

jobs:
  build:

    runs-on: ubuntu-latest

    steps:
    - uses: actions/checkout@v2
    - name: Setup .NET Core
      uses: actions/setup-dotnet@v1
      with:
        dotnet-version: 3.1.101
    - name: Install dependencies
      run: |
        cd src/App
        dotnet restore
    - name: Build
      run: |
        cd src/App
        dotnet build --configuration Release --no-restore
```

Generierung der Dokumentation

Die Dokumentation wird unter Hinzuziehung von Doxygen erzeugt. Dieser Vorgang besteht aus drei Schritten:

1. dem Checkout des aktuellen Projektes in den Runner
2. dem Erzeugen der HTML Dokumentation ausgehend von der Konfiguration in der Datei [Doxyfile](#)
3. dem Publizieren des Ergebnisses im Branch `gh-pages`.

Mit dem letzten Schritt entsteht eine Projektwebseite, die die Dokumentation enthält. Zusätzlich wurde im Doxyfile die Integration des README.md Files als "Masterseite" konfiguriert.

Doxyfile



```
...
INPUT                                     += ./README.md \
    .....                               ./src/Animals

USE_MDFILE_AS_MAINPAGE = ./README.md
...
```

.github/workflows/buildDocs.yml



```
name: Doxygen

on:
  push:
    branches: [ master ]
  pull_request:
    branches: [ master ]

jobs:
  build:

    runs-on: ubuntu-latest

    steps:
    - uses: actions/checkout@v2
    - name: Doxygen Action
      uses: mattnotmitt/doxygen-action@v1.1.0
      with:
        doxyfile-path: "./Doxyfile"
        working-directory: "."
    - name: Deploy
      uses: peaceiris/actions-gh-pages@v3
      with:
        github_token: ${{ secrets.GITHUB_TOKEN }}
        publish_dir: ./docs
```

Die Darstellung ist unter <https://sebastianzug.github.io/CSharpExample/> für das Projekt sichtbar.

Erweiterung der Tests

Bisher werden nur die Ausgaben von `Dog` und `Cat` untersucht. Lassen Sie uns einen Test integrieren, der die Methode `.SearchForCat()` evaluiert.

```
[Theory]
[InlineData(Rooms.Kitchen, Rooms.DiningRoom, false)]
```



```
[InlineData(Rooms.Kitchen, Rooms.Kitchen, true)]
public void DocCheckCatSearching(Rooms kittysLocation, Rooms willysLocation, string pattern) {
    Cat Kitty = new Cat ("KatziTatzi", kittysLocation);
    Dog Willy = new Dog("Willy", willysLocation);
    bool actual = Willy.SearchForCat(Kitty);
    Assert.Equal (pattern, actual);
}
```

Die Tests sollen nun als CI-Tests auf dem GitHub-Server ausgeführt werden. Entsprechend ist die Integration einer neuen Action notwendig.

```
name: .NET Test Animals

on:
  push:
    branches: [ master ]

jobs:
  build:

    runs-on: ubuntu-latest

    steps:
    - uses: actions/checkout@v2
    - name: Setup .NET Core
      uses: actions/setup-dotnet@v1
      with:
        dotnet-version: 3.1.101
    - name: Run Tests
      run: |
        cd src/Tests
        dotnet test
```

Aufgaben der Woche

- ☐ Klonen Sie mein Repository von <https://github.com/SebastianZug/CSharpExample>
- ☐ Ergänzen Sie in der Build Action ein weiteres Target, zum Beispiel "Windows"
- ☐ Erweitern Sie das Ganze um weitere Unit-Tests, ergänzen Sie den Eintrag in der README.md Datei
- ☐ Übernehmen Sie das Konzept der automatischen Generierung eines Klassendiagramm aus den Übungsblättern, so dass auf dem Deckblatt der Dokumentation die aktuelle Klassenstruktur, die automatisch generiert wurde, sichtbar wird.