



Programmierung mit Python für Einsteiger

Kapitel 5 - Ausnahmen, Module, Dateien

Autor: Dr. Christian Heckler

Ausnahmebehandlung - Motivation

- Im „Nachtbetrieb“ werden „viele“ Datensätze bearbeitet. Was passiert, wenn beim einem Datensatz ein Fehler auftritt (z.B. „Division durch Null“)?
- Das Programm bricht ab (siehe  `ex1.py`)!
- Wünschenswert wäre aber, dass der Datensatz ignoriert wird, und das Programm mit der Verarbeitung des nächsten Datensatzes weitermacht.
- Wie kann man das erreichen? Siehe  `ex2.py` .
- Nachteile:
 - Der Code wird aufgebläht. Die eigentliche Fachlichkeit ist nicht mehr zu erkennen.
 - Man muss an jeder Stelle im Code überlegen, was im Falle eines unerwarteten Ereignisses zu tun ist.

Beispiel Ausnahmen 1 - Programm bricht ab

Bei Eingabe einer 0 bricht das Programm ab.

```
def f1(x):  
    return 1 + f2(x)
```

```
def f2(x):  
    return 1 + f3(x)
```

```
def f3(x):  
    return 1 / x
```

```
while True:  
    eingabe = input("Geben Sie eine ganze Zahl ein (e für Ende): ")  
    if eingabe == "e":  
        break  
    zahl = int(eingabe)  
    ergebnis = f1(zahl) + f1(7)  
    print("Das Ergebnis ist: " + str(ergebnis))
```

Beispiel Ausnahmen 2 - Abfangen der Fehler

Verhinderung des Programmabbruchs ohne Exception

```
def f1(x):  
    erg = f2(x)  
    if erg == None:  
        return None  
    return 1 + f2(x)
```

```
def f2(x):  
    erg = f3(x)  
    if erg == None:  
        return None  
    return 1 + f3(x)
```

```
def f3(x):  
    if x == 0:  
        return None  
    return 1 / x
```

```
while True:  
    eingabe = input("Geben Sie eine ganze Zahl ein (e für Ende): ")  
    if eingabe == "e":  
        break
```

```
zahl = int(eingabe)
```

```
erg1 = f1(zahl)
```

```
erg2 = f1(7)
```

```
if erg1 == None or erg2 == None:
```


```
    print("Da ist wohl etwas schief gegangen")
```

```
else:
```

```
    ergebnis = erg1 + erg2
```

```
    print("Das Ergebnis ist: " + str(ergebnis))
```

Ausnahmen fangen

- Bessere Lösung: Siehe  `ex3.py`.
- Ausnahmen, die in einem *Codeblock* geworfen werden (`try`), können „gefangen“ werden.
- In einem `except` -Block wird definiert, was zu tun ist, wenn die Ausnahme auftritt.
- Ausführung:
 - Die Anweisungen zwischen `try` und `except` werden ausgeführt.
 - Tritt keine Ausnahme auf, wird der `except` -Block übersprungen.
 - Tritt eine Ausnahme auf, so wird sofort bei deren Auftreten in den `except` -Block gesprungen.

Beispiel Ausnahmen 3 - Abfangen der Ausnahme

Verhinderung des Programmabbruchs durch Abfangen der Exception

```
def f1(x):  
    return f2(x)
```

```
def f2(x):  
    return f3(x)
```

```
def f3(x):  
    return 1 / x
```

```
while True:  
    eingabe = input("Geben Sie eine ganze Zahl ein (e für Ende): ")  
    if eingabe == "e":  
        break  
    zahl = int(eingabe)  
  
    try:  
        ergebnis = f1(zahl) + f1(7)  
        print("Das Ergebnis ist: " + str(ergebnis))  
    except Exception as e:  
        print("Da ist wohl etwas schief gegangen: " + str(e))
```

Ausnahmetypen

- Mit `except Exception` (wie im Beispiel) werden alle Arten von Ausnahmen gefangen (was man aber nicht immer will).
- Es können auch „Unterarten“ geworfen und (verschieden) behandelt werden.
- Beispiel: `int("Hallo")` liefert einen `ValueError`.
- Man hätte also auch `except ValueError` schreiben können.
- Tritt eine Ausnahme auf, die nicht abgefangen wird, wird die Ausnahme weiter „nach oben“ geworfen.
- Beispiele:
 - **!** `ex4.py` : Abfangen von zwei Ausnahmen
 - **!** `ex5.py` : Division durch 0 wird nicht gefangen

Beispiel Ausnahmen 4 - Zwei Ausnahmen

Nach "Einführung in Python 3" von Bernd Klein, Hanser-Verlag.

```
while True:
```

```
    try:
```

```
        zahl = input("Zahl eingeben: ")
```

```
        zahl = int(zahl)
```

```
        x = 10 / zahl
```

```
        print("Korrekte Zahl ungleich 0 eingegeben!")
```

```
        break
```

```
    except ValueError as ve:
```

```
        print("ValueError: ", ve)
```

```
        print("Keine Zahl!")
```

```
    except ZeroDivisionError as ze:
```

```
        print("Division durch 0: ", ze)
```

Beispiel Ausnahmen 5 - Div durch 0 nicht fangen

Nach "Einführung in Python 3" von Bernd Klein, Hanser-Verlag.

```
while True:
    try:
        zahl = input("Zahl eingeben: ")
        zahl = int(zahl)
        x = 10 / zahl
        print("Korrekte Zahl ungleich 0 eingegeben!")
        break
    except ValueError as ve:
        print("ValueError: ", ve)
        print("Keine Zahl!")
```

Ausnahmen werfen

- Wenn im eigenen Programm eine Situation auftritt, die an dieser Stelle nicht erwartet wurde, kann man auch selbst eine Ausnahme werfen (Bsp: als Entwickler der `int`-Funktion):

```
raise Exception("Fehler: ...")
```

- Beispiel: 🚫 `ex6.py`
- Statt eine Ausnahme vom Typ `Exception` zu werfen, kann man auch eigene Ausnahmetypen definieren (was i.a. auch besser ist). Das kommt aber später (neue Klasse im Sinne der Objektorientierten Programmierung)!




Beispiel Ausnahme werfen

```
def konvertiere(s):  
    if not s.isdigit():  
        raise Exception("Der umzuwandelnde String besteht nicht nur aus  
Ziffern")  
    return int(s)  
  
while True:  
    try:  
        zahl = input("Zahl eingeben: ")  
        zahl = konvertiere(zahl)  
        print("Korrekte Zahl eingegeben!")  
        break  
    except Exception as e:  
        print("Ausnahme: ", e)  
        print("Keine Zahl!")
```

Ausnahmen werfen - Anmerkungen

- **Empfehlung:** Ausnahmen nur werfen, wenn ein unerwarteter Fall auftritt, nicht, um (erwartete) Programmlogik zu implementieren.
- Es ist eine (manchmal schwierige) Entwurfsentscheidung, wann man Ausnahmen benutzt und wann eine „normale“ Behandlung (z.B. via if – Abfrage).

Ausnahmen - Übung / Fallbeispiel

- Programm zur Berechnung eines Durchschnittsverbrauch:  `ex7.py` .
- Der „gerade“ (fehlerlose) Fall funktioniert. Das Programm ist aber nicht „stabil“. Programmabbruch bei Fehler.
- Übung 1: Bei einem Fehler soll eine entsprechende Ausgabe erfolgen. Es soll der Durchschnitt der übrigen Monate berechnet werden:  `ex8.py` .
- Übung 2: Einträge mit einer ungültigen Monatsbezeichnung (d.h. nicht in der Liste `monate`) sollen nicht berücksichtigt werden. Es soll eine entsprechende Ausgabe erfolgen:  `ex9.py` .
- Übung 3: Wie sähe eine Lösung ohne Ausnahmen aus?
- Bemerkung: In der Praxis würde man die Ausgaben in eine „Log-Datei“ schreiben.

Fallbeispiel Ausnahmen 1

```
monate = ['Jan', 'Feb', 'Mar', 'Apr', 'Mai', 'Jun']
```

```
verbrauch1 = ['Jan:20.1', 'Feb:23.2', 'Mar:31.5']
```

```
verbrauch2 = ['Jan:20.1', 'Feb:23.2', 'xxx:31.5']
```

```
verbrauch3 = ['Jan:20.1', 'Feb:23.2', 'Mar:xxxx']
```

```
def berechne_durchschnitt(verbrauch):
```

```
    summe = 0
```

```
    anzahl = len(verbrauch)
```

```
    for monat in verbrauch:
```

```
        summe += bestimme_verbrauch(monat)
```

```
    durchschnitt = summe / anzahl
```

```
    print("Durchschnittlicher Verbrauch: ", durchschnitt)
```

```
def bestimme_verbrauch(monat):
```

```
    verbrauch = float(monat.split(":")[1].strip())
```

```
    return verbrauch
```

```
print("Verbrauch 1: ")
berechne_durchschnitt(verbrauch1)

print("Verbrauch 2: ")
berechne_durchschnitt(verbrauch2)

print("Verbrauch 3: ")
berechne_durchschnitt(verbrauch3)
```


Fallbeispiel Ausnahmen 2

```
monate = ['Jan', 'Feb', 'Mar', 'Apr', 'Mai', 'Jun']
```

```
verbrauch1 = ['Jan:20.1', 'Feb:23.2', 'Mar:31.5']
```

```
verbrauch2 = ['Jan:20.1', 'Feb:23.2', 'xxx:31.5']
```

```
verbrauch3 = ['Jan:20.1', 'Feb:23.2', 'Mar:xxxx']
```

```
def berechne_durchschnitt(verbrauch):
```

```
    summe = 0
```

```
    anzahl = 0
```

```
    for monat in verbrauch:
```

```
        try:
```

```
            summe += bestimme_verbrauch(monat)
```

```
            anzahl += 1
```

```
        except ValueError as ve:
```

```
            print("Ungueltiger Wert in ", monat)
```

```
            print("Monat wird uebersprungen.")
```

```
    durchschnitt = summe / anzahl
```

```
    print("Durchschnittlicher Verbrauch: ", durchschnitt)
```

```
def bestimme_verbrauch(monat):
```

```
verbrauch = float(monat.split(":")[1].strip())  
return verbrauch
```

```
print("Verbrauch 1: ")  
berechne_durchschnitt(verbrauch1)
```

```
print("Verbrauch 2: ")  
berechne_durchschnitt(verbrauch2)
```

```
print("Verbrauch 3: ")  
berechne_durchschnitt(verbrauch3)
```

Fallbeispiel Ausnahmen 3

```
monate = ['Jan', 'Feb', 'Mar', 'Apr', 'Mai', 'Jun']
```

```
verbrauch1 = ['Jan:20.1', 'Feb:23.2', 'Mar:31.5']
```

```
verbrauch2 = ['Jan:20.1', 'Feb:23.2', 'xxx:31.5']
```

```
verbrauch3 = ['Jan:20.1', 'Feb:23.2', 'Mar:xxxx']
```

```
def berechne_durchschnitt(verbrauch):
```

```
    summe = 0
```

```
    anzahl = 0
```

```
    for monat in verbrauch:
```

```
        try:
```

```
            summe += bestimme_verbrauch(monat)
```

```
            anzahl += 1
```

```
        except ValueError as ve:
```

```
            print("Ungueltiger Wert in ", monat)
```

```
            print("Monat wird uebersprungen.")
```

```
        except Exception as e:
```

```
            print("Fehler bei der Verarbeitung von ", monat)
```

```
            print(e)
```

```
            print("Monat wird uebersprungen.")
```

```
durchschnitt = summe / anzahl
```

```
print("Durchschnittlicher Verbrauch: ", durchschnitt)
```

```
def bestimme_verbrauch(monat):  
    monat_str = monat.split(":")[0].strip()  
    if not monat_str in monate:  
        raise Exception("Ungueltiger Monats-String: ", monat_str)  
    verbrauch = float(monat.split(":")[1].strip())  
    return verbrauch
```

```
print("Verbrauch 1: ")  
berechne_durchschnitt(verbrauch1)
```


```
print("Verbrauch 2: ")  
berechne_durchschnitt(verbrauch2)
```

```
print("Verbrauch 3: ")  
berechne_durchschnitt(verbrauch3)
```

❓ Übung 12 - Ausnahmen und röm. Zahlen

- Was passiert, wenn Sie bei der aktuellen Lösung eine Zeichenkette angeben, die keiner römischen Zahl entspricht?
- Schreiben Sie ein Programm, das in einer Endlosschleife eine Eingabe entgegen nimmt:
 - Bei der Eingabe von "Ende" soll das Programm beendet werden.
 - Bei einer fehlerhaften Eingabe soll eine entsprechende Meldung ausgegeben werden und mit der nächsten Eingabe fortgefahren werden.
- siehe Ordner `12_uebung_roemische_zahl_ausnahmen`

Module - Motivation

- Motivation von Funktionen: Wiederverwendung
 - des eigenen Codes
 - aber auch von „Fremd-Code“.
- Wie kann man nun Funktionen, die in einem Programm definiert sind, in anderen Programmen (wieder-) verwenden?
- Lösung: Import der Python-Datei, in der die Funktionen definiert wurden. In diesem Fall nennt man die Python-Datei „Modul“.
- Beispiel:  `mod1.py` , `mod2.py`
- In einem Modul kann man Funktionen zu einem Thema bündeln (z.B. mathematische Funktionen, Funktionen zur String-Verarbeitung, Funktionen für Dateibehandlung).
- Module stellen also eine weitere Ebene der Strukturierung des Quellcodes dar.

Beispiel Module 1

```
def f1():  
    print("Funktion f1 aus Modul mod1")  
  
def f2():  
    print("Funktion f2 aus Modul mod1")  
  
print("Modul mod1: ")  
f1()  
f2()
```

Beispiel Module 2

```
import mod1
```

```
print("Verwendung des Moduls: ")
```

```
mod1.f1()
```

```
mod1.f2()
```


Module - Anwendung

- Import eines Moduls mit der Import-Anweisung (Dateiname der Python-Datei ohne Endung .py)

```
import mod1
```

- Die Funktionen und globalen Variablen, die in der importierten Python-Datei definiert wurden, können dann durch voranstellen des Modulnamens verwendet werden:

```
mod1.f1()
```

Module - Suchpfad

- Wo werden Module gesucht, die per Import geladen werden sollen?
 - im aktuellen Verzeichnis
 - im Standardpfad der Python-Installation (z.B. math)
 - Umgebungsvariable PYTHONPATH
- Abkürzung:


```
import mod as m  
m.f1() # statt mod.f1()
```

- Es gibt noch andere Möglichkeiten zum Import, die hier nicht besprochen werden sollen (s. https://www.python-kurs.eu/python3_modularisierung.php)

Module - Import

- Was passiert eigentlich genau bei dem Import eines Moduls (also einer Python-Datei)?
- Der Interpreter führt die Datei aus, d.h.
 - Funktionsdefinitionen und globale Variablen sind danach an der Aufrufstelle bekannt – mit dem Modulnamen als Präfix (das ist der eigentliche Sinn des Imports).
 - „Normale Anweisungen“ werden aber auch ausgeführt.
- Letzteres ist normalerweise nicht gewünscht. Was kann man dagegen tun?
- Die Anweisungen, die nicht in Funktionen stehen und die nicht beim Import ausgeführt werden sollen, hinter if-Block:

```
if __name__ == "__main__":
```

- Beispiel:  `mod3.py` , `mod4.py` .

Beispiel Module 3

```
def f1():  
    print("Funktion f1 aus Modul mod3")  
  
def f2():  
    print("Funktion f2 aus Modul mod3")  
  
if __name__ == "__main__":  
    print("Modul mod3: ")  
    f1()  
    f2()
```

Beispiel Module 4



```
import mod3 as m

print("Verwendung des Moduls mod3: ")
m.f1()
m.f2()
```

Pakete

- Wie kann man zusammengehörige Module gruppieren?
 - Zusammenfassung zu einem Verzeichnis!
 - Das nennt man dann im Python-Sprech „Paket“
 - Ein Paket ist also zunächst nichts anderes als ein Verzeichnis.
- Eine Besonderheit gibt es dann doch: Datei `init.py` im Verzeichnis (s. später).
- Pakete werden dort gesucht, wo auch Module gesucht werden.
- Pakete sind also nach Funktionen und Modulen eine weitere Ebene der Strukturieren des Quellcodes

Verwendung von Paketen

- Wie verwendet man Module aus einem Paket?
 - Import des Moduls über den vollständigen Pfad (vgl. Pfad im Betriebssystem, aber Trennung mit Punkt statt /). Beispiel:  `pak1.py`
 - Import des Moduls, wenn im Paket die Module via der Datei `init.py` eingeladen werden: Beispiel:  `pak2.py`
- Wie ein Verzeichnis Dateien und weitere Verzeichnisse enthalten kann, kann ein Paket Module und auch weitere Pakete enthalten.

Beispiel Paket 1

```
import mein_paket1.mod as m

print("Verwendung des Moduls mod aus mein_paket1: ")
m.f1()
m.f2()
```


Beispiel Paket 2

```
import mein_paket2 as p

print("Verwendung des Moduls mod aus mein_paket2: ")
p.m.f1()
p.m.f2()
```

Pakete - Import

Was passiert beim Import eines Pakets?

- Beim Import eines Pakets wird die Datei `init.py` in dem entsprechenden Ordner ausgeführt.
- Dort kann man also die Importe der Module durchführen.

Module und Pakete - Zusammenfassung

Modul

- Ein Modul ist eine Python-Datei.
- Beim Import eines Moduls wird die Datei ausgeführt, wodurch Funktionen und globale Variable an der Aufrufstelle bekannt sind.

Paket

- Ein Paket ist ein Verzeichnis mit der Datei `init.py`
- Beim Import wird diese Datei ausgeführt.
- Sie kann also dazu verwendet werden, die Module (=Python-Dateien) in dem Paket (=Verzeichnis) zu importieren. Muss man aber nicht.

❓ Übung 13 - Module

- Die Funktionen zur Bearbeitung römischer Zahlen (in dem Fall die Umwandlung in eine Dezimalzahl) seien in einem Modul `roemische_zahlen` definiert.
- Schreiben Sie ein Programm `roemische_zahlen_test`, das eine römische Zahl einliest und mit Hilfe der Funktion des Moduls in eine römische Zahl umwandelt.
- siehe Ordner `uebungen/13_uebung_roemische_zahl_modul`

Dateien

- Die im Programm verarbeiteten Daten sind nach der Programmausführung weg.
- Möglichkeit der dauerhaften („persistenten“) Speicherung: Dateien
- Datei: Menge von logisch zusammenhängenden und meist sequentiell geordneten Daten, die auf einem Speichermedium dauerhaft gespeichert werden und mittels eines Bezeichners bzw. Namens wieder identifizierbar und damit ansprechbar sind.
- Eindimensionale Aneinanderreihung von Bits.

Lesen aus einer Datei

- Lesen aus einer Datei:

```
fobj = open("dateiname", "r")
for line in fobj:
    print(line)
fobj.close()
```

- Beispiel: ! datei1.py
- Datei wird zeilenweise gelesen als Zeichenkette (String).
- Jede Zeile enthält am Ende den Zeilenumbruch
- Den muss man evtl. entfernen (`line.strip()`)
- Beispiel: ! datei2.py
- Die Datei muss am Ende „geschlossen“ werden.

Beispiel Lesen aus Datei 1

```
fobj = open("verbrauchsdaten.txt", "r")  
  
for line in fobj:  
    print("Verbrauch: ", line)  
  
fobj.close
```

Beispiel Lesen aus Datei 2

```
fobj = open("verbrauchsdaten.txt", "r")  
  
for line in fobj:  
    print("Verbrauch: ", line.strip())  
  
fobj.close
```


Lesen aus einer Datei 2

- Möglicherweise muss man zu Weiterverarbeitung eine Typkonvertierung durchführen:
- Beispiel:  `datei3.py`

Beispiel Lesen aus Datei 3

```
fobj = open("verbrauchsdaten.txt", "r")


verbrauch = 0
for line in fobj:
    print("Verbrauch: ", line)
    verbrauch += float(line.strip())
fobj.close

print("Gesamtverbrauch: ", verbrauch)
```

Schreiben in eine Datei

- Analog werden Strings zeilenweise in eine Datei geschrieben:

```
fobj = open("ausgabedatei", "w")  
fobj.write("Zeile1\n")  
fobj.write("Zeile2\n")  
fobj.close
```

- Dabei ist `"\n"` ein Zeichen (!), nämlich das Zeichen für den Zeilenumbruch (für alle Betriebssysteme!).
- Das Zeilenumbruchszeichen muss explizit für jede Zeile geschrieben werden.
- Gegebenenfalls müssen also die zu schreibenden Daten in Strings umgewandelt werden (plus Zeilenumbruch).
- Beispiel:  `datei4.py`

Beispiel Schreiben in Datei

```
verbrauchsdaten = [23.1, 32.7, 32.2]
fobj = open("verbrauchsdaten_out.txt", "w")

for verbrauch in verbrauchsdaten:
    fobj.write(str(verbrauch)+"\n")
fobj.close()
```

Funktionen `read` und `readlines`

- Lesen aller Zeilen in eine Liste:

```
list_of_lines = open("meinedatei", "r").readlines()
```

- Lesen aller Zeilen in einen einzigen String:

```
string_with_lines = open("meinedatei", "r").read()
```

❓ Übung 14 - Dateien (Namen) [Kle]

- Gegeben sei eine Datei, in der jeweils abwechselnd ein Vorname und ein Nachname in einer Zeile steht, also beispielsweise so:

```
Fred  
Miller  
Eve  
Turner  
Steve  
Baker
```

Diese Datei soll in eine andere Datei überführt werden, in der pro Zeile jeweils ein Vorname und ein Nachname steht.

- siehe Ordner `uebungen/14_uebung_dateien_namen`

❓ Übung 15 - Dateien (röm. Zahl)

- Schreiben Sie ein Programm, das aus einer Datei römische Zahlen ausliest (eine Zahl pro Zeile) und den zugehörigen Dezimalwert in eine andere Datei schreibt (wiederum eine Zahl pro Zeile).
- siehe Ordner `uebungen/15_uebung_roemische_zahl_datei`

Referenzen

- [Kle] Bernd Klein, Einführung in Python 3