

Informatik I: Einführung in die Programmierung

5. Bedingungen, bedingte Ausführung

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg



Prof. Dr. Peter Thiemann

2. November 2021

1 Bedingungen und der Typ bool



- Typ bool
- Vergleichsoperationen
- Logische Operatoren

Bedingungen

Typ bool
Vergleichsoperationen
Logische Operatoren

Bedingte Anweisungen

Anwendung

Zusammenfassung

- Neben arithmetischen Ausdrücken gibt es auch **Boolesche Ausdrücke**.
- Sie haben den Typ **bool**, dessen Werte entweder **True** oder **False** sind.
- Die einfachsten Booleschen Ausdrücke sind die Literale **True** und **False**.
- Vergleiche mit dem Gleichheitsoperator $a == b$.
- Arithmetische Operationen konvertieren Boolesche Werte nach **int**:
 $\text{False} \mapsto 0, \text{True} \mapsto 1$

bool_ex.py

```
assert 42 == 42
assert not('egg' == 'spam')
assert type('egg' == 'spam') == bool
```

Bedingungen

Typ bool

Vergleichsoperatio-
nen

Logische
Operatoren

Bedingte An-
weisungen

Anwendung

Zusammen-
fassung

Es gibt die folgenden Vergleichsoperatoren:

Syntax	Bedeutung
<code>x == y</code>	Ist <code>x</code> gleich <code>y</code> ?
<code>x != y</code>	Ist <code>x</code> ungleich <code>y</code> ?
<code>x > y</code>	Ist <code>x</code> echt größer als <code>y</code> ?
<code>x < y</code>	Ist <code>x</code> echt kleiner als <code>y</code> ?
<code>x >= y</code>	Ist <code>x</code> größer oder gleich <code>y</code> ?
<code>x <= y</code>	Ist <code>x</code> kleiner oder gleich <code>y</code> ?

`bool_ex.py`

```
assert 2.1 - 2.0 > 0.1
assert not(2 - 1 < 1)
assert False < True
```

Bedingungen

Typ `bool`

Vergleichsoperato-
ren

Logische
Operatoren

Bedingte An-
weisungen

Anwendung

Zusammen-
fassung

Strings werden anhand der **lexikographischen Ordnung** verglichen. Für Einzelzeichen wird das Ergebnis der `ord`-Funktion benutzt.

Python-Interpreter

```
>>> 'anton' < 'antonia'  
True  
>>> 'anton' < 'berta'  
True  
>>> 'anton' < 'ulf'  
True  
>>> 'antonia' < 'antonella'  
False
```

Bedingungen

Typ `bool`

Vergleichsoperatio-
nen

Logische
Operatoren

Bedingte An-
weisungen

Anwendung

Zusammen-
fassung

Definition: Lexikographische Ordnung

Eingabe: Zwei Strings der Längen $m, n \geq 0$

$$\vec{a} = "a_1 a_2 \dots a_m"$$

$$\vec{b} = "b_1 b_2 \dots b_n"$$

$\vec{a} \leq \vec{b}$ in der lexikographischen Ordnung, falls ...

Es gibt $0 \leq k \leq \min(m, n)$, so dass $a_1 = b_1, \dots, a_k = b_k$:

$$\vec{a} = "a_1 a_2 \dots a_k a_{k+1} \dots a_m"$$

$$\vec{b} = "a_1 a_2 \dots a_k b_{k+1} \dots b_n"$$

und entweder $k = m$

$$\vec{a} = "a_1 a_2 \dots a_k"$$

$$\vec{b} = "a_1 a_2 \dots a_k b_{k+1} \dots b_n"$$

oder $k < m$ und $a_{k+1} < b_{k+1}$.

Bedingungen

Typ bool

Vergleichsoperatio-
nen

Logische
Operatoren

Bedingte An-
weisungen

Anwendung

Zusammen-
fassung

Vergleich unterschiedlicher Typen



- Werte unvergleichbarer Typen sind ungleich: `ifcb||s`.
- Bei den Anordnungsrelationen gibt es einen Fehler, wenn die Typen nicht zusammenpassen! `ifb||c||s`

Python-Interpreter

```
>>> 42 == 'zweiundvierzig'  
False  
>>> 41 < '42'  
Traceback (most recent call last): ...  
TypeError: unorderable types: int() < str()
```

Bedingungen

Typ bool

Vergleichsoperatio-
nen

Logische
Operatoren

Bedingte An-
weisungen

Anwendung

Zusammen-
fassung

- **Logische Operatoren** auf `bool`
- `or`, `and`, `not` – in aufsteigender Operatorpräzedenz.
- Wie die Bitoperationen mit (`False` \leftrightarrow 0, `True` \leftrightarrow 1), d.h.
 - `x < 10 or y > 100`
hat den Wert `True`, wenn `x` kleiner als 10 ist oder wenn `y` größer als 100 ist.
 - `1 <= x and x <= 10`
hat den Wert `True`, wenn `x` zwischen 1 und 10 (inklusive) liegt.
 - Alternative Schreibweise dafür: `1 <= x <= 10`.
 - `not(x < y)` ist `True` wenn `x` nicht kleiner als `y` ist.
- **Nullwerte**: `None`, `0`, `0.0`, `0j` und `' '` werden wie `False` behandelt, alle anderen Werte wie `True`!
- **Kurzschlussauswertung**: Die Auswertung der logischen Operatoren wird beendet, wenn das Ergebnis klar ist. (short-cut evaluation)

Bedingungen

Typ `bool`

Vergleichsoperatio-
nen

Logische
Operatoren

Bedingte An-
weisungen

Anwendung

Zusammen-
fassung

Python-Interpreter

```
>>> 1 < 5 < 10
True
>>> 5 < 1 or 'spam' < 'egg'
False
>>> 'spam' or True
'spam'
>>> '' or 'default'
'default'
>>> 'good night' and 'ding ding ding'
'ding ding ding'
>>> 0 and 10 < 100
0
>>> not 'spam' and (None or 0.0 or 10 < 100)
False
```

Bedingungen

Typ bool

Vergleichsoperatio-
nen

Logische
Operatoren

Bedingte An-
weisungen

Anwendung

Zusammen-
fassung

2 Bedingte Anweisungen



- if-Anweisung
- if-else-Anweisung
- elif-Anweisung

Bedingungen

Bedingte Anweisungen

if-Anweisung
if-else-Anweisung
elif-Anweisung

Anwendung

Zusammenfassung

- Die **bedingte Anweisung** (Konditional, `if`-Anweisung) ermöglicht es, Anweisungen nur unter bestimmten Bedingungen auszuführen.

strictly_positive.py

```
def strictly_positive(x):  
    if x > 0:  
        print(x, 'ist strikt positiv!')
```

Python-Interpreter

```
>>> strictly_positive(3)  
3 ist strikt positiv  
>>> strictly_positive(0)  
>>>
```

Bedingungen

Bedingte Anweisungen

`if`-Anweisung

`if-else`-Anweisung

`elif`-Anweisung

Anwendung

Zusammenfassung

- Die **if-else-Anweisung** ermöglicht es, durch eine Bedingung zwischen zwei Blöcken von Anweisungen auszuwählen.
- Der **if-Block** wird ausgewertet, wenn die Bedingung erfüllt ist.
- Der **else-Block** wird ausgewertet, wenn die Bedingung **nicht** erfüllt ist.

```
def evenodd(x):  
    if x % 2 == 0:  
        print(x, 'ist_gerade')  
    else:  
        print(x, 'ist_ungerade')  
  
def evenodd2(x):  
    if x % 2:  
        print(x, 'ist_ungerade')  
    else:  
        print(x, 'ist_gerade')
```

Bedingungen

Bedingte Anweisungen

if-Anweisung

if-else-Anweisung

elif-Anweisung

Anwendung

Zusammenfassung

Verkettete bedingte Anweisungen



```
def compare(x, y):  
    if x < y:  
        print(x, 'ist kleiner als', y)  
    elif x > y:  
        print(x, 'ist größer als', y)  
    else:  
        print(x, 'und', y, 'sind gleich')
```

Bedingungen

Bedingte Anweisungen

if-Anweisung

if-else-Anweisung

elif-Anweisung

Anwendung

Zusammenfassung

- Eine **verkettete bedingte Anweisung** kann mehr als zwei Fälle behandeln.
- Die Bedingungen werden der Reihe nach ausgewertet. Der erste Block, dessen Bedingung erfüllt ist, wird ausgeführt.

Python-Interpreter

```
>>> compare(3, 0)  
3 ist größer als 0
```

successful.py

```
def salesman(x):  
    if x > 0:  
        if x > 10:  
            print('successful_encyclopedia_salesman')  
            ####  
        else:  
            print('unsuccessful_encyclopedia_salesman')
```

Bedingungen

Bedingte Anweisungen

if-Anweisung

if-else-Anweisung

elif-Anweisung

Anwendung

Zusammenfassung

- Bedingte Anweisungen können geschachtelt werden.
- Durch die Einrückung ist immer klar, wozu die bedingte Anweisung gehört!

3 Anwendung



- Auswerten eines Tests
- Nachspiel: Verträge
- Freizeitpark

Bedingungen

Bedingte Anweisungen

Anwendung

Auswerten eines Tests

Nachspiel: Verträge

Freizeitpark

Zusammenfassung

Anwendung — Auswerten eines Tests

Bedingungen

Bedingte Anweisungen

Anwendung

Auswerten eines Tests

Nachspiel:
Verträge

Freizeitpark

Zusammenfassung

Bestanden oder nicht?

In einem Test kann eine maximale Punktzahl erreicht werden. Ein gewisser Prozentsatz an Punkten ist notwendig um den Test zu bestehen.

Aufgabe

Entwickle eine Funktion, die die Eingaben

- maximale Punktzahl,
- Prozentsatz zum Bestehen und
- tatsächlich erreichte Punktzahl

nimmt und als Ergebnis entweder `'pass'` oder `'fail'` liefert.

Bedingungen

Bedingte Anweisungen

Anwendung

Auswerten eines Tests

Nachspiel:
Verträge

Freizeitpark

Zusammenfassung

Aufgabe

Entwickle eine Funktion `test_result`, die die Eingaben

- `max_points: int` maximale Punktzahl,
- `percentage: int` Prozentsatz zum Bestehen und
- `points: int` tatsächlich erreichte Punktzahl

nimmt und als Ergebnis entweder `'pass'` oder `'fail'` (vom Typ `str`) liefert.

- Bezeichner für Funktion und Parameter festlegen
- Typen der Parameter angeben
- Typ des Rückgabewertes angeben

Bedingungen

Bedingte Anweisungen

Anwendung

Auswerten eines Tests

Nachspiel:
Verträge

Freizeitpark

Zusammenfassung

Schritt 2: Funktionsgerüst

```
def test_result(  
    max_points: int,  
    percentage: int,  
    points: int) -> str:  
    # fill in  
    return
```

- Funktionsgerüst aufschreiben.
- Wenn klar ist, dass eine Zeile fortgesetzt werden muss (hier: innerhalb einer Parameterliste), wird das durch zusätzliche Einrückung gekennzeichnet.
- Typen werden durch **Typannotationen** “: int” für Parameter bzw. “-> str” für das Ergebnis angegeben (ab Python 3.6).

Bedingungen

Bedingte Anweisungen

Anwendung

Auswerten eines Tests

Nachspiel:
Verträge

Freizeitpark

Zusammenfassung

Schritt 3: Beispiele



```
assert(test_result(100, 50, 50) == 'pass')
assert(test_result(100, 50, 30) == 'fail')
assert(test_result(100, 50, 70) == 'pass')
```

- Sinnvolle Beispiele erarbeiten
 - Eingaben so wählen, dass alle mögliche Ergebnisse erreicht werden.
 - Randfälle bedenken (z.B. `points == max_points`, `points == 0`, `percentage == 0`, `percentage == 100`, ...)
- Ergebnisse der Beispiele von Hand ausrechnen!
- Die Funktion `assert` prüft, ob das Ergebnis wahr ist und gibt sonst eine Fehlermeldung. Kann unter der Definition im Programm bleiben.
- Die Beispiele dienen später als **Tests**, die belegen, dass der Code zumindest für die Beispiele funktioniert.

Bedingungen

Bedingte Anweisungen

Anwendung

Auswerten eines Tests

Nachspiel:
Verträge

Freizeitpark

Zusammenfassung

Schritt 4: Funktionsrumpf ausfüllen

```
def test_result(  
    max_points: int,  
    percentage: int,  
    points: int) -> str:  
    passed = (points >= max_points * percentage / 100)  
    if passed:  
        return 'pass'  
    else:  
        return 'fail'
```

Bedingungen

Bedingte Anweisungen

Anwendung

Auswerten eines Tests

Nachspiel:
Verträge
Freizeitpark

Zusammenfassung

- Fertig?
- Was ist, wenn
 - `max_points < 0?`
 - `percentage < 0?`
 - `percentage > 100?`
 - `points < 0?`
 - `points > max_points?`
- Wollen wir diese Fälle zulassen?

Bedingungen

Bedingte Anweisungen

Anwendung

Auswerten eines Tests

Nachspiel:
Verträge

Freizeitpark

Zusammenfassung

Defensives Programmieren

Fange alle unerwünschten Fälle im Code ab und erzeuge eine Fehlermeldung.

Design by Contract

- **Spezifiziere** die Funktion durch einen **Vertrag** und programmiere unter der Annahme, dass nur die zulässigen Fälle auftreten (wie im Codebeispiel).
- `max_points >= 0`
- `0 <= percentage <= 100`
- `0 <= points <= max_points`

Bedingungen

Bedingte Anweisungen

Anwendung

Auswerten eines Tests

Nachspiel:
Verträge

Freizeitpark

Zusammenfassung



Anwendung — Freizeitpark

Bedingungen

Bedingte Anweisungen

Anwendung

Auswerten eines Tests

Nachspiel:
Verträge

Freizeitpark

Zusammenfassung

Mitfahren oder nicht?

In einem Freizeitpark gibt es verschiedene Attraktionen, die mit Alters- und Größenbeschränkungen belegt sind.

Beispiel

Attraktion	Beschränkung	Begleitung
Silver-Star	11 Jahre und 1,40m	—
Euro-Mir	8 Jahre und 1,30m	unter 10 Jahre
blue fire	7 Jahre und 1,30m	—
Eurosat	6 Jahre und 1,20m	unter 10 Jahre
Matterhorn-Blitz	6 Jahre und 1,20m	unter 8 Jahre
Tiroler Wildwasserbahn	4 Jahre und 1,00m	unter 9 Jahre

Bedingungen

Bedingte Anweisungen

Anwendung

Auswerten eines Tests

Nachspiel:
Verträge

Freizeitpark

Zusammenfassung

Aufgabe

Entwickle eine Funktion zur Einlasskontrolle bei Euro-Mir, die als Eingaben

- das Alter,
- die Größe und
- ob ein erwachsener Begleiter dabei ist

nimmt und als Ergebnis entweder `True` oder `False` liefert.

Bedingungen

Bedingte Anweisungen

Anwendung

Auswerten eines Tests

Nachspiel:
Verträge

Freizeitpark

Zusammenfassung

Aufgabe

Entwickle eine Funktion `enter_euro_mir` zur Einlasskontrolle bei Euro-Mir, die als Eingaben

- `age: int` das Alter (in Jahren),
 - `height: int` die Größe (in cm) und
 - `accompanied: bool` ob ein erwachsener Begleiter dabei ist
- nimmt und als Ergebnis entweder `True` oder `False` -> `bool` liefert.
- Festlegen von **Einheiten** für die Eingaben!

Bedingungen

Bedingte Anweisungen

Anwendung

Auswerten eines Tests

Nachspiel:
Verträge

Freizeitpark

Zusammenfassung

Schritt 2: Funktionsgerüst

```
def enter_euro_mir(  
    age: int,  
    height: int,  
    accompanied: bool  
    ) -> bool:  
    # fill in  
    return
```

Bedingungen

Bedingte Anweisungen

Anwendung

Auswerten eines Tests

Nachspiel:
Verträge

Freizeitpark

Zusammenfassung

Schritt 3: Beispiele

```
assert(enter_euro_mir(4, 101, 'Mama') == False)
assert(enter_euro_mir(8, 125, 'Papa') == False)
assert(enter_euro_mir(7, 130, 'Oma') == False)
assert(enter_euro_mir(9, 135, 'Opa'))
assert(enter_euro_mir(10, 135, ''))
```

Bedingungen

Bedingte Anweisungen

Anwendung

Auswerten eines Tests

Nachspiel:
Verträge

Freizeitpark

Zusammenfassung

Schritt 4: Funktionsrumpf ausfüllen



```
def enter_euro_mir(  
    age: int,  
    height: int,  
    accompanied: bool  
    ) -> bool:  
    age_ok = age >= 8  
    height_ok = height >= 130  
    admitted = (age_ok  
                and height_ok  
                and (age >= 10 or accompanied))  
    return admitted
```

Bedingungen

Bedingte Anweisungen

Anwendung

Auswerten eines Tests

Nachspiel:
Verträge

Freizeitpark

Zusammenfassung

- Entwickle eine `enter` Funktion, die die Bedingungen aus den globalen Variablen `min_age`, `min_height` und `min_age_alone` berechnet.
- Ändere die Funktion, so dass sie bei einer Zurückweisung den Grund angibt. Zum Beispiel `'Du bist zu klein.'`, `'Du bist zu jung.'` usw.

Bedingungen

Bedingte Anweisungen

Anwendung

Auswerten eines Tests

Nachspiel:
Verträge

Freizeitpark

Zusammenfassung

4 Zusammenfassung



Bedingungen

Bedingte Anweisungen

Anwendung

Zusammenfassung

- `bool` ist ein Typ, dessen einzige Werte `True` und `False` sind.
- Vergleichsoperationen, wie `==` oder `<`, liefern **Boolesche Werte**.
- Boolesche Werte werden bei Bedarf nach `int` konvertiert, wobei `True` \mapsto 1 und `False` \mapsto 0 gilt.
- Logische Operationen interpretieren **Nullwerte** als `False`, alle anderen Werte als `True`.
- **Bedingte Anweisungen** (`if-(elif)-else`) erlauben die Auswahl zwischen alternativen Blöcken von Anweisungen.
- **Defensives Programmieren** vs **Programmierung mit Verträgen**
- **Checkliste** zum Entwurf von Funktionen: Bezeichner und Datentypen, Funktionsgerüst, Beispiele, Funktionsrumpf

Bedingungen

Bedingte Anweisungen

Anwendung

Zusammenfassung