

# Informatik I: Einführung in die Programmierung

## 13. Dictionaries & Mengen

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg



Bernhard Nebel

24. November 2017

# 1 Dictionaries



- Beispiele
- Operationen
- Flaches und tiefes Kopieren
- Geschachtelte Dicts
- Update
- Werte entfernen
- Views
- Dicts als Hashtabellen
- Veränderliche Dict-Keys?

Dictionaries

Beispiele  
Operationen  
Flaches und tiefes Kopieren  
Geschachtelte Dicts  
Update  
Werte entfernen  
Views  
Dicts als Hashtabellen  
Veränderliche Dict-Keys?

Mengen

Zusammenfassung

24. November 2017

B. Nebel – Info I

3 / 43

# Dictionaries



- **Dictionaries** (Wörterbücher) oder kurz *Dicts* sind assoziative Arrays/Listen.
- Dictionaries speichern Paare von **Schlüsseln** (*keys*) und zugehörigen **Werten** (*values*) und sind so implementiert, dass man sehr **effizient** den Wert zu einem gegebenen Schlüssel bestimmen kann.
- Im Gegensatz zu Sequenzen sind Dictionaries **ungeordnete** Container; es ist nicht sinnvoll, von einem ersten (zweiten, usw.) Element zu sprechen.

Dictionaries

Beispiele  
Operationen  
Flaches und tiefes Kopieren  
Geschachtelte Dicts  
Update  
Werte entfernen  
Views  
Dicts als Hashtabellen  
Veränderliche Dict-Keys?

Mengen

Zusammenfassung

24. November 2017

B. Nebel – Info I

4 / 43

# Dictionaries: Ein Beispiel



## Python-Interpreter

```
>>> description = {"walk": "silly", "parrot": "dead",
...                (1, 2, 3): "no witchcraft"}
>>> description["parrot"]
'dead'
>>> "walk" in description
True
>>> description["parrot"] = "pining for the fjords"
>>> description["slides"] = "unfinished"
>>> description
{'slides': 'unfinished', (1, 2, 3): 'no witchcraft',
 'parrot': 'pining for the fjords', 'walk': 'silly'}
```

Dictionaries

Beispiele  
Operationen  
Flaches und tiefes Kopieren  
Geschachtelte Dicts  
Update  
Werte entfernen  
Views  
Dicts als Hashtabellen  
Veränderliche Dict-Keys?

Mengen

Zusammenfassung

24. November 2017

B. Nebel – Info I

5 / 43

## Dictionaries erzeugen



Dictionaries können auf verschiedene Weisen erzeugt werden:

- `{key1: value1, key2: value2, ...}`:  
Hier sind `key1`, `value1` usw. normale Python-Objekte, z.B. Strings, Zahlen oder Tupel.
- `dict(key1=value1, key2=value2, ...)`:  
Hier sind die Schlüssel `key1` usw. **Variablenamen**, die vom `dict`-Konstruktor in Strings konvertiert werden. Die Werte `value1` usw. sind normale Objekte.
- `dict(sequence_of_pairs)`:  
`dict([(key1, value1), (key2, value2), ...])`  
entspricht `{key1: value1, key2: value2, ...}`.
- `dict.fromkeys(seq, value)`:  
Ist `seq` eine Sequenz mit Elementen `key1, key2, ...`, erhalten wir `{key1: value, key2: value, ...}`.  
Wird `value` (und das Komma) weggelassen, wird `None` verwendet.

Dictionaries  
Beispiele  
Operationen  
Flaches und tiefes Kopieren  
Geschachtelte Dicts  
Update  
Werte entfernen  
Views  
Dicts als Hashstabellen  
Veränderliche Dict-Keys?  
Mengen  
Zusammenfassung

## Exkurs: Die Punkt-Notation



- Manche Funktionen auf Dicts (oder auch anderen Python-Typen und -Objekten) werden mit Hilfe der Punkt-Notation angegeben: `dict.fromkeys(seq, value)`.
- Bei einem Typen (wie `dict`) wird dann ein entsprechendes Objekt erzeugt.
- Handelt es sich um ein Objekt, wird eine Operation auf dem Objekt durchgeführt
- Man nennt diese mit einem Punkt angehängten Funktionen **Methoden**.

→ **Objekt-basierte** Notation (führt zu OOP)

Dictionaries  
Beispiele  
Operationen  
Flaches und tiefes Kopieren  
Geschachtelte Dicts  
Update  
Werte entfernen  
Views  
Dicts als Hashstabellen  
Veränderliche Dict-Keys?  
Mengen  
Zusammenfassung

## Dictionaries erzeugen: Beispiele



### Python-Interpreter

```
>>> {"parrot": "dead", "spam": "tasty", 10: "zehn"}
{10: 'zehn', 'parrot': 'dead', 'spam': 'tasty'}
>>> dict(six=6, nine=9, six_times_nine=42)
{'six_times_nine': 42, 'nine': 9, 'six': 6}
>>> english = ["red", "blue", "green"]
>>> german = ["rot", "blau", "grün"]
>>> dict(zip(english, german))
{'red': 'rot', 'green': 'grün', 'blue': 'blau'}
>>> dict.fromkeys("abc")
{'a': None, 'c': None, 'b': None}
>>> dict.fromkeys(range(3), "eine Zahl")
{0: 'eine Zahl', 1: 'eine Zahl', 2: 'eine Zahl'}
```

Dictionaries  
Beispiele  
Operationen  
Flaches und tiefes Kopieren  
Geschachtelte Dicts  
Update  
Werte entfernen  
Views  
Dicts als Hashstabellen  
Veränderliche Dict-Keys?  
Mengen  
Zusammenfassung

## Operationen auf Dictionaries: Grundlegendes



Sei `d` ein Dict:

- `key in d`:  
True, falls das Dictionary `d` den Schlüssel `key` enthält.
- `bool(d)` (bzw. einfach `d`):  
True, falls das Dictionary nicht leer ist.
- `len(d)`:  
Liefert die Zahl der Elemente (Paare) in `d`.
- `d.copy()`:  
Liefert eine (flache) Kopie von `d` (tiefe Kopie kommt gleich)

Dictionaries  
Beispiele  
Operationen  
Flaches und tiefes Kopieren  
Geschachtelte Dicts  
Update  
Werte entfernen  
Views  
Dicts als Hashstabellen  
Veränderliche Dict-Keys?  
Mengen  
Zusammenfassung

- `d[key]`:  
Liefert den Wert zum Schlüssel `key`.  
Fehler bei nicht vorhandenen Schlüsseln.
- `d.get(key, default)` (oder `d.get(key)`):  
Wie `d[key]`, aber es ist kein Fehler, wenn `key` nicht vorhanden ist. Stattdessen wird in diesem Fall `default` zurückgeliefert (None, wenn kein Default angegeben wurde).

- Dictionaries
- Beispiele
- Operationen
- Flaches und tiefes Kopieren
- Geschachtelte Dicts
- Update
- Werte entfernen
- Views
- Dicts als Hashstabellen
- Veränderliche Dict-Keys?
- Mengen
- Zusammenfassung

```
food_inventory.py

def get_food_amount(food):
    food_amounts = {"spam": 2, "egg": 1, "cheese": 4}
    return food_amounts.get(food, 0)

for food in ["egg", "vinegar", "cheese"]:
    amount = get_food_amount(food)
    print("We have enough", food, "for", amount, "people.")

# Ausgabe:
# We have enough egg for 1 people.
# We have enough vinegar for 0 people.
# We have enough cheese for 4 people.
```

- Dictionaries
- Beispiele
- Operationen
- Flaches und tiefes Kopieren
- Geschachtelte Dicts
- Update
- Werte entfernen
- Views
- Dicts als Hashstabellen
- Veränderliche Dict-Keys?
- Mengen
- Zusammenfassung

- `d[key] = value`:  
Weist dem Schlüssel `key` einen Wert zu. Befindet sich bereits ein Paar mit Schlüssel `key` in `d`, wird es ersetzt.
- `d.setdefault(key, default)` (oder `d.setdefault(key)`):  
Vom Rückgabewert äquivalent zu `d.get(key, default)`.  
Falls das Dictionary den Schlüssel noch nicht enthält, wird zusätzlich `d[key] = default` ausgeführt.
- Hier kann man oft besser `defaultdict` aus dem Modul `collections` als Spezialisierung von `dict` einsetzen!
- `collections.defaultdict(Defaultgenerator)` liefert ein `dict`, bei dem immer die Funktion `Defaultgenerator` aufgerufen wird, wenn kein Wert für den `key` vorhanden ist.

- Dictionaries
- Beispiele
- Operationen
- Flaches und tiefes Kopieren
- Geschachtelte Dicts
- Update
- Werte entfernen
- Views
- Dicts als Hashstabellen
- Veränderliche Dict-Keys?
- Mengen
- Zusammenfassung

```
hobbies.py

from collections import defaultdict
hobby_dict = defaultdict(list)
def add_hobby(person, hobby):
    hobby_dict[person].append(hobby)

add_hobby("Justus", "Reading")
add_hobby("Peter", "Cycling")
add_hobby("Bob", "Music")
add_hobby("Justus", "Riddles")
add_hobby("Bob", "Girls")
print(hobby_dict)

# Ausgabe: defaultdict(<class 'list'>,
#           {'Bob': ['Music', 'Girls'],
#            'Peter': ['Cycling'],
#            'Justus': ['Reading', 'Riddles']})
```

- Dictionaries
- Beispiele
- Operationen
- Flaches und tiefes Kopieren
- Geschachtelte Dicts
- Update
- Werte entfernen
- Views
- Dicts als Hashstabellen
- Veränderliche Dict-Keys?
- Mengen
- Zusammenfassung

## Exkurs: Flaches und tiefes Kopieren (1)



- Wie schon bei Listen, erzeugt eine Zuweisung **keine Kopie!**

### Python-Interpreter

```
>>> en_de={'red': 'rot', 'green': 'grün', 'blue': 'blau'}
>>> en_sw = en_de
>>> en_sw['green'] = 'grää'
>>> en_de['green']
'grää'
>>> en_de={'red': 'rot', 'green': 'grün', 'blue': 'blau'}
>>> en_sw = en_de.copy()
>>> en_sw['green'] = 'grää'
>>> en_de['green']
'grün'
```

### Visualisierung

Dictionaries  
Beispiele  
Operationen  
Flaches und tiefes Kopieren  
Geschachtelte Dicts  
Update  
Werte entfernen  
Views  
Dicts als Hashstabellen  
Veränderliche Dict-Keys?  
Mengen  
Zusammenfassung

## Exkurs: Flaches und tiefes Kopieren (2)



- Rekursiv enthaltene Strukturen werden beim **flachen Kopieren** nicht kopiert!

### Python-Interpreter

```
>>> snums={'even': [2, 4, 6], 'odd': [1, 3, 5]}
>>> sprimes = snums.copy()
>>> del(sprimes['even'][1:]); del(sprimes['odd'][0])
>>> snums
{'even': [2], 'odd': [3, 5]}
>>> import copy
>>> snums={'even': [2, 4, 6], 'odd': [1, 3, 5]}
>>> sprimes = copy.deepcopy(snums)
>>> del(sprimes['even'][1:]); del(sprimes['odd'][0])
>>> snums
{'even': [2, 4, 6], 'odd': [1, 3, 5]}
```

### Visualisierung

Dictionaries  
Beispiele  
Operationen  
Flaches und tiefes Kopieren  
Geschachtelte Dicts  
Update  
Werte entfernen  
Views  
Dicts als Hashstabellen  
Veränderliche Dict-Keys?  
Mengen  
Zusammenfassung

## Geschachtelte Dicts



- Ebenso wie Listen kann man auch Dicts **rekursiv einbetten**.

### Python-Interpreter

```
>>> en_de={'red': 'rot', 'green': 'grün', 'blue': 'blau'}
>>> de_fr={'rot': 'rouge', 'grün': 'vert', 'blau': 'bleu'}
>>> dicts = {'en->de': en_de, 'de->fr': de_fr}
>>> dicts['de->fr']['blau']
'bleu'
>>> dicts['de->fr'][dicts['en->de']['blue']]
'bleu'
```

Dictionaries  
Beispiele  
Operationen  
Flaches und tiefes Kopieren  
Geschachtelte Dicts  
Update  
Werte entfernen  
Views  
Dicts als Hashstabellen  
Veränderliche Dict-Keys?  
Mengen  
Zusammenfassung

## Operationen auf Dictionaries: Werte eintragen mit update



- `d.update(another_dict):`  
Führt `d[key] = value` für alle `(key, value)`-Paare in `another_dict` aus.  
Überträgt also alle Einträge aus `another_dict` nach `d` und überschreibt bestehende Einträge mit dem gleichen Schlüssel.
- `d.update(sequence_of_pairs):`  
Entspricht `d.update(dict(sequence_of_pairs))`.
- `d.update(key1=value1, key2=value2, ...):`  
Entspricht `d.update(dict(key1=value1, key2=value2, ...))`.

Dictionaries  
Beispiele  
Operationen  
Flaches und tiefes Kopieren  
Geschachtelte Dicts  
Update  
Werte entfernen  
Views  
Dicts als Hashstabellen  
Veränderliche Dict-Keys?  
Mengen  
Zusammenfassung

## Operationen auf Dictionaries: Einträge entfernen



- `del d[key]`:  
Entfernt das Paar mit dem Schlüssel `key` aus `d`. Fehler, falls kein solches Paar existiert.
- `d.pop(key, default)` (oder `d.pop(key)`):  
Entfernt das Paar mit dem Schlüssel `key` aus `d` und liefert den zugehörigen Wert. Existiert kein solches Paar, wird `default` zurückgeliefert, falls angegeben (sonst Fehler).
- `d.popitem()`:  
Entfernt ein (willkürliches) Paar (`key`, `value`) aus `d` und liefert es zurück. Fehler, falls `d` leer ist.
- `d.clear()`:  
Entfernt alle Elemente aus `d`.
  - Was ist der Unterschied zwischen `d.clear()` und `d = {}`?

Dictionaries  
Beispiele  
Operationen  
Flaches und tiefes Kopieren  
Geschachtelte Dicts  
Update  
Werte entfernen  
Views  
Dicts als Hashabellen  
Veränderliche Dict-Keys?  
Mengen  
Zusammenfassung

## Operationen auf Dictionaries: Iteration



Die folgenden Methoden liefern iterierbare views zurück, die Änderungen an dem zugrundeliegenden `dict` reflektieren!

- `d.keys()`:  
Liefert alle Schlüssel in `d` zurück.
- `d.values()`:  
Liefert alle Werte in `d` zurück.
- `d.items()`:  
Liefert alle Einträge, d.h. (`key`, `value`)-Paare in `d` zurück.
- Dictionaries können auch in `for`-Schleifen verwendet werden. Dabei wird die Methode `keys` benutzt. `for`-Schleifen über Dictionaries durchlaufen also die *Schlüssel*.

Dictionaries  
Beispiele  
Operationen  
Flaches und tiefes Kopieren  
Geschachtelte Dicts  
Update  
Werte entfernen  
Views  
Dicts als Hashabellen  
Veränderliche Dict-Keys?  
Mengen  
Zusammenfassung

## Wie funktionieren Dictionaries?



Dictionaries sind als **Hashtabellen** implementiert:

- Es wird initial eine große Liste/Tabelle (die **Hashtabelle**) eingerichtet.
- Jeder Schlüssel wird mit Hilfe einer **Hashfunktion** in einen Index (dem **Hashwert**) übersetzt.
- Bei gleichen Hashwerten für verschiedene Schlüssel gibt es eine Spezialbehandlung (z.B. nächste freie Zelle).
- Der Zugriff erfolgt damit in (erwarteter) **konstanter Zeit**.

Dictionaries  
Beispiele  
Operationen  
Flaches und tiefes Kopieren  
Geschachtelte Dicts  
Update  
Werte entfernen  
Views  
Dicts als Hashabellen  
Veränderliche Dict-Keys?  
Mengen  
Zusammenfassung

## Eine Hashtabelle bei der Arbeit



Eingabe: (`'parrot'`, `'dead'`)  
`hash('parrot')`=4  
 Ausgabe: `'dead'`

Hashtabelle		
Index	Key	Value
0	'spam'	'tasty'
1		
2		
3		
4	'parrot'	'dead'
5	'zehn'	10
6		

Dictionaries  
Beispiele  
Operationen  
Flaches und tiefes Kopieren  
Geschachtelte Dicts  
Update  
Werte entfernen  
Views  
Dicts als Hashabellen  
Veränderliche Dict-Keys?  
Mengen  
Zusammenfassung

- Hashtabellen haben **keine spezielle Ordnung** für die Elemente.
- Daher liefert `keys` die Schlüssel nicht in der Einfügereihenfolge, sondern in einer beliebigen Abfolge.
- Objekte, die als Schlüssel in einem Dictionary verwendet werden, dürfen **nicht verändert** werden. Ansonsten könnte es zu Problemen kommen.

```
potential_trouble.py
mydict = {}
mylist = [10, 20, 30]
mydict[mylist] = "spam"
del mylist[1]
print(mydict.get([10, 20, 30]))
print(mydict.get([10, 30]))

# Was kann passieren?
# Was sollte passieren?
```

- Um solche Problem zu vermeiden, sind in Python nur *unveränderliche* Objekte wie Tupel, Strings und Zahlen als Dictionary-Schlüssel erlaubt.
  - Genauer: Selbst Tupel sind verboten, wenn sie direkt oder indirekt veränderliche Objekte beinhalten.
- Verboten sind also Listen und Dictionaries oder Objekte, die Listen oder Dictionaries beinhalten.
- Für die *Werte* sind beliebige Objekte zulässig; die Einschränkung gilt nur für Schlüssel!

```
Python-Interpreter
>>> mydict = {"silly", "walk": [1, 2, 3]}
>>> mydict[[10, 20]] = "spam"
Traceback (most recent call last): ...
TypeError: unhashable type: 'list'
>>> mydict[("silly", [], "walk")] = 1
Traceback (most recent call last): ...
TypeError: unhashable type: 'list'
```

## 2 Mengen



- Set und Frozenset
- Operationen
- Konstruktion
- Grundlegende Operationen
- Einfügen und Entfernen
- Methoden vs. Operationen
- Vergleiche
- Klassische Mengenoperationen

Dictionaries

Mengen

Set und Frozenset  
Operationen  
Konstruktion  
Grundlegende Operationen  
Einfügen und Entfernen  
Methoden vs. Operationen  
Vergleiche  
Klassische Mengenoperationen

Zusammenfassung

## Mengen



- **Mengen** sind Zusammenfassungen von Elementen (in unserem Fall immer endlich),
- Mengenelemente sind einzigartig; eine Menge kann also nicht dasselbe Element ‚mehrmals‘ beinhalten.
- Man könnte Mengen durch Listen implementieren (müsste dann immer die Liste durchsuchen)
- Man könnte Mengen durch Dicts implementieren, wobei die Elemente durch Schlüssel realisiert würden und der Wert immer `None` ist (konstante Zugriffszeit).
- Es gibt allerdings eigene Datentypen für Mengen in Python (auch mit Hilfe von Hashtabellen realisiert), die alle **Mengenoperation** unterstützen.

Dictionaries

Mengen

Set und Frozenset  
Operationen  
Konstruktion  
Grundlegende Operationen  
Einfügen und Entfernen  
Methoden vs. Operationen  
Vergleiche  
Klassische Mengenoperationen

Zusammenfassung

## Mengen: set und frozenset



- Mengenelemente müssen **hashbar** sein (wie bei Dictionaries).
- **set vs. frozenset:**
  - **frozensets** sind unveränderlich  $\rightsquigarrow$  hashbar,
  - **sets** sind veränderlich
  - Insbesondere können **frozensets** also auch als Elemente von **sets** und **frozensets** verwendet werden.

Dictionaries

Mengen

Set und Frozenset  
Operationen  
Konstruktion  
Grundlegende Operationen  
Einfügen und Entfernen  
Methoden vs. Operationen  
Vergleiche  
Klassische Mengenoperationen

Zusammenfassung

## Operationen auf Mengen



Wir teilen die Operationen auf Mengen in Gruppen ein:

- Konstruktion
- Grundlegende Operationen
- Einfügen und Entfernen von Elementen
- Mengenvergleiche
- Klassische Mengenoperationen

Dictionaries

Mengen

Set und Frozenset  
Operationen  
Konstruktion  
Grundlegende Operationen  
Einfügen und Entfernen  
Methoden vs. Operationen  
Vergleiche  
Klassische Mengenoperationen

Zusammenfassung

- `{elem1, ..., elemN}`: Erzeugt die veränderliche Menge `{elem1,...,elemN}`.
- `set()`: Erzeugt eine veränderliche leere Menge.
- `set(iterable)`: Erzeugt eine veränderliche Menge aus Elementen von `iterable`.
- `frozenset()`: Erzeugt eine unveränderliche leere Menge.
- `frozenset(iterable)`: Erzeugt eine unveränderliche Menge aus Elementen von `iterable`.
- `set` und `frozenset` können aus beliebigen iterierbaren Objekten `iterable` erstellt werden, also solchen, die `for` unterstützen (z.B. `str`, `list`, `dict`, `set`, `frozenset`.)
- Jedoch dürfen innerhalb von `iterable` nur *hashbare* Objekte (z.B. keine Listen!) enthalten sein (sonst `TypeError`).

- Dictionaries
- Mengen
- Set und Frozenset
- Operationen
- Konstruktion
- Grundlegende Operationen
- Einfügen und Entfernen
- Methoden vs. Operationen
- Vergleiche
- Klassische Mengenoperationen
- Zusammenfassung

## Python-Interpreter

```
>>> set("spamspam")
{'a', 'p', 's', 'm'}
>>> frozenset("spamspam")
frozenset({'a', 'p', 's', 'm'})
>>> set(["spam", 1, [2, 3]])
Traceback (most recent call last): ...
TypeError: unhashable type: 'list'
>>> set(("spam", 1, (2, 3)))
{1, (2, 3), 'spam'}
>>> set({"spam": 20, "jam": 30})
{'jam', 'spam'}
```

- Dictionaries
- Mengen
- Set und Frozenset
- Operationen
- Konstruktion
- Grundlegende Operationen
- Einfügen und Entfernen
- Methoden vs. Operationen
- Vergleiche
- Klassische Mengenoperationen
- Zusammenfassung

## Python-Interpreter

```
>>> s = set(["jam", "spam"])
>>> set([1, 2, 3, s])
Traceback (most recent call last): ...
TypeError: unhashable type: 'set'
>>> set([1, 2, 3, frozenset(s)])
{1, 2, 3, frozenset({'jam', 'spam'})}
```

- Dictionaries
- Mengen
- Set und Frozenset
- Operationen
- Konstruktion
- Grundlegende Operationen
- Einfügen und Entfernen
- Methoden vs. Operationen
- Vergleiche
- Klassische Mengenoperationen
- Zusammenfassung

- `element in s`, `element not in s`:  
Test auf Mitgliedschaft bzw. Nicht-Mitgliedschaft (liefert `True` oder `False`).
- `bool(s)`:  
`True`, falls die Menge `s` nicht leer ist.
- `len(s)`:  
Liefert die Zahl der Elemente der Menge `s`.
- `for element in s`:  
Über Mengen kann natürlich iteriert werden.
- `s.copy()`:  
Liefert eine (flache) Kopie der Menge `s`.

- Dictionaries
- Mengen
- Set und Frozenset
- Operationen
- Konstruktion
- Grundlegende Operationen
- Einfügen und Entfernen
- Methoden vs. Operationen
- Vergleiche
- Klassische Mengenoperationen
- Zusammenfassung



## Mengen: Einfügen und Entfernen von Elementen



- `s.add(element)`:  
Fügt das Objekt `element` zur Menge `s` hinzu, falls es noch nicht Element der Menge ist.
- `s.remove(element)`:  
Entfernt `element` aus der Menge `s`, falls es dort enthalten ist.  
Sonst: `KeyError`.
- `s.discard(element)`:  
Wie `remove`, aber kein Fehler, wenn `element` nicht in der Menge enthalten ist.
- `s.pop()`:  
Entfernt ein willkürliches Element aus `s` und liefert es zurück.
- `s.clear()`:  
Entfernt alle Elemente aus der Menge `s`.

Dictionaries  
Mengen  
Set und Frozenset  
Operationen  
Konstruktion  
Grundlegende Operationen  
Einfügen und Entfernen  
Methoden vs. Operationen  
Vergleiche  
Klassische Mengenoperationen  
Zusammenfassung

## Benannte Methoden vs. Operatoren



Viele Operationen auf Mengen sind sowohl als benannte Methoden als auch über Operatoren verfügbar. Beispiel:

- Operator: `s & t`.
- Benannte Methode: `s.intersection(t)`
- Zuweisungsoperator: `s &= t`.
- Benannte Modifikationsmethode:  
`s.intersection_update(t)`
- Im Falle der Methoden wird das Argument in eine Menge konvertiert, wenn das Argument *iterierbar* ist.

Dictionaries  
Mengen  
Set und Frozenset  
Operationen  
Konstruktion  
Grundlegende Operationen  
Einfügen und Entfernen  
Methoden vs. Operationen  
Vergleiche  
Klassische Mengenoperationen  
Zusammenfassung

## Mengenvergleiche



- `s.issubset(t)`, `s <= t`:  
Testet, ob alle Elemente von `s` in `t` enthalten sind ( $s \subseteq t$ )
- `s < t`:  
Wie `s <= t`, aber echter Teilmengentest ( $s \subset t$ ).
- `s.issuperset(t)`, `s >= t`, `s > t`:  
Analog für Obermengentests bzw. echte Obermengentests.
- `s == t`:  
Gleichheitstest. Wie `s <= t` and `t <= s`, aber effizienter.
  - Anders als bei den anderen Operatoren ist es *kein* Typfehler, wenn nur eines der Argumente eine Menge ist.
  - In diesem Fall ist `s == t` immer `False`.
  - Ein `set` kann ein `frozenset` sein.
- `s != t`:  
Äquivalent zu `not (s == t)`.

Dictionaries  
Mengen  
Set und Frozenset  
Operationen  
Konstruktion  
Grundlegende Operationen  
Einfügen und Entfernen  
Methoden vs. Operationen  
Vergleiche  
Klassische Mengenoperationen  
Zusammenfassung

## Klassische Mengenoperationen



- `s.union(t)`, `s | t`  
`s.intersection(t)`, `s & t`  
`s.difference(t)`, `s - t`  
`s.symmetric_difference(t)`, `s ^ t`  
Liefert Vereinigung ( $s \cup t$ ), Schnitt ( $s \cap t$ ), Mengendifferenz ( $s \setminus t$ ) bzw. symmetrische Mengendifferenz ( $s \Delta t$ ) von `s` und `t`.  
Das Resultat hat denselben Typ wie `s`.
- `s.update(t)`, `s |= t`  
`s.intersection_update(t)`, `s &= t`  
`s.difference_update(t)`, `s -= t`  
`s.symmetric_difference_update(t)`, `s ^= t`  
In-Situ-Varianten der Mengenoperationen.  
(Ändern also `s`, statt eine neue Menge zu liefern.)

Dictionaries  
Mengen  
Set und Frozenset  
Operationen  
Konstruktion  
Grundlegende Operationen  
Einfügen und Entfernen  
Methoden vs. Operationen  
Vergleiche  
Klassische Mengenoperationen  
Zusammenfassung

## Python-Interpreter

```
>>> s1 = frozenset([1, 2, 3])
>>> s2 = set([3, 4, 5])
>>> s1 | s2
frozenset({1, 2, 3, 4, 5})
>>> s2 | s1
{1, 2, 3, 4, 5}
>>> s1 | [3, 4, 5]
Traceback (most recent call last): ...
TypeError: unsupported operand type(s) for |:
'frozenset' and 'list'
>>> s1.union([3, 4, 5])
frozenset({1, 2, 3, 4, 5})
```

- Dictionaries
- Mengen
- Set und Frozenset
- Operationen
- Konstruktion
- Grundlegende Operationen
- Einfügen und Entfernen
- Methoden vs. Operationen
- Vergleiche
- Klassische Mengenoperationen
- Zusammenfassung

## Python-Interpreter

```
>>> s1 = set("dead")
>>> s2 = set("parrot")
>>> s2.update({'a','b','c','d'})
>>> s2
{'t', 'd', 'p', 'r', 'a', 'b', 'c', 'o'}
>>> s1 - s2
{'e'}
>>> s1.symmetric_difference(s2)
{'t', 'p', 'e', 'r', 'b', 'c', 'o'}
>>> (s1 - s2) | (s2 - s1)
{'o', 't', 'b', 'p', 'c', 'e', 'r' }
>>> (s1-s2)|(s2-s1) == s1.symmetric_difference(s2)
True
```

- Dictionaries
- Mengen
- Set und Frozenset
- Operationen
- Konstruktion
- Grundlegende Operationen
- Einfügen und Entfernen
- Methoden vs. Operationen
- Vergleiche
- Klassische Mengenoperationen
- Zusammenfassung

# 3 Zusammenfassung

- Dictionaries
- Mengen
- Zusammenfassung

# Zusammenfassung

- Dictionaries
- Mengen
- Zusammenfassung

- dicts können wir als Verallgemeinerung von Listen verstehen, bei denen der Index ein beliebiger (nicht änderbarer) Wert ist.
- Der Zugriff auf Elemente von dicts ist fast so effizient wie der Zugriff auf indizierte Listenelemente.
- dicts sind änderbare Elemente. Die Kopie eines dicts ist erst einmal nur eine Kopie der oberen Struktur!
- Um eine Kopie aller Substrukturen zu erreichen, muss das Modul `deepcopy` benutzt werden (funktioniert genauso bei Listen).
- Mengen in Python (`set`) kann man als dicts verstehen, bei denen alle Werte `None` sind.
- Es existieren alle Mengenoperationen.
- Mengen sind veränderliche Strukturen, eingefrorene Mengen (`frozenset`) dagegen nicht.