Lernziele

- Sie können eigene **Klassen/Datentypen** erstellen.
- Sie verstehen, wie **Objekte** von Klassen instanziert und verwendet werden.
- Sie kennen den Begriff der **Datenkapselung** und können dies anwenden.

13. Java Klassen

Klassen, Typen, Objekte, Deklaration, Instanzierung, Konstruktoren, Kapselung, statische Felder und Methoden

Definition: Klassen

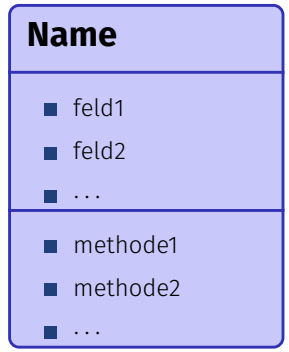
Klassen sind (selbstdefinierte) Datentypen, die es erlauben, mehrere Elemente zu einem neuen Objekt zusammenzufassen und mit einem gemeinsamen Namen anzusprechen.

Buch auf Seite 129

Klassen - Technisch

Eine Klasse ist eine Einheit mit einem **Namen**, die **Daten** und **Funktionalität** beinhaltet

- Die Klasse definiert einen neuen **Datentyp**.
- **Daten** sind Variablen und heissen **Felder** oder **Attribute**.
- **Funktionalität** ist vorhanden in Form von **Methoden**, die in der Klasse definiert sind.
- Klassen sind (typischerweise) separate `.java` Dateien mit gleichem Namen



Klassen - Konzeptuell

Klassen erlauben es, Daten, die inhaltlich **zusammengehören**, zu einem Datentyp **zusammenzufassen**.

Klassen bieten Funktionalitäten an, welche **Abfragen** basierend auf den Daten oder **Operationen** auf den Daten ermöglichen.

Beispiel: Erdbebendaten

SED > *Earthquake catalog* > Query the catalogue

Earthquake catalog

link	date	time	appraisal	event type	lat [°N]	lon [°E]	source agencygency	depth	Mw	Ml	Io	Ix	epicentral area
»	2001/01/01	00:03:47.8	certain	earthquake	45.53	6.75	RENASS/BCSF (2009)	5.	1.52	0.9			SSE BEAUFORT(73)
»	2001/01/01	00:20:01.5	uncertain	earthquake	47.51	9.48	LED (2009)	10.	2.17	1.99			
»	2001/01/03	11:11:20.4	certain	earthquake	46.446	9.982	SED (ECOS-09)	4.	2.36	2.3			
»	2001/01/07	18:55:18.3	certain	earthquake	48.05	9.03	LED (2009)	15.	1.82	1.41			
»	2001/01/07	20:55:36.5	certain	earthquake	46.564	10.29	SED (ECOS-	5.	1.94	1.6			

Klasse für Messwert - Erster Versuch

date	time	appraisal	event type	lat [°N]	lon [°E]	source agencygency	depth	Mw
2001/01/03	11:11:20.4	certain	earthquake	46.446	9.982	SED (ECOS-09)	4.	2.36

Datei `Measurement.java`:

```
public class Measurement {

    String date;
    String time;

    double latitude;
    double longitude;

    float magnitude;
}
```

Measurement

- `String date`
- `String time`
- `double latitude`
- `double longitude`
- `float magnitude`

Definition: Objekte

Klassen sind Datentypen. Objekte sind die Werte eines solchen Typs, wobei die Klasse die Struktur ihrer Objekte vorgibt.

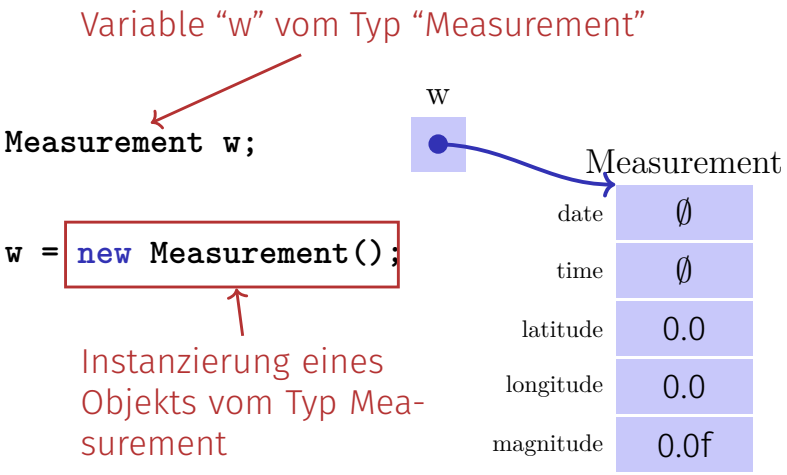
Buch auf Seite 130

Objekte: Instanzen von Klassen

Klassen beschreiben den Aufbau von Objekten, eine Art **Bauplan**
⇒ Vergleichbar mit den **Kopfdaten** aus dem CSV.

Objekte werden instanziert nach Bauplan und enthalten nun Werte.
⇒ Vergleichbar mit den einzelnen **Datenzeilen** aus dem CSV.

Objektinstanzierung: Keyword `new`

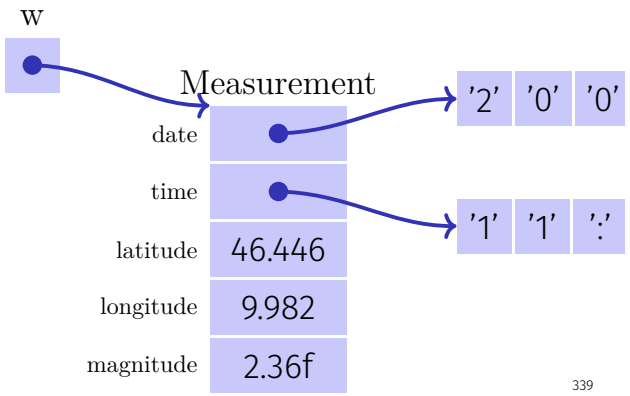


Dereferenzierung: Zugriff auf Felder

```
Measurement w;

w = new Measurement();

w.date = "2001/01/03";
w.time = "11:11:20";
w.latitude = 46.446;
w.longitude = 9.982;
w.magnitude = 2.36f;
```



Objekte sind Referenztypen: Aliasing

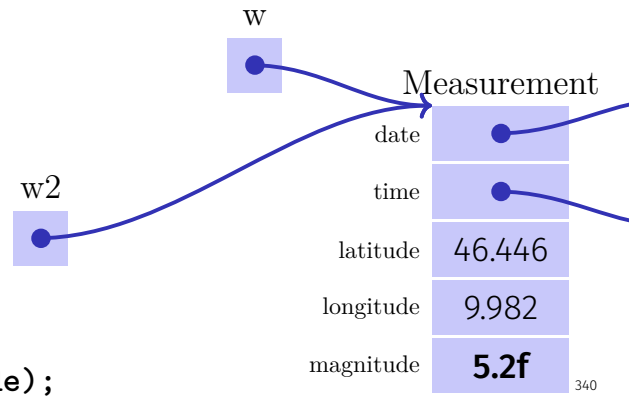
```
Measurement w;

w = new Measurement();

Measurement w2 = w;

w2.magintude = 5.2f;

Out.println(w.magnitude);
```



Moment mal! ...

Klassen erlauben es, Daten, die inhaltlich **zusammengehören**, zu einem Datentyp **zusammenzufassen**.

Gutes Klassendesign?

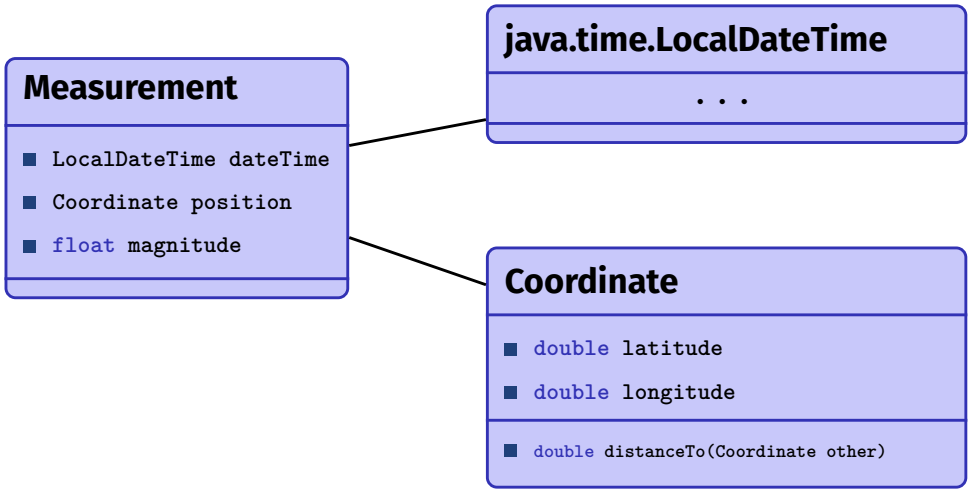
Measurement

- `String date`
- `String time`
- `double latitude`
- `double longitude`
- `float magnitude`

Das können wir besser!

- Datum und Zeit gehören in einen eigene Klasse: Java bietet das schon an: `java.time.LocalDateTime`
- Breitengrad und Längengrad gehören in einen Datentyp `Coordinate`.

Klassendesign - zweiter Versuch



Methoden in Klassen

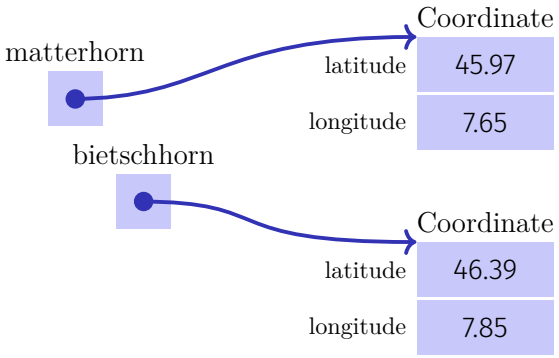
```
public class Coordinate {

    double latitude;
    double longitude;

    /**
     * Computes the distance to the provided coordinate 'other'.
     */
    double distanceTo(Coordinate other){
        double dl = this.latitude - other.latitude;
        // complete this as exercise...
    }
}
```

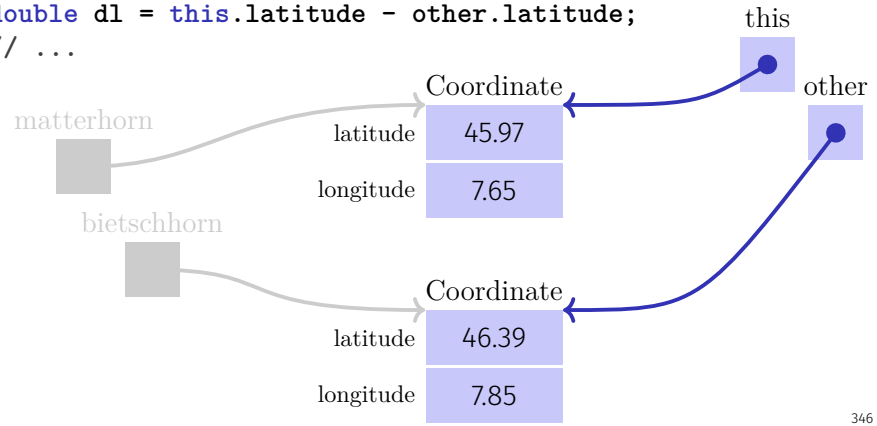
Methodenaufruf - Beispielsetting

```
Coordinate matterhorn, bietschhorn;
// ... Instanciate and set values ...
d = matterhorn.distanceTo(bietschhorn);
```



Im Kontext innerhalb der Methode

```
double distanceTo(Coordinate other){
       double dl = this.latitude - other.latitude;
       // ...
```



Schlüsselwort `this`

`this` erlaubt, innerhalb Methoden einer Klasse, auf das aktuelle Objekt zuzugreifen.

Konstruktoren

Erstellen einer **`Coordinate`** ist relativ umständlich:

```
Coordinate k = new Coordinate();
k.latitude = 45.97;
k.longitude = 7.65;
```

Konstruktoren erlauben es, einfacher die Initialwerte der Felder eines neu erstellten Objektes zu setzen.

```
Coordinate k = new Coordinate(45.97, 7.65);
```

Generell ist die Funktion des Konstruktors, das Objekt in einen sinnvollen “gültigen” Zustand zu bringen.

Konstruktoren - Definition

```
public class Coordinate{
    double latitude;
    double longitude;

    // Constructor for a given coordinates (as a pair of lat/long)
    Coordinate (double lat, double lon){
        this.latitude = lat;
        this.longitude = lon;
    }

}
```


Definition: Datenkapselung

Mittels Datenkapselung kann der Zugriff von ausserhalb der Klasse auf Daten und Code einer Klasse gesteuert werden.

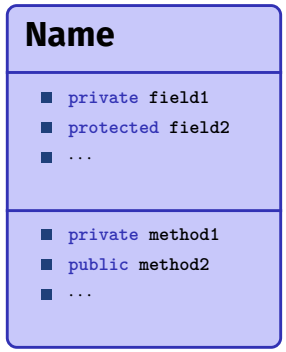
Buch auf Seite 246

Datenkapselung / Information Hiding

Steuern, welche Daten und welcher Code woher **zugänglich** ist.

Zugriffsmodifikatoren:

- `private`: Sichtbar aus Code derselben Klasse
- `protected`: Sichtbar aus Code derselben Klasse oder Unterklasse (später)
- `public`: Von überall sichtbar



Beispiel: Koordinate

```
public class Coordinate {
    public double latitude;
    public double longitude;

    public double distanceTo(Coordinate other){...}
}
```

Probleme:

- Ungültige Wertzuweisungen möglich
- Konsistenzprüfungen nicht möglich
- Implementierung exponiert

Koordinate: Zugriffsmethoden

```
public class Coordinate {
    private double latitude;
    private double longitude;

    public double getLatitude(){
        return latitude;
    }

    public void setLatitude(double lat){
        assert lat >= -90 && lat <= 90;
        this.latitude = lat;
    }
    //...
```


Koordinate: Benützung

```
Coordinate position = ...;
position.setLatitude(45); //This is fine

Out.println(position.getLatitude()); //This is fine


// The following two lines are WRONG
position.setLatitude(100); //Assertion violation at runtime
Out.print(position.latitude); //Doesn't compile. Invalid access
```


Kapselung: Implementierung austauschen

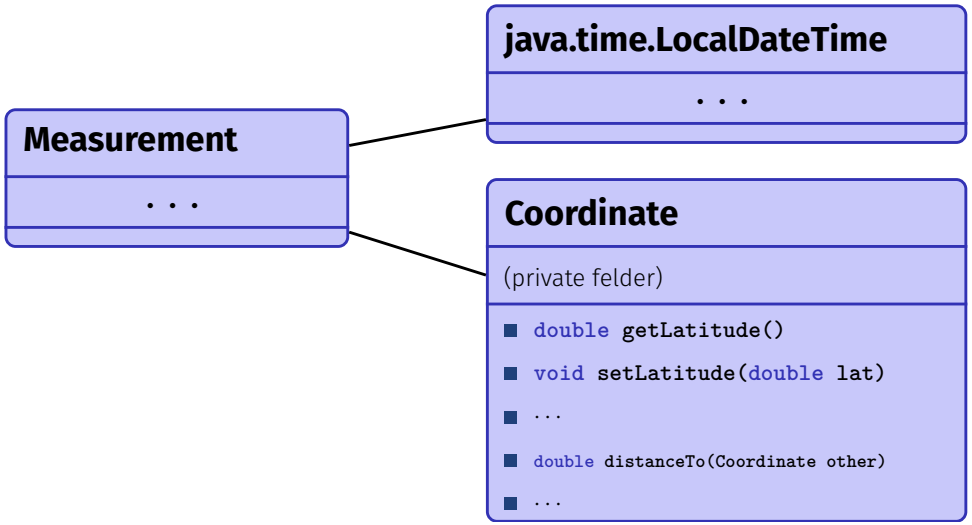
Ohne direkten Zugriff auf Daten kann Implementierung einfach ausgetauscht werden, ohne dass dies "nach aussen" sichtbar wird.

Beispiel: Wechsel zu CH Koordinaten

```
public class Coordinate {
    // Coordinate in LV03 Format (Swiss coordinate grid)
    private int x;
    private int y;

    public double getLatitude(){
        double x_aux = (x - 200_000) / 1_000_000;
        double y_aux = (y - 600_000) / 1_000_000;
        double result = (16.9023892 + (3.238272 * x_aux))
          - (0.270978 * pow(y_aux, 2)) - (0.002528 * pow(x_aux, 2))
          - (0.0447 * pow(y_aux, 2) * x_aux) - (0.0140 * pow(x_aux, 3));
        return (result * 100) / 36;
    }
}
```

Klassendesign - dritter Versuch



Datenkapselung

- Eine komplexe Funktionalität wird auf einer möglichst hohen Abstraktionsebene semantisch definiert und durch ein vereinbartes minimales **Interface** zugänglich gemacht
- **Wie** der Zustand durch die Datenfelder einer Klasse repräsentiert wird, sollte für den Benutzer der Klasse nicht sichtbar sein
- Dem Benutzer der Klasse wird eine **repräsentationsunabhängige** Funktionalität angeboten
- Dies gestattet eine garantierte Einhaltung von **Invarianten**

Definition: Statische Felder und Methoden

Statische Methoden und Felder werden nicht pro Objekt angelegt, sondern nur einmal pro Klasse. Der Zugriff geschieht direkt ueber die Klasse.

Buch auf Seite 151

Statische Felder und Methoden

Mit dem Schlüsselwort `static` deklariert.

- Existieren nur einmal pro Klasse.
- Werden direkt über den Klassennamen aufgerufen, nicht auf Objekten der Klasse…
- …deswegen kann aus statischen Methoden nicht auf `this` zugegriffen werden.
- Beobachtung: die `main` Methode ist statisch!
  `public static void main(String[] args)`

Beispiel: Die `In` Klasse

```
int f = In.readInt()
```

Ist definiert in der Klasse **`In`** (nächste Folie)

Beispiel: Die `In` Klasse

```
/**  This method skips white space and tries to read an integer. If the
 text does not contain an integer or if the number is too big, the
 value 0 is returned and the subsequent call of done() yields false.
 An integer is a sequence of digits, possibly preceded by '-'.
 */
public static int readInt(){
    String s = readDigits(); // read as many digits as possible
    try {
        done = true;
        return Integer.parseInt(s); // trt to interpret string s as int
    } catch (Exception e) {
        done = false;
        return 0; // something other than digits reat, return 0 instead
    }
}
```