12. Java Klassen

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

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

Schweizerischer Erdbebendienst
Service Sismologique Suisse
Servizio Sismico Svizzero
Swiss Seismological Service

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			

Beispiel: Erdbebendaten

Schweizerischer Erdbebendienst
Service Sismologique Suisse
Servizio Sismico Svizzero
Swiss Seismological Service

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

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;

    float latitude;
    float longitude;

    float magnitude;
}
```

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;

    float latitude;
    float longitude;

    float magnitude;
}
```

Name der Klasse/ des Datentyps

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;

    float latitude;
    float longitude;

    float magnitude;
}
```

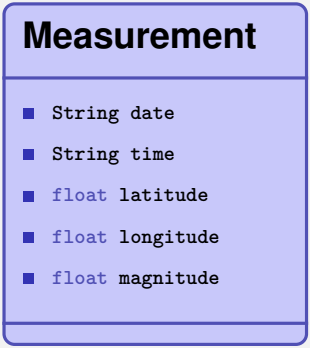
Felder gemäss CSV Kopfdaten

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;

    float latitude;
    float longitude;

    float magnitude;
}
```



Objekte: Instanzen von Klassen

Klassen beschreiben den Aufbau von Objekten, eine Art *Bauplan*

$\Rightarrow$ Vergleichbar mit den *Kopfdaten* aus dem CSV.

Objekte werden instanziert nach Bauplan und enthalten nun Werte.

$\Rightarrow$ Vergleichbar mit den einzelnen *Datenzeilen* aus dem CSV.

Objektinstanzierung: Das Schlüsselwort `new`

```
Measurement w;
```

Objektinstanzierung: Das Schlüsselwort `new`

Variable “w” vom Typ “Measurement”

```
Measurement w;
```

Objektinstanzierung: Das Schlüsselwort `new`

Variable “w” vom Typ “Measurement”

```
Measurement w;
```

Objektinstanzierung: Das Schlüsselwort `new`

```
Measurement w;

w = new Measurement();
```

Objektinstanzierung: Das Schlüsselwort `new`

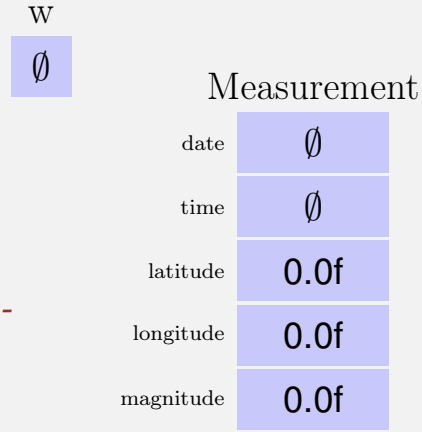
```
Measurement w;

w = new Measurement();
```

Instanzierung eines Objekts vom Typ Measurement

Objektinstanzierung: Das Schlüsselwort `new`

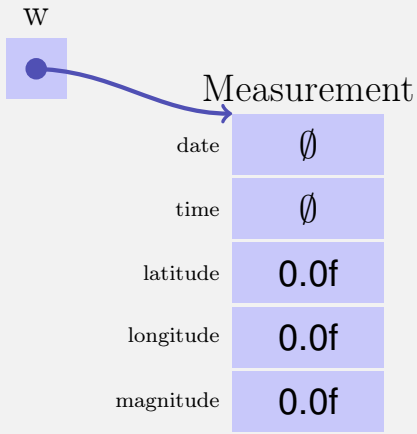
```
Measurement w;

w = new Measurement();
```

Instanzierung eines Objekts vom Typ Measurement



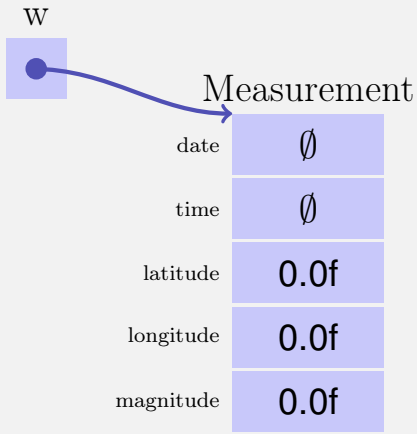
Objektinstanzierung: Das Schlüsselwort `new`

```
Measurement w;

w = new Measurement();
```



Dereferenzierung: Zugriff auf Felder

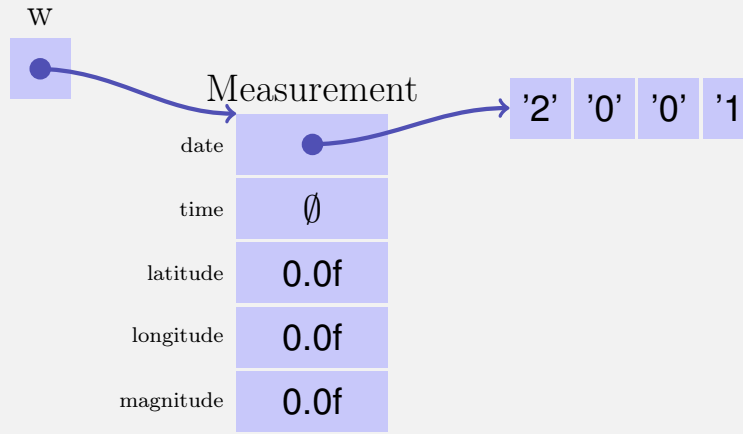
```
Measurement w;

w = new Measurement();
```



Dereferenzierung: Zugriff auf Felder

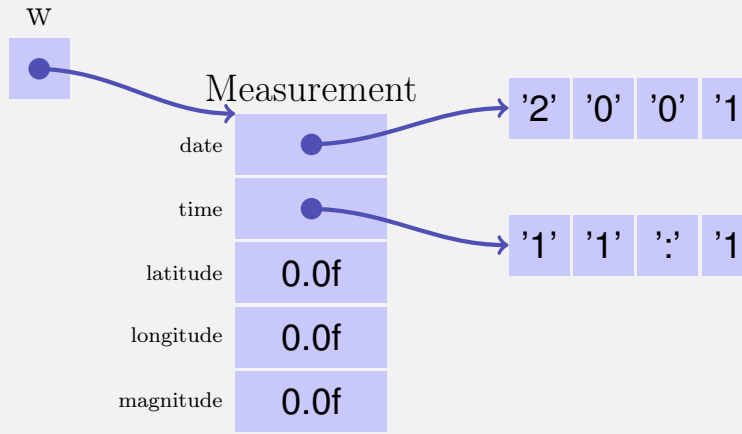
```
Measurement w;

w = new Measurement();

w.date = "2001/01/03";
```

Dereferenzierung:
“Dem Pfeil folgen”



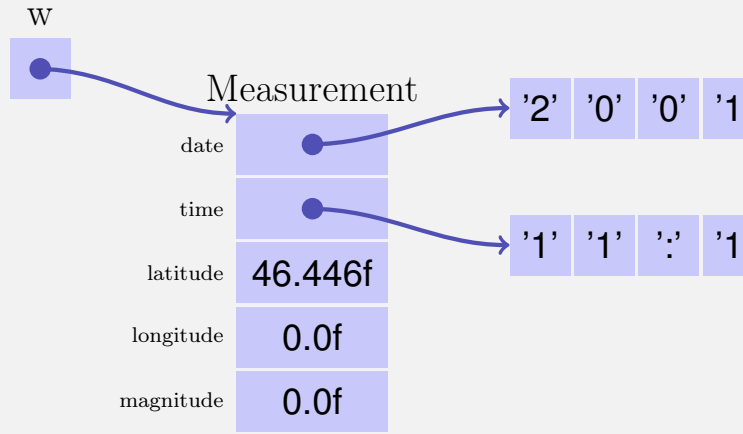
Dereferenzierung: Zugriff auf Felder

```
Measurement w;

w = new Measurement();

w.date = "2001/01/03";
w.time = "11:11:20.4";
```



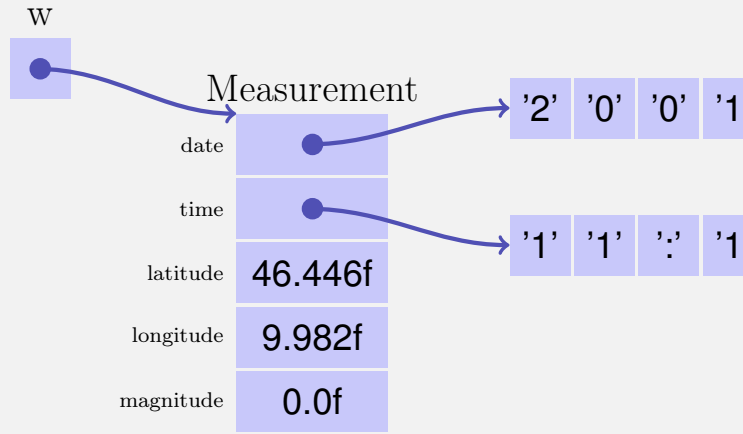
Dereferenzierung: Zugriff auf Felder

```
Measurement w;

w = new Measurement();

w.date = "2001/01/03";
w.time = "11:11:20.4";
w.latitude = 46.446f;
```



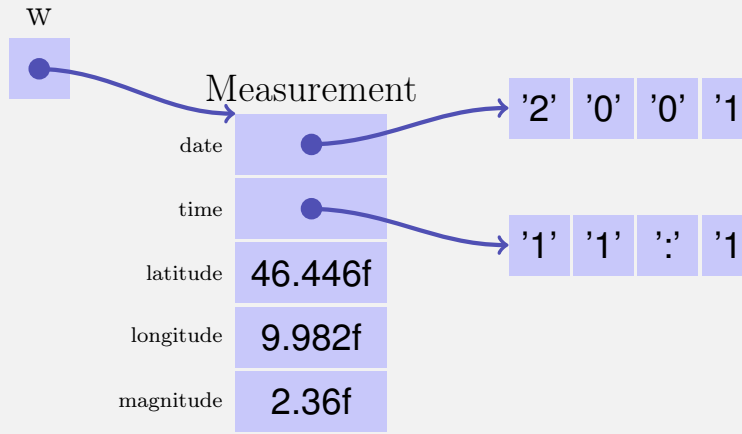
Dereferenzierung: Zugriff auf Felder

```
Measurement w;

w = new Measurement();

w.date = "2001/01/03";
w.time = "11:11:20.4";
w.latitude = 46.446f;
w.latitude = 9.982f;
```



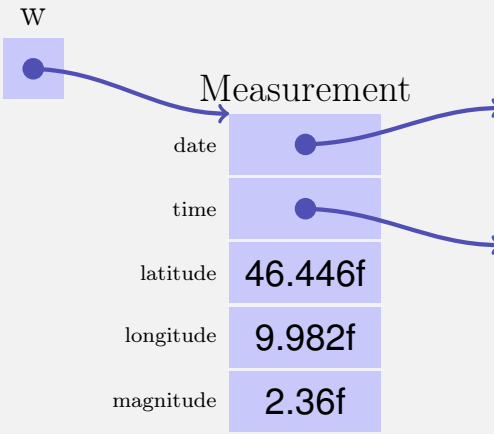
Dereferenzierung: Zugriff auf Felder

```
Measurement w;

w = new Measurement();

w.date = "2001/01/03";
w.time = "11:11:20.4";
w.latitude  = 46.446f;
w.latitude  = 9.982f;
w.magnitude = 2.36f;
```



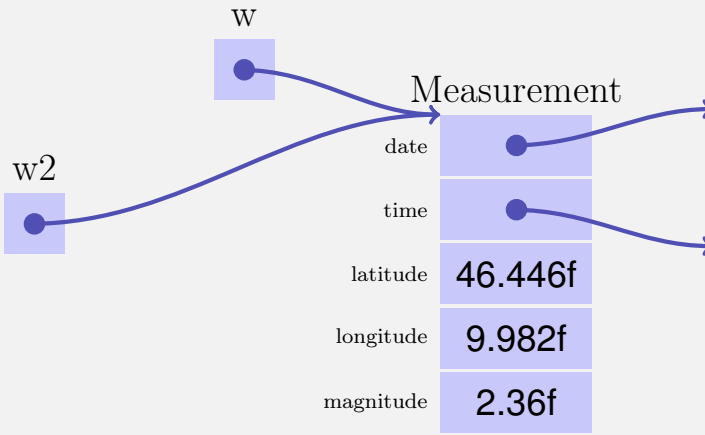
Objekte sind Referenztypen: Aliasing

```
Measurement w;

w = new Measurement();
```



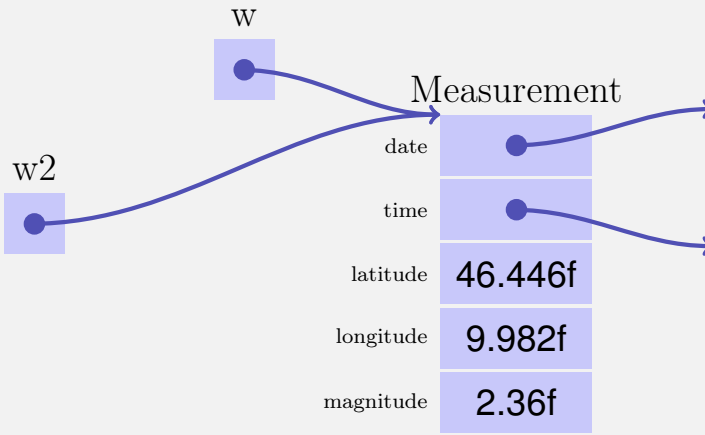
Objekte sind Referenztypen: Aliasing

```
Measurement w;

w = new Measurement();

Measurement w2 = w;
```



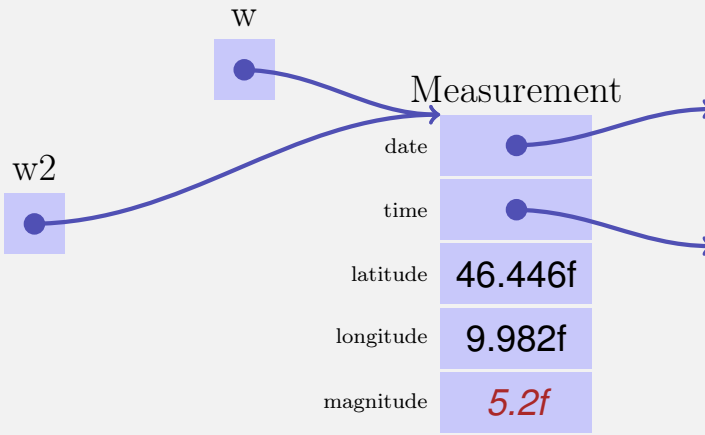
Objekte sind Referenztypen: Aliasing

```
Measurement w;

w = new Measurement();

Measurement w2 = w;

w2.magintude = 5.2f;
```



Objekte sind Referenztypen: Aliasing

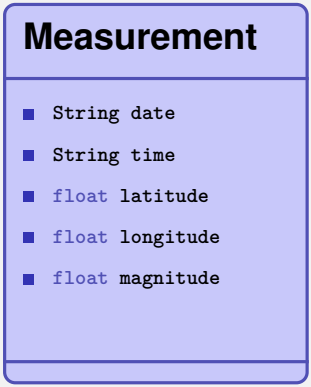
```
Measurement w;

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*.

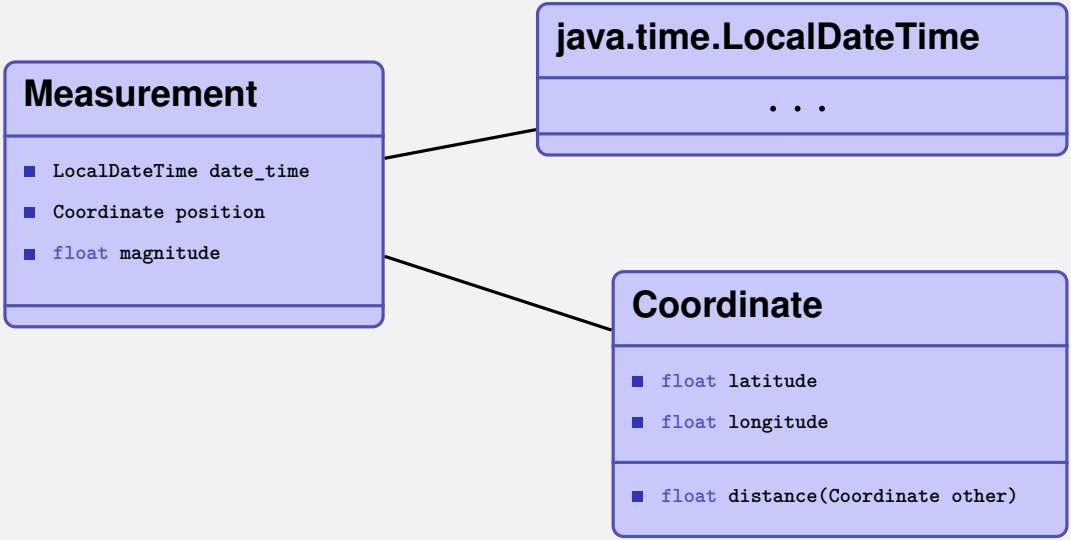
Gutes Klassendesign?



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

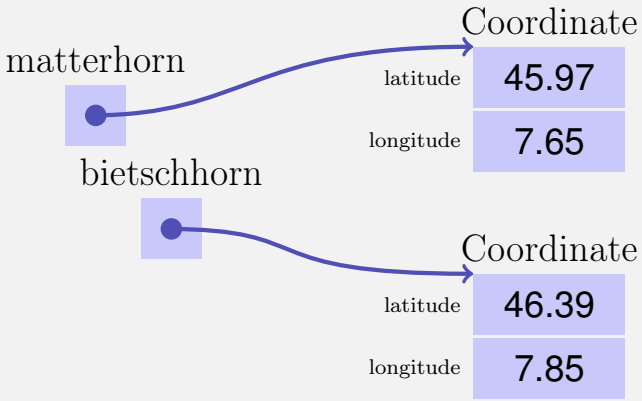
```
public class Coordinate {

    float latitude;
    float longitude;

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

Methoden in Klassen

```
public class Coordinate {

    float latitude;
    float longitude;

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

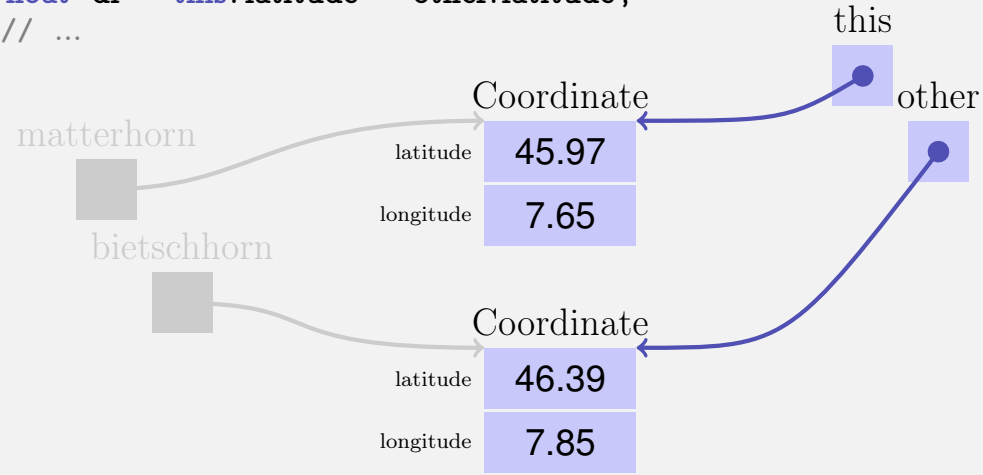
Methodenaufruf - Beispielsetting

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



Im Kontext innerhalb der Methode

```
float distanz(Coordinate other){
        float 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 = 45.97f
k.longitude = 7.65f
```

Konstruktoren

Erstellen einer `Coordinate` ist relativ umständlich:

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

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

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

Konstruktoren

Erstellen einer `Coordinate` ist relativ umständlich:

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

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

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

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

Konstruktoren - Definition

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

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

    // Default constructor without parameters
    Coordinate(){}
}
```

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

Beipspiel: Koordinate

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

    public double distance(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 latitude < -90 || latitude > 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.

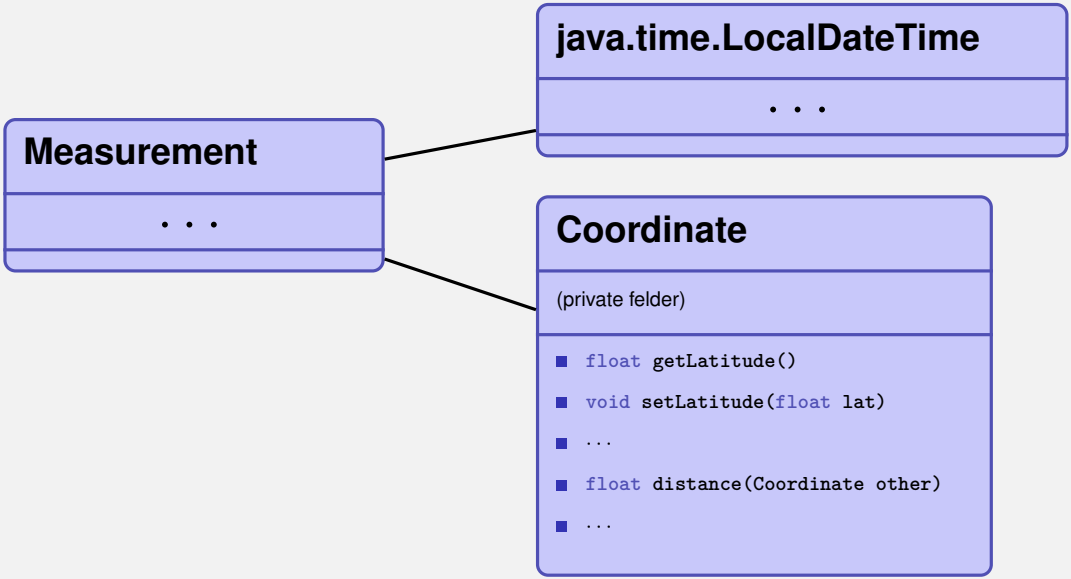
Beispiel: Wechsel zu Schweizer Koordinaten

```
public class Coordinate {
    // Coordinate in WSG84
    private int latitude;
    private int longitude;

    public double getLatitude(){




        return this.latitude;
    }
```

Beispiel: Wechsel zu Schweizer 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*

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

```
float f = In.readFloat()
```

Beispiel: Die `In` Klasse

```
float f = In.readFloat()
```

Ist definiert in der Klasse `In`:

```
public class In {
    public static float readFloat(){
        String s = readFloatDigits();
        try {
            done = true;
            return Float.parseFloat(s);
        } catch (Exception e) {
            done = false; return 0f;
        }
    }

    // ...
```